ФГБУН СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ РАН
ФГБУН ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН
ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ СО РАН
ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ
ФГБНУ АГРОФИЗИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФГБНУ РОСИНФОРМАГРОТЕХ
ФГБОУ ВО НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФГБОУ ВО НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФГБОУ ВО СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
ФГУП СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ В АПК

АГРОИНФО–2018

Материалы 7-й Международной научно-практической конференции
(Новосибирская область, р.п. Краснообск, 24-25 октября 2018 г.)

Новосибирск – Краснообск 2018

УДК 658.014.1.011.56:63(063)
ББК 32.81
И 741

Проведение конференции поддержано Российским фондом фундаментальных исследований по проекту 18-07-20074

Составители:

к.с.-х.н. Гурова Т.А. (отв. за выпуск);
д.т.н. Алейников А.Ф.;
к.т.н. Савченко О.Ф.;
Митьковская И.Ф.;
Бычкова Т.В.;
Кубрина О.С.;
Дудкин А.Л.

Материалы сборника изданы в авторской редакции.
Информация о конференции представлена на сайте:
http://conf.ict.nsc.ru/agroinfo2018

Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-й Международной научно-практической конференции «АГРОИНФО-2018» (Новосибирская обл., р.п. Краснообск, 24-25 октября 2018 г.) / Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирская обл., р.п. Краснообск, 2018. – 600 с.

ISBN 978-5-6041788-4-3

Материалы конференции содержат 125 докладов научных работников НИУ Российской академии наук, преподавателей и студентов учреждений высшего и среднего специального образования, специалистов научно-производственных организаций и предприятий России – городов Новосибирска, Москвы, С.-Петербурга, Саратова, Ростова-на-Дону, Ростова, Новокубанска, Зернограда, Кемерово, Юрги, Омска, Барнаула, Томска, Тюмени, Иркутска, Абакана, Улан-Удэ, Якутска и др.; а также из Германии, Македонии, Казахстана, Монголии и Южной Кореи.

Работы 250 авторов отражают уровень исследований в области цифровых информационных технологий, баз данных, экспертных систем, а также измерительных систем и приборов для сельскохозяйственной науки и практики, поднимают вопросы защиты окружающей среды, повышения производительности труда в сельском хозяйстве за счет внедрения научных достижений в России и за рубежом.

Книга предназначена для научных работников, руководителей и специалистов АПК, преподавателей и студентов.

© СФНЦА РАН, 2018

SIBERIAN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

INSTITUTE OF COMPUTATIONAL TECHNOLOGIES SB RAS

INSTITUTE OF CYTOLOGY AND GENETICS SB RAS

FEDERAL SCIENTIFIC AGRICULTURAL ENGINEERING CENTER VIM

AGROPHYSICAL RESEARCH INSTITUTE

RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF INFORMATION AND TECHNICAL
AND ECONOMIC STUDIES ON ENGINEERING AND TECHNICAL PROVISION
OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY

SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES

SIBERIAN STATE RESEARCH INSTITUTE OF METROLOGY

INFORMATION TECHNOLOGIES, SYSTEMS AND EQUIPMENT IN AGRIBUSINESS INDUSTRY

AGROINFO–2018

Proceedings of the 7th International Research and Practice Conference
(Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia, 24-25 October, 2018)

Novosibirsk – Krasnoobsk 2018

UDK 658.014.1.011.56:63(063)
BBK 32.81
I 741

The edition has been published through the support of Russian Fond of Fundamental Investigations on the project 18-07-20074

Compiled:

Cand Sc Agr Gurova T.A. (in charge of issue);
Doct Sc Tech Aleynikov A.F.;
Cand Sc Tech Savchenko O.F.;
Mitkovskaya I.F.;
Bychkova T.V.;
Kubrina O.S.;
Dudkin A.L.

The Proceedings are issued in author's wording.
Information about the Conference is presented at web site:
http://conf.ict.nsc.ru/agroinfo2018

Information technologies, systems and equipment in agribusiness industry. Proceedings of the 7th International Research and Practice Conference «AGROINFO-2018» (Krasnoobsk, Russia, 24-25 October, 2018. Published: Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 2018. – 600 ps.

ISBN 978-5-6041788-4-3

The Proceedings of the Conference consists of 125 papers presented by research workers and specialists of SB RAS and other organizations from Russia – Novosibirsk, Moscow, St. Petersburg, Saratov, Rostov-on-Don, Novokubansk, Kemerovo, Omsk, Tomsk, Tyumen, Irkutsk, Yakutsk and etc. – as well as from Germany, Macedonia, Kazakhstan, Mongolia and South Korea.

Articles of 250 authors reflect the level of studies in the field of digital information technologies, data bases, expert systems, as well as measurement systems and equipment for agricultural science and practice.

The book is intended for research workers, directors and specialists of agribusiness industry.

© SFSCA RAS, 2018

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ

Программный комитет конференции 6
Организационный комитет конференции 7

Пленарное заседание 8
Секция 1 «Применение информационных технологий, баз данных и экспертных систем в сельском хозяйстве» 56
Секция 2 «Измерительные системы, приборы и перспективные инструментальные методы исследования в биологии и сельском хозяйстве» 207
Секция 3 «Информационные технологии в инженерно-техническом обеспечении АПК» 339
Секция 4 «Информационные технологии и распределенные базы данных мониторинга ресурсного потенциала территорий» 501
Содержание 583
Список организаций 590
Именной указатель авторов статей 594

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

Шокин Ю.И. – академик РАН, научный руководитель ИВТ СО РАН, Новосибирск.

Заместитель председателя:

Альт В.В. – академик РАН, руководитель СибФТИ СФНЦА РАН, р.п. Краснообск, Новосибирская обл.

Члены:

Кашеваров Н.И. – академик РАН, директор СФНЦА РАН;

Якушев В.П. – академик РАН, АФИ, С.-Петербург;

Измайлов А.Ю. – академик РАН, директор ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва;

Федоренко В.Ф. – академик РАН, директор ФГБНУ «Росинформагротех», Москва;

Кененбаев С.Б. – д-р с.-х. наук, академик АСХН РК, Казахстан;

Гантулга Гомбо – канд. техн. наук, проф., проректор по научной работе МГСХУ, главный ученый секретарь Монгольской академии аграрной науки Монголии;

Эдгар Клозе – проф., председатель правления Бранденбургского института развития и поддержки технологии инноваций, Германия;

Вострецов А.Г. – д-р техн. наук, проректор, ФГБОУ ВО НГТУ, Новосибирск;

Гуськов Ю.А. – д-р техн. наук, директор Инженерного института, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ;

Алейников А.Ф. – д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., СибФТИ СФНЦА РАН, р.п. Краснообск, Новосибирская обл.;

Трубицын Н.В. – канд. техн. наук, зам. директора Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех»;

Юрченко А.В. – канд. физ.-мат. наук, первый зам. директора, ИВТ СО РАН, Новосибирск;

Якименко А.А. – канд. техн. наук, зав. кафедрой ВТ ФГБОУ ВО НГТУ, Новосибирск;

Афонников Д.А. – канд. биол. наук, зав. лаб. ИЦиГ СО РАН;

Шувалов Г.В. – канд. техн. наук, директор ФГУП «СНИИМ», Новосибирск;

Савченко О.Ф. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр., р.п. Краснообск, Новосибирская обл.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

Альт В.В. – академик РАН, руководитель

СибФТИ СФНЦА РАН

Зам. председателя:

Алейников А.Ф. – д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр.,

СибФТИ СФНЦА РАН

Секретарь:

Архипова Т.А. – ст. науч. сотр., СибФТИ СФНЦА РАН

Члены организационного комитета СибФТИ СФНЦА РАН:

Гурова Т.А. – канд. с.-х. наук, ученый секретарь;

Савченко О.Ф. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;

Ёлкин О.В. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;

Кубрина О.С. – инженер;

Митьковская И.Ф. – ведущий программист;

Бычкова Т.В. – ведущий программист;

Чесноченко Н.Е. – науч. сотр.;

Сероклинов Г.В. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;

Чешкова А.Ф. – канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией.

Члены организационного комитета:

Рудой Е.В. – д-р экон. наук, проректор, ФГБОУ ВПО Новосибирский ГАУ;

Шинделов А.В. – канд. техн. наук, рук. упр. междунар. связей ФГБОУ ВПО Новосибирский ГАУ;

Якименко А.А. – канд. техн. наук. ФГБОУ ВО НГТУ;

Дубровский А.В. – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО СГУГиТ;

Смирнов И.Г. – канд. с.-х. наук, уч. секретарь ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Пленарное заседание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ В АПК

УДК 631.3: 004.422

Альт В.В.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ БАЗ ДАННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК АПК

В статье представлена парадигма информационного обеспечения технологических процессов сельхозпроизводства. На основе систематизации потоков информации сформировано ядро моделей и создан ряд информационных моделей сельскохозяйственных объектов. Анализ результатов моделирования биологических объектов, ценозов, экосистем, агроценозов и агроэкосистем показал, что наиболее приемлемым типом модели является системно-детерминированная динамическая модель потенциально-эффективного типа. Разработана интернет-ориентированная база данных инновационных разработок институтов аграрного профиля. В ней размещена информация о сортах, машинах, средствах механизации, электрификации и технологиях в растениеводстве, животноводстве, кормопроизводстве, кормоприготовлении, защите растений, биотехнологиях, механизации, ветеринарии и переработке сельскохозяйственной продукции. База данных позиционируется как предметно-ориентированная поисковая база данных в интернет - пространстве. Определен перечень показателей, которым соответствует созданная архитектура базы данных. Сформировано более 20 различных баз данных сельскохозяйственного назначения. Базы данных предназначены для сельхозтоваропроизводителей, а также организаторов сельскохозяйственного производства, ученых, преподавателей и студентов. В базах данных представлена информация об основных показателях инновационных продуктов и институтах-разработчиках.

Ключевые слова: автоматизация технологических процессов, информационные потоки, информационная модель, базы данных.

В аграрном производстве каждый субъект, принимающий управленческие решения, неизбежно сталкивается с неполной информацией. Поэтому в поведенческом аспекте в процессе производственной деятельности объективно возможны ошибки, связанные с полифункциональным характером объектов управления: окружающей среды, земли, растений, животных и машин. Эти объекты как пять разновидностей ресурсов взаимодействуют с учетом еще двух ресурсов – человеческого и финансового. Все это можно представить как некое семимерное пространство. При этом человек как субъект, принимающий управленческие решения, ощущающий четырехмерное пространство (ширина, длина, высота и время), находясь в семимерном пространстве, чувствует определенный дискомфорт [1, 2]. В такой ситуации он вынужден принимать частные решения, полагая, что некоторые из ресурсов несущественны или безграничны. Это приводит к принятию человеком неполиоптимального решения при выборе сортов и технологий в АПК, в целом. В качестве примера возьмем растениеводство. Почвенно-климатическое разнообразие в нашей стране, большое количество сортов и технологий затрудняют выбор полиоптимального решения.

Современное развитие информационных технологий в сельском хозяйстве характеризуется формированием и развитием агроинформатики как системообразующей отрасли знаний. Информационные технологии направлены на обеспечение принятия управленческих решений в АПК с использованием баз данных и знаний. Принятие оптимальных или рациональных управленческих решений должно базироваться на объективных и (или) экспертных данных, а иногда и на многолетнем опыте [3, 4].

Цель исследований – разработка интернет-ориентированной базы данных инновационных разработок сельхозпроизводства.

В начальной фазе формирования гипотез необходимо сформулировать общую систему взглядов на решение совокупности задач по информационному обеспечению сельскохозяйственной науки и производства. Возможность такого решения заложена самой общностью объектов исследований сельскохозяйственной науки и объектов использования их результатов в аграрном производстве.

Автором предложена парадигма информационного обеспечения технологических процессов сельхозпроизводства. Парадигма как совокупность взглядов на решение какой-либо задачи на современном этапе развития показывает подходы к созданию измерительно-вычислительных комплексов, информационно-измерительных систем, баз данных, экспертных систем и систем искусственного интеллекта. Парадигма предусматривает системный подход при принятии управленческих решений. Благодаря такому подходу, можно рассмотреть всю систему компонентов парадигмы как целое, состоящее из частей, имеющих самостоятельное назначение и одновременно обладающих показателями, обеспечивающими единство системы [5, 6]. Парадигмой предусматривается включение баз данных, баз знаний, экспертных систем и систем искусственного интеллекта в состав управляющего звена системы принятия управленческих решений (СПУР). Такой автоматизированный метод управления позволяет перейти к управлению объектом (почвой, растениями, животными, машинами, технологиями, социально-экономическими отношениями и т. д.) не по отклонению какого-то из параметров или группы параметров от принятой нормы, а в соответствии с функцией назначения объекта управления. Одновременно к объекту управления применяются ограничения, накладываемые экологической обстановкой, сезонным характером работ, взаимным влиянием составляющих объекта, характером воздействия внешних факторов [7, 8].

В процессе разработки средств измерений и обработки информации создаются математические, информационные, морфологические (функциональные) и натуральные модели самих объектов, которые рассматриваются как источники информации и как объекты управления. Формируя модель априори, определяют круг пользователей информации по их профессиональной деятельности. Такие модели можно квалифицировать как предметно-ориентированные [8-10].

Синтез информационных систем во многом определяется моделями объектов. Исходя из необходимости структурирования информационных систем (баз данных и знаний, экспертных систем и систем искусственного интеллекта), необходимо создавать соответствующие модели в предметных областях знаний, сочетающие информационные и морфологические модели, которые рассматриваются как источники информации и объекты управления. Модель вне зависимости от принципа построения обладает определенными свойствами (целенаправленностью, неоднозначностью, динамичностью, ограниченностью и т. д.), которые позволяют отнести модель к какому-либо классу.

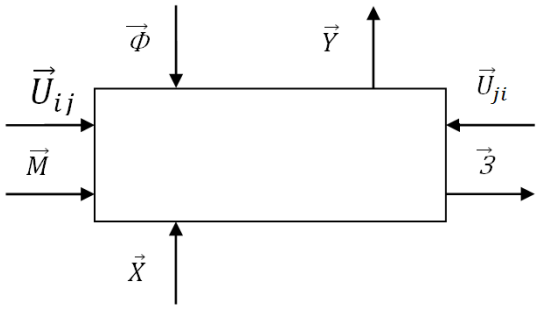


Рисунок 1 – Потоки информации составляющих информационных моделей: $\vec{\Phi}$ – о внешних факторах, $\vec{X}$ – об управляющих воздействиях, $\vec{U}$ – о взаимном влиянии составляющих модели, $\vec{M}$ – о состоянии составляющих модели, $\vec{Y}$ – о влиянии на окружающую среду, $\vec{З}$ – о целевой функции

Этими положениями можно определить потоки информации для составляющих информационных моделей. Информационные модели целого и его частей состоят из шести потоков информации и обладают необходимыми признаками эмпирической гипотезы (рисунок 1).

В СибФТИ СФНЦА РАН разработан ряд информационных моделей, более корректно называть их информационными и морфологическими. Эти модели использованы при создании экспертных систем диагностики состояния посевов пшеницы, технического состояния тракторного двигателя и автоматизированной системы определения болезней, вредителей и сорняков злаковых колосовых Сибири, а также при создании других баз данных сельскохозяйственного назначения (рисунок 2) [11, 12].

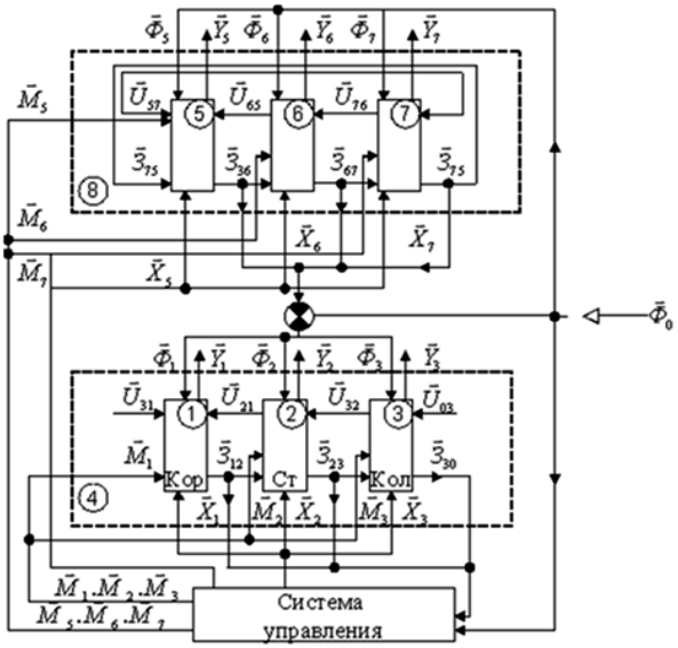
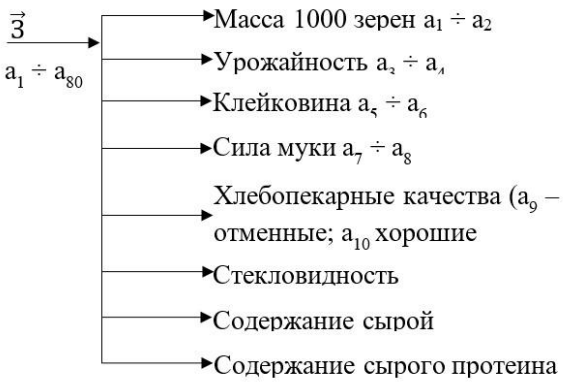


Рисунок 2 – Информационная модель агрофитоценоза на примере зерновых колосовых культур: 1 – корневая система, 2 – стебель, 3 – колос, 4 – растение, 5 – болезни, 6 – сорняки, 7 – вредители, 8 – фитосанитарное состояние

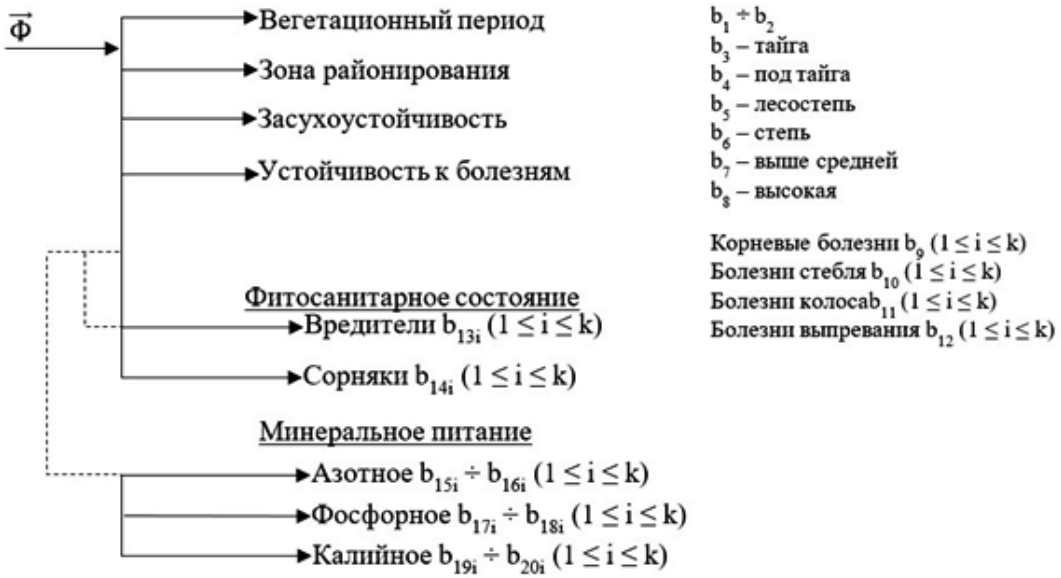
Совместный анализ информационных потоков развития растения и описания сорта на примере яровой пшеницы позволил систематизировать информационные потоки и представить их в следующем виде [10]:

I. $\vec{З}$ – поток информации о целевой функции, который содержит информацию о хозяйственных и биологических свойствах растения, указанных в описании сорта. Показатели сорта в описании обозначены буквой *а*; в разделе описания сорта обозначены как $a_1 \div a_{80}$.

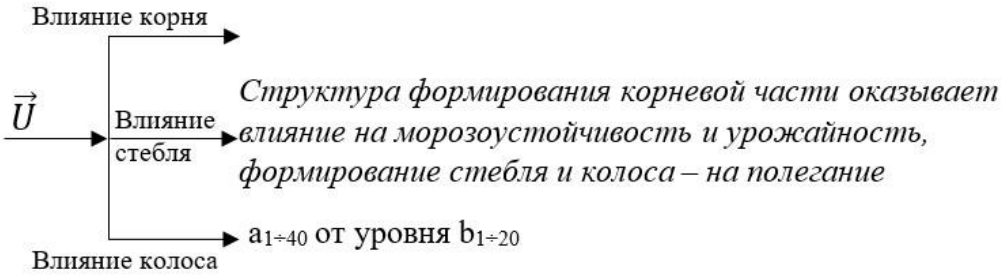


II. $\vec{\Phi}$ – поток информации о внешних факторах, который содержит информацию о поражении болезнями и повреждении вредителями конкретного сорта; о требованиях сорта к условиям внешней среды и агротехнике; об областях и районах, для которых рекомендуется сорт.

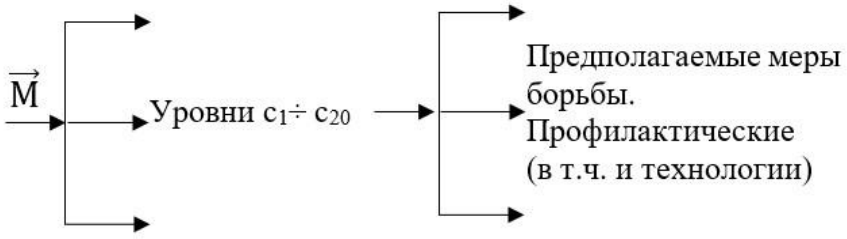
Эти данные представляются в соответствующих разделах описания сорта.



III. $\vec{U}$ – поток информации о взаимном влиянии компонентов модели растения (корня, стебля и колоса).



IV. $\vec{M}$ – поток информации о состоянии компонентов модели (корня, стебля и колоса), который содержит информацию о морфологическом описании сорта. размещающуюся в разделе описания сорта. Характеристики сорта этого раздела, которые в описании представляются как значение показателя, обозначены - c_i, а те, которые представляются как диапазон показателя, обозначены - $c_1 \div c_{20}$.



Создание модели описания сорта предопределяется исторически сложившейся практикой набора характеристик и показателей, описывающих вид растения. Например, коллектив под руководством академика Гончарова П.Л. разработал структуру такого описания на примере яровой пшеницы сорта Новосибирская 89 [13, 14].

Эмпирическая гипотеза возможности единого информационного описания подтверждена созданием более 20 баз данных сельскохозяйственного назначения, разработанных в СибФТИ СФНЦА РАН [8].

Информационные модели МТА описаны теми же шестью информационными потоками и аналогичными признаками, что и модель развития растений в агрофитоценозе.

Такой подход к синтезу информационных систем во многом определил возможность применения единых инструментальных программных оболочек для создания экспертных систем сельскохозяйственных объектов и баз данных для агропромышленного комплекса. Для сопровождения производства продукции растениеводства совместно с СибНИИЗиХ СФНЦА РАН, СибНИИРС – филиалом ИЦИГ СО РАН, Красноярским НИИСХ разработаны программы: «Автоматизированное рабочее место агронома-землеустроителя», «Автоматизированное рабочее место агронома-технолога», база данных «Ресурсосберегающие технологии производства зерна», предусматривающие разработку адаптивно-ландшафтной системы земледелия для конкретного хозяйства с использованием ГИС-технологий; формирование и экономику севооборотов; формирование кормовой базы; учет оборота стада КРС; выбор технологий и подбор техники по технологическим операциям в растениеводстве с учетом срока выполнения работ, расхода ГСМ и экономических затрат [15-17].

Для автоматизированного выбора в селекции и производстве зерна наиболее эффективных сортов пшеницы (50 сортов) и ячменя (25 сортов) по 62 признакам (урожайности, устойчивости к стрессовым факторам, качеству зерна, почвенным особенностям возделывания, зонам районирования и другим) предложены базы данных «Сорта пшеницы» и «Сорта ячменя», а также компьютерные программы сопровождения селекционного процесса тритикале, плодово-ягодных, овощных культур и картофеля [18-21].

Разработан комплект поисковых баз данных по уходу за посевами: «Сорняки в посевах зерновых культур», «Вредители посевов зерновых культур», «Болезни зерновых культур», «Гербициды. Зерновые культуры» для автоматизированной диагностики и экологического мониторинга наиболее распространенных вредных организмов зерновых культур в Сибирском регионе и выбора с учетом конкретной ситуации мер защиты посевов, а также базы данных по картофелю (сорта, болезни и вредители) [22-24].

Для инженерных работ, технического сервиса совместно с СибИМЭ СФНЦА РАН и НГАУ разработан «Программный комплекс инженера-механика» с экспертными системами по техническому обслуживанию, диагностированию и испытанию дизельных двигателей внутреннего сгорания; поисковые базы данных «Тракторы сельскохозяйственного назначения»; «Зерноуборочные комбайны»; «Сельскохозяйственная техника для производства зерна», предназначенная для рационального подбора и использования импортной и отечественной сельскохозяйственной техники нового поколения в производстве зерна [25-28].

Сотрудники СибФТИ СФНЦА РАН разработали интернет-ориентированную базу данных инновационных разработок институтов аграрного профиля Сибири, включающую информацию за последние 10 лет [29]. В ней размещена информация о сортах, машинах, средствах механизации, электрификации и технологиях (в растениеводстве, животноводстве, кормопроизводстве, кормоприготовлении, в защите растений, биотехнологиях, механизации, ветеринарии и переработке сельскохозяйственной продукции). Создание базы данных потребовало от разработчиков решения ряда системных задач. Принятые решения определили архитектуру, компоненты, вопросы систематизации и структуризации информации, хранящейся в базе данных. База данных ориентирована, прежде всего, на сельхозтоваропроизводителя, имеет удаленный доступ и позволяет находить инновационные решения во всем многообразии разработок ученых. База данных организована так, что данные, находящиеся в ней, легкодоступны, а сама база данных обладает возможностью развития по полноте и глубине данных. Сформулированные системные задачи позволили установить перечень показателей, которым соответствует созданная архитектура базы данных инновационных разработок. Программное обеспечение сформировано на языках высокого уровня, реализуется интерактивное и многооконное меню, имеется возможность изменения дерева цели поиска информации.

Описание объектов полностью соответствует стандарту, принятому в предметной области знаний. База данных находится в открытом доступе [30].

База данных инновационных разработок институтов аграрного профиля Сибири предназначена для пользования сельхозтоваропроизводителями, организаторами аграрного производства, НИУ аграрного и биологического профиля, работниками систем высшего и среднего специального аграрного образования.

Библиографический список

1. Альт В.В. Совокупность информационных технологий и их роль в автоматизации сельскохозяйственного производства // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т.12. – №1. – С. 12-115.
2. Губарев В.В. Концептуальные основы информатики. Сущностные основы информатики. – Новосибирск: НГТУ, 2001. – Ч. 1. – 149 с.
3. Альт В.В., Савченко О.Ф. Информационные ресурсы – технологическая основа инновационного развития сельского хозяйства // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – №. 10. – С. 102-111.
4. Сладкова О.Б., Пирумова Л.Н., Пирумов А.А. Проблемы использования сетевых информационных ресурсов в области сельского хозяйства: методические рекомендации // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 3. – С. 59-64.
5. Альт В.В. Контроль и управление параметрами тракторных двигателей в эксплуатационных условиях: автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1995. – 27 с.
6. Завражнов А.И., Огородников П.И. Биотехнические системы в агропромышленном комплексе. – М.: Университетская книга. 2011. – 412 с.
7. Альт В.В., Савченко О.Ф., Гурова Т.А. [и др.]. Создание и использование компьютерных информационных систем в сельском хозяйстве. – Новосибирск: СибФТИ, 2005. – 126 с.
8. Альт В.В., Боброва Т.Н., Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Колпакова Л.А., Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф. Компьютерные информационные системы в агропромышленном комплексе / под ред. В.В. Альта; Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние. СибФТИ. – Новосибирск, 2008. – 220 с.
9. Конноли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
10. Альт В.В. Информационные технологии в инновационном развитии АПК Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 2. – С. 20-23.
11. Альт В.В. Информационное обеспечение и компьютеризация селекционного процесса // Задачи селекции и пути их решения в Сибири: докл. и сообщ. генет. селекц. школы. – Новосибирск: РАСХН, 2000. – С. 24-28.
12. Альт В.В., Ольшевский С.Н. Информационные модели сельскохозяйственных объектов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – №. 4. – С. 15-23.
13. Создание информационно-поисковой системы по сортам пшеницы сибирской селекции: методические рекомендации/Альт В.В., Гончаров П.Л., Гурова Т.А., Боброва Т.Н., [и др.]. Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. физико - техн. ин-т аграр. проблем, Сиб.науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции.- Новосибирск, 2009. – 42 с.
14. Альт В.В., Гурова Т.А., Боброва Т.Н., Денисюк С.Г. Методические основы создания поисковых баз данных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – №. 6, – С. 74-79.
15. Добротворская Н.И., Колпакова Л.А., Боброва Т.Н. Использование интеллектуальной компьютерной системы «OZEM» в расчетах экономической эффективности земледелия // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2009. – №. 2 – С. 92-96.
16. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ №2014616280. Экспертная система «Автоматизированное формирование технологических карт» / Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Зарегистрировано 19.06.2014.
17.Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007610393. Экспертная система «Автоматизированное рабочее место агронома-технолога» / Альт В.В., Колпакова Л.А., Боброва Т.Н., Исакова С.П., Савченко О.Ф. Зарегистрировано 23.01.2007.
18. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013661141. Компьютерная программа «Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур» / Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Опубликовано 29.11.2013.
19. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2011613440. Компьютерная программа «Диаллельный анализ селекции сельскохозяйственных культур» / Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Опубликовано 29.04.2011.
20. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008614724 Компьютерная программа «Сорта ячменя сибирской селекции» / Альт В.В., Гурова Т.А., Боброва Т.Н. [и др.]. Зарегистрировано 01.10.2008.
21. Денисюк С.Г., Гринберг Е.Г., Сафонова А.Д., Сорокопудов В.Н. Базы данных по картофелю, овощным и плодово-ягодным культурам как элемент информационного обеспечения генофонда сельскохозяйственных культурных растений Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2003. – Т. 2. – № 148. – С. 58-62.

22. Гурова Т.А., Березина В.Ю. Информационные базы данных в управлении фитосанитарной ситуацией при возделывании зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 11. – С. 12-14.
23. Гурова Т.А., Орехов А.К., Бакланова Е.А., Луговская О.С. «Гербициды. Зерновые культуры» – информационно-поисковая система по защите растений // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 65-67.
24. Денисюк С.Г., Дергачева Н.В., Аношкина Л.С. Некоторые результаты внедрения информационных технологий в селекционный процесс картофеля в Западной Сибири // Перспективы развития информационных технологий. – 2015. – №. 23 –. С. 153-159.
25. Лапченко Е.А., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Поисковая база данных «Тракторы» и ее использование в растениеводстве // Вестник НГАУ. – 2013. – Т. 4. – № 29. – С. 113-116.
26. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ №2015663535. Компьютерная программа «Программное обеспечения для автоматизированного формирования состава машинотракторного парка сельскохозяйственного предприятия» / Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Зарегистрировано 23.12.2015.
27. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ №2010614513. Экспертная система «Программный комплекс инженера-механика (ПКИМ)» / Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. [и др.] Опубликовано 09.07.2010.
28. Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК. – Новосибирск: Россельхозакадемия, Сибирское региональное отделение, ГНУ СибФТИ Россельхозакадемии. 2013. – 523 с.
29. Альт В.В., Чешкова А.Ф., Минина И.Н. База данных научно-технической продукции Сибирского отделения Россельхозакадемии. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 10. – С. 58-60.
30. [Электронный ресурс]. База данных инновационных разработок СФНЦА РАН. URL: http://catalog.sorashn.ru.

Alt V.V.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

SET OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND THEIR ROLE IN AUTOMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

The automatic and automated technologies in crop production and livestock production use data of internet technologies, Global Positioning Satellite survey and observations, mashine and tractor aggregates automated operating. The models nucleus and row of information models of agricultural objects were designed on the basis of information streams systematization. The analysis of results of simulation of biological objects, cenosises, ecosystems, agro cenosises and agroecosystems showed that the most acceptable type of model is the systemically determined dynamic model of potentially effective type. The Internet-oriented database of innovative development of institutes of an agrarian profile is designed. It contains the information about sorts, machines, mechanization means, electrification and technologies in crop production, livestock production, forage production, feed processing, crop protection, biotechnologies, mechanization, veterinary science and agricultural production processing. The database is positioned as the subject-oriented, retrieval database in web space. The list of indices to which the created architecture of the database corresponds is defined. More than 20 various databases of agricultural purpose which are used in educational process and production are created. These databases are useful to agricultural producers and also organizers of agricultural production, scientists, teachers and students. Information on key indicators of innovative products and institutes - developers of innovative solutions is provided in a basis.

Keywords: automation of technological processes; information streams; Information model; databases.

УДК 004

Шокин Ю.И., Юрченко А.В.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУКЕ. РАЗВИТИЕ ИТ-СЕРВИСОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье рассматривается проблема применения цифровых информационных технологий в научных исследованиях. Проведен анализ ситуации, предложены некоторые пути по формированию цифровой науки в рамках цифровой экономики. Описано текущее состояние вопроса обеспечения ИТ-ресурсами сибирских исследовате-

лей, киберинфраструктура коллективного пользования ИВТ СО РАН и основные ИТ-сервисы, предоставляемые на ее основе.

Ключевые слова: цифровые информационные технологии, ИТ-сервисы, научные исследования.

Наука в информационном обществе

Наука – это система, своеобразная индустрия получения новых знаний об окружающем мире, человеке и их взаимоотношениях. Выполняя эту свою функцию, наука постоянно оперирует различной информацией. И именно оперирование информацией и требует постоянного развития и совершенствования соответствующих технологий, которые и называем «информационными».

В современном понимании информационные технологии связаны, в первую очередь, с компьютерными средствами и цифровой формой представления информации. Сейчас цифровые технологии глубоко пронизывают все отрасли жизнедеятельности, но раньше других они проникли именно в науку и научные исследования. Три столпа компьютерных информационных технологий, – вычисления, коммуникации, работа с данными, – позволяют развивать инструменты для решения ключевой управленческой задачи – принятия решений. Можно сказать, что решение задач поддержки принятия решений является одной из важнейших функций информационных технологий, а наука и научные исследования, с одной стороны, создают инструменты для этого, с другой стороны, являются активными потребителями и самих решений, и таких инструментов.

В рамках перехода к информационному обществу для его ускорения и развития необходимых инструментов Правительством Российской Федерации принята программа «Цифровая экономика». Программа направлена на создание условий для развития общества знаний, повышение благосостояния и качества жизни российских граждан путем повышения доступности и качества услуг и товаров, произведенных с использованием современных цифровых технологий, на повышение степени информированности и цифровой грамотности населения, улучшения доступности и качества государственных услуг, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Выводя информацию в категорию ценностей, имеющих свою стоимость, информационное общество формирует и новые, также имеющие свою стоимость, виды деятельности, связанные с работой с информацией: ее сбором, обработкой и анализом, распространением (передачей). Но важным аспектом работы с информацией является то, что субъектами этой деятельности могут быть не только специалисты-профессионалы, занимающиеся этим за плату, но и любой человек, в том числе тот, кто в обычных рыночных отношениях именуется потребителем. Здесь потребитель также становится инструментом переработки информации и, таким образом, производителем новой информации.

Таким образом, ввиду того, что информация может производится кем угодно, рост ее объемов происходит лавинообразно. Это – один из ключевых вызовов информационного общества. Генерируемые и извлекаемые информация, данные, знания могут и должны использоваться для принятия решения, но традиционных инструментов для работы с ними становится недостаточно.

Проблемы развития и задачи информационных технологий

Рассмотрим некоторые глобальные проблемы информационных технологий и развития порождаемых ими инструментов, – информационных систем, – в контексте обозначенной выше целевой функции: поддержки принятия решений. Причины возникновения этих проблем – это:

- существенное усложнение процесса принятия решений;
- комплексность, многоаспектность и многокритериальность управленческих задач;
- появление новых проблемных ситуаций в различных сферах деятельности общества;
- повышение требований к достоверности информации и обоснованности принимаемых решений.

Рост объемов используемой при принятии решений информации приводит к проблемам ее получения и накопления, необходимости координации создания, развития и обеспечения функционирования соответствующих информационных систем, для чего нужно, в частности,

уделить особое внимание задачам развития технологий накопления данных и информации, организации их последующего хранения.

Накопленные большие объемы информации и данных, в свою очередь, требуют новых технологий обработки, передачи, распределения, новых методов извлечения из информации знаний, т.е. такой формы данных и информации, которые могут непосредственно использоваться в качестве критериев принятия решений и параметров для дальнейших действий. А это сложно представить и трудно реализовать без использования методов ситуационного анализа на основе математического и компьютерного моделирования, без использования цифровых двойников объектов, процессов, систем.

Методы и технологии анализа данных и информации формируют базу для аналитической поддержки принятия решений. Технологии визуального представления информации, методы искусственного интеллекта (например, машинного и глубокого обучения) анализа данных и информации позволяют строить системы нового типа для поддержки принятия управленческих решений, а комплексный подход с технологиями цифровых двойников приводит к возможности построения целостных систем поддержки принятия решений, доведения их до исполнителей, контроля исполнения, что необходимо для повышения эффективности управления в описанных условиях.

Отдельный пласт проблем связан с необходимостью обеспечения информационной безопасности, особенно с учетом того, что информация теперь имеет конкретную цену, часто – немалую. Перечни информационных угроз постоянно расширяются. Государству необходимо обеспечивать защиту персональных данных, в целом, личного пространства своих граждан. Оно делегирует эту задачу всем, кто так или иначе оперирует информацией и данными: через законодательные акты, через деятельность надзорных органов, другими способами. При этом, перед государством продолжают стоять задачи защиты собственной информации, государственной тайны во всех ее видах, что в условиях развития средств и инструментов для хищения информации, общего снижения защищенности информационных систем вследствие радикального роста их сложности, появления и развития новых форм информационного терроризма, является серьезной проблемой.

Цифровая экономика и переход к ней

На фоне этого именно перед Россией особенно явно стоят проблемы развития экономики нового типа. Развитие новых, цифровых форм предпринимательства требует от государств применения и новых форм регулирования и управления. Большинство развитых стран осознало эту задачу и активно вкладывается в развитие именно тех форм цифрового предпринимательства, которые приведут к повышению эффективности их экономики в целом. Они интенсивно инвестируют государственные средства в решение этих задач, отчетливо понимая, что в противном случае могут потерять контроль над ситуацией, как следствие, возможность получить с этого долгосрочную выгоду.

Так, Великобритания инвестирует порядка 600 млн. фунтов стерлингов в развитие именно цифровых форм предпринимательской деятельности, что существенно превосходит вложения других государств. Благодаря этому уже в 2016 году доля цифровой экономики в ВВП страны составила 18 %, сделав Великобританию лидером в этой области. Наиболее важными направлениями стали робототехника и технологии работы с большими данными. В то же время в США (Чикаго) создан новый Институт цифрового производства и инновационного дизайна (DMDI – Digital Manufacturing & Design Innovation Institute) с объемом первоначальных вложений порядка 320 млн. долларов, из которых 70 – инвестиции государства. Миссия DMDI – разработка и демонстрация новых цифровых производств. Для этого институт объединяет усилия более 190 компаний и ряда университетов и федеральных исследовательских лабораторий.

Сотни миллионов евро тратит федеральное правительство Германии на научные исследования по разработке интеллектуальных технических систем. Основной акцент делается на умные заводы и предприятия. Сотни предприятий, университетов и институтов получили средства на исследования и разработки в области цифровых технологий. Итоги: уже сейчас

в Германии можно найти заводы, управляемые одним-двумя специалистами по робототехнике. Все это скромно называется «Индустрия 4.0».

В это время в Японии также активно инвестируют в развитие робототехники. Не желая не только отставать, а имея цель – быть в авангарде движения, японцы вводят понятие «Индустрия 5.0». Японский совет по инициативе Robot Revolution при поддержке более 200 компаний, университетов, научно-исследовательских институтов имеет целью расширить использование передовой робототехники во всей японской промышленности, это при том, что именно японская промышленность находится в лидерах роботизации.

Благодаря серьезным вложениям, как со стороны государства, так и со стороны промышленности и бизнеса, в целом, при наличии системного подхода к разработке и внедрению цифровых технологий, развитию цифровых рынков, мировые экономические лидеры смогли существенно увеличить долю цифровой части в своих экономиках. Например, в США и Китае эта доля составляет более 10 %, в странах-лидерах Евросоюза (Германия, Италия, Франция, Швеция) и Великобритании в совокупности более 8 %, в остальных странах Евросоюза, в Бразилии и Индии – более 5,5 %.

Оптимистичная оценка доли цифровой экономики в России составляет 4 %, основной вклад, при этом, вносят активное развитие по инициативе и при поддержке государства широкополосного Интернета для домохозяйств и начальная стадия инвестиций компаний в цифровизацию, итоги вложения которых еще нужно увидеть. Нужно помнить и то, что ВВП Индии, например, уже обогнал ВВП России, особенно на фоне последних экономических кризисов – более чем в 1,5 раза, и он продолжает экспоненциально расти, в первую очередь, именно за счет активного участия Индии в развитии цифровой хай-тек индустрии.

Для того, чтобы глубже оценить трагедию Российского положения в области состояния и развития «цифрового хай-тека», еще несколько цифр. Доля России в мировом обороте высоких технологий и наукоемкой продукции составляет менее 0,5 %, лидеры – США (порядка 30-35 %), Япония (порядка 20 %), Германия и Китай (по 12-15 %), Южная Корея (более 5 %). Уровень роботизации промышленности, измеряемый в количестве промышленных роботов на 10 000 работников, в России крайне низок: не более 3 роботов на 10 000. Для сравнения, в среднем в мире на 10 000 работников приходится более 70 промышленных роботов, а в ведущих странах – до 300 и выше. Даже в Китае, который принято считать страной дешевого ручного труда, эта величина превышает 35.

Именно в осознании того, что нужно радикально менять экономический уклад в Российской Федерации для того, чтобы хотя бы начать сокращать накопившееся отставание в области цифровых технологий и цифровой экономики, и была разработана и принята Программа «Цифровая экономика», в которой определены пять основных направлений деятельности:

1. Нормативное регулирование цифровой экономики.
2. Кадры и образование для цифровой экономики.
3. Формирование исследовательских компетенций и технических заделов.
4. Информационная инфраструктура цифровой экономики.
5. Информационная безопасность.

Нас в большей степени интересует пункт 3 и все, что связано с цифровизацией именно исследовательской деятельности, а также формирование соответствующих компетенций исследователей.

Цифровые технологии в науке

На развитие современных цифровых технологий влияют следующие факторы:

- наличие компьютерных ресурсов: вычислительных комплексов и систем для хранения и обработки данных, сетей;
- наличие методов и алгоритмов математического обеспечения, программ и программных систем, эффективно использующих имеющиеся и нацеленных на использование перспективных компьютерных ресурсов;
- наличие организационных, административных предпосылок, мотивирующих и дающих возможности осваивать существующие и создавать новые компьютерные ресурсы, методы и алгоритмы, программные системы;

– наличие высококвалифицированных специалистов, – инженеров, математиков, программистов, прикладников, – способных развивать и эффективно использовать цифровые технологии, а также системы для подготовки таких кадров.

Все эти факторы действуют и в отношении науки и научного сообщества.

К сожалению, приходится констатировать, что возникший разрыв между потребностями российской науки в компьютерных ресурсах и имеющимися у нее возможностями уже привел к существенной деградации «цифрового» направления научных исследований. Имевшийся в свое время паритет и даже определенное лидерство в области компьютерных технологий российская наука утратила в 90-е годы, в том числе, вследствие радикального оттока специалистов, который произошел из-за отсутствия необходимых организационных и административных мер. Тогда же произошло полное замещение российских компьютерных систем на западные, которые, с учетом различного рода эмбарго, были и устаревшими, и ограниченными в плане производительности. Из перечисленных выше факторов в России остались и развивались только методы и алгоритмы математического обеспечения, благодаря сохранению сильных математических школ. Однако и в этой области начала проявляться деградация: старые кадры уходят, новых – мало, и они слабо мотивированы на создание нового, часто предпочитая копировать зарубежные наработки.

Чтобы восстановить свои возможности в области компьютерных технологий и распространить их на цифровые технологии, в целом, российской науке необходимо системно и методически развивать и компьютерные ресурсы, и решать проблему мотивированности, максимально задействуя административные и организационные меры, приложить максимум усилий к подготовке новых кадров, и, конечно сохранять и растить собственные математические и Computer Science школы. Так, сохраняя и увеличивая ценность российской цифровой науки и российских цифровых технологий, можно будет говорить и о решении масштабных государственных задач на их основе:

– управления территориями, сложными техническими, экономическими и социальными процессами с использованием данных различных видов мониторинга, интегрируя их, применяя комбинированные методы для их анализа, используя искусственный интеллект и методы машинного и глубокого обучения;
– проектирования новых технических систем и процессов с использованием методов математического и компьютерного моделирования, вплоть до технологий цифровых двойников;
– обеспечения безопасности и прогнозируемого роста качества жизни, включая сохранность здоровья, продовольственное обеспечение и т. п. с использованием новых методов анализа биологических и природных систем, диагностики их состояния, прогнозирования их развития, поиска точек влияния и выбора эффективных стратегий влияния на процессы в них, а в совокупности – задач сохранения и развития государства и социума, как его основы.

Стартовые позиции

В то время как научные данные становятся ключевым драйвером исследований, возможности по работе с ними в Сибири существенно отстают. Можно было бы сказать, что основная причина – в недостатке компьютерных ресурсов. Однако проблема видится в длительном игнорировании того факта, что без анализа данных современная наука не строится. Конечно, большинство научных направлений и школ работало с исследовательскими данными, искало и создавало новые подходы и технологии для их анализа. Но в условиях отсутствия скоординированных действий, учитывающих все перечисленные ранее факторы развития цифровых технологий в комплексе, наблюдается недоосознание проблемы.

Выражается это и в том, что каждый полагает, что сможет самостоятельно обеспечить себя ресурсами, необходимыми для работы со своими исследовательскими данными. Реально же такими возможностями обладают только специалисты в области физики высоких энергий, в первую очередь, благодаря тесному взаимодействию с западными коллегами, которые одними из первых увидели проблему обработки больших исследовательских данных и начали создавать инструменты для ее решения. Теперь они не только делятся опытом с россий-

скими коллегами, но и передают им вычислительное оборудование, пусть и не новое, но все еще существенно превосходящее то, что имеется в сибирских суперкомпьютерных центрах.

Вопросы централизации и децентрализации использования компьютерных ресурсов возникают перманентно. Дело в том, что в ряде случаев целесообразно иметь и пользоваться своими вычислительными ресурсами, в ряде случаев эффективнее обратиться в большой центр, обладающий на порядки большими вычислителями, но бывает и так, что ресурсы ни одного крупного суперкомпьютерного центра не покрывают имеющиеся нужды, как происходит, например, в случае анализа данных с детекторов Большого адронного коллайдера. Но управление выбором модели использования высокопроизводительных компьютерных ресурсов – это отдельная задача, требующая особой квалификации, которой, чаще всего, нет у специалистов, обеспечивающих ИТ-инфраструктуру исследовательских организаций.

Несмотря на это, строить иерархию высокопроизводительных ресурсов для вычислений, обработки и хранения данных необходимо. Понимая это, Институт вычислительных технологий (ИВТ) СО РАН с самого основания выстраивал взаимоотношения с другими научными организациями в СО РАН и Новосибирске таким образом, чтобы создавать киберинфраструктуру общего пользования, имеющую возможность быстрого наращивания за счет компьютерных ресурсов других организаций тогда, когда они сочтут необходимым и возможным разделять такие свои ресурсы.

В основе этой киберинфраструктуры лежит технологическая компьютерная сеть, объединяющая здания всех институтов и университета Новосибирского академгородка, имеющая более 30 точек включения. Она построена на основе оптоволоконных технологий, что дает возможность расширять пропускные способности технологических каналов между точками и центральным узлом, расположенным в ИВТ, без необходимости замены кабелей. В настоящее время основные каналы работают на скорости 1 Гигабит. Однако для решения задач объединения высокопроизводительных вычислительных ресурсов и источников данных с их пользователями построен 10-Гигабитный сегмент, объединивший семь точек, включая Сибирский суперкомпьютерный центр, Информационно-вычислительный центр Новосибирского государственного университета (НГУ), датацентр ИВТ.

Вторым уровнем киберинфраструктуры стала распределенная телекоммуникационная сеть СО РАН, которая объединила уже 11 научных центров Сибирского отделения каналами связи и общим доступом в глобальные компьютерные сети. В совокупности эти два уровня киберинфраструктуры сыграли значительную роль в развитии в Сибири информационных и вычислительных технологий и интеграционных процессов в науке в целом. За создание этой инфраструктуры коллектив, возглавляемый академиком Шокиным Ю.И., был удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники.

Следующим уровнем инфраструктуры стали центры высокопроизводительных компьютерных ресурсов. Это и уже упомянутые Сибирский суперкомпьютерный центр, Информационно-вычислительный центр НГУ и датацентр ИВТ, и Иркутский суперкомпьютерный центр, и суперкомпьютерные ресурсы в Томске и Красноярске. Датацентр ИВТ, при этом, выделяется особой миссией. Кроме того, что он является центром сети, позволяя объединять вычислительные системы других центров высокоскоростными технологическими каналами, он нацелен на высокопроизводительную обработку научных данных и организацию их оперативного и долгосрочного хранения. Поэтому, в отличии от остальных центров, основными аппаратными ресурсами датацентра ИВТ стали активное сетевое оборудование, иерархия систем хранения данных (СХД), кластеры для обработки данных. В настоящее время доступный для размещения данных объем СХД достигает 3 Петабайт, а до конца 2018 года будет получена новая вычислительная система для решения задач обработки и анализа данных, машинного и глубокого обучения на основе новейших GPU NVidia Volta (V100).

ИТ-сервисы ИВТ для ученых

Однако сами по себе аппаратные ресурсы – это еще не инструмент исследователя. Для организации использования научными работниками и организациями этих ресурсов

в ИВТ создаются комплексы более близких и понятных конечному потребителю ИТ-сервисов (от IT – Information Technologies, информационные технологии).

На нижнем уровне находятся сервисы по размещению ИТ-оборудования с включением его в корпоративную компьютерную сеть. В ИВТ для этих целей обустроено 3 зала с общим числом размещаемых серверных и телекоммуникационных шкафов – более 40. Помещения оборудованы системами воздушного охлаждения с резервированием, системами газового пожаротушения, электричество подается от двух независимых подстанций со временем автоматического переключения менее 2 секунд, что соответствует датацентрам уровня Tier2+. В этих помещениях могут быть размещены как отдельные сервера, так и вычислительные комплексы либо системы хранения данных, защищенные системами бесперебойного питания.

Следующий уровень – предоставление в пользование серверного оборудования. В ИВТ широкий парк серверов различного уровня, которые могут быть использованы для размещения информационных систем, вспомогательного программного обеспечения, непосредственно высокоуровневых научных ИТ-сервисов. Однако этот и предыдущий уровни сервисов не являются приоритетными в деятельности ИВТ. В них нет собственной интеллектуальной собственности, и аналогичные сервисы можно получить в любом другом датацентре, количество которых растет очень быстро.

На следующем уровне находятся платформы виртуализации. ИВТ реализует концепцию виртуализации платформ для размещения информационных систем с целью повышения их доступности, для чего в датацентре ИВТ развернуто два отказоустойчивых кластера виртуальных машин, один из которых имеет резервные узлы на площадке «Академпарка». В кластерах виртуальных машин могут «арендоваться» как непосредственно виртуальные сервера различной конфигурации, так и развернутые и подготовленные платформы для хостинга информационных систем, веб-серверов и баз знаний. Наиболее востребованными являются платформы с открытым исходным кодом, например, Drupal в качестве системы управления содержимым сайтов (CMS) или Zimbra в качестве сервера электронной почты с поддержкой списков задач, календаря и др. Это соответствует тренду на замену проприетарных западных программных решений.

Но все-таки, важнейшими ИТ-сервисами ИВТ являются сервисы по организации хранения и обработки исследовательских данных. ИВТ стал одной из первых научных организаций в России, серьезно задумавшихся над проблемой хранения исследовательских данных. Инициировано это было необходимостью накапливать и анализировать данные дистанционного зондирования Земли, в том числе, строить их хронологические ряды, для чего требовался достаточно большой по времени архив таких данных. Начиная с 2006 года, ИВТ закупает и устанавливает системы хранения данных, в которых по состоянию на начало 2018 года уже размещалось более 400 Терабайт данных с различных спутниковых сенсоров и результатов их обработки (генерации стандартных продуктов) за 10 лет.

Базовым сервисом хранения научных данных является выделение пространства в новом хранилище на основе платформы с открытым исходным кодом Ceph. Сырая емкость дисков хранилища уже превышает 5 Петабайт. Пространство может быть использовано в форме блочного устройства с помощью специализированного протокола, поддерживаемого большинством операционных систем на основе Linux и других UNIX-подобных систем. Эта форма является предпочтительной в случае работы с тем или иным видом закрытых данных (например, составляющих коммерческую тайну), так как позволяет пользователю самостоятельно развернуть нужную ему файловую систему, установить систему шифрования, управлять доступом к данным, исключая возможность несанкционированного доступа к ним.

Следующий уровень и сервис предоставляет широкий спектр возможностей по совместной работе с данными и документами. Он основан на платформе с открытым исходным кодом Nextcloud. Основное предназначение сервиса – кратковременное размещение данных с целью обмена ими, организация общих пространств для хранения документов и данных, совместная работа с документами с отслеживанием версий, включая совместное редактирование офисных документов. Также в рамках сервиса работает подсистема обмена мгновенными сообщениями и подсистема организации аудио- и видеосвязи между пользователями.

В определенном смысле, этот сервис заменяет такие проприетарные и зарубежные сервисы и решения, как Dropbox, Google Cloud и Disk, Microsoft OneDrive и Office Web Applications.

Отдельного упоминания заслуживают ИТ-сервисы, которые только вводятся в эксплуатацию и станут доступны в 2019 году. Это вычислительные сервисы для организации интеллектуального анализа данных, машинного и глубокого обучения. Они основаны на комплексе вычислительных узлов с современными 12-ядерными процессорами (два на узел) и GPU NVidia Volta (по 4 на узел). Сервис организован традиционно для большинства академических суперкомпьютерных сервисов: в форме доступа на узел системы управления заданиями с выделением квоты на необходимое количество вычислительных узлов в рамках очереди задач.

Для организации взаимодействия с пользователями ИТ-сервисов в ИВТ создан «Центр научных ИТ-сервисов» (сайт центра – https://sits.ict.ru), специалисты которого помогают настроить и освоить использование вышеназванных и других услуг центра. Центр зарегистрирован в качестве объекта инфраструктуры в Российском научном фонде, а его услуги предназначены для проведения и организационно-технического сопровождения научных исследований. Одной из особенностей центра является его открытость к удовлетворению потребностей научного сообщества в ИТ-сервисах: центр не только поддерживает работу ресурсов и имеющихся сервисов, но готов разрабатывать новые научные ИТ-сервисы по заказу или совместно с научными организациями и коллективами.

В качестве заключения

В стремительно меняющемся мире научных исследований, наука, основанная на данных, стала мировым трендом, а цифровые технологии – важнейшим инструментом получения новых знаний и организации научной деятельности.

Принятая Правительством РФ программа «Цифровая экономика», с одной стороны, ориентирует научное сообщество на разработку новых цифровых технологий, поддерживает развитие соответствующей инфраструктуры науки, с другой стороны, форсирует использование таких технологий для повышения эффективности научной деятельности.

Исходные позиции России и российской науки в плане внедрения цифровых технологий оставляют желать лучшего, например, большинство исследователей далеко от осознания важности компьютерных технологий, высокопроизводительных вычислений, обработки и анализа цифровых данных, организации работы с исследовательскими данными и обеспечения их сохранения.

Чтобы изменить сложившуюся ситуацию и радикально ускорить разработку и внедрение новых цифровых технологий, в том числе в области научных исследований, необходим комплексный подход, учитывающий влияние всех ключевых факторов развития, обеспечивающий: поступательное наращивание специализированных компьютерных ресурсов, сохранение и развитие российских математических и Computer Science для того, чтобы они разрабатывали и совершенствовали математический и алгоритмический аппарат цифровых технологий, значительно увеличить вливания в подготовку кадров для новой цифровой науки и цифровой экономики, чтобы насытить соответствующие рынки труда, а чтобы все это работало, необходимо создать систему организационных и административных мотиваторов, а где нужно – и стимулов для внедрения и освоения цифровых технологий.

В силу своих возможностей ИВТ старается следовать этой идеологии, в частности, создав и поддерживая, часто вопреки внешним обстоятельствам, мощную телекоммуникационную инфраструктуру научных исследований, ресурсы для организации хранения и обработки исследовательских данных, компетенции по цифровым технологиям для науки и исследований.

В ИВТ работает «Центр научных ИТ-сервисов», который предоставляет широкий спектр ИТ-услуг для исследователей, научных коллективов и организаций: по хранению данных, обмену ими и их публикации, по организации обработки и анализа научных данных, по организационно-техническому сопровождению научной работы. Центр открыт к сотрудничеству и готов взаимодействовать с исследователями для улучшения качества имеющихся сервисов и для разработки и внедрения новых научных ИТ-сервисов в интересах российских исследователей и науки, в целом.

Библиографический список

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утв. распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. №1632-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2017. – №32, – Ст. 5138. – С. 14517–14574.
2. Аптекман А., Калабин В., Клинцов В., Кузнецова Е., Кулагин В., Ясеновец И. Цифровая Россия: новая реальность. Аналитический доклад. McKinsey, 2017. URL: https://www.mckinsey.com/ru/~/media/McKinsey/Locations/Europe %20and %20Middle %20East/Russia/Our %20Insights/Digital %20Russia/Digital-Russia-report.ashx (дата обращения 08.10.2018).
3. Оганесян Т.К., Стырин Е.М., Абдрахманова Г.И., Розмирович С.Д., Меркулова Д.Ю., Бикбулатова Ю.С. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса. Аналитический доклад, отв. редактор Медовников Д.С. Высшая школа экономики, 2017. URL: https://imi.hse.ru/pr2017_1 (доступ 08.10.2018).
4. Доклад ЮНЕСКО по науке 2015. На пути к 2030 году. Аналитический доклад, дир. (отв. ред.) Шлегель Ф. ЮНЕСКО, 2015. URL: https://ru.unesco.org/unesco_science_report (дата обращения 08.10.2018).
5. Шокин Ю.И., Федотов А.М. Развитие распределенных информационно-вычислительных ресурсов в СО РАН // Вычислительные технологии. Спец. выпуск: Тр. Совещания Российско-Казахстанской рабочей группы по вычислительным и информационным технологиям. – 2004. – Т. 9. – С. 10-23.
6. Шокин Ю.И., Жижимов О.Л., Пестунов И.А., Смирнов В.В., Синявский Ю.Н. Распределенная информационно-аналитическая система для поиска, обработки и анализа пространственных данных // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – С. 108-115.
7. Шокин Ю.И., Федорук М.П., Чубаров Д.Л., Юрченко А.В. О развитии инфраструктуры суперкомпьютерных и распределенных вычислений в СО РАН // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2011. – № 3. – С. 9-19.
8. Шокин Ю.И., Чубаров Л.Б., Гуськов А.Е., Косяков Д.В. Система передачи данных Сибирского Отделения РАН: история, результаты и перспективы // Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений: Труды Международной суперкомпьютерной конференции. – Москва. – 2012. – С. 627-631.
9. Юрченко А.В. К концепции информационно-аналитической системы поддержки научных исследований, основанных на интенсивном использовании цифровых данных // Вычислительные технологии. – 2017. – Т. 22. – № 4. – С. 105-120.
10. Юрченко А.В. О сервисном подходе к формированию и оценке востребованности киберинфраструктуры науки // Информационные технологии. – 2018. – Т. 24, – № 4. – С. 219-232.

Shokin Y.I., Yurchenko A.V.,
Institute of computational technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

THE INFORMATION TECHNOLOGIES VALUE FOR SCIENCE. THE DEVELOPMENT OF IT SERVICES FOR MODERN SCIENTIFIC RESEARCH

The article deals the application of digital information technologies in scientific research. The analysis of a situation is fulfilled, some ways on formation of digital science within digital economy are offered. The current state of affairs of providing the Siberian researchers with IT resources, cyberinfrastructure of collective use of ICT SB RAS and the main IT services are described.

Keywords: digital information technologies, IT services, scientific research.

УДК 631.3-049.7

Федоренко В.Ф.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московская обл., пос. Правдинский

ВЕКТОРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

Эффективность современного сельского хозяйства во многом определяется обоснованностью и рациональностью реализуемой стратегии технологического развития. Анализ тенденций технологического и техническо-

го развития позволяет выделить четыре основных стратегических вектора технологического развития сельского хозяйства: Сельское хозяйство-4.0; Экологическое нормирование на принципах наилучших доступных технологий; Научно-технологического развития сельского хозяйства на период до 2030 года; Цифровизация сельского хозяйства.

Оценка целей и задач, механизмов и инструментов этих стратегий технологического развития сельского хозяйства свидетельствует о консолидации усилий государства и аграрного бизнеса по трансформированию страны в ведущую агропродовольственную державу.

Ключевые слова: цифровизация, информационные, цифровые, сквозные, нанотехнологии, наилучшие доступные технологии, робототехника, Интернет, ГЛОНАСС, точное земледелие, генетические ресурсы.

Эффективность сельского хозяйства в современных условиях во многом определяется обоснованностью и рациональной реализацией в производство инновационных, наилучших доступных цифровых технологий.

Анализ этой сферы свидетельствует, что в последнее время наиболее популярны и востребованы технологии, обеспечивающие достижение максимального синергетического эффекта от имеющихся в распоряжении сельхозтоваропроизводителя, фермера, агрохолдинга ресурсов. Прежде всего, это природно-биологические ресурсы: земля, агроландшафты, почвенные биоценозы, вода; имеющийся и создаваемый генетический потенциал продуктивности – растений, скота, птицы, объектов аквакультуры, других культивируемых живых организмов – при сохранении и соблюдении экологического законодательства окружающей природной среды.

Современные стратегии технологического развития радикально меняют не только производственные процессы в сельском хозяйстве, но требования и практику формирования аграрной инфраструктуры, концепцию развития сельских территорий. Если в начале 2000-х годов для сельхозтоваропроизводителей, фермеров приоритетными были строительство дорог, водопровода, газификация, устойчивое электроснабжение, то сейчас «во главе угла» жизненно необходимые – устойчивая мобильная связь, скоростной интернет, Wi-Fi, интернет вещей, цифровые технологии, роботизация, точное земледелие и т.д.

В последнее десятилетие в США, странах ЕС широко применяется стратегия «Сельское хозяйство-4.0». В качестве примеров ее реализации можно привести: систему защиты посевов (Connected Crop Protection) и контроля применения химических веществ (Chemikal Application Manage). Фермер осуществляет загрузку в учетную запись сервиса на MyJohnDeere карты своих полей, в том числе почвенных, продукционных. Ему предлагается список препаратов, рекомендуемых для защиты возделываемой культуры, исходя из данных о хозяйстве, сорных растениях, болезнях или вредителях, производится расчет оптимальных доз их внесения. Информация заносится в бортовой компьютер трактора, затем настройки передаются разбрасывателю. Программа обработки данных поля создана с учетом экологических требований (например, буферных зон, определенных законодательством). Еще одним примером является система контроля питательных веществ (Connected Nutrient Management), которая автоматически проводит анализ содержания NPK в жидкой органике и позволяет в режиме реального времени распределять вещества в соответствии с потребностями участка, периодом вегетации растений, анализа истории урожаев. В результате обеспечивается оптимальный баланс питательных веществ в почве. Удобрения используются более эффективно, сокращаются расходы, повышаются качественные и количественные показатели урожайности.

Подобные интеллектуальные системы объединяют знания и инструменты, необходимые пользователям при выборе способа обработки посевов, а также передают данные в универсальном открытом формате ISO-XML, позволяющем встраивать их в систему дополнительных приложений, облачных серверов и др.

Крупные корпорации, компании «John Deere», «Cllass» и другие выступают не только как производители сельхозтехники, но и как поставщики определенного сервиса или интеграторы, объединяющие различные машины, программные продукты для эффективного ведения сельского хозяйства. Фермеры просто выбирают фуллайнера, с которым можно вести агробизнес и под его сервисную платформу подбирать свой машинно-тракторный парк, программное, сервисное обеспечение.

Данная стратегия способствует не только повышению эффективности сельскохозяйственного производства, но и решению проблем нехватки квалифицированных кадров, так как требования к квалификации работников и специалистов в сельском хозяйстве постоянно растут. Фермер уже не может быть универсалом. Он вынужден специализироваться, сосредотачиваться на одной, двух, максимум – трех областях знаний в ущерб другим. Такие сервисы как «MyJohn Deere» или «365Farmnet» автоматизируют процессы принятия решений, оказывают консультационную поддержку, позволяют фермерам, и прежде всего начинающим, работать наиболее эффективно.

Аналогичные исследования и разработки активно ведутся российскими научными коллективами ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», ФГБНУ «Росинформагротех», ООО «Агроноут» и другими научными учреждениями и аграрными университетами Минсельхоза России.

Второй стратегический вектор технологического развития сельского хозяйства страны обусловлен принятием Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 219-ФЗ от 21 июля 2014 г. и внедрением экологического нормирования на принципах наилучших доступных технологий (НДТ). Подобная стратегия реализуется в США и странах ЕС с 2000-х годов и ориентирована на реализацию технологий производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемых на основе современных достижений науки, техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности их применения.

В сельском хозяйстве переход на принципы НДТ позволяет:

- обеспечить экологически ориентированную модернизацию приоритетных отраслей и рост эффективности АПК;
- сохранить благоприятную окружающую среду, биологическое разнообразие и природные ресурсы для удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколений;
- реализовать права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды;
- обеспечить импортозамещение и экологическую безопасность.

Информационно-технические справочники по НДТ по отраслям АПК разработаны в 2017 г. подведомственными Минсельхозу России аграрными образовательными учреждениями: ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ», ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА», которые утверждены приказами Ростандарта в ноябре-декабре прошлого года (таблица 1).

В соответствии с поручение Правительства России от 20.04.2017 № АД-П9-2541, решением межведомственного совета по переходу на принципы НДТ и внедрению современных технологий (протокол от 19.12.2017 № 88-ОВ/12) Минпромторгом России разработан и представлен на согласование проект распоряжения Правительства России о внесении изменений в перечень основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 июня 2017 г. № 1299-р.

Проектом распоряжения предусматривается актуализация отдельных позиций и дополнение перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ позициями, соответствующими информационно-техническим справочникам по НДТ, утвержденным и опубликованным в 2017 г. в соответствии с поэтапным графиком создания в 2015-2017 гг. справочников наилучших доступных технологий, который утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р.

Третий стратегический вектор технологического развития сельского хозяйства формируется во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП).

Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 мая 2018 г. № 559 утверждена подпрограмма ФНТП «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации». Основными показателями программы предусмотрено создание 12 новых отечественных конкурентоспособных сортов, производство и реализация ежегодно на основе лицензионных соглашений 18 тыс. т семян картофеля отечественной селекции категории элита.

Таблица 1

Области, отрасли АПК, номер и дата утверждения справочников наилучших доступных технологий (НДТ) в Российской Федерации

Отрасли, утвержденные распоряжением Правительства России от 24.12.2014 №2674-р	Справочники, утвержденные распоряжением Правительства России от 31.10.2014 №2178-р	Ответственные департаменты и разработчики, утвержденные приказом Минсельхоза России от 29.03.2016 № 115	Код справочника НДТ, дата и номер приказа Росстандарта	Количество оборудования в Перечне по каждому справочнику НДТ, ед.
Разведение свиней, сельскохозяйственной птицы	Интенсивное разведение свиней	Депживотноводство, ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»	ИТС-41-2017, от 13 декабря 2017г. №2819	13
	Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы	Депживотноводство, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»	ИТС-42-2017, от 29 ноября 2017г. № 2667	8
Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях	Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, побочные продукты животноводства	Депагропром, ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»	ИТС-43-2017, от 13 декабря 2017г. №2820	67
Производство пищевых продуктов, напитков, молока и молочной продукции	Производство продуктов питания	Депагропром, ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ»	ИТС-44-2017 от 11 декабря 2017г. № 2784	85
	Производство напитков, молока и молочной продукции	Депагропром, ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА»	ИТС-45-2017 от 29 ноября 2017г. №2668	29
Всего 3 из 37	Всего 5 из 47+3		Всего 5	Всего 202

Объем финансирования подпрограммы до 2025 г. предусматривает выделение 19, 064 млрд руб., в том числе из бюджета – 11, 054 млрд. и внебюджетное финансирование – 8, 010 млрд руб. Субъектами Российской Федерации для участия в программе предоставлено 28 комплексных научно-технических проектов.

Подготовлены, прошли согласование и находятся на утверждении программы: «Создание отечественных конкурентоспособных кроссов кур бройлерного типа» и «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации».

Приказами Минсельхоза России от 23.07.2018 № 320 «Об утверждении Порядка отбора комплексных научно технических проектов» и от 23.07.2018 № 321 «Об утверждении Порядка работы и взаимодействия дирекции и мониторинговых центров Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996» установлены процедуры и организационно-финансовые механизмы реализации подпрограмм и комплексных научно-технических проектов.

Четвертый стратегический вектор технологического развития сельского хозяйства можно сформулировать как одно из направлений цифровой экономики.

Понятие «цифровая экономика» введено в научно-профессиональный оборот в 1995 г., а ее формирование можно разделить на ряд этапов. Первый этап связан с компьютерными технологиями и использованием вычислительной техники. Второй – обусловлен возникновением и распространением Интернета. Третий – ознаменовался переходом к Интернету вещей, когда управление технологическими процессами качественно изменилась и осуществляется программно-аппаратными системами машин.

Четвертый этап отражает модель развития глобальной экономической системы. Его можно назвать не информационной, а интеллектуальной революцией. В полной мере понимание значимости этой стратегии продемонстрировано на заседании стран G20 в конце 2015 г. в Анкаре, на котором была принята резолюция по формированию цифровой экономики – использование информации и знаний как ключевого фактора в развитии производства.

По словам Президента Путина В.В., внедрение цифровой экономики – вопрос независимости страны в мировой экономической системе: «Это не отдельная отрасль экономики, а новый уклад жизни, основа для развития системы госуправления, бизнеса, социальной сферы».

Правительство Российской Федерации распоряжением от 28 июля 2017 г. № 1632-р утвердило программу «Цифровая экономика Российской Федерации», которая рассчитана на 7 лет и состоит из восьми направлений: законодательная и регуляторная среда; кадры и образование; информационная безопасность; государственное управление; «умный город»; цифровое здравоохранение.

По нашему мнению, суть цифровизации сельского хозяйства как понятие наиболее адекватно может быть сформулирована следующим образом: модель экономического поведения участников аграрного бизнеса, базирующегося на рыночных отношениях свободного производства, распределения, обмена, потребления товаров и услуг по определенным правилам с использованием ГЛОНАСС/GPS-навигации, мобильной связи, интернета, новых материалов, информационных цифровых сквозных и других новых технологий.

При этом целесообразно особое внимание научного и экспертного сообщества обратить на ускоренное внедрение в производство следующих новых технологий и инфраструктурных систем:

- систем точного позиционирования на базе ГЛОНАСС/GPS;
- технологий виртуальной и дополненной реальности;
- технологий полной локальной утилизации, рециклинга отходов сельскохозяйственного производства, рыбного хозяйства, пищевой промышленности, конвергентных технологий умной биоэнергетики (включая биотопливо из сельхозотходы);
- технологий производства персонализированного, функционального питания нового поколения, производства синтетических продуктов питания;
- технологий распределенной обработки с использованием облачных сервисов огромных объемов информации и данных (большие данные);
- интернет вещей – технологии связи и передачи информации по Интернету непосредственно между машинами, оборудованием, приборами и др.;
- системы искусственного интеллекта, робототехника, сенсорика для выполнения рутинных операций, работ (выполнения функций водителей, трактористов, комбайнеров и др.);
- нейротехнологии и искусственный интеллект – технологии изучения деятельности мозга живых организмов и имитации их мозговой, рефлекторной деятельности;
- блокчейн – технологии, системы распределенного реестра – обработки поступающей информации по блокам и специального их кодирования (хеширования), что не позволяет сохраненную информацию подменить или скорректировать;
- новые производственные технологии – нанотехнологии, наноматериалы, аддитивные технологии печати на 3D-принтерах с проектированием, изготовление индивидуализированных товаров различной сложности с себестоимостью товаров массового производства;
- технологии беспроводной связи – Zigbee, Bluetooth, Wi-Fi и др.

При этом, на наш взгляд, реализация представленных стратегических векторов технологического развития возможна только при формировании адекватного рынка труда, повышении уровня компетенций, профессионализма, релевантности системы образования.

Оценка мировых трендов на рынках труда и сферы подготовки кадров свидетельствуют о следующих явлениях:

- мир вошел в новую фазу передела рынка глобального труда, место промышленного рабочего и массового инженера в этой новой экономике отсутствует, т. е. квалифицированного рабочего в США и странах ЕС заменит не эмигрант из средней Азии или Африки, а робот;

- в ближайшие десятилетия очевидно на рынке труда во всем мире будет наблюдаться значительные социальные напряжения;

- профессии будущего – интеллектуальный труд: инженерный-разработчик, сервис-инженер, дизайнер, предприниматель, изобретатель, научный работник и др.

Страны с преобладанием таких специалистов займут лидирующие позиции, осуществят технологический прорыв и формирование цифровой экономики.

На этой интеллектуальной базе формируется новая стратегия развития и алгоритм организации процесса обучения и выполнения научных работ в виде набора базовых элементов, специализированных курсов, лекций, тренингов для повышения компетентности специалиста, а следовательно, и эффективности агробизнеса. Хозяин, руководитель, фермер, менеджер, кадровая служба могут и должны формировать заказ-программу развития агробизнеса, запрос на научные исследования, требования к компетентности при подготовке кадров для своего производства и сельского хозяйства в целом по алгоритму, представленному на рисунке 1. Это позволит практически осуществлять комплексное внедрение высокоэффективных агротехнологий, повышение эффективности и компетентности агробизнеса, формирование цифровой экономики в сфере сельского хозяйства.



Рисунок 1 – Алгоритмы подготовки кадров АПК для работы в условиях цифровой экономики

Библиографический список

1. Огнищев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Междунар. с.-х. журнал. – 2018. – №2. – С. 16-22.

2. Концепция развития информатизации АПК при переходе к цифровой экономике / В.И. Меденников, М.И. Горбачев [и др.], // Междунар. с.-х. журнал. – 2017. – № 5. – С. 49-53.

3. Федоренко В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 224 с.

4. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия / В.Ф. Федоренко, В.И. Балабанов и др.: учебник. – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.

5. Федоренко В.Ф. Цифровизация сельского хозяйства // Техника и оборудование для села – 2018. – № 6. – С. 2-8.

Fedorenko V.F.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex,
Pravdinsky v., Moscow region

VECTORS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN RUSSIA

The effectiveness of modern agriculture is largely determined by the validity and rationality of the implemented strategy of technological development. Analysis of the technological and technical development trends allows to distinguish four main strategic vector of technological development of agriculture: Agriculture 4.0; Ecological rationing on the principles of the best available technologies; Scientific and technological development of agriculture for the period up to 2030; Digitalization of agriculture.

Evaluation of the goals and objectives, mechanisms and tools of these strategies for the technological development of agriculture indicates a consolidation of the efforts of the state and the agrarian business to transform the country into a leading agro-food power.

Keywords: digitalization, information, digital, cross-cutting, nanotechnologies, best available technologies, robotics, Internet, GLONASS, precision agriculture, genetic resources.

УДК 535.65.088.3

Пальчикова И.Г.[1], Алейников А.Ф.[2,3], Смирнов Е.С.[1],
[1]Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, Новосибирск,
[2]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[3]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ЦВЕТА

Показано, что колориметры с трехцветными фильтрами могут успешно применяться для количественного измерения цветовых характеристик образцов биологического происхождения. Разработано специализированное программно-алгоритмическое обеспечение обработки цифровых изображений, нахождения доминирующей длины волны и насыщенности цвета выделенной области цифрового изображения.

Ключевые слова: цифровое изображение, цветовые характеристики, доминирующая длина волны, мясо.

Введение

Пунктуальная оценка цвета совершенно необходима во многих применениях. Как правило, для заданного цветового стимула колориметрические устройства определяют трехцветные коэффициенты или координаты цвета. Обычно анализатор цвета дополняется калибровочным цветовым атласом.

Основой цветового языка являются трехцветные коэффициенты [1], которые обусловливаются цветовым пространством и могут быть поняты как количества (*R,G,B*) трех основных цветов в аддитивных цветовых моделях, обычно в координатах (*X,Y,Z*). Модель *CIE 1931 RGB* построена в результате анализа данных прямого эксперимента по смешиванию и визуальному сравнению излучений различных спектральных составов. Модель *CIE 1931 XYZ* получена путем преобразования модели *CIE 1931 RGB,* в ней определены правила смешивания цветов и заданы ограничения, накладываемые на спектры излучений, которые имеют одинаковый цвет. Все более поздние модели построены на основе *CIE 1931 XYZ*, и их координаты рассчитываются из (*X,Y,Z*).

По принципам работы и внутреннего устройства выделяют три типа анализаторов цвета: спектрорадиометры, спектрофотометры и колориметры с трехцветными фильтрами. Как спектрорадиометры, так и спектрофотометры выполняют регистрацию и накопление спектра видимого света, оцифровку полученного сигнала в зависимости от длины волны и последующий анализ с помощью ПК. Трехцветные коэффициенты рассчитываются по ГОСТ 13088 [2]. Ко-

лориметры с трехцветными фильтрами регистрируют только значения трехцветных коэффициентов для образца, и для них необходима более аккуратная цветовая калибровка [1, 3]. Тем не менее, у колориметров с трехцветными фильтрами имеются некоторые преимущества. Во-первых, радиометрические устройства обычно выполняют измерения на целом участке образца в то время, как трехцветные колориметры могут обладать высоким пространственным разрешением, если в качестве регистратора используется цифровая система построения изображения. Во-вторых, трехцветные колориметры проще настраивать и эксплуатировать. И, наконец, регистраторы трехцветных колориметров легко встраиваются в оптические конструкции, а также легко реализуются, поскольку в этом качестве могут использоваться популярные цифровые системы изображения, такие как цифровые камеры или сканеры.

В работе рассматриваются особенности использования и возможности, предоставляемые цифровыми камерами в задачах колориметрии изображений и экспертной оценки цвета.

Материалы и методы

Функциональная схема колориметра изображения состоит из осветителя, ложемента объекта, регистратора с трехцветными фильтрами и с аналого-цифровым преобразователем (АЦП), компьютера и монитора. На рисунке 1 дан внешний вид разработанного портативного мобильного анализатора [4, 5], управляемого специализированной программой для определения и анализа цветовых характеристик поверхности объектов. Он позволяет количественно определять цветовые различия областей изображения с высокой достоверностью, воспроизводимостью и точностью определения спектральных цветов до величины ± 2,5 нм, а также и контролировать, в частности, качество сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. Технические характеристики для каждого элемента функциональной схемы обеспечиваются выявлением и учетом особенностей, ограничивающих его функциональные возможности.

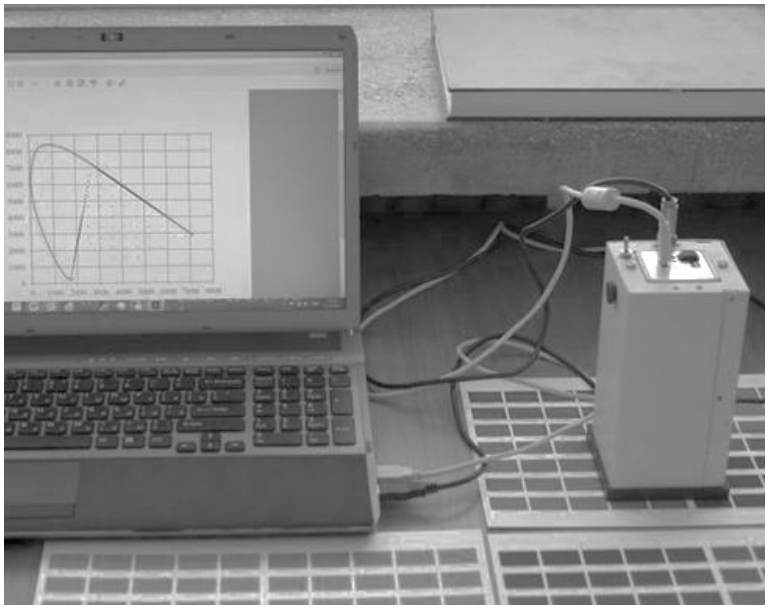


Рисунок 1 – Внешний вид портативного анализатора цвета

Встроенный осветитель имеет несколько вариантов исполнения и выполнен на светодиодах, работающих в непрерывном режиме. Спектральный состав света близок к рекомендованному CIE источнику D65. На рисунке 2 приведены спектры разработанного осветителя (кривая 1), типичного светодиода «теплого света» (кривая 2), типичного светодиода холодного света (кривая 3). В спектре разработанного нами осветителя существенно уменьшен провал вблизи длины волны 475 нм.

Две различные фотокамеры Видеоскан 415/Ц *USB Camera* (матрица *ICX415, Sony Corp., Japan*; ООО "ЭВС" Россия, Санкт-Петербург) и *Canon EOS 500D* (*Canon Inc., Japan*), исполь-

зовались в качестве регистратора, для которого первостепенное значение имеет достоверность и точность количественного определения спектральных цветов в изображении, эффективность передачи цвета. Цветопередача камер определялась экспериментально [6] с помощью эталонного атласа цветов для диапазона спектральных длин волн: 380–645, 705–780 нм, с шагом 1–5 нм, а также с помощью монохроматических изображений щелей, получаемых с помощью монохроматора УМ-2. Зарегистрированные изображения цветовых элементов атласа попиксельно нормировались на соответствующие изображения белого фона атласа, съемка которого осуществлялась камерами предварительно. По нормированным изображениям производились вычисления доминирующих длин волн (ДДВ) λ_d. Результаты представлены на рисунке 3. Прямые точечные линии отмечают «идеальную» цветопередачу. Сплошные линии – это графики зависимости длины волны λ_d, вычисленной по программе, обрабатывающей изображение цветового элемента атласа, от номинальной доминирующей длины волны λ_c цветового элемента. Стандартные ошибки средних значений λ_d для выборок пикселей в пределах цветового элемента составили не более 0,05 % от λ_d. Используемые камеры значительно разнились по своим характеристикам, тем не менее, ход сплошных кривых на графиках зависимостей $\lambda_d(\lambda_c)$ был очень близок. Для линеаризации рассматриваемой зависимости мы предложили и разработали алгоритм внесения поправочных коэффициентов в расчет ДДВ, графическая интерпретация которого сводится к совмещению кривой графика на рисунке 3 с прямой линией.

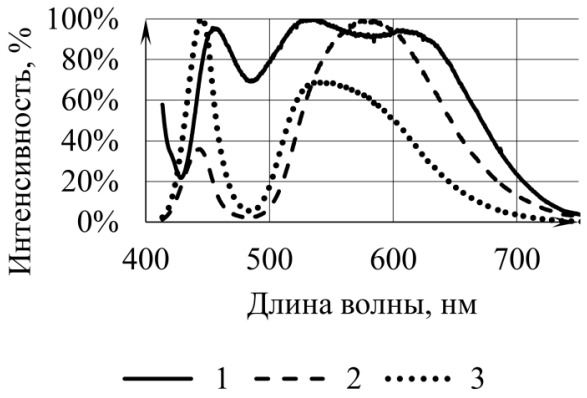


Рисунок 2 – Спектры светодиодов:
1 – спектр разработанного осветителя; 2 – типичный теплый свет; 3 –холодный свет. Спектры измерены с помощью спектрометра «Колибри» (ООО Медтех, Россия, г. Новосибирск)

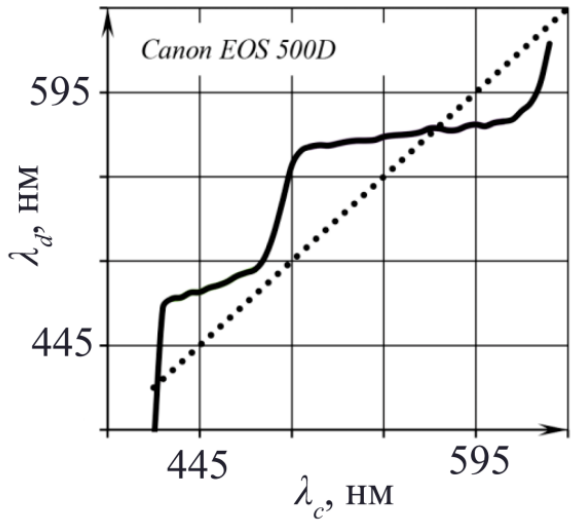


Рисунок 3 – Цветопередача камеры Canon EOS 500D

Цветоразличительная способность камер ограничивается [7] также систематической ошибкой квантования, которая вносится аналогово-цифровым преобразованием сигнала от цветной (*R;G;B*) приемной фотоматрицы. Спектральная различительная способность глаза человека сравнима с таковой для камер с разрешением 6–7 бит на канал. При использовании камер с разрешением 12, 14 и более бит на канал, пороги цветоразличения в устройствах технического зрения существенно меньше порогов глаза. То есть возможности компьютерного зрения превосходят возможности визуальной перцепции.

В современных цифровых фотоматрицах и камерах информация о цвете кодируется триплетом яркостных сигналов (*R;G;B*). Математическая обработка [6] цветного цифрового изображения позволяет объективно выполнить измерение цвета и выразить результаты в виде координат заданного цветового пространства. ДДВ и насыщенность цвета являются характеристиками, допускающими количественное выражение, и легко согласующимися с перцептивными оценками цвета. Их использование позволяет проводить сравнительные экспертные оценки цветовых характеристик образцов с высокой достоверностью.

Анализатор цвета работает под управлением программы «*ColourVideoTool*» [8], в которой заложены функции обработки изображений. Процесс определения цветовых характеристик включает предварительную калибровку камеры «баланс белого». Пользовательская установка баланса белого позволяет избежать автоматической коррекции соотношений цветовых каналов. Экспериментально установлено, что наилучшей поверхностью белого цвета для цветовых измерений является плоская матовая поверхность порошкообразной химически чистой окиси магния. Затем производится регистрация изображения образца в режиме пользовательских настроек камеры в формате *RAW* 14 бит. В дружественном интерфейсе на изображении выделяются области, на которых рассчитываются ДДВ и насыщенность цвета, и при необходимости – рассчитывается цветовая разница. Результаты записываются в электронные таблицы *Microsoft Excel* и представляются в виде соответствующих диаграмм (графиков). Предусмотрен вывод двумерных карт и трехмерных распределений вычисленных значений характеристик.

Результаты и обсуждение

Проведенные эксперименты направлены на выявление возможностей компьютерного зрения в задачах определения качества мясного сырья, анализа условий развития растений, уточнения характеристической связи цвета термокрасок с температурой воздействия, обнаружения следов выстрела.

Сравнение представлений цветовых оттенков в различных моделях. Для определения наиболее предпочтительного представления цвета в экспертных оценках нами исследовалась релевантность использования ДДВ в качестве цветового параметра путем сравнения различных цветовых моделей.

Результаты математического моделирования выявили, что характеристики цветового тона в моделях *HSV* (*Hue, Saturation, Value*) и *Lab* нелинейно зависят от ДДВ. По значениям яркости трех компонент цветного цифрового *RGB*-изображения с помощью координат спектрального локуса$_{10}$ рассчитывалась зависимость цветового тона модели представления цвета *HSV* от вычисленного значения ДДВ (λ_d.) с точностью координат локуса (10^{-1}) λ_d, нм. Результаты расчетов, представленные на графике (рисунок 4) подтверждают возможность однозначного сопоставления оттенка цвета *H* и соответствующего ему значения λ_d. Приведенный график строился для разных диапазонов *RGB*: 1. диапазон *RGB* (0.0.0-0.255.255). 2. диапазон *RGB* (1.0.0-1.255.255). 3. диапазон *RGB* (9.0.0-9.255.255). 4. диапазон *RGB* (15.0.0-15.255.255). Диапазоны данных содержат до 65536 точек в соответствующих частях кривой графика. Неспектральные цвета не приводятся на графике. Результаты расчетов в перекрывающихся по ДДВ частях совпадают. Однако зависимость *H* от ДДВ является существенно нелинейной, причем отчетливо выделяются три области, в которых значительное изменение ДДВ слабо влияет на величину *Hue*.

Таким образом, ДДВ является наиболее подходящим параметром для количественных оценок цвета в задачах его экспертной оценки.

Определение качества мясного сырья. Интегральные цветовые характеристики (ДДВ и насыщенность) позволили выполнить количественное описание и экспресс-оценку качества, а также установить связи оптических свойств мяса птицы различных видов с особенностями условий их содержания, кормления убоя и хранения. [9]

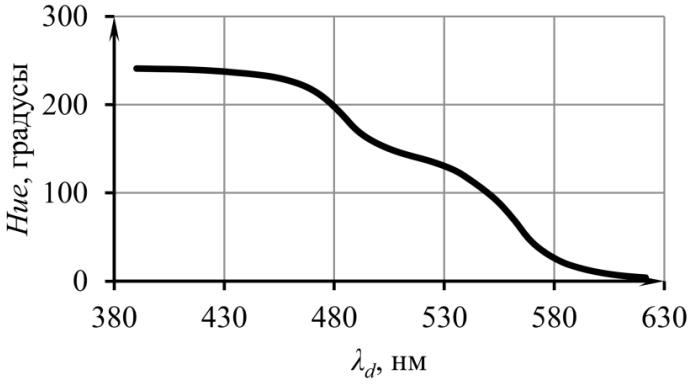


Рисунок 4 – Зависимость оттенка цвета H от значений ДДВ λ_d

Были изучены образцы мяса птицы различных категорий нескольких птицефабрик. Экспериментально доказано, что ДДВ может быть использована для определения свежести мяса птицы. Образцы сохранялись в холодильнике при температуре −20°C. Измерения производились анализатором цвета с периодичностью 24 часа. Результаты измерения ДДВ представлены графически на рисунке 5.

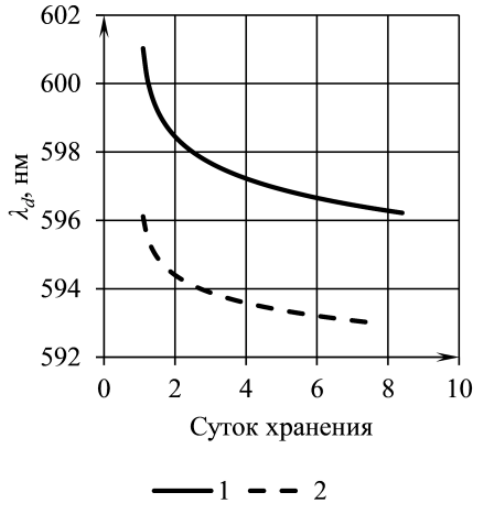


Рисунок 5 – Графики зависимости средней ДДВ в изображении образца от времени его хранения. Кривая 1 – образцы мяса бройлеров (возраст 1,5 месяца), кривая 2 – мясо кур-несушек (18 месяцев)

Мы зафиксировали изменение величины λ_d в зависимости от времени хранения. При снижении микробиологических показателей в процессе хранения образцов, снижаются оптические показатели (ДДВ и насыщенность). Цветопотери объясняются активизированным процессом автолиза и развитием посторонней микрофлоры. Кроме того эксперименты выявили, что величина ДДВ связана также с качеством мяса и его категорией. Мы получили четко различающиеся данные для куриц, рационы которых различались (рисунок 6).

Цветовые различия образцов адекватно отражают интенсивные деструктивные процессы, происходящие в мясе при нарушении технологии выращивания, при несоблюдении технологии хранения и др. По оптическим цветовым свойствам ткани можно достоверно вести оценку качественных изменений замороженного и размороженного мяса птицы, обеспечить воз-

можность и достоверность определения длительности хранения мяса в замороженном виде и его пригодность для употребления в пищу в соответствии с нормативными документами.

Характеристические кривые термокрасок. Нами предпринята апробация разработанных алгоритмов для нахождения малых цветовых разностей на примере атласа термокрасок «Легенда ABC…» производителя TMC HALLCREST, данные для вычислительного эксперимента брались с сайта производителя http://www.tmchallcrest.com/.

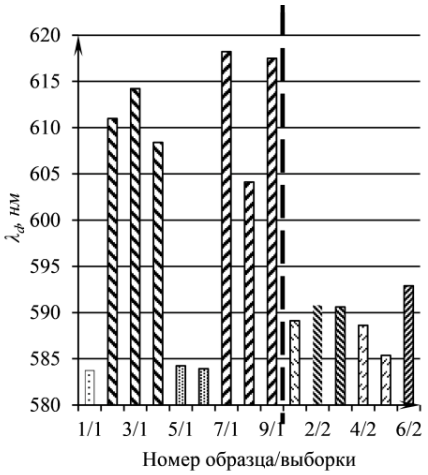


Рисунок 6 – Распределение средней ДДВ в изображении образцов различных производителей (выборки). На выборке 1 определяются категории мяса (белое и красное), на выборке 2 – не определяются

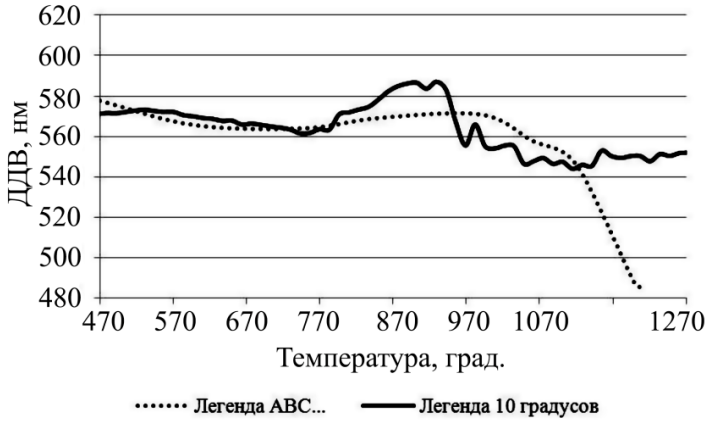


Рисунок 7 – Зависимость ДДВ от температуры для атласа термокрасок TMC HALLCREST

Сравнительные оценки цветовых характеристик образцов выполнялись путем количественного выражения домини-рующей длины волны (ДДВ) и насыщенности цвета (НЦ), пересчетом их из значений (*R,G,B*) на цифровых фотографиях. На рисунке 7 пунктирной линией приведена зависимость рассчитанной ДДВ из атласа «Легенда ABC…» от температуры. Отчетливо выявляется неодно-значность этой зависимости в диапазоне от 570℃ до 1070℃. Можно заключить, что этот факт затрудняет точную идентификацию цвета и температуры. Чтобы проверить этот вывод, мы обратились к сайту производителя и нашли там часть изображения для «Легенды 10 градусов». Зависимость ДДВ от температуры для атласа «Легенда 10 градусов» изображена сплошной линией. Сравнение обоих графиков выявляет их схожесть в отношении неоднозначности зависимости цвет-температура.

Мы делаем вывод, что на практике для того, чтобы взаимно-однозначно определять температуру по цвету краски, нужно знать возможный температурный диапазон и желательно выбирать его по известным заранее значениям из оцифрованного атласа. То есть, разбить температурный диапазон на взаимно-однозначные с цветом участки.

Цветовые вариации растений. Проведены испытания разработанных алгоритмов в задаче со значительными вариациями экспериментальных данных. Были проведены измерения ДДВ и насыщенности цвета листьев рассады георгинов, выращенной в различных условиях: на подоконниках с северной и с южной стороны здания по три емкости, в каждой из которых – по 15 растений. Эти условия выращивания обусловили большую вариабельность в результатах измерений цветовых характеристик как в пределах трех «южных» емкостей (№1 – №3) и внутри трех «северных» емкостей (№4 – №6), так и между «южными» и «северными». Значимых различий в усредненных по емкостям значениях ДДВ выявлено не было. Однако усредненная насыщенность цвета позволила отделить «южных» от «северных». На рисунке 8 дан график средней насыщенности цвета от порядкового номера емкости. Средние значения «северной» и «южной» насыщенностей обозначены сплошной линией и отличаются на 3 %, в то время как пересечение диапазонов выборок составляет около 10 %. Для наглядности сплошные линии продолжены точечными отрезками. Отдельные крупные точки показывают крайние значения насыщенности, в диапазоне которых еще могут быть значения по отдельным листочкам. Причинами вариабельности в пределах каждой емкости и, следовательно, пересечения диапазонов на рисунке 8, могут быть различные факторы, влияющие на неравномерность освещения (пасмурные дни, затенение деревьями с улицы, местоположение на подоконнике и т. д.). Однако тенденция увеличения насыщенности цвета листьев растений с северной стороны по сравнению с южной определенно прослеживается и на диаграмме (*x*, *y*).

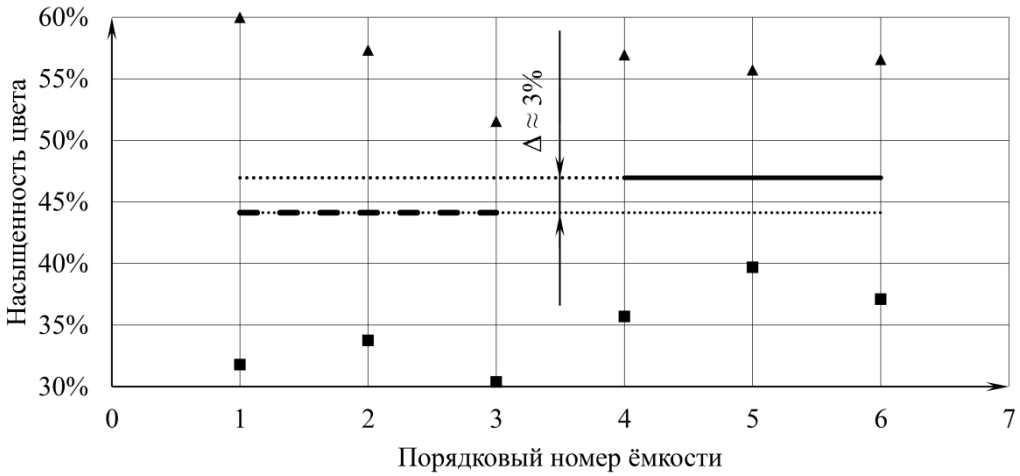


Рисунок 8 – Насыщенность цвета листьев в «южных» емкостях (№1 – №3) и в «северных» емкостях (№4 – №6)

Разработанный оптический метод и оборудование позволяют выявить тонкие цветовые вариации для различных образцов и определить ее количественные показатели.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 17-47-540269 «Развитие методов количественного колориметрического анализа цифровых изображений в задачах криминалистики».

Библиографический список

1. Домасев М.В., Гнатюк С. П. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. – СПб.: Питер, 2009.
2. ГОСТ 13088-67 Колориметрия. Термины, буквенные обозначения.
3. S. Tominaga, Spectral imaging by a multi-channel camera // Proc. SPIE – 1999 – Vol. 3648. – P. 38.
4. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Чугуй Ю.В., Воробьев В.В., Ярушин Т.В., Сартаков В.Ю., Макашов Ю.Д., Смирнов Е.С., Швыдков А.Н. Видео-анализатор количественных цветовых характеристик образцов. // Приборы. – 2014. – № 12. – С. 38-44.
5. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Смирнов Е.С., Чугуй Ю.В., Швыдков А.Н., Нициевская К.Н., Сартаков В.Ю., Ярушин Т.В. Портативный цветовой анализатор качественных изменений мяса птицы. // Достижения науки и техники в АПК. – 2015. – № 9. – С. 80-83.

6. Пальчикова И.Г., Латышов И.В., Васильев В.А., Кондаков А.В., Смирнов Е.С. Цветовой анализ цифровых изображений при производстве экспертных исследований следов выстрела. // Доклады Академии наук ВШ РФ. – 2015. – № 2(27). – С. 88-101.
7. I.G. Palchikova, E.S. Smirnov, E.Iv. Palchikov, Quantization noise as a determinant for color thresholds in machine vision // Journal of the Optical Society of America A. – 2018 – Vol. 35, Is.4 – P. B214-B222.
8. Пальчикова И.Г., Обидин Ю.В., Смирнов Е.С., Алейников А. Ф., Чугуй Ю.В. Программное обеспечение экспериментальной установки для измерения цветовых характеристик мяса // Сборник научных докладов ВИМ. – 2013. – Т. 2. – С. 343–346.
9. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Чугуй Ю.В., Смирнов Е.С., Нициевская К.Н., Швыдков А.Н. Оптический метод контроля качества мяса птицы // «СибОптика-2015»: сб. материалов Междунар.науч. конф. в 3 т. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – Т.2. – С. 49-55.

Palchikova I.G. [1], *Aleinikov A.F.* [2,3], *Smirnov Ev.S.* [1],
[1]*Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering SB RAS, Novosibirsk,*
[2]*Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,*
[3]*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

COMPUTER VISION IN THE PROBLEMS OF EXPERT EVALUATION OF COLOR

It is proved that colorimeters with tricolor filters can be successfully used for the quantitative measurement of color characteristics of biological samples. The specialized software for processing the digital images, and finding the dominant wavelength and color saturation of the selected area of the digital image is developed.

Keyword: digital image, color characteristics, dominant wavelength, meat.

УДК 004

Юрченко А.В.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

ЦЕНТР НАУЧНЫХ ИТ-СЕРВИСОВ ИВТ СО РАН

В статье представлен Центр научных ИТ-сервисов ИВТ СО РАН, как компонент киберинфраструктуры науки, обеспечивающий исследователей сибирского региона информационными, вычислительными и телекоммуникационными ресурсами. Описаны цели и задачи центра, его инфраструктура и основные ресурсы, ключевые ИТ-сервисы для исследователей и научных организаций.

Ключевые слова: информационные технологии, ИТ-сервисы, вычислительные и телекоммуникационные ресурсы.

Введение – общая информация о Центре

Центр научных ИТ-сервисов (сайт Центра – https://sits.ict.sc) – подразделение Института вычислительных технологий (ИВТ) СО РАН, ориентированное на развитие и поддержку функционирования информационно-телекоммуникационной и вычислительной инфраструктуры, информационных систем и сервисов на их основе. Он поддерживает работоспособность корпоративной компьютерной сети научных учреждений Новосибирского научного центра, ее стыковку с другими академическими корпоративными сетями и глобальными компьютерными сетями. Центр обеспечивает функционирование и развитие серверной инфраструктуры, в том числе вычислительных кластеров, систем хранения и обработки данных, виртуальной и облачной инфраструктуры, ЦОД (центра обработки данных), в целом. Центр участвует в разработке, внедрении и поддержке функционирования информационных систем для научных исследований и других научных ИТ-сервисов.

Центр зарегистрирован в качестве Объекта Инфраструктуры (ОИ) в Российском научном фонде (РНФ) - https://grant.rscf.ru/site/user/browse_infra (необходим доступ в Информационно-аналитическую систему РНФ). Цель Объекта Инфраструктуры (ОИ) Центр научных ИТ-

сервисов (далее – Центр) – предоставление исследователям сервисов для работы с научными данными на базе информационной, вычислительной и телекоммуникационной инфраструктуры ИВТ СО РАН. Миссия – повышение количества и качества российских исследований мирового уровня, основанных на интенсивном использовании цифровых данных.

Задачи Центра:

- Предоставление российским исследователям востребованных ИТ-сервисов, соответствующих высоким стандартам обслуживания.
- Развитие инфраструктуры Центра для повышения качества предоставляемых сервисов и увеличения числа пользователей.
- Разработка новых ИТ-сервисов для расширения номенклатуры предоставляемых сервисов и расширения пользовательской аудитории.
- Исследования в области информационных и вычислительных технологий, технологий организации хранения и обработки, а также управления научными данными.

Основные компоненты инфраструктуры Центра:

- Распределенный комплекс для долговременного хранения и организации доступа к исследовательским данным больших объемов.
- Распределенный вычислительный комплекс для обработки больших объемов данных, в том числе в режиме реального времени.
- Сеть датацентров.
- Корпоративная компьютерная сеть Новосибирского научного центра.

Ключевые сервисы Центра

Ресурсами Центра являются как отдельные элементы его инфраструктуры, так и специализированные ИТ-сервисы на их основе. Ресурсы Центра доступны российским исследователям из научных институтов, университетов и других организаций.

Сервисы Центра предназначены для удовлетворения потребностей исследователей, интенсивно использующих научные данные. Количество областей знаний, в которых проводятся исследования, основанные на данных, постоянно растет и, вероятнее всего, в ближайшем будущем охватит все науки, включая гуманитарные. Базовыми потребностями, при этом, будут накопление и сохранение данных и результатов их обработки и анализа, организация или управление ими, непосредственно обработка и анализ данных, обмен ими и их публикация. Для удовлетворения этих базовых потребностей в Центре строится иерархия сервисов хранения и обработки данных.

Хранение научных данных

На нижнем уровне этой иерархии находится сервис «Хранение научных данных», в рамках которого исследователю, научному коллективу или организации выделяется пространство для надежного и долговременного размещения своих данных в кластерной системе хранения данных (СХД), созданной на базе платформы для программного создания системы хранения данных (software defined storage) Ceph.

Платформа Ceph имеет открытый исходный код и активно развивается сообществом при поддержке крупных производителей, которые используют ее в качестве основы для коммерческих решений. Выбор платформы обусловлен и тем, что именно на ней построено одно из самых высоконагруженных хранилищ научных данных при Большом адронном коллайдере в CERN.

Заявленная предельная емкость, поддерживаемая платформой – 1 Экзабайт, производительность платформы обеспечивается ее кластерной структурой, особенно эффективной на задачах записи данных. Так, на 12 узловом кластере со 144 обычными 8 Терабайтными HDD, ставшем реализацией первой очереди этой СХД в ИВТ СО РАН, удается достигнуть скорости записи порядка 3 Гигабайт в сек. Узлы, представляющие собой 12-дисковые сервера HPE DL 160, объединены сетью на основе специализированных 10 Гигабитных коммутаторов для датацентров Cisco Nexus. Сеть для СХД построена с резервированием, таким образом, каждый узел включен в нее двумя 10 Гигабитными портами.

В рамках второй и запланированной на начало 2019 года третьей очереди постройки этой СХД она будет дополнена еще 12 узлами по 45 дисков на базе двухсерверных шасси DELL-EMC DSS7000. Здесь каждый сервер включается в сеть СХД уже 4-мя 10 Гигабитными портами. Таким образом, в системе будет 684 диска суммарной емкостью 5,472 Петабайта, что, с учетом резервирования, даст до 2,736 Петабайта для хранения данных.

СХД включена в корпоративную компьютерную сеть Новосибирского научного центра через два 10 Гигабитных порта, что позволяет передавать и получать с нее данные на скорости до 2,5 Гигабайт в сек. Однако, одновременно с развертыванием третьей очереди СХД запланировано обновление ядра сети датацентра, с установкой 100 Гигабитных коммутаторов ядра, что позволит увеличить внешнюю пропускную способность сети СХД.

Надежность работы СХД, помимо резервирования сетевой инфраструктуры, обеспечивает размещение ее в датацентре уровня Tier2+, в котором обеспечено охлаждение с резервированием по схеме 2+1, автоматическое газовое пожаротушение, электропитание от двух подстанций с автоматическим переключением, бесперебойное питание на основе аккумуляторных источников с двойным преобразованием.

Работа с СХД реализуется через два основных протокола: RBD (RADOS Block Device), предоставляющий доступ к выделенному в СХД пространству в форме блочного устройства, и cephfs – подключаемой через сеть файловой системе. Оба протокола поддерживаются большинством операционных систем на основе ядра Linux и других UNIX-подобных систем. Для конечных пользователей доступ может быть организован, например, через файловый шлюз. В перспективе – развертывание и предоставление пользователю доступа к СХД через объектные службы RGW (RADOS Gateway), совместимые с Amazon S3 и OpenStack Swift.

Вычисления, обработка и анализ данных, машинное и глубокое обучение

Другой тип сервисов – «вычислительный». В датацентрах ИВТ развернуто несколько вычислительных кластеров, а в 2019 году в эксплуатацию будет введен еще один вычислительный кластер на основе узлов с новейшими GPU NVidia Volta (V100).

Задачи обеспечения вычислительными мощностями не рассматривались в ИВТ в качестве приоритетных, в первую очередь из-за тесных взаимосвязей с Сибирским суперкомпьютерным центром СО РАН и Информационно-вычислительным центром Новосибирского государственного университета. Датацентр ИВТ соединен с ними высокоскоростной 10 Гигабитной сетью, поэтому недостающие вычислительные ресурсы пользователи могли запросить и получить в этих суперкомпьютерных центрах.

К 2018 году ситуация начала меняться из-за роста потребностей в новых, основанных на тензорных GPU системах для решения задач с машинным и глубоким обучением. Поэтому в рамках третьего этапа реализации Программы развития ИВТ СО РАН осуществляется закупка и разворачивание нового вычислительного комплекса из трех узлов, каждый из которых будет снабжен двумя 12-ядерными CPU, 368 Гигабайт оперативной памяти и 4-мя GPU NVidia Volta (V100) с 32 Гигабайтами RAM каждый, объединенными высокоскоростной (2,4 Терабит) шиной NVLink. Узлы будут объединены новейшей высокоскоростной сетью датацентра на основе 100 Гигабитных коммутаторов ядра сети. Включение в сеть датацентра будет традиционно организовано с резервированием, таким образом, каждый узел будет подключен к ней двумя 100 Гигабитными портами. Надежность работы комплекса будет обеспечиваться описанной в разделе выше инфраструктурой датацентра.

Внедрение новой системы позволит пользователям решать и новые вычислительно емкие задачи машинного и глубокого обучения, и традиционные задачи компьютерного моделирования и анализа данных с использованием алгоритмов и программных пакетов, поддерживающих GPU-вычисления.

Форма доступа к вычислительным ресурсам традиционная – через систему управления заданиями, однако предполагается, что минимальной арендуемой единицей станет один вычислительный узел.

Коммуникации, коллаборации

Важнейшим инструментом поддержки научных исследований является организация научных коммуникаций. На решение этой задачи направлен еще один тип сервисов, предоставляемых Центром. На базе двух платформ с открытым исходным кодом, – Zimbra и Nextcloud, – развернуты сервера для совместной работы и обмена информацией и данными.

Сервера на платформе Zimbra дают возможность как простого обмена электронными письмами (e-mail сервис), так и управления выполнением задач и календарем событий, организации общих папок с электронными письмами и документами, совместных событий в календаре, назначением и отслеживанием выполнения заданий для отдельных пользователей и групп пользователей. Во-многом сервис повторяет возможности Microsoft Exchange, являясь его open source-аналогом.

Nextcloud, в свою очередь, может заменять Dropbox, Google Disk и другие сервисы для хранения и обмена данными и документами. Он позволяет загружать и хранить файлы и папки, предоставлять к ним доступ другим пользователям системы, совместно редактировать офисные документы (тексты, таблицы, презентации) с поддержкой версионности, публиковать файлы, папки и документы, подключать хранилище к компьютерным системам в виде внешних дисков, использовать его для резервного копирования и автоматической синхронизации данных с помощью клиентских приложении для стационарных компьютеров и мобильных устройств. Через интерфейсы платформы возможны подключение и использование различных внешних хранилищ данных. Кроме того, платформа поддерживает множество расширений, среди которых внутрисерверный чат, ауди- и видеоконференцсвязь. Доступна федерация с другими серверами на этой платформе, позволяющая организовать обмен данными между их пользователями.

Использование этих сервисов возможно в двух формах. Первая – создание для организации выделенного виртуального сервера, к которому подключается пространство для хранения данных из СХД на базе Ceph, описанной выше, на виртуальном сервере устанавливается соответствующая платформа и в таком виде управление сервером передается организации, дальнейшее сопровождение со стороны ИВТ производится в виде консультаций и оперативной помощи администратору сервиса из организации-пользователя. Вторая форма – регистрация пользователей на общих серверах, поддерживаемых и администрируемых ИВТ СО РАН.

Виртуализация и платформы

Дополнительным сервисом Центра является выделение виртуальных серверов в отказоустойчивых кластерах с различными гипервизорами и готовых платформ для развертывания информационных систем научного и научно-организационного назначения, в том числе вебсайтов и порталов научных организаций, лабораторий, центров, отдельных коллективов.

Виртуализация давно стала эффективным способом решения проблемы обеспечения надежности функционирования информационных систем. Большинство информационных систем ИВТ уже достаточно давно размещаются на виртуальных серверах. Это дает высокий уровень доступности, а в сочетании с организацией резервного копирования – высочайший уровень надежности. Кроме того, виртуализация позволила организовать независимые пространства для разработки информационных систем и комплексов программного обеспечения, для их тестирования и для промышленной эксплуатации.

Для решения задач виртуализации в Центре развернуто два кластера, один – на базе трех серверов HP DL380 и один на базе 10 серверов HP BL460C. Кластеры развернуты в датацентре ИВТ уровня Tier2+ (см. выше), защищены источниками бесперебойного питания, часть второго кластера размещена на резервной площадке в Академпарке и соединена с основным датацентром высокоскоростным технологическим каналом (10 Гигабит). Серверная инфраструктура позволяет разворачивать в виртуальных машинах комбинации серверов различного уровня сложности с динамическим распределением и балансировкой нагрузки на узлы кластера и виртуальных дисков. Хотя выделение виртуальных машин не является приоритетным способом разделения ресурсов Центра, тем не менее, ИВТ успешно предоставляет

эти сервисы ряду институтов Новосибирского научного центра, как для размещения научных веб-серверов и веб-сервисов, так и для разворачивания систем для научно-организационных и административных нужд.

Заключение

Центр научных ИТ-сервисов ИВТ СО РАН, являясь своеобразным наследником ЦКП СПД СО РАН и ЦКП ДДЗЗ СО РАН, интегрирует множество ИТ-сервисов различного уровня для поддержки научных исследований. Он работает в режиме центра коллективного пользования, предоставляя ресурсы научным организациям и коллективам, преимущественно – из Новосибирского научного центра. Высокая степень надежности аппаратной инфраструктуры Центра, распределенная технологическая компьютерная сеть на основе оптоволоконных технологий, высококвалифицированный коллектив инженеров, осуществляющих поддержку работы инфраструктуры и ИТ-сервисов, их развитие, взаимодействие с пользователями позволяют решать самые сложные задачи обеспечения научных исследований ИТ-ресурсами. Будучи открытым к инновациям, к запросам пользователей, к вызовам, стоящим перед научной киберинфраструктурой, Центр готов развиваться и решать новые задачи и инженерного, и научно-технического характера, осваивать и внедрять новые технологии, разрабатывать вместе со своими пользователями новые научные ИТ-сервисы и информационные системы.

Библиографический список

1. Доклад ЮНЕСКО по науке 2015: На пути к 2030 году. Аналитический доклад, дир. Шлегель Ф. ЮНЕСКО, 2015. URL: https://ru.unesco.org/unesco_science_report (дата обращения 08.10.2018).
2. Шокин Ю.И., Жижимов О.Л., Пестунов И.А., Смирнов В.В., Синявский Ю.Н. Распределенная информационно-аналитическая система для поиска, обработки и анализа пространственных данных // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – С. 108-115.
3. Шокин Ю.И., Федорук М.П., Чубаров Д.Л., Юрченко А.В. О развитии инфраструктуры суперкомпьютерных и распределенных вычислений в СО РАН // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2011. – № 3. – С. 9-19.
4. Шокин Ю.И., Чубаров Л.Б., Гуськов А.Е., Косяков Д.В. Система передачи данных Сибирского Отделения РАН: история, результаты и перспективы // Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений: труды Междунар. суперкомпьютерной конференции. – 2012. – Москва. – С. 627-631.
5. Юрченко А.В. К концепции информационно-аналитической системы поддержки научных исследований, основанных на интенсивном использовании цифровых данных // Вычислительные технологии. – 2017. – Т.22. – № 4. – С. 105-120.
6. Юрченко А.В. О сервисном подходе к формированию и оценке востребованности киберинфраструктуры науки // Информационные технологии. – 2018. – Т. 24, – № 4. – С. 219-232. – DOI: 10.17587/it.24.219-232.

Yurchenko A.V.,
Institute of computational technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

THE CENTER OF SCIENTIFIC IT SERVICES OF ICT SB RAS

The Center of scientific IT services of the ICT SB RAS as science cyberinfrastructure component is presented in article. The Center provides researchers of the Siberian region with information, computing and telecommunication resources.The purposes and objectives of the Center, its infrastructure and main resources, key IT services for researchers and scientific organizations are written in the article.

Keywords: information technology, IT services, computing and telecommunication resources.

Dr. Markus Gandorfer, Sebastian Schleicher, Sebastian Heuser, Johanna Pfeiffer, Dr. Markus Demmel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Freisin, Deutschland

LANDWIRTSCHAFT 4.0 - DIGITALISIERUNG UND IHRE HERAUSFORDERUNGEN

Digitalisierung ist einer der Megatrends in der Landwirtschaft und im Agribusiness und betrifft alle Akteure landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten. Aufgrund der vielfältigen Entwicklungen

ist jedoch eine Systematisierung digitaler Technologien in der Landwirtschaft schwierig. Ein möglicher Ansatzpunkt zur Systematisierung besteht darin, Smart Farming als Überkategorie für die beiden Bereiche digitale Entscheidungsunterstüt- zung/Management sowie Precision Farming zu verstehen. Digitale Entscheidungsunter- stützung/Management subsummiert dann die drei Gruppen Farm-Management-Informationssysteme, Agrar-Apps sowie digitale Marktplätze. Automatisierung, Agrarrobotik und Teilflächenbewirtschaftung hingegen sind eher zum Bereich Precision Farming zu zählen. Digitale Datenplattformen könnten zukünftig das Bindeglied zwischen den einzelnen Technologiegruppen darstellen und damit zu einer vernetzten Landwirtschaft 4.0 führen.

Trotz der enormen Medienpräsenz des Themas Digitalisierung in der Landwirtschaft zeigen aktuelle Befragungsergebnisse, dass die Verbreitung digitaler Technologien in Bayern, von wenigen Ausnahmen abgesehen, noch sehr begrenzt ist. Mit Hilfe einer Medienanalyse konnten wichtige Akzeptanzhemmnisse für diese zurückhaltende Investitionsbereitschaft identifiziert werden. Zu diesen zählen insbesondere der oftmals hohe Investitionsbedarf und die damit verbundene fragliche Wirtschaftlichkeit, Inkompatibilität, fehlende Entscheidungsalgorithmen sowie die mangelnde Anwenderfreundlichkeit. Aspekte wie Datenschutz und Datenhoheit gewinnen dagegen erst in den letzten Jahren an Bedeutung. In diesem Kontext scheint es langfristig wichtig, dass ein transparenter Markt für betriebliche Daten entsteht. Landwirtschaftliche Betriebe müssen unmittelbar davon profitieren, wenn Dritte ihre Daten nutzen wollen, damit Landwirtschaft 4.0 Realität wird. Schließlich zeigt die Anwendung von ADOPT (Adoption and Diffusion Outcome Prediction Tool) am Fallbeispiel teilflächenspezifische Stickstoffdüngung mit Sensortechnik, dass insbesondere die Bereiche Bedienerfreundlichkeit und Investitionsbedarf Schlüsselbereiche darstellen, um die Verbreitung dieser Technologie in der Praxis zu erhöhen. Deshalb wird die Projektgruppe Digitalisierung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft unter Anderem ein Konzept für den überbetrieblichen Einsatz von Sensoren zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung erarbeiten und einen Leitfaden entwickeln, der einen möglichst einfachen Einstieg in die Technologie erlaubt.

1. Einleitung

Digitalisierung ist einer der Megatrends in der Landwirtschaft und im Agribusiness und betrifft alle Akteure landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten - vom vorgelagerten Bereich über Produktion, Handel, Verarbeitung und Lebensmitteleinzelhandel bis zum Konsumenten. Neben diesen Akteuren sind aber auch die Bereiche Forschung, Bildung, Beratung und die Verwaltung von den rasanten Entwicklungen im Bereich Landwirtschaft 4.0 sowie der Digitalisierung maßgeblich betroffen.

Zur Illustration zeigt Abbildung 1 aktuelle Fragestellungen bzw. Herausforderungen für die verschiedenen Akteure in landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten exemplarisch auf.

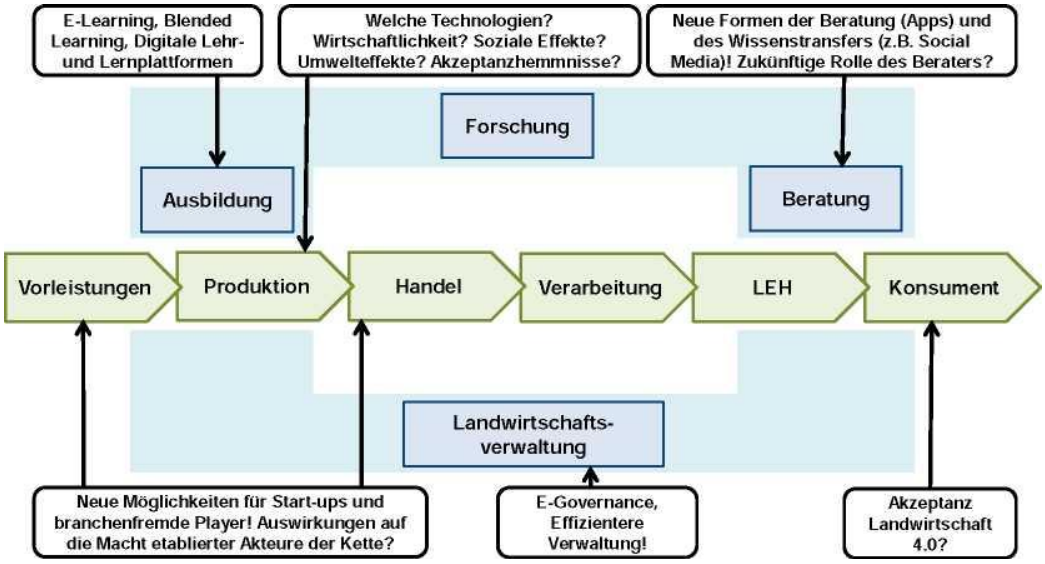


Abb. 1: Einfluss der Digitalisierung und Landwirtschaft 4.0 auf die Akteure landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten. Quelle: Wertschöpfungskette verändert nach BUROSE (2014)

Was aber bedeutet eigentlich Landwirtschaft 4.0? Ein zentrales Kernelement von Landwirtschaft 4.0 ist die intelligente Vernetzung von Produktionsprozessen nicht nur auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, sondern über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg - also auch im vor- und nachgelagerten Bereich. Die Lenkung dieser vernetzten Produktionsprozesse soll zudem vom Konsumenten- bzw. Gesellschaftsinteresse aus erfolgen (VGL. INNOVATIONSINITIATIVE DES LEIBNIZ-FORSCHUNGSVERBUNDS «NACHHALTIGE LEBENSMITTELPRODUKTION & GESUNDE ERNÄHRUNG» (2016)).

2. Systematik Digitalisierung im Pflanzenbau

Um die verschiedenen Teilbereiche der Digitalisierung im Pflanzenbau erläutern zu können, bedarf es einer gewissen Systematik. Vor nahezu 20 Jahren hat AUERNHAMMER (1999) eine einprägsame Gliederung mit den damals relevanten Technologien entwickelt. Unter dem Oberbegriff «Präziser Ackerbau» (Precision Farming) verstand AUERNHAMMER (1999) die vier Teilbereiche Dokumentation, Teilflächenbewirtschaftung, Flottenmanagement und Feldrobotik. Aufgrund umfangreicher Entwicklungen haben die digitalen Technologien im Zeitverlauf an Vielfalt und Komplexität gewonnen. Ein Ansatzpunkt zur

Systematisierung (siehe Abb. 2) besteht heute darin, Smart Farming als Überkategorie für die beiden Bereiche digitale Entscheidungsunterstützung/Management sowie Precision Farming zu verstehen. Digitale Entscheidungsunterstützung/Management subsummiert dann die drei Gruppen Farm-Management-Informationssysteme (FMIS), Agrar-Apps sowie digitale Marktplätze. Wohingegen Automatisierung, Agrarrobotik und Teilflächenbewirtschaftung zum Bereich Precision Farming zu zählen sind. Digitale Datenplattformen könnten zukünftig das Bindeglied zwischen den einzelnen Technologiegruppen darstellen und damit zu einer vernetzten Landwirtschaft 4.0 führen.

3. Einsatz Digitaler Technologien in Deutschland und Bayern

Wissenschaftlich belastbare Informationen zum Einsatzumfang digitaler Technologien sind für die deutsche bzw. bayerische Landwirtschaft nur sehr eingeschränkt verfügbar beziehungsweise meist nicht aktuell. So haben beispielsweise REICHARDT und JÜRGENS (2009) im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundforschungsprojekts *preagro* im Zeitraum von 2001 bis 2006 Landwirte befragt, die bereits Precision Farming Technologien nutzten. Ein wesentliches Ergebnis dieser Befragungen war, dass zwar relativ viele der befragten Landwirte Technologien zur digitalen und georeferenzierten Erfassung von Boden- und Ertragsheterogenität einsetzten, diese Informationen aber nur sehr begrenzt in Form eines teilflächenspezifischen Managements umgesetzt wurden. Wie sich das Verhältnis zwischen «Datensammeln» und «Datennutzung» zur verbesserten Entscheidungsfindung aktuell darstellt, ist empirisch nicht belegbar und stellt daher ein wichtiges Forschungsfeld dar. Es kann aber gemutmaßt werden (vgl. Abschnitt 4. Akzeptanzhemmnisse), dass sich dieses Verhältnis noch nicht grundlegend zum Besseren verändert hat.

Auf die Frage: «Nutzen Sie digitale Anwendungen im Sinne von Landwirtschaft 4.0?» haben bei einer im Jahr 2016 durchgeführten repräsentativen Befragung von 521 Landwirten und Lohnunternehmen in Deutschland 53 % der Befragten mit «ja» geantwortet (Bitkom Research zitiert in ROHLEDER und KRÜSKEN, 2016). Für nur 16 % der Befragten ist der Einsatz solcher Technologien kein Thema. Mit direktem Bezug zu Bayern ist die von ROOSEN und GROß im Februar/März 2017 durchgeführte Befragung von 92 bayerischen Landwirten (ROOSEN und GROß, 2017) die jüngste und belastbarste Quelle (vgl. Abb. 3). Wie Abbildung 3 illustriert, kann die Situation insgesamt als eher zurückhaltend beschrieben werden. Am häufigsten werden von bayerischen Betrieben in der Außenwirtschaft demnach digitale Ackerschlagkarteien und Agrar-Apps eingesetzt, wohingegen der Einsatz von verschiedenen Technologien zur Teilschlagbewirtschaftung im Bereich von 10 bis 13 % anzusiedeln ist. Komplexere Farm-Management Software setzten 11 % der Befragten ein. Regelspurverfahren bzw. intelligente landwirtschaftliche Maschinen nutzten 17 % bzw. 20 % der Befragten. Diesen beiden Kategorien sind vermutlich Spurführungssysteme zuzuordnen, die, wie auch aus anderen Quellen (z.B. SCHÖFBECK und GANDORFER, 2012) bekannt ist, aufgrund vielfältiger Vorteile eine relativ große Akzeptanz besit-

zen. Auch die Ergebnisse zur zukünftigen Investitionsneigung zeigen für die befragten bayerischen Landwirte ein eher zurückhaltendes Bild. So gaben 17 % der Befragten an, dass sie sicher in eine Ertragskartierung investieren möchten. Ertragskartierung ist damit die Technologie, in die am meisten Landwirte investieren möchten (vgl. Abb. 3).

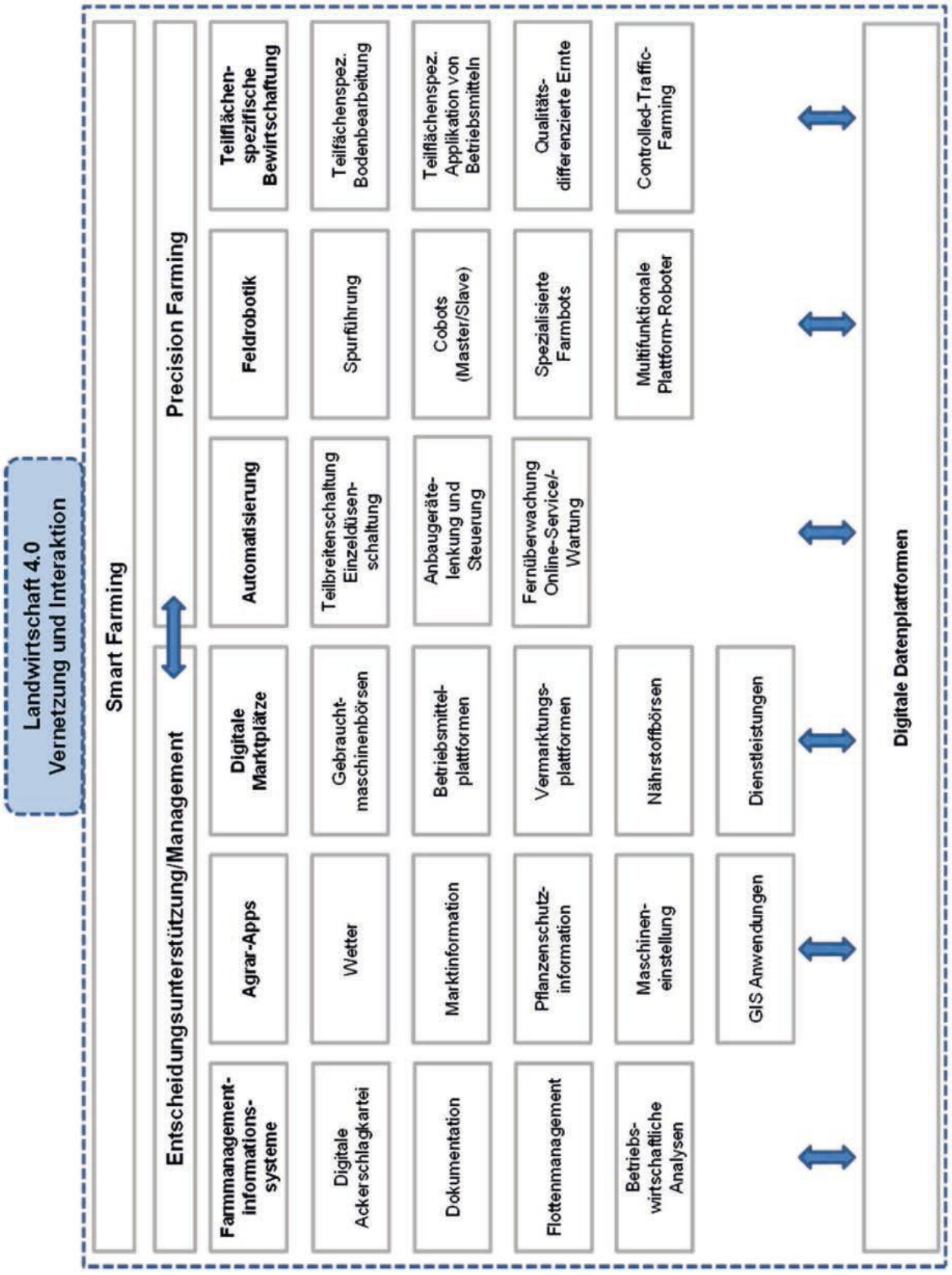


Abb. 2: Systematik Landwirtschaft 4.0 Smart Farming - Precision Farming

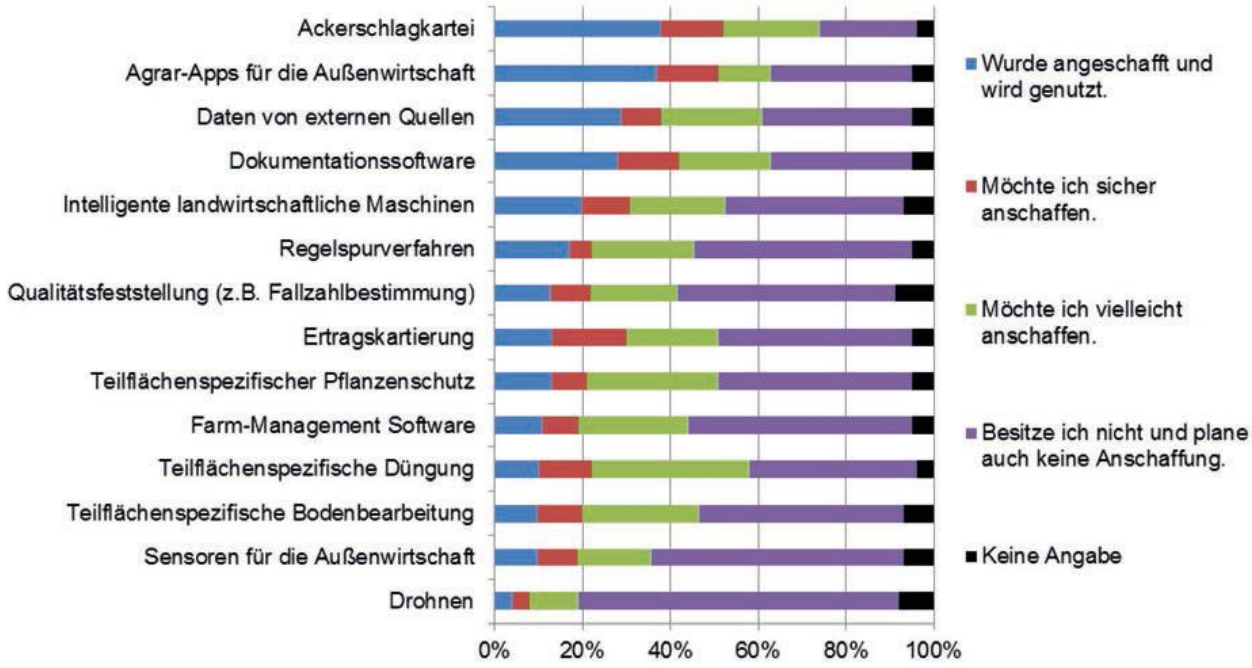


Abb. 3: Welche digitalen Anwendungen und Technologien benutzen Sie bzw. planen Sie innerhalb der nächsten zwölf Monate anzuschaffen? Befragung von 92 bayerischen Landwirten. Quelle: Abbildung verändert nach ROOSEN und GROß (2017)

Diese Ergebnisse relativieren das positive Bild, das durch die Ergebnisse der vorher dargestellten Bitkom Research Befragung gewonnen wurde. ROOSEN und GROß (2017, S. 193) kommen daher zum Schluss, dass «vor allem kostengünstige sowie einfach zu handhabende digitale Lösungen genutzt werden».

Damit bleibt festzuhalten, dass das Thema Digitalisierung und Landwirtschaft 4.0 eine enorme Präsenz in den Fachzeitschriften und auf diversen Veranstaltungen besitzt, es gibt auch kaum ein landwirtschaftsnahes Gremium (Verbände, wissenschaftliche Beiräte, etc.) das sich diesem Thema nicht in Form eines Positionspapieres oder einer Stellungnahme angenommen hätte. Dies darf aber nicht darüber hinweg täuschen, dass der tatsächliche Praxiseinsatz aktuell noch als gering einzustufen ist, insbesondere in kleinstrukturierten Agrarregionen, wie sie in Bayern vorherrschen. Es stellt sich damit die Frage nach den relevanten Akzeptanzhemmnissen.

4. Akzeptanzhemmnisse

Wie bereits beschrieben bleibt der tatsächliche Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft hinter den Erwartungen zurück und es stellt sich die Frage, welche Faktoren dafür verantwortlich sind. Dieses Wissen ist essentiell, wenn es darum geht, Strategien zu entwickeln, um den Einsatz innovativer digitaler Anwendungen zu befördern. Akzeptanzhemmnisse für den Bereich Precision Agriculture bzw. Precision Farming werden zwar seit längerer Zeit mit verschiedenen methodischen Ansätzen untersucht (z. B. BRAMLEY 2009; AUBERT ET AL. 2012), allerdings liegen kaum aktuelle wissenschaftlichen Untersuchungen für Deutschland bzw. Bayern vor. Um diese Lücke zu schließen, wurde eine Medienanalyse durchgeführt. Für die Medienanalyse wurden drei landwirtschaftliche Fachzeitschriften ausgewählt, die das ganze Spektrum der Landwirtschaft behandeln. Dabei wurden als deutschlandübergreifende Zeitschriften «top agrar» und «dlz agrarmagazin» ausgewählt. Weiterhin wurde das «Bayerische Landwirtschaftliche Wochenblatt» analysiert. Als Analysezeitraum wurde die Zeitspanne vom 01.01.2008 bis zum 30.06.2017 festgelegt. Mit einer thematisch bezogenen Key-Wordliste konnten insgesamt 240 Artikel in den drei Fachzeitschriften im Untersuchungszeitraum identifiziert werden. In 46 der insgesamt 240 Fachbeiträge werden Akzeptanzhemmnisse thematisiert. Die Analyse der wissenschaftlichen Literatur ergab folgende Kategorien für die Akzeptanzhemm-

nisse: «Datenhoheit», «Datenschutz», «fehlende Entscheidungsalgorithmen», «fehlende Marktkenntnis», «fehlendes IT-Know-how», «fragliche Wirtschaftlichkeit», «hoher Investitionsbedarf», «Inkompatibilität», «komplizierte Bedienung», «technische Störanfälligkeit», «Unfallgefahr» und «unzureichender Breitbandausbau», die für die Zuordnung genutzt werden. Zu beachten ist, dass in der Mehrzahl der analysierten Artikel mehrere Akzeptanzhemmnisse genannt werden. Um Veränderungen im Zeitverlauf diskutieren zu können, werden die beiden gleichgroßen Zeiträume 2009-2012 sowie 2013-2016 im Folgenden getrennt betrachtet und verglichen.

Die Ergebnisse der Medienanalyse zeigen, dass der *hohe Investitionsbedarf* sowie die damit einhergehende *fragliche Wirtschaftlichkeit* im Zeitraum 2009-2012 ein wesentliches Hemmnis darstellten. Ähnliches gilt für die Hemmnisse *fehlendes IT-Know-how, Inkompatibilität* und *komplizierte Bedienung* (siehe Abb. 4). Bei einem Vergleich der beiden Untersuchungszeiträume fällt auf, dass mit Ausnahme der *Inkompatibilität* sowie *fehlender Entscheidungsalgorithmen* eine gewisse Verbesserung stattgefunden hat, wobei der *hohe Investitionsbedarf* nach wie vor eine große Bedeutung besitzt. *Inkompatibilität* hat tendenziell sogar an Bedeutung gewonnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich im Zuge von Landwirtschaft 4.0 und der damit einhergehenden Vernetzung nicht nur Kompatibilitätsprobleme zwischen Traktor, Bedienterminal und Anbaugerät ergeben, sondern vermehrt zwischen Maschinen bzw. Sensoren und Farm-Management-Informationssystemen sowie Digitalen Plattformen. Anders ausgedrückt, durch die angestrebte Vernetzung ergeben sich heute wesentlich mehr Möglichkeiten für Inkompatibilität und dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Medienanalyse wieder. Zu beobachten ist auch, dass *Datenschutz/Datenhoheit* vor allem in den letzten Jahren thematisiert wurde. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass sogenannte Cloud-Anwendungen sowie Datenplattformen, auf denen Daten unterschiedlichen Ursprungs zusammengeführt werden, noch relativ neu sind. Überraschend ist die geringe Bedeutung des Hemmnisses *unzureichender Breitbandausbau* und damit auch kritisch zu hinterfragen.

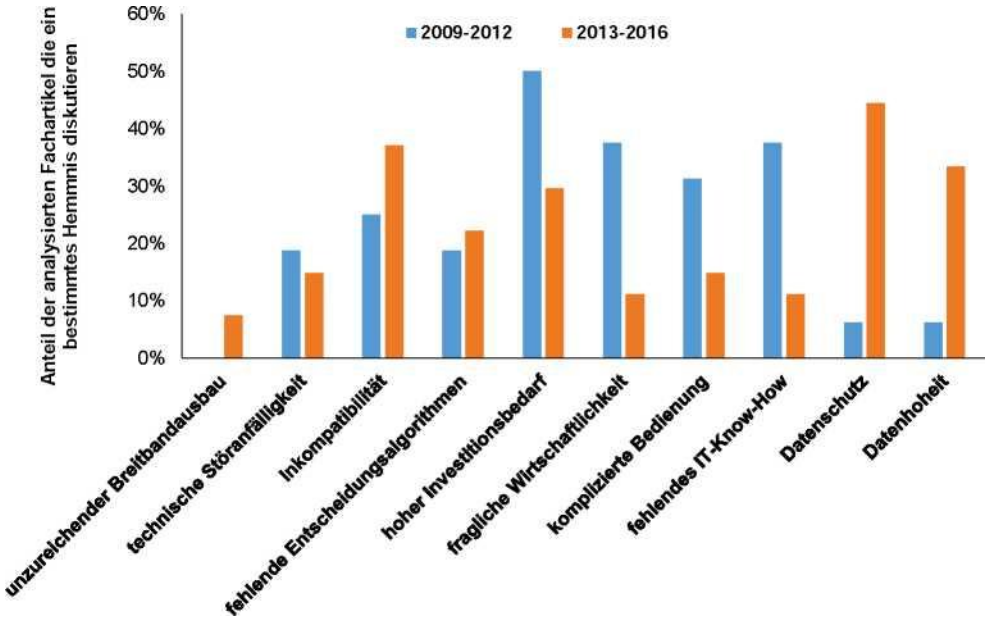


Abb. 4: Medienanalyse zu Akzeptanzhemmnissen

Die dargestellten Ergebnisse der Medienanalyse zu vorhandenen Akzeptanzhemmnissen liefern wertvolle Erkenntnisse für die Branche. Probleme wie *technische Störanfälligkeit, komplizierte Bedienung* sowie *fehlendes IT-Know-how* scheinen abzunehmen. Sowohl auf die Reduzierung von Kompatibilitätsproblemen als auch auf zufriedenstellende Konzepte für Datenschutz und Datenhoheit ist jetzt besonders zu fokussieren. In diesem Kontext scheint es langfristig wichtig, dass ein transparenter Markt für betriebliche Daten entsteht. Landwirtschaftliche Betriebe müssen von der Weitergabe ihrer Daten unmittelbar profitieren, damit Landwirtschaft 4.0 Realität wird. Ein Baustein für einen solchen Markt könnten digitale Datenplattformen sein.

Exkurs: Akzeptanzhemmnis hoher Investitionsbedarf am Beispiel von RTK- Lenksystemen

Am Beispiel von RTK-Lenksystemen zeigt Abbildung 5 exemplarisch die Bedeutung des hohen Investitionsbedarfs für viele Smart-Farming-Technologien. Selbst unter Berücksichtigung des seit dem 01.10.2017 kostenfreien RTK-Korrektursignals von SAPOS (Landwirtschaftlicher Fahrzeugpositionierungsservice: LFPS) ist eine größere Flächenausstattung notwendig, um die Gewinnschwelle zu erreichen. Aus Befragungen (z. B. SCHÖFBECK und GANDORFER, 2012) wird jedoch deutlich, dass Nutzer von Lenksystemen die Aspekte Arbeitsentlastung, höhere Arbeitsqualität und Ausdehnung der Arbeitszeit in die Nacht wesentlich wichtiger einschätzen als die Reduzierung der variablen Kosten. Dies hat zur Konsequenz, dass oftmals auch Betriebe mit geringerer Flächenausstattung in solche Smart-Farming-Technologien investieren.

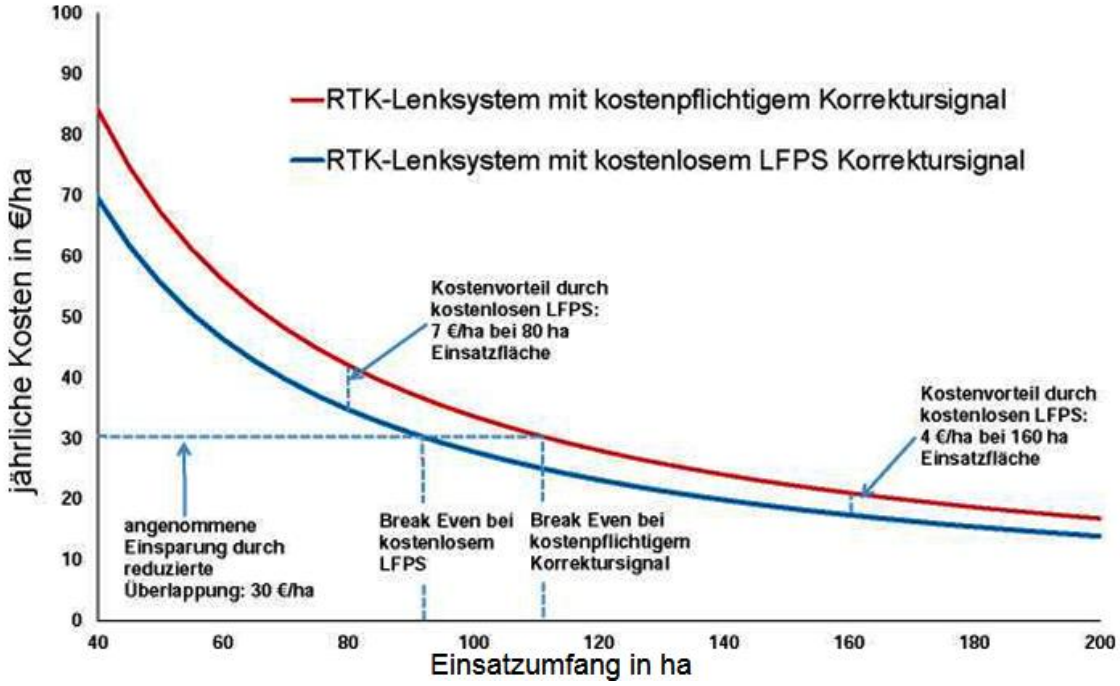


Abb. 5: Break-Even-Analysen RTK-Lenksystem. Quelle: GANDORFER ET AL. (2017)

5. Ausblick: Ansatzpunkte zur Steigerung des Einsatzes von digitalen Technologien in der landwirtschaftlichen Praxis

In welcher Geschwindigkeit und in welchem Umfang digitale Innovationen in der landwirtschaftlichen Praxis eingesetzt werden, wird von vielen Faktoren und Wirkungszusammenhängen determiniert, die weit über die oben dargestellten Akzeptanzhemmnisse hinausgehen. Mit ADOPT (**A**doption and **D**iffusion **O**utcome **P**rediction **T**ool) steht ein Prognosemodell für den landwirtschaftlichen Sektor zur Verfügung, das diese Faktoren und deren Interaktion berücksichtigt (KUEHNE ET AL., 2017). ADOPT prognostiziert dabei die Dauer bis zur Übernahme und den maximalen Verbreitungsgrad von Innovationen in der landwirtschaftlichen Praxis nach der Markteinführung. Die Entwickler des Modells haben es mit sechs in Australien bereits am Markt eingeführten Innovationen (automatische Lenksysteme, Bt Baumwolle, Lupinenanbau, neue Weizensorte, No-Till, Salzbuschanbau) validiert. Die Differenz zwischen vorhergesagtem und tatsächlichem Verbreitungsgrad lag dabei zwischen 0 und 8 %, hinsichtlich des Zeitraums betrug diese Differenz 0 bis 5 Jahre. ADOPT richtet sich insbesondere an Politik, Beratung und Wissenschaft. Durch die Anwendung von ADOPT soll ein besseres quantitatives Verständnis dafür entwickelt werden, welche Faktoren die Einführung von Innovationen in die landwirtschaftliche Praxis beeinflussen. ADOPT berücksichtigt 22 Variablen, die vier Bereichen (siehe Abb. 6) zuzuordnen sind. Die Parametrisierung von ADOPT für eine zu untersuchende Innovation erfolgt über 22 zu beantwortende Fragen. Detaillierte Informationen zu ADOPT finden sich bei KUEHNE ET AL. (2017).

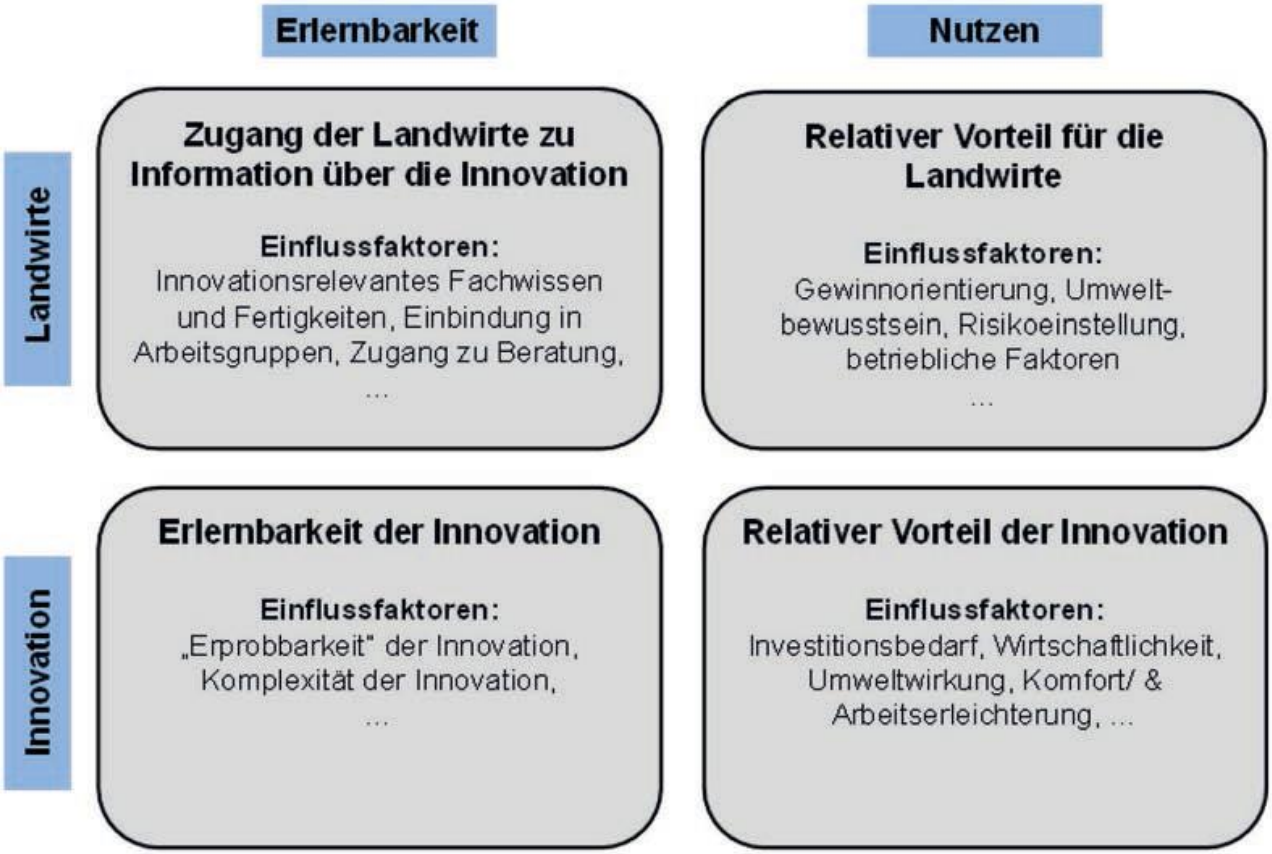


Abb. 6: Theoretischer Rahmen von ADOPT (Adoption and Diffusion Outcome Prediction Tool). Quelle: Abbildung in Anlehnung an KUEHNE ET AL. (2017)

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer beispielhaften Anwendung von ADOPT zur Vorhersage der Einführung und Verbreitung von Sensorsystemen zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung in Bayern dargestellt. Es handelt sich dabei um eine allgemeine nicht produktspezifische Analyse. Entsprechende Technologien sind ungefähr seit dem Jahr 2000 für die Praxis verfügbar. Die Parametrisierung von ADOPT erfolgte mit Hilfe von Literaturangaben sowie mit Informationen aus Expertengesprächen. Die Ergebnisse der ADOPT-Anwendung für Sensoren zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung ergibt, dass für die definierte Ausgangssituation mit einer maximalen Verbreitung von 14 % zu rechnen ist, die 17 Jahre nach Markteinführung erreicht werden sollte (Tab. 1). Ein Vergleich dieser Prognoseergebnisse mit den von ROOSEN und GROß (2017) ermittelten Einsatzumfängen einer teilflächenspezifischen Düngung von etwa 10 % zeigt zwar, dass ADOPT den Einsatzumfang überschätzt, insgesamt ist die Prognosegüte von ADOPT jedoch als sehr gut einzuschätzen. Ausgehend von diesen Ergebnissen stellt sich die Frage, mit welchen Maßnahmen der Verbreitungsgrad umweltschonender Sensorik zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung erhöht werden kann. Diese Frage kann mit Hilfe von Szenario-Analysen bearbeitet werden. In der Ausgangssituation wird bei der dargestellten ADOPT-Anwendung angenommen, dass durch den Einsatz eines Sensorsystems zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung ein „mittlerer» (Arbeits-) Mehraufwand im Vergleich zur üblichen einheitlichen Düngung entsteht. Dieser entsteht beispielsweise (in Abhängigkeit des eingesetzten Systems) durch notwendige Kalibrierungen, evtl. auch durch technische Störungen oder Kompatibilitätsprobleme (vgl. Abschnitt 4 Akzeptanzhemmnisse). Würde es gelingen, diesen Mehraufwand drastisch zu reduzieren, so wie in Szenario 1 (vgl. Tab. 1) dargestellt, dann würde sich der mit ADOPT prognostizierte maximale Verbreitungsgrad von 14 % auf 43 % erhöhen.

Ein weiterer Hebel ist der Investitionsbedarf, der schließlich auch die Wirtschaftlichkeit wesentlich beeinflusst. Wie Szenario 2 zeigt, würde ein reduzierter Investitionsbedarf (von hoch auf mittel) den Verbreitungsgrad von 14 % in der Ausgangssituation auf 38 % beträchtlich erhöhen.

Die Reduzierung des Investitionsbedarfes lässt sich beispielsweise durch eine gemeinschaftliche Beschaffung (Maschinengemeinschaft) erreichen. Deshalb wird die Projektgruppe Digitalisierung der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ein Konzept für den überbetrieblichen Einsatz von Sensoren zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung erarbeiten, erproben und darauf aufbauend einen Leitfaden entwickeln, der einen möglichst einfachen Einstieg in diese Technologie erlaubt.

Tab. 1:

Anwendung von ADOPT auf Sensoren zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung in Bayern

	Ausgangssituation	***Szenario 1: einfachere Handhabung***	***Szenario 2: reduzierter Investitionsbedarf***
Definition der Szenarien*			
Investitionsbedarf *(Frage 14)*	*hoch*	*hoch*	*mittel*
Anwenderfreundlichkeit (Frage 22)	Im Vergleich zur einheitlichen Düngung mittlerer Mehraufwand (z. B. Kalibrierung, etc.)	Im Vergleich zur einheitlichen Düngung kein Mehraufwand	Im Vergleich zur einheitlichen Düngung mittlerer Mehraufwand (z. B. Kalibrierung, etc.)
ADOPT Prognoseergebnisse			
Prognostizierter maximaler Einsatzumfang	14 %	43 %	38 %
Prognostizierte Jahre bis maximaler Verbreitungsgrad erreicht wird	17	16	15

*es werden hier nur die beiden Variablen (der insgesamt 22 Variablen) dargestellt, die sich zwischen den Szenarien unterscheiden

6. Zielsetzung der Projektgruppe Digitalisierung in der Landwirtschaft

Die Projektgruppe Digitale Landwirtschaft wird sich vielen weiteren der im Beitrag aufgeworfenen Fragestellungen widmen und dazu beitragen, dass gerade auch die bayerischen Betriebe an den Vorteilen der Landwirtschaft 4.0 partizipieren können. So beinhaltet das Arbeitsprogramm eine detaillierte Marktanalyse und Bewertung der verfügbaren Technologien vor dem Hintergrund der in Bayern vorherrschenden Strukturen. Besonders vielversprechende Ansätze werden auf den Lehr-, Versuchs- und Fachzentren der LfL sowie auf Pilotbetrieben erprobt und bewertet. Dies gilt auch für Technologien, für die das verfügbare Wissen nicht ausreichend bzw. nicht belastbar ist. Zusätzlich wird sich die Projektgruppe weiterhin mit Akzeptanzhemmnissen auf Seiten der Landwirtschaft sowie mit der gesellschaftlichen Akzeptanz der Digitalisierung in der Landwirtschaft beschäftigen.

7. Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Förderung des Forschungsvorhabens D/17/01.

Literaturverzeichnis

1. AUERNHAMMER, H. (1999). Informationstechnologie in der Landnutzung. AgTecCollec- tion: Institut für Landtechnik TUM / Zeichenbüro, TU München 2009. URL: http://mediatum.ub.tum.de/?id=733135 (abgerufen am 02.10.2017).
2. AUBERT, B. A.; SCHROEDER, A.; GRIMAUDO, J. (2012). IT as enabler of sustainable farm- ing: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. Decision Support Systems, 54, 510-520.
3. BRAMLEY, R. G. V. (2009). Lessons from nearly 20 years of precision agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. Crop and Pasture Science, 60, 197-217.
4. BUROSE, F. (O. J.): Kompetenznetzwerk Ernährungswirtschaft. URL: http://www.ernaehrungswirtschaft.ch/aktuell / aktuell_details/jetzt-werden-die-faeden-auch- interkantonal-gespannt-das-kompetenznetzwerk -ernaehrungswirtschaft -

erweitert-seinen - perimeter-77.html (abgerufen am 26.9.2017).
5. GANDORFER, M.; NOACK, P.O., SCHLEICHER, S. (2017): Kostenloses RTK-Korrektursignal von SAPOS: Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von RTK-Lenksysteme. Erscheint im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt.
6. KUEHNE, G.; LLEWELLYN, R.; PANNELL, D. J.; WILKINSON, R.; DOLLING, P.; OUZMAN, J.; EWING, M. (2017). Predicting farmer uptake of new agricultural practices: A tool for research, extension and policy. Agricultural Systems, 156, S. 115-125.
7. Innovationsinitiative des Leibniz-Forschungsverbunds «Nachhaltige Lebensmittelproduktion & gesunde Ernährung» (2016). Positionspapier der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0. URL:https://www.atb-potsdam.de/ filead-min/docs/Temporaer/170518_Positionspapier_ Landwirtschaft_4.0_f.pdf (abgerufen am 04.10.2017).
8. REICHARDT, M.; JÜRGENS, C. (2009). Adoption and future perspective of precision farm- ing in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. Precision Agriculture, 10, 73-94.
9. ROOSEN, J.; GROß, S. (2017). Agrar- und Ernährungswirtschaft. In: Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (Hrsg.), Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung (S. 175-209). München.
10. ROHLEDER, B.; KRÜSKEN, B. (2016). Digitalisierung in der Landwirtschaft. URL: https://www.bitkom-resarch.de/WebRoot/Store19/Shops/63742557/5819/BD75/5F7A/C381/3D6E/C0A8/2BB A/AC38/Digitalisierung_in_der_Landwirtschaft.pdf (abgerufen am 26.09.2017).
11. SCHÖFBECK, J.; GANDORFER, M. (2012). Lenksysteme. Hohe Zufriedenheit. Neue Landwirtschaft, 6/2012, 50-52.

УДК 631

Хэруугa Т., Гантулга Г., Бямбаа Б.,
Монгольский государственный аграрный университет,
Монгольская академия аграрных наук, Улаанбаатар, Монголия

НАСУЩНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МОНГОЛИИ И ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

В статье представлены стратегические задачи, поставленные Правительством Монголии для решения проблем устойчивого развития сельского хозяйства Монголии. А также актуальность применения и внедрения прогрессивных технологий в сельскохозяйственное производство, в том числе технологий умного сельского хозяйства, геоинформационных систем, спутниковой навигации. В последние годы коллектив Монгольского государственного аграрного университета успешно работает над новыми технологиями по адаптации сельскохозяйственных культур к природно-климатическим изменениям, а также над внедрением достижений биотехнологий и генной инженерии в разведение высокопродуктивных животных. Первые результаты уже достигнуты. Неотложной и актуальной задачей аграрного производства Монголии является применение элементов Четвертой промышленной революции в земледелие и животноводство Монголии и осуществление продуманной политики и мероприятий по освоению новых технологий для расширения производства экологически чистой органической продукции и увеличения ее экспорта, а также охраны и защиты окружающей среды.

Ключевые слова: технология производства, адаптация, умное сельское хозяйство, цифровизация, биотехнология, генная инженерия, Четвертая промышленная революция, устойчивое развитие сельского хозяйства.

1. ПОЛИТИКА, СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МОНГОЛИИ

Парламент Монголии в 2016 году утведил «Концепцию по устойчивому долгосрочному развитию Монголии на период с 2016 по 2030 годы» как базовой документ политики по социально экономическому развитию страны. В этом документе отмечено, что необходимо поддерживать развитие животноводческого сектора, конкурентоспособного на международном уровне, за счет внедрения передовых технологий повышения продуктивности животных, укрепления их качественных характеристик и специфического генетического потенциала. Необходимо проводить политику и осуществлять меры по рациональному использованию и менеджменту пастбищных и кормовых ресурсов, по созданию системы контроля и мониторинга заболеваний животных, соответствующей международным нормам и стандартам. Интенсифицировать развитие земледелия и производства продукции растениеводства, обеспечивающей потребность населения в продуктах питания, при этом уделяя особое внимание повышению плородия почвы, снижению обеднения земельных ресурсов, внедрению прогрессивной экономичной агротехнологии по поддержанию плородия и орошению почвы.

Парламент Монголии утвердил документ «Политика по развитию сельского хозяйства и продовольствия страны на период 2016-2020 гг.», в котором говорится, что политика, проводимая в области селького хозяйства, должна быть направлена на повышение продуктивности производства и конкурентоспособности отрасли.

Кроме того, в 2016 году Правительство Монголии утвердило документ «Политика трехопорного развития». В этом документе четко отмечено, что сельское хозяйство остается одной из приоритетных отраслей экономики страны и будет уделено внимание снабжению населения страны экологически чистыми и безопасными продуктами питания [1], экспорту продуктов животноводческого и земледельческого происхождения за счет развития обрабатывающей промышленности [2] и внедрения технологий Четвертой промышленной революции.

Хотя Правительство Монголии уделяет большое внимание сельскохозяйственному производству, отрасль характеризуется низкой продуктивностью и эффективностью, большим риском, недостаточностью конкурентоспособности; технологии, применяемые в этой отрасли, крайне низки, в основном опираются на природные и биологические ресурсы, исчерпывают их потенциал и оказывают негативное влияние на экологию и природу.

Климатические изменения планеты, происходящие за последные годы, также влияют на экологию и, в конечном счете, на сельскохозяйственное производство и агроиндустрию, вызывают отрицательные последствия в земледелии и животноводстве Монголии. Появляются новые инфекционные заболевания животных, повышается интенсивность деградации пастбищ и эрозия почвы. В таких условиях закономерно ставятся вопросы разработки и внедрения адаптированных, прогрессивных, научно обоснованных технологий и совершенствования менеджмента сельскохозяйственного производства.

Известно, что XXI век является веком научного знания, информационных технологий, биотехнологий и нанотехнологий, определяющих тенденцию развития мирового сообщества. В этой ситуации научно-исследовательские учреждения и высшие учебные заведения аграрного сектора страны должны сконцентрироваться на разработке комплексного научно обоснованного решения актуальных проблем сельского хозяйства Монголии, его устойчивого развития; на фундаментальных и прикладных исследованиях по приоретитным направлениям аграрной науки и экологии; на развитии сельской местности и создании ее инфраструктуры в целом.

2. ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В МИРЕ

Четвертая промышленная революция – процесс, приводящий к изменениям в обществе посредством внедрения технологий, создающих новые отрасли промышленности и кардинально меняющих уже имеющиеся. Примером таких технологий являются виртуальная реальность, искусственный интеллект, облачные технологии, интернет вещей и т. д.

Четвертая промышленная революция плавно вытекает из третьей и происходит с огромной скоростью по сравнению со всеми предыдущими, и подразумевает слияние цифрового/виртуального и физического миров.

Четвертая промышленная революция основывается на следующих технологиях:

- искусственный интеллект и робототехника – создание умных, возможно самообучающихся устройств, способных выполнять практически любую работу;
- интернет вещей (включая облачные вычисления и Big Data) – концепция, подразумевающая подключение огромного числа устройств к сети, их взаимодействие без участия человека, например, всевозможные датчики, с помощью которых контролируется состояние окружающей среды, здоровье человека и животных, процессы производства и т. д.;
- беспилотный транспорт – транспортные средства, передвигающиеся без участия человека по определенно заданным маршрутам или выбирающие маршрут самостоятельно на основе получаемой информации о дорожной обстановке;

- нанотехнологии – создание устройств очень маленьких размеров, организация сети для передачи данных от них. Одним из примеров нанотехнологии являются наносети – сети, использующие клетки организма в качестве транспорта для доставки информации;
- 3D- и 4D-печать – печать каких-либо физических объектов и элементов, начиная от предметов быта, одежды, заканчивая ракетными двигателями, домами и даже человеческими органами.

В целом, Четвертая промышленная революция подразумевает не столько создание новых технологий по отдельности, как использование новых и уже созданных совместно друг с другом, создавая тем самым новые производственные процессы, меняющие представление о предоставляемых услугах и ценности вещей.

Население планеты в 2006 году составляло 6,6 миллиардов человек. Согласно статистике, к 2050 году общая численность населения будет превышать отметку в 9,5 миллиардов. По данным отчета Продовольственной и сельскохозяйственной организации Организации Объединенных Наций, к 2050 году производство продуктов питания должно увеличиться практически на 70 % по сравнению с 2006 г., чтобы прокормить быстро растущее население. Такой показатель может обеспечить постоянное повышение уровня продуктивности сельского хозяйства. При этом особую важность составляет внедрение умного сельского хозяйства.

Перед тем, как перейти к изучению статистики и данных умного сельского хозяйства, следует рассмотреть несколько понятий. С одной стороны, концепция интеллектуального фермерства базируется на использовании большего количества информации для принятия обоснованных решений в сфере сельского хозяйства (big data farming). Такой подход позволяет увеличить объемы производства и прибыль. С другой стороны, «точное земледелие» (precision agriculture) подразумевает тщательный мониторинг динамики и эффективную корректировку урожайности сельскохозяйственных культур. Обе эти концепции крайне важны для понимания сути умного сельского хозяйства, основанного на применении информационных технологий.

На ближайшее десятилетие запланировано увеличение рынка интеллектуального сельского хозяйства в 4 раза. Основой этого роста станут технологические решения. По предварительным данным среднегодовой темп роста умного сельского хозяйства с 2016 по 2026 год составит 11,5 %, что само по себе является впечатляющим стартом. В частности, интеллектуальное фермерство будет расти с переменной, но достаточно высокой скоростью.

Как упоминалось выше, рост продуктивности фермерства является результатом повышенного спроса на умное сельское хозяйство. Более пристальный анализ рынка демонстрирует и другие моменты, которые объясняют необходимость внедрения интеллектуальных технологий. К тому же назрела необходимость более разумного управления животноводством. По мере роста численности населения увеличивается спрос на продовольственные товары. При этом доля первичной рабочей силы (сельскохозяйственных рабочих) снижается. Поэтому интеллектуальное фермерство является наиболее разумным способом поддержать и повысить уровень производительности.

Помимо производительности, главной целью умного сельского хозяйства является повышение эффективности. Добиться желаемого уровня позволит быстрое внедрение в эту отрасль Интернета вещей (IoT). Постепенное внедрение технологических решений позволяет собрать большее количество сельскохозяйственных данных. Это способствует росту производительности и эффективности.

В обозримом будущем аппаратные и программные сегменты рынка станут более утонченными. В конечном итоге это приведет к повышению производительности, устойчивости, надежности и оптимизации сельского хозяйства.

Сельское хозяйство – очень зависимый и уязвимый бизнес. В нем нельзя заранее все предугадать – природа может вмешаться в самый продуманный план и выверенную стратегию. Тем ценнее появление агротехнических стартапов и внедрение инноваций в сельском хозяйстве: люди рискнули и выиграли. И, в конечном счете, от умного сельского хозяйства выиграли все мы.

Традиционные методы фермерства не справятся с растущими потребностями в продовольствии, поэтому фермеры все чаще обращаются к умному сельскому хозяйству. Это единственная отрасль, которая, вероятно, будет расти в будущем.

Умное сельское хозяйство представляет собой современную концепцию ведения сельскохозяйственного производства, базирующегося на внедрении новых технологий: геоинформационных систем, спутниковой навигации, цифровизации процессов создания сельскохозяйственной продукции, обеспечивающих повышение продуктивности и качества при одновременном снижении затрат.

3. НАСУЩНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МОНГОЛИИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

3.1 Изменения природно-климатических условий Монголии и необходимость применения адаптированных технологий в сельском хозяйстве

Географическое расположение, резкоконтинентальный климат и хрупкость экосистемы Монголии все более требуют внедрения и применения современных экологически приемлимых, ресурсосберегающих и адаптированных к природно-климатическим изменениям технологий ведения сельскохозяйственного производства. По данным Международной организации по глобальному изменению климата Монголия по индексам риска занимает 8-е место среди 10 стран мира с высоким риском для земледелия. Интенсивность потепления ($2,4^0$C) в Монголии в 3 раза выше, чем мировая.

Реальные климатические изменения в Монголии сопровождаются следующими негативными и позитивными последствиями. Увеличилось количество суток без заморозков (на 9-15), что создает благоприятные условия улучшения теплоснабжения и тем самым увеличивает количество культур, выращиваемых в условиях Монголии. Также увеличилось количество осадков в зимний период (на 20-25 %) в некоторых регионах Монголии, что дает хорошие условия влагоснабжения во время выращивания. Но все-таки негативное влияние климатических изменений на экосистему Монголии превосходит позитивное. Последствием изменения климатических условий Монголии явилось увеличение эрозии и разрушения почвы в 7-25 раз по сравнению ожидаемым; гумусовый состав почвы снизился на 37-52 %. Поэтому неотложными задачами земледелия Монголии являются разработка и внедрение адаптированных к климатическим изменениям технологий.

Основными направлениями адаптивно-ландшафтной системы земледелия являются: разработка засухо- и болезнеустойчивых скороспелых сортов различных культур; создание системы по производству высокачественных семян акклиматизированных сортов; внедрение комбинированной ресурсосберегающей технологии и нулевой обработки почвы; улучшение плодородия почвы и увеличение урожая за счет применения минеральных и органических удобрений; использование соответсвующих севооборотов; разработка и применение технологий орошения.

3.2 Необходимость и возможность развития умного земледелия в Монголии

Концепция интеллектуального фермерства базируется на использовании большого количества информации для принятия обоснованных решений в сфере сельского хозяйства (big data farming). Такой подход позволяет увеличить объемы производства и прибыль. С другой стороны, «точное земледелие» (precision agriculture) подразумевает тщательный мониторинг динамики и эффективную корректировку урожайности сельскохозяйственных культур. Обе эти концепции крайне важны для понимания сути умного сельского хозяйства, основанного на применении информационных технологий.

Поэтому, исходя из вышесказанного, актуальным является осуществление тщательно продуманной и научно обоснованной политики и мер по применению и внедрению умного земледелия, опирающегося на имеющиеся уже ресурсы и опыт по производству экологически чистых, безопасных органических продуктов питания. Имеется возможность и потребность внедрения интеллектуальных технологий в земледелии для увеличения про-

изводства высококачественных культур и повышения продуктивности земледелии за счет сокращения затрат и оптимального использования имеющихся ресурсов. Для перехода к умному земледелию надо осуществить следующий взаимоувязанный комплекс мероприятий:

– *почвозащитные агроландшафтные технологии* (применение усовершенствованных методов обработки почвы, нулевые технологии, мульчирование, разумное применение минеральных и органических удобрений);

– *севообороты для повышения продуктивности земледелия* (внедрение севооборотов с 3-5 культурами, увеличение сроков и видов культур в севообороте, в частности, бобовых, кукурузы, подсолнечника, а также увеличение сидератов);

– *орошаемое земледелие:* (научно обоснованный выбор видов и сортов культур для орошаемого земледелия, обеспечение земельных ресурсов дополнительной влагой, совершенствование дренажно-коллекторной системы, повышение водопользования, регулирование поверхностного стока и создание запасов воды в водохранилищах, переход к более засухоустойчивым сортам и культурам);

– *введение новых культур, приемлемых в условиях позитивных изменений климата Монголии:* (имеются возможности введения новых культур: полевых, масличных, технических, овощных и силосных в связи с удлинением безморозного периода на 9-15 суток);

– *замена влаголюбивых культур на засухо- и морозоустойчивые:* (посев засухоустойчивых культур. Уже имеется возможность повысить урожай на 25-50 % за счет создания новых засухоустойчивых экологически адаптированных и высокопродуктивных культур в Монголии);

– *технология земледелия защищенного грунта:* (создание и внедрение новых ранне-, средне- и позднеспелых высокопродуктивных, болезнеустойчивых сортов и гибридов тепличных культур в земледелии защищенного грунта);

– *технология эффективного применения минеральных и органических удобрений в полевых севооборотах:* (обеспечивает рациональное применение удобрений как основное средство повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур);

– *производство семян высокопродуктивных и качественных культур:* (качество семян и снабжение семенами высокоурожайных и адаптированных культур; внедрение технологий аэропоники и гидропоники; выращивание микроплодов в беспочвенных условиях);

– *точное земледелие*, включающее использование систем спутникового мониторинга транспорта, навигации и автопилотирования сельскохозяйственной техники, мобильных метеостанций, спутниковых снимков полей, картирования урожайности, сканирование почвы, информационную платформу оперативного спутникового мониторинга состояния посевов, внедрение в работу дронов, параллельное вождение, дифференцированное внесение удобрений и обработки агрохимикатами.

В последние годы научные сотрудники НИИЗиР успешно и достойно проводят экспериментальные работы по внедрению современных высокоэффективных технологий в земледелии, разрабатываюся и создаются новые сорта различных культур, в т. ч. зерновых, адаптированых к природно-климатическим условиям Монголии.

3.3 Стратегия адаптации животноводства Монголии к изменениям климата:

– *внедрение и применение новых прогрессивных технологий разведения животных* (четкое определение и описание специфических, полезных генотипов Монгольского стада и широкое их применение в селекционной работе, а также внедрение достижений биотехнологий и генной инженерии в разведении и производстве высопродуктивного скота);

– *внедрение прогрессивных технологий по производству кормов*: (создание новых кормовых культур, адаптированных к природно-климатическим условиям различных зон и экотипов Монголии и разработка агротехнологии по выращиванию этих культур, а также производство премиксов и кормовых добавок для животных);

– *маточное свиноводство и птицеводство:* (автоматизированная система по контролю и регулированию микроклимата и процессов производства, минимализация рисков выращивания репродукционных яиц и поросят);

– *рациональный менеджмент отходов:* (разработка технологий по производству биоудобрений и биогазов из отходов животноводства и их внедрение в практику);

– *регистрационно-мониторинговая система животных и система поддержки продажи продуктов животного происхождения:* (создание системы по слежению за животными; системы логистики поставки продуктов и сырья; развитие рынка органических и географически индексированных продуктов; RFID - метки, внедряемые животным, обеспечивают выполнение зооветпротоколов, автоматический сбор информации о работе с поголовьем, при этом обеспечивается индивидуальный подход к каждой единице скота);

– *система ветеринарно-санитарных услуг:* (разработка и внедрение стратегии по профилактике, мониторингу и оздоровлению по зонам от паразитарных, заразных и особо опасных болезней животных; подтверждение и установление зон, свободных от заразных болезней, рекомендованных Всемирной организацией здоровья животных; увеличение экспорта мяса; создание систем комплексного менеджмента и мониторинга ветеринарно-санитарно-гигиенических услуг);

– *разумное использование и менеджмент пастбищ:* (коренное улучшение пастбищ, защита и реабилитация растительного покрова, развитие кормовой базы, разработка систем управления пастбищами и механизмов рационального выпаса животных).

4. ВЛИЯНИЕ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ НА СЕЛЬСХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО МОНГОЛИИ

Из сказанного в главе 2 вытекает, что на сегодняшный день актуальным становится внедрение и освоение современных технологий умного сельского хозяйства, которые уже применяются в развитых странах мира.

1. Создание фабрик по производству различных культур (plant factory): создание благоприятных условий с помощью автоматического регулирования питательных веществ, воздухообмена, влаго- и теплообеспечения выращиваемых культур в специально оборудованных закрытых сооружениях для снабжения потребителей свежими продуктами круглый год.

2. Применение новейших достижений информационных технологий, электроники и мехатроники для контроля и управления процессами созревания культур и выращивания животных с помощью различных автоматических сенсоров.

3. Вертикальное земледелие: особенность вертикального фермерства состоит в том, что полученный урожай потребляется непосредственно после сбора, что дает хорошие условия по снабжению городского населения свежими продуктами.

4. Внедрение и распространение умного сельского хозяйства: (пропаганда преимуществ умного земледелия, в частности, по предоставлению возможности дистанционного определения таких параметров как состояние плодородия почв, недостаток питальных веществ, распространение различных заболеваний культур и других важных агротехнологических показателей земледелия с разумным применением пестицидов).

5. Развитие и укрепление семенного хозяйства новых сортов: (благодаря использованию беспочвенной технологии (аэропоники), производство безвирусных микроклубней элитных сортов картофеля увеличилось в два раза по сравнению с 2014 годом. Возможно обеспечить нужды в семенном картофеле за счет использования системы TYAA: G2).

6. Модернизация систем наблюдения и метеорологических служб: (улучшение системы раннего предупреждения, разработка кратко- и долгосрочных прогнозов погоды, в т. ч. информации о снежнем покрове, влажности почвы, биомассе и изменении видового состава пастбищной растительности; об изменениях температуры поверхности почвы и обеспечение доступа к этим данным фермеров и сельхозпроизводителей).

7. Применение мутационной технологии и генной инженерии в селекции и разведении культур: (С 1930-х годов с целью ускорения процесса выведения и отбора растений с новыми ценными агрономическими признаками применяются методы мутационной селекции, опирающиеся на генетический состав самого растения и копирующие естественный процесс спонтанной мутации. Мутационная селекция основана на индуцировании мутаций и обнаружении мутаций. Она обладает множеством сравнительных преимуществ: это экономичная, быстрая, проверенная и надежная методика. Эта технология является передаваемой, широко применяемой, неопасной и безвредной для окружающей среды. Научные сотрудники НИИРиЗ Монголии уже работают над выведением и отбором мутантных образцов для создания новых сортов яровой пшеницы с высокой урожайностью, засухоустойчивостью, жаростойкостью, устойчивостью к болезням и вредным организмам. Были исследованы 11046 мутантных образцов и выявлены 2523 генотипов с ценными хозяйственными признаками методом мутационной селекции. Использание химического мутагена в селекции яровой пшеницы доказано на практике и дает возможность создания селекционного материала и сортов пшеницы с высокой урожайностью и устойчивостью к био- и абиотическим стрессорам. В 2010 году началось исследование 7В-1 мутанта томата с ЦМС для получения гетерозисных семян).

8. Внедрение растительной биотехнологии, которая направлена на формирование коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растений, совершенствование селекционного процесса и создание новых форм, а также обеспечение потребностей медицины в возобновляемом фитосырье и биологически активных веществах растительного происхождения: (профессорским коллективом Института биотехнологии и животноводства МГАУ впервые успешно проведены эксперименты по генной трансплантации растений и получены первые трансгенные растения люцерны в Монголии).

9. Освоение и внедрение технологии трансплантации эмбрионов и оплодотворения вне организма для разведения животных: (в последние годы сотрудники Института биотехнологии и животноводства успешно проводят эксперименты по трансплантации эмбрионов и оплодотворению вне организма в разведении высокопродуктивных животных и уже получен первый молодняк).

10. Автоматизация трудоемких процессов животноводческого производства: (система автопоилок животных в местах, удаленных от колодцев, разработана исследователями Инженерно-технологичесного института МГАУ. Внедрение дистанционного автоматизированного контроля и управления за производственным процессом интенсивного животноводческого фермерства. Внедрение полного комплекса решений по автоматизации и обработке информации, который гарантирует точное управление технологическими процессами и тщательный контроль эффективности производства, качества продукции и соблюдения мер безопасности.

11. Тщательное изучение и исследование уникальных свойств и характеристик особо ценных природных и биологических ресурсов растительного и животного происхождения и тем самым расширение поставки конкурентоспособных оздоровительных и целительных продуктов органического происхождения на мировой рынок.

Таким образом, неотложной и актуальной задачей аграрного производства Монголии является внедрение и применение определенных элементов Четвертой промышленной революции в земледелии и животноводстве Монголии; осуществление продуманной политики и мероприятий по освоению технологий умного сельского хозяйства, что представляет большую возможность обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства; расширение производства экологически чистой органической продукции и увеличение ее экспорта; охрана окружающего среды.

Библиографический список

1. «Монгол Улсын тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлал-2030», Монгол Улсын их хурлын 2016 оны 19 дүгээр тогтоолын хавсралт.

2. «Монгол Улсын Засгийн газрын 2016-2020 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр», Монгол Улсын их хурлын 2016 оны 45 дугаар тогтоолын хавсралт.
3. «Гурван тулгуурт хөгжлийн бодлого», Монгол Улсын засгийн газрын 2018 оны 43 дугаар тогтоолын хавсралт.
4. «Төрөөс хүнс, хөдөө аж ахуйн талаар баримтлах бодлого» 2016-2025. Монгол Улсын их хурлын 2015 оны 104 дүгээр тогтоолын хавсралт.
5. Жорген Рандерс, Даян дэлхийн тухай ирэх дөчин жилийн таамаглал /A Global Forecast for the Next Forty Years/:2052, Орчуулгын хэвлэл. Улаанбаатар хот, 2018 он.
6. Thembeka Zengele, The Future of Agriculture in the 4th Industrial Revolution, Published on June 5, 2017. http://www.manstratais.co.za/MAISArticles.aspx?mid=05.
7. Paul Turner, Is data the fourth revolution for agriculture? Towards Data Science. Sharing concepts, ideas, and codes. https://towardsdatascience.com/@paul_agdna.
8. James C. Collins, Jr., Agriculture and the Fourth Industrial Revolution: Building a Smarter, More Sustainable Food System, http://www.dupont.com/corporate-functions/sustainability.html.
9. Н.Баярсүх, бусад «Газар тариалангийн салбарыг тогтвортой хөгжүүлэх шинжлэх ухааны үндэслэл бүхий шийдлүүд» Үндэсний хөгжлийн газраас зохион байгуулсан хэлэлцүүлгийн эмхтгэл. Улаанбаатар хот. 2017 он.
10. Я.Мягмарсүрэн бусад «Уур амьсгалын өөрчлөтөд дасан зохицсон Ухаалаг газар тариаланг хөгжүүлэх асуудалд», Уур амьсгалын өөрчлөлт-хөдөө аж ахуй сэдэвт эрдэм шинжилгээ-үйлдвэрлэлийн байга хурлын эмхтгэл. Дархан хот. 2015 он.
11. Takemi Machida, «Progress and Innovation in Intelligent Agriculture in Japan» proceedings of the International conference held in Ulaanbaatar. 2015.
12. «Уур амьсгалын өөрчлөлтийн үндэсний хөтөлбөр» 2011 он.
13. Мижиддорж Ж., «Тариаланг экологижуулж дасан зохицох чадварыг дээшлүүлэх технологийн үндэс», Дархан 2011 он.
14. Мижиддорж Ж. «Монгол орны экосистем түүний тулгамдсан асуудал», Дархан 2014.

Kheruuga T., Gantulga G., Byambaa B.,
Mongolian University of Life Sciences (MULS),
Mongolian Academy of Agrarian Sciences (MAAS), Ulaanbaatar, Mongolia

CURRENT PROBLEMS AGRICULTURE SECTOR DEVELOPMENT OF MONGOLIA AND FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

In this article presented strategic goals and policy realizing by the Government of Mongolia and current issues and challenges of agriculture sector development of Mongolia. Here after presented, the needs and relevance of application and transfer of the modern and advanced technologies in agriculture production, in particularly application of smart farming, and precition agriculture as well as digitalization, remote sensing and geoinformation system application. In the recent years researchers of MULS are activily working on developing climate change adaptation technology, application of the latest achievements of biotechnology and genetic engineering in selection of the short matured, heat and disease tolerant and high yield plants and in animal breeding of high productive livestock and very first promising results are achieved. The urgent and current issues of agriculture sector development of Mongolia are application and introduction of sertain elements of the Fourth industrial revolution in livestock and plant production sector of Mongolia, which enables favorable conditions of sustainable agriculture development, and increase productivity and effectiveness of the clean and organic products to supply population in safe and secure farm products.

Keywords: agriculture production technology, climate change adaptation technology, smart farming, precition farming, digitalization, biotechnology, genetic engineering Fourth industrial revolution, agriculture sustainable development.

Секция 1

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, БАЗ ДАННЫХ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 636.03, 004.42

Лукьянов Б.В.[1], Лукьянов П.Б.[2],
[1] Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва,
[2]Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва

МОДИФИКАЦИЯ НОРМ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ В ПРОГРАММАХ «КОРАЛЛ»

В статье рассматриваются способы повышения качества расчета рационов для сельскохозяйственных животных посредством реализации механизма точной настройки норм кормления под индивидуальные особенности животных, их породность и способы содержания с использованием программного комплекса «КОРАЛЛ – Кормление».

Ключевые слова: расчет рационов, определение норм кормления, оптимизация кормления, коррекция норм, модификация норм, породность, условия содержания.

В программах «КОРАЛЛ – Кормление» нормы кормления рассчитываются под индивидуальные характеристики животных на основании данных справочников и методических Руководств по кормлению, которые составлены, как правило, по усредненным характеристикам и условиям содержания животных. Для учета породности, индивидуальных особенностей животных и условий их содержания (что способствует повышению точности определения нормы кормления и улучшению качества кормления), в программах «КОРАЛЛ» реализованы функции «Коррекция норм кормления» и «Модификация норм кормления под условия содержания и породность животных».

Коррекция норм кормления

Функция «Коррекция норм кормления» предоставляет Пользователю возможность корректировать рассчитанные программой нормы или заменять их «собственными». При этом всегда сохраняется возможность вернуться к нормам, рассчитываемым программой.

При использовании функции в окне «Выбор кормов и расчет» появляется кнопка «Нормы кормления», и коррекция норм выполняется следующим образом.

1. Щелчком на кнопке «Нормы кормления» вызывается диалоговое окно «Коррекция норм кормления» (рисунок 1).
2. Для коррекции нормы по какому-либо компоненту питания строка с наименованием компонента выделяется курсором и в столбец «Норма задаваемая» вводится требуемое значение нормы. Операция повторяется для всех компонентов питания, которым требуется корректировка нормы.
3. Для сохранения введенных норм с целью их последующего использования служит кнопка «Сохранить», щелчком на которую вызывается окно «Сохранение норм».
4. В окне «Сохранение норм» нужно дать название сохраняемым нормам и ввести фамилию специалиста, скорректировавшего нормы.
5. Для использования сохраненных норм перед расчетом в окне «Выбор кормов и расчет» следует щелкнуть на кнопке «Нормы кормления», а затем на кнопке «Загрузить» (рисунок 1). Далее из списка ранее подготовленных норм выбирается нужный набор, который будет использован программой при расчете рациона.

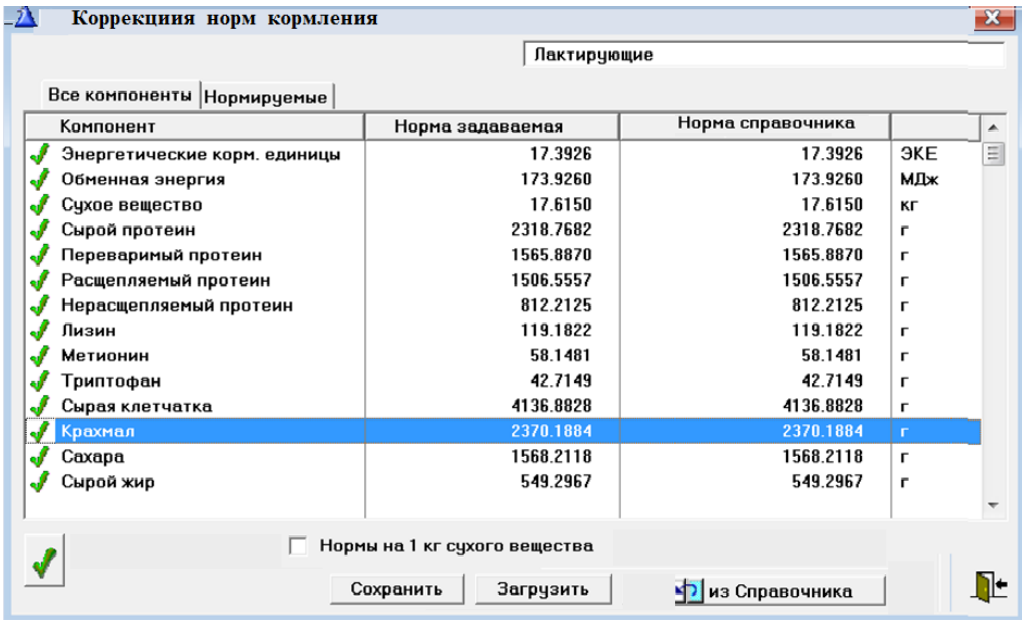


Рисунок 1 – Окно коррекции норм кормления (пример для лактирующих коров)

Таким образом, всегда имеется возможность изменить нормы и, сохранив их, многократно использовать скорректированный вариант. Программа позволяет подготовить и использовать любое требуемое количество различных наборов скорректированных норм.

Модификация норм под условия содержания и породность животных

Разные условия содержания и породные особенности могут существенно влиять на потребность животных в питательных веществах. Учет при расчете рационов реальных данных по породности и содержанию животных служит улучшению качества кормления и повышению эффективности эксплуатации животных. В программах «КОРАЛЛ – Кормление», помимо возможности индивидуальной коррекции норм для отдельных животных (рисунок 1), имеется функция модификации норм кормления под условия содержания и породность животных, охватывающая группы животных.

Реализуется эта функция с помощью модуля «Модификация норм кормления под условия содержания и породность животных».

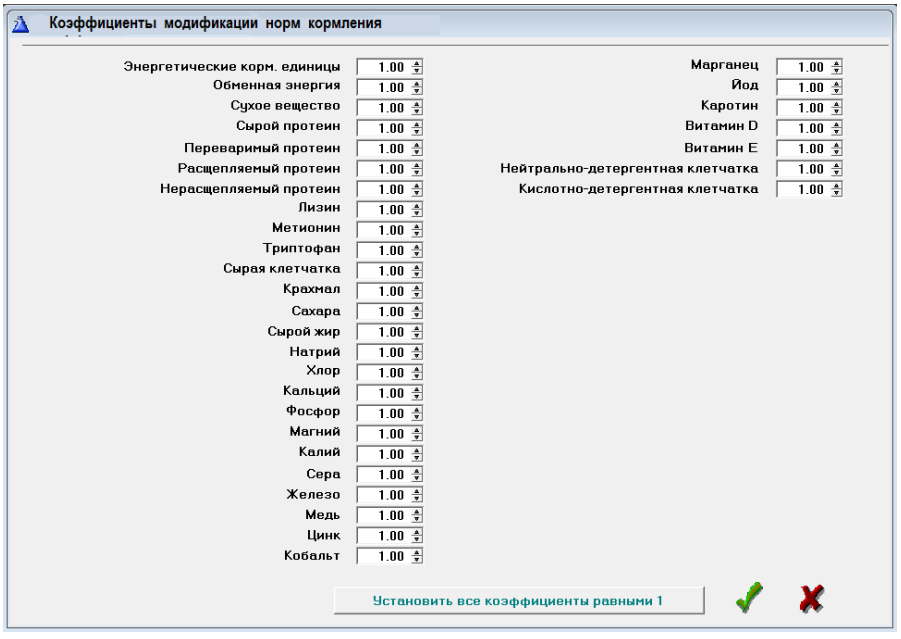


Рисунок 2 – Фрагмент справочника «Коэффициенты модификации норм кормления под условия содержания и породность животных» (на примере молочного скота)

В разделе «Справочники» программы появляется новый справочник «Коэффициенты модификации норм кормления под условия содержания и породность животных», в котором Пользователь для разных условий содержания и породности животных может задать коэффициенты коррекции типовых норм по каждому из компонентов питания (рисунок 2). Созданному набору корректирующих коэффициентов (модификации) Пользователь дает наименование, по которому требуемая модификация может быть вызвана перед расчетом рациона для автоматической коррекции норм кормления.

На рисунке 3 приведена копия экрана, отображающая созданную Пользователем модификацию ЛАК-1 нормы кормления для лактирующих коров. Из приведенной таблице видно, что относительно типовой нормы кормления (норма по использованному в программе справочнику) изменены значения суточной потребности коров в энергии, сыром протеине и сырой клетчатке.

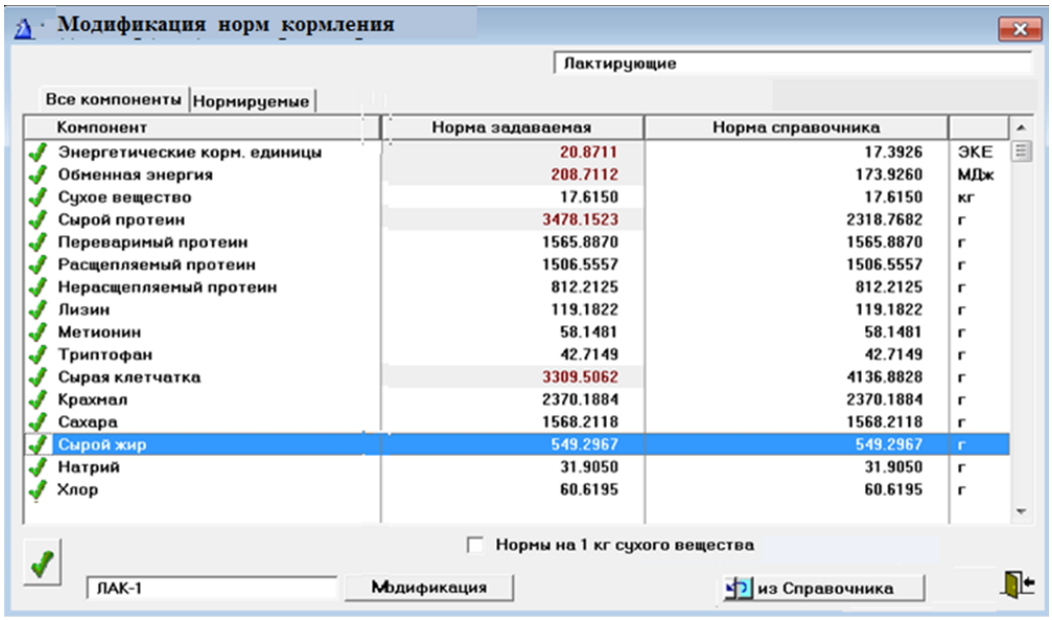


Рисунок 3 – Пример модификации норм кормления под условия содержания и породность животных для лактирующих коров

Библиографический список

1. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Оптимизация рационов с учетом неопределенности норм кормления //Эффективное животноводство. – 2017. – №9, – С. 32–35.
2. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Руководство Пользователя по компьютерным программам КОРАЛЛ: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2015.
3. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Управление использованием биологических активов в животноводстве. // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2017, – № 1.

Lukyanov B.V.[1], Lukyanov P.B.[2],
[1]Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A.Timiryazev, Moscow,
[2]Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

MODIFICATION OF ANIMAL FEEDING STANDARDS IN CORALL PROGRAMS

The article discusses ways to improve the quality of the calculation of rations for farm animals through the implementation of the mechanism for fine-tuning the feeding rates for the individual characteristics of animals, their breed and methods of keeping using the software complex «CORALL – Feeding».

Keywords: calculation of diets, the definition of feeding rates, optimization of feeding, correction standards, modification of norms, breed, conditions of detention.

УДК 519.816: 004.822

Загорулько Ю.А. [1,2], *Загорулько Г.Б.* [1,2], *Тихонов Н.И.* [2],
[1] *Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,*
[2] *Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск*

КОМПЛЕКСНАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР В СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

Рассматривается подход к организации комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях. Такая поддержка выполняется на трех уровнях: концептуальном, информационном и компонентном. Первый уровень обеспечивается онтологией поддержки принятия решений, второй уровень – специализированным интернет-ресурсом, содержащим систематизированную информацию об области знаний «Поддержка принятия решений», третий уровень – репозитарием реализованных методов поддержки принятия решений.

Ключевые слова: интеллектуальная система поддержки принятия решений, слабоформализованная предметная область, комплексная поддержка процесса разработки СППР, онтология.

В настоящее время проблема обеспечения поддержки принятия решений в слабоформализованных предметных областях (СФПО) становится все более актуальной, так как именно в них принимаются наиболее важные решения. Для таких областей характерно отсутствие строгих математических моделей и преобладание декларативных описаний. В СФПО используется преимущественно качественная информация, а количественные данные, как правило, представлены недоопределенными или нечеткими значениями.

Для решения указанной выше проблемы создаются интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР) [1–5]. Однако разработка таких систем является очень трудной задачей, поскольку современные инструментальные средства разработки СППР либо не применимы к слабоформализованным предметным областям, либо практически недоступны из-за высокой стоимости.

Другой проблемой, сильно затрудняющей создание интеллектуальных СППР, является необходимость обеспечить совместную работу специалистов разного профиля, участвующих в разработке СППР. Таковыми являются программисты, инженеры знаний, владеющие методами представления знаний и поддержки принятия решений, а также эксперты той области знаний (ОЗ), для которой создается интеллектуальная СППР.

В Институте систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН предложена концепция комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных областях [6, 7], которая предполагает поддержку разработчиков СППР на всех этапах ее создания, включая концептуальную, информационную и компонентную поддержку (см. рисунок 1).

Концептуальная поддержка состоит в том, что все группы специалистов, участвующих в разработке интеллектуальной СППР (инженеры знаний, программисты, эксперты в предметной области), обеспечиваются единой системой понятий. В предложенной концепции для этих целей используется онтология области знаний «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях» [8].

Информационная поддержка обеспечивается информационно-аналитическим интернет-ресурсом по поддержке принятия решений (ИАИР ППР), снабжающим разработчиков СППР всей необходимой информацией о конкретных методах ППР, классах задач, решаемых этими методами, возможностях и ограничениях каждого из них и пр.

Компонентная поддержка заключается в том, что разработчикам СППР (программистам) предоставляется непосредственный доступ к реализациям методов поддержки принятия решений (ППР) в виде сервисов, собранных в специальном репозитарии.



Рисунок 1 – Схема комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР

В качестве концептуального базиса поддержки разработки ИСППР используется система взаимосвязанных онтологий – онтологии области знаний «Поддержка принятия решений слабоформализованных предметных областях» (ППР СФПО), онтологии научных информационных ресурсов и онтологии задач и методов. Эти онтологии строятся на основе представительного набора базовых онтологий, составляющих знаниевый компонент технологии создания интеллектуальных научных интернет-ресурсов, разработанной в ИСИ СО РАН [9]. Так, онтология области знаний ППР СФПО строится на основе онтологий научного знания и научной деятельности, онтология научных информационных ресурсов – на основе базовой онтологии информационных ресурсов, а онтология задач и методов – на основе базовой онтологии задач и методов и онтологии сервисов.

При этом онтология задач и методов выделяется в отдельную онтологию ввиду особой важности для любой научной области знаний понятий «Задача» и «Метод». Эта онтология служит для детального описания решаемых в рассматриваемой ПО задач и существующих для их решения методов.

Методы решения задач реализуются с помощью соответствующих сервисов, которые могут реализовываться как в виде локальных сервисов, так и в виде web-сервисов. Для того, чтобы web-сервисы можно было использовать из внешних приложений, они снабжаются стандартизированным описанием. Это позволяет описывать в однозначной поддающейся машиной обработке форме не только интерфейс сервиса (в терминах типов входных и выходных данных), но и его семантику, т. е. то, что сервис делает, указывать его связи с понятиями других онтологий, задавать ограничения на область применения и т.п. Использование стандартизированного семантического описания сервисов позволяет обеспечить содержательный доступ к ним как пользователей, так и программных агентов, а также создает возможность композиции из них новых сервисов с целью получения функциональности, требуемой для решения новых сложных задач.

Важную роль в концептуальном базисе играет понятие «Информационный ресурс». Для описания информационных ресурсов используется специальная онтология, в которой задается типизация ресурсов, их свойства, а также отношения, связывающие ресурсы с сущностями остальных рассмотренных онтологий.

Как было сказано выше, информационная поддержка разработчиков СППР обеспечивается информационно-аналитическим интернет-ресурсом по поддержке принятия решений, для создания которого использовалась упомянутая выше технология построения интеллектуальных научных интернет-ресурсов [9]. ИАИР ППР представляет собой доступную через Интернет информационную систему, интегрирующую и систематизирующую знания и информационные ресурсы области знаний «Поддержка принятия решений в слабоформализованных областях» и разработанные в рамках этой области средства обработки и анализа информации, а также обеспечивающую удобную навигацию по контенту ИАИР ППР и содержательный поиск необходимой информации.

Пользователь может осуществлять навигацию по контенту ИАИР ППР, используя в качестве проводника дерево понятий онтологии, автоматически построенное на основе отношения «общее-частное». При этом обеспечивается возможность выбора объекта любого понятия (класса), его детального просмотра, а также перехода к другим объектам, связанным с данным отношениями, заданными в онтологии. Если в описании объекта содержатся ссылки на информационные ресурсы или web-сервисы, пользователь может просмотреть их описания и перейти на выбранный ресурс или исполнить нужный ему web-сервис.

Компонентная поддержка процесса разработки интеллектуальных СППР обеспечивается репозитарием (библиотекой) готовых к использованию методов принятия решений вместе с методикой и средствами их исполнения и композиции. Данный репозитарий разработан в соответствии с онтологией ППР СФПО и с использованием сервис-ориентированного подхода, что упрощает включение в него имеющихся в свободном доступе готовых реализаций методов. Спецификация методов в виде сервисов позволяет снять ряд проблем, связанных с различием платформ, на которых разрабатывались методы, стандартов, форматов данных, удаленным размещением этих методов. Использование стандартизированных интерфейсов обеспечивает интеграцию методов при решении сложных задач.

Репозитарий включает представительный корпус методов ППР, организованный на основе онтологии. Он обеспечивает возможность исполнения любого интегрированного в него метода с передачей ему данных и просмотром результатов его работы. При этом сами методы могут быть физически развернуты на удаленных машинах и от пользователя будут скрыты детали их распределенной работы.

При работе с репозитарием пользователю не требуется изучать дополнительное программное обеспечение, форматы описания и команды запуска методов, способы передачи данных между отдельными компонентами разрабатываемой системы и т.п. Во многих случаях ему будет достаточно свести исходную задачу к одной или нескольким задачам известных классов, для которых существуют готовые методы.

В случае, когда разработчик испытывает затруднения при выборе необходимых методов, он может воспользоваться интегрированной в ИАИР ППР экспертной системой, которая на основе представленной разработчиком информации о предметной области СППР и решаемых ею задачах предложит ему наиболее подходящие методы поддержки принятия решений, реализации этих методов (при наличии), а также схему применения этих методов в СППР, вспомогательные сервисы и соответствующие элементы пользовательского интерфейса.

Например, для поддержки решения задач медицинской диагностики будут предложены сервисы для задания пользователями симптомов диагностируемого заболевания и машины вывода, работающие на экспертных правилах. В то же время для решения классических задач принятия решений – многокритериального выбора из ограниченного множества альтернатив – будут предложены сервисы для построения анкет-опросников, проведения анкетирования и обработки его результатов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-07-00569 «Методы и средства комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях на основе сервис-ориентированного подхода и технологий Semantic Web».

Библиографический список
1. Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. Эдиториал УРСС, 2001.
2. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений, 2009. – №2. – С. 45–57.
3. Массель Л.В., Массель А.Г. Технологии и инструментальные средства интеллектуальной поддержки принятия решений в экстремальных ситуациях в энергетике // Вычислительные технологии. – 2013. – Т.18. – Специальный выпуск. – С. 37–44.
4. Черняховская Л.Р., Старцева Е.Б., Муксимов П.В., Макаров К.А. Поддержка принятия решений при управлении сложными производственными системами на основе онтологической базы знаний // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2007. – Т. 9. – № 7. – С. 41-45.
5. Foster D., McGregor C., El-Masri, S. A survey of agent-based intelligent decision support systems to support clinical management and research. Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. 2005. Retrieved from http://www.diee.unica.it/biomed05/pdf/W22-102.pdf
6. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Проблемы комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2016. – № 3. – С. 115-125.
7. Загорулько Г.Б., Загорулько Ю.А. Подход к организации комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы VI междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 18-20 февраля 2016 года) / под ред. В.В. Голенкова. – Минск: БГУИР, 2016. – С. 61–64.
8. Загорулько Г.Б. Разработка онтологии для интернет-ресурса поддержки принятия решений в слабоформализованных областях // Онтология проектирования. – 2016. – Т. 6. – №4 (22). – С. 485–500.
9. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Боровикова О.И. Технология создания тематических интеллектуальных научных интернет-ресурсов, базирующаяся на онтологии // Программная инженерия. – 2016. – № 2. – С. 51–60.

Zagorulko Yu.A. [1,2], *Zagorulko G.B.* [1,2], *Tikhonov N.I.* [2],
[1] *A.P. Ershov Institute of Informatics Systems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk,*
[2] *Novosibirsk State University, Novosibirsk*

INTEGRATED SUPPORT OF THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT DSS IN WEAKLY FORMALIZED DOMAINS

The paper presents the approach to organization of an integrated support of developing intelligent decision support systems in weakly formalized domains. In accordance with the approach such support includes conceptual, information and component levels. The conceptual level is provided by the ontology of decision support (DS) domain. The information level is supported by online Internet resource presenting detailed information about DS domain. The component support is provided by the library which contains implementations of DS methods.

Keywords: intelligent decision support system, weakly formalized subject domain, complex support of process of DSS development, ontology.

УДК 026.06

Редькина Н.С., Шевченко Л.Б.,
Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ И БИБЛИОТЕКА: НОВЫЕ ДИАЛОГИ

Современные услуги научных библиотек направлены на формирование информационных и коммуникативных компетенций пользователей, предполагающих развитие навыков по поиску, анализу и отбору необходимой информации, владение современными средствами и способами взаимодействия исследователей и библиотек, в том числе в удаленном режиме.

Ключевые слова: Научная библиотека, услуги для удаленных пользователей, виртуальное обслуживание, информационная поддержка научных исследований, услуги для авторов.

Современная библиотека функционирует в тесной связи с внешней информационной средой, которая характеризуется все возрастающими потоками информации и увеличением количества пользователей интернета. По данным аналитической компании Netcraft, в июне 2008 года в сети насчитывалось 175 480 931 хостов, а в 2018 г. – 1 630 322 579 [1]. Аналитическое агентство «We Are Social» и компания «Hootsuite» в отчете о глобальном цифровом рынке «Global Digital 2018» представили сведения о том, что во всем мире интернетом пользуется более 4 миллиардов человек [2]. При этом, более 3 миллиардов человек в мире используют социальные сети каждый месяц, а 9 из 10 пользователей получают доступ к своим избранным платформам с помощью мобильных устройств.

В 2016 г. российские издательства выпустили 117 076 названий книг и брошюр совокупным тиражом 446,3 млн экз. В сравнении с 2015 г. число названий, выпущенных в стране, увеличилось почти на 4 % [3].

Библиотеки учитывают данные тенденции и активно развивают услуги и представляют ресурсы в веб-пространстве, что позволяет им работать более продуктивно, повышать конкурентоспособность и производительность, расширять диапазон генерируемых ресурсов, внедрять новые способы и формы работы пользователей с учетом их предпочтений в получении информации [6]. Современные информационные технологии (ИТ) дают дополнительные возможности для организации библиотечно-информационного обслуживания и внедрения новых услуг, позволяет повысить оперативность и качество выполняемых запросов, осуществлять коммуникации с пользователями с помощью различных веб-сервисов в соответствии с их потребностями, технологическими достижениями и новинками в области ИТ [5].

В ГПНТБ СО РАН ученым, исследователям предоставляется практически безграничный доступ к мировым информационным ресурсам. Здесь пользователи могут не просто осуществить поиск информации, ознакомиться с последними достижениями науки и практики (как опубликованными, так и непубликуемыми, изданными в печатном варианте и электронном виде), овладеть методиками поиска во все возрастающем потоке информации, поучаствовать в проводимых мероприятиях, но и получить услуги по поддержке и продвижению результатов своих исследований в мировое информационное пространство.

Учитывая такие факторы, как увеличение спроса на электронные услуги и рост числа пользователей, предпочитающих получать информацию и услуги в удаленном режиме, в ГПНТБ СО РАН внедрена комплексная система обслуживания удаленных пользователей, включающая:

- доступ через сайт ГПНТБ СО РАН (www.spsl.nsc.ru) к электронным каталогам, базам данных (библиографическим, фактографическим, полнотекстовым), электронной библиотеке;
- сервис онлайн-записи в библиотеку (бронирования читательского билета с предоставлением возможности электронного заказа изданий в удалённом режиме);
- возможность заказа изданий из фондов библиотеки, хранящихся в разных зданиях, через единую точку доступа – электронные каталоги и БД (в т. ч. по МБА), и их получения в удобном месте выдачи (г. Новосибирск, Восход, 15 и пр. Ак. Лаврентьева, 6, Краснообск, СибНСХБ-филиал ГПНТБ СО РАН),
- получение консультаций по работе с удаленно доступными ресурсами с помощью методических рекомендаций, размещенных на сайте, в том числе в формате видеоролика;
- справочное обслуживание в режиме «Виртуальная справочная служба»;
- доступ к виртуальным выставкам, цифровым коллекциям, комплексным информационным продуктам (совокупность разнородных по программно-технологической основе ресурсов, объединенных общей темой или объектом) и другим ресурсам;
- информирование пользователей и их консультирование в дистанционном режиме, в том числе при затруднениях в поиске по ЭК и БД, вопросам, связанным с использованием электронных ресурсов (по электронной почте, через интерактивные формы общения, Skype, посредством sms-информирования, e-mail-рассылок);

- онлайн-заказ электронных статей из журналов открытого доступа: многие журналы предлагают архивы своих изданий и новые выпуски на собственных сайтах либо в информационных системах с разным уровнем доступности, не всегда проиндексированные поисковыми системами. Специалисты ГПНТБ СО РАН собирают информацию об этих ресурсах и бесплатно предоставляют копию статьи для читателей библиотеки;
- информирование и обратная связь с пользователями посредством социальных сетей (Twitter, Facebook, Livejournal).
- оповещение о новых ресурсах, поступлениях в библиотеку изданий по определенным тематическим направлениям и о планируемых мероприятиях (рассылка по e-mail и RSS-канал, spsl.nsc.ru/rss-kanaly-i-e-mail-podpiski, информация в ВКонтакте, Facebook, Twitter, Flickr),
- сервис оцифровки изданий по требованию, на которые не распространяется действие авторского права, с возможностью получения электронных версий в полнотекстовой БД «Электронные книги из фонда ГПНТБ СО РАН» на сайте библиотеки.

Одно из важных направлений, способствующих наиболее комфортной организации персонального пространства в информационно-поисковой системе ГПНТБ СО РАН, – развитие системы обслуживания интернет-пользователей библиотеки на основе технологии личного кабинета. На сайте библиотеки в разделе «Электронные каталоги и базы данных» для зарегистрированных пользователей (читателей библиотеки и тех, кто ими не является) реализованы отдельные инструменты личного кабинета: «Мой формуляр», «Мои заказы», «Мои сохраненные запросы», «Заказ изданий», «Заказ по ретрофонду». После персонального входа в систему зарегистрированный пользователь получает доступ к более широкому спектру каталогов и баз данных.

Для научных организаций ГПНТБ СО РАН предлагает целый спектр услуг:

- определение ПРНД НИУ ФАНО и его наукометрическая характеристика (общее количество публикаций, цитируемости, рейтинг по индексу Хирша, список журналов с публикациями сотрудников, с указанием импакт-фактора и т. д.) с возможностью формирования БД трудов сотрудников,
- предоставление данных об отражении деятельности НИУ ФАНО в СМИ, а также формирование тематического пресс-досье коммерческой организации на основе аналитической обработки СМИ и других доступных источников (с предоставлением фактографической информации),
- обслуживание новостных страниц сайтов институтов осуществляется на основе данных информационно-аналитической системы Медиалогия. Помимо регулярного обслуживания новостных страниц сайтов институтам предоставляется дополнительная услуга – квартальные и годовые отчеты по публикациям в СМИ.

В ГПНТБ СО РАН ученые и исследователи могут получить информационную поддержку по:

- вопросам информационного поиска в базах данных (БД),
- наличию доступа к удаленным ресурсам в НИУ ФАНО (spsl.nsc.ru/professionalam/centralizovannaya-bibliotechnaya-sistema-so-ran/dostup-k-resursam-organizaciyam-so-ran),
- проведению патентных поисков и исследований (prometeus.nsc.ru/patent),
- вопросам охраны интеллектуальной собственности,
- определению индекса цитируемости (spsl.nsc.ru/resursy-i-uslugi/informacionnyj-servis-ocenka-publikacionnoj-aktivnosti),
- платформам и сервисам для организации работы с собственными ресурсами (EBSCO, ГПНТБ СО РАН и т.д.),
- количественным наукометрическим инструментам,
- альтметрическим показателям и системам.

В 2018 г. в ГПНТБ СО РАН внедрена новая услуга для авторов по подготовке текстов к публикации. Пользователи могут обратиться к специалистам и экспертам ГПНТБ СО РАН, чтобы сэкономить время и привести свои тексты к требуемым стандартам публикации. Библиотека предлагает широкий спектр услуг анализа и редактирования текста, верификации информации, проверки на антиплагиат и др. Специалисты библиотеки имеют хорошую академическую подготовку, опыт и навыки, чтобы помочь представить вашу работу, диссертацию, исследовательское предложение или книгу на высоком уровне.

Комплексная услуга включает в себя:

- Поиск источников – подбор актуальных источников информации по теме научных исследований.
- Анализ текста – проверка текстов на сложность, орфографию, грамотное изложение, литературность, читабельность, редактирование текста.
- Фактчекинг – проверка статистических данных и других фактов в документах, текстах публикаций.
- Антиплагиат – проверка текста на уникальность и наличие заимствований с использованием отечественных и зарубежных систем антиплагиата.
- Техническое редактирование – редактирование изображений, таблиц, графиков и презентаций.
- Редактирование списка литературы – редактирование списка литературы в соответствии с требованиями журналов (ГОСТ, стили). Составление Reference.
- Редактирование англоязычной аннотации – редактирование англоязычного варианта авторской аннотации.
- Аналитико-синтетическая переработка информации перед публикацией – присвоение публикации индексов ББК, УДК и ГРНТИ, авторского знака, выделение ключевых слов, составление и перевод на английский язык аннотации и реферата, составление библиографического описания по ГОСТам и международным стандартам.
- Подготовка дополнительных материалов к публикации – сопровождение исследования короткой пояснительной или суммирующей презентацией, которая поможет представить научный результат наилучшим образом.

Автор может заказать как комплексную услугу, так и отдельную ее часть. Причем это можно сделать, не приходя в библиотеку, – заказать, оплатить через систему интернет-эквайринга на сайте и получить результат по e-mail.

В настоящее время идет работа по расширению услуги – возможность перевода статей на английский язык.

Для специалистов научных учреждений в ГПНТБ СО РАН проводятся информационные школы молодого ученого.

В процессе обучения слушатели Школы получают знания о системе научных коммуникаций, структуре и развитии мировых информационных ресурсов и сервисов для поддержки науки, образования и бизнеса. А также учатся:

- организовывать работу с информацией на различных этапах исследования;
- составлять аналитический обзор, аннотацию, реферат, писать научную статью;
- публично представлять и продвигать результаты своей научной работы;
- правильно оформлять кандидатскую диссертацию и представлять ее к защите;
- определять эффективность своего научного труда (на основе РИНЦ, Web of Science и Scopus).

Лекции читают ведущие специалисты ГПНТБ СО РАН в области информационного обеспечения научных исследований, методологии научных исследований и информационных технологий, доктора и кандидаты наук.

На базе ГПНТБ СО РАН регулярно проводятся «Сибирский семинар по наукометрии и вебометрии» [7]. На семинаре рассматриваются актуальные проблемы в области информетрии, которая включает в себя наукометрию, библиометрию и вебометрию; а также альтметрии и другие применения информационных технологий в изучении систем научных исследо-

ваний, технологий и инноваций. Семинар ориентирован на исследователей в области информетрии, редакторов журналов, заместителей директоров, ученых секретарей, сотрудников научных учреждений, выполняющих наукометрические измерения и анализ.

Таким образом, сегодня библиотека – это не просто хранилище знаний, но и учреждение, предлагающее разнообразный спектр информационных ресурсов и услуг в целях сопровождения научных исследований с помощью современных и востребованных методов и форм взаимодействия с учеными и специалистами.

Библиографический список

1. June 2018 Web Server Survey [Электронный ресурс]. – URL: https://news.netcraft.com/archives/2018/ (дата обращения: 23.08.2018).
2. Digital Report 2018 - We Are Social [Электронный ресурс]. – URL: https://digitalreport.wearesocial.com/ (дата обращения: 23.08.2018).
3. Книжный рынок России: состояние, тенденции и перспективы развития: отраслевой доклад – 2017. – URL: http://www.unkniga.ru/images/docs/2017/otr-dokld-kn-rynok-rossii-2016.compressed.pdf . (дата обращения: 02.10.2018).
4. Система библиотечно-информационного обслуживания удаленных пользователей / Н.С. Редькина, О.В. Кулева, М.Ю. Дунин-Барковская // Медиатека и мир. – 2013. – № 3. – С. 21-23.
5. Редькина Н. С. «Библиотеки в облаках», или Возможности использования перспективных информационных технологий // Науч. и техн. б-ки. – 2011. – № 8. – С. 44 – 54.
6. Редькина Н.С. Тенденции развития библиотек в современном Евразийском пространстве // Культура в Евразийском пространстве: традиции и новации. – 2018. – № 1 (2). – С. 67-71.
7. Гуськов А. Е. О направлениях развития научных библиотек // Труды ГПНТБ СО РАН. - Новосибирск, 2017. - Вып. 12: Библиотека традиционная и электронная: смыслы и ценности : материалы межрегион. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 4-6 окт. 2016 г.), – Т. 1. – С. 40-45.

Redkina N.S., Shevchenko L.B.,
State Public Scientific and Technical Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

RESEARCHER AND LIBRARY: NEW DIALOGUES

Modern services of scientific libraries are aimed at the formation of information and communication competencies of users, involving the development of skills in searching, analyzing and selecting the necessary information, possession of modern means and methods of interaction between researchers and libraries, including remotely.

Keywords: Scientific Library, services for remote users, virtual services, information support for research, services for authors.

УДК 551.511.61

Коковкин В.В. [1]*, Рапута В.Ф.* [2] *,*
[1] *Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск,*
[2] *Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск*

БАЗЫ ДАННЫХ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ СЕЛЬХОЗЗЕМЕЛЬ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты полевых и химико-аналитических исследований многокомпонентного загрязнения снежного покрова в окрестностях Искитимского цементного и Новосибирского электродного заводов, выполненных в 2016 – 2018 гг. Проведен корреляционный анализ межкомпонентного состава аэрозольных выпадений примесей. Показано, что основными источниками выбросов тяжелых металлов, полиароматических углеводородов (ПАУ) и др. являются высотные трубы этих предприятий. Обсуждается воздействие газо-аэрозольных выбросов промпредприятий на объекты сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: атмосфера, снежный покров, земли сельскохозяйственного назначения, загрязнение, тяжелые металлы, полиароматические углеводороды, ионный состав.

При планировании мониторинговых исследований в зонах воздействия атмосферных выбросов промышленных предприятий необходим предварительный анализ информации о характеристиках источников, химическом и дисперсном составе примеси, текущих гидрометеорологических и климатических условиях, рельефе местности и т. д. [1]. Рассматриваемая работа выполнялась с учетом этих сведений при проведении мониторинговых исследований загрязнения территорий, включающих земли сельскохозяйственного назначения, в окрестностях ряда крупных промышленных предприятий Новосибирской области.

Целью работы является изучение влияния атмосферных выбросов производства на химический состав окружающей среды, оценка кислотности и суммарных выпадений на близлежащей территории на примере Искитимского цементного и Новосибирского электродного заводов (Западная Сибирь, РФ).

Объекты исследования

а) Искитимский цементный завод (ИЦЗ). Завод расположен в северной части г. Искитима (Новосибирская обл.) в долине р. Бердь. Основной снос атмосферных примесей завода происходит в северных направлениях. В особой степени это проявляется в зимний период времени, для которого характерно существенное преобладание южных ветров.

Цементный завод в г. Искитиме начали строить в 1929 году после того, как в районе реки Бердь были обнаружены большие запасы известняка и глинистых сланцев. Уже в 1934 году завод произвел первую партию цемента. В настоящее время его проектная мощность составляет 2 млн 100 тыс. т цемента в год. Основным продуктом производства Искитимского цементного завода является портландцемент, а также сухие строительные смеси. Наиболее вредным с природоохранных позиций является процесс обжига клинкера, в результате которого в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как пыль (взвешенное вещество), двуокись углерода CO_2, оксиды азота, оксид серы, тяжелые металлы [2, 3]. На предприятии используются системы пылеулавливания, которые задерживают значительную часть выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Как известно, предприятия цементной промышленности являются мощными источниками атмосферных выбросов поллютантов. Выбросы негативно отражаются на окружающей природной среде, приводя, в частности, к защелачиванию поверхностных вод и почв. В качестве природного планшета, аккумулирующего атмосферные выбросы предприятия, использован снежный покров, который за зимний сезон накапливает значительные количества выпадений [4].

б) Новосибирский электродный завод (НЭЗ). Завод находится в 70 км южнее Новосибирска. Основное производство основано на технологии пиролиза графита, кокса, каменноугольного пека. Полиароматические углеводороды (ПАУ) составляют значительную часть выбросов завода в атмосферу. Выброс ПАУ осуществляется через две 180-метровые трубы. ПАУ относятся к стойким органическим загрязнителям, аккумулирующимся в почвах и живых организмах, и обладают канцерогенным воздействием.

ЗАО «ЭПМ-Новосибирский электродный завод» – крупнейший в России электродный завод группы «ЭНЕРГОПРОМ», введен в эксплуатацию 3 июля 1974 года. Географическое положение НЭЗ обусловлено близостью сырьевой базы (рядом расположены поставщики антрацита, кокса, пека) и основных потребителей (российские алюминиевые заводы), что позволяет оптимизировать расходы по логистике и производству.

Объем производства НЭЗ составляет 130 000 тонн продукции в год. Завод выпускает практически все виды электродной продукции, и ассортимент ее ежегодно расширяется. НЭЗ производит угольные и графитированные электроды, катодные блоки, набивные подовые массы, электродную массу и доменные блоки, прокаленный нефтяной кокс.

Полевые и химико-аналитические исследования

В конце зимнего сезона 2016-2017 гг. проводились полевые и экспериментальные исследования аэрозольных выпадений примесей на снежный покров в окрестностях ИЦЗ. Маршруты отбора проб располагались с учетом зимней розы ветров [5]. Положения точек наблюдений представлены на рисунке 1. Их удаления от основных источников завода находят-

ся в диапазоне расстояний от 0,5 до 2,5 км. Отметим, что точки отбора проб расположены в долине реки Бердь, часть из них находится на территории дачных обществ.

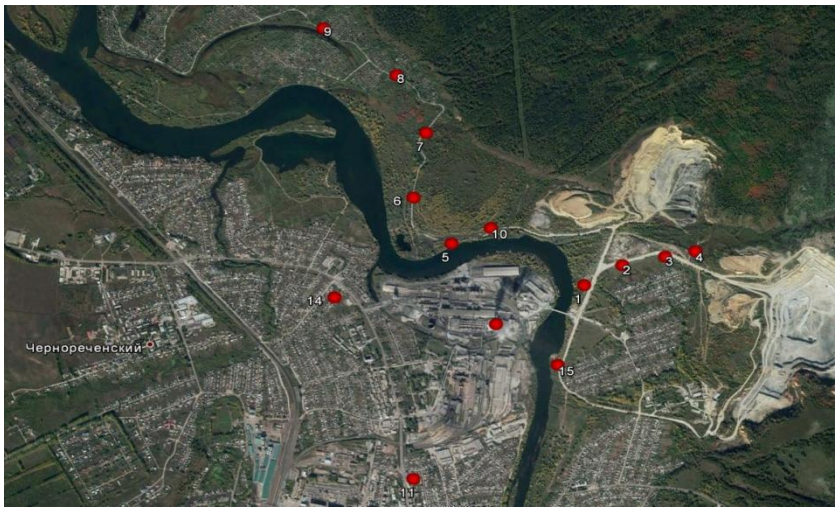
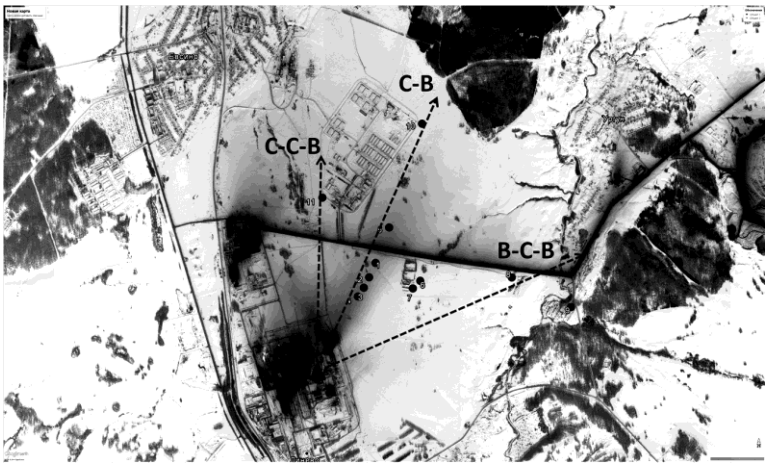


Рисунок 1 – Схема отбора проб снега в окрестностях ИЦЗ

Анализ состава снеговых проб проводился в лабораториях институтов неорганической и органической химии СО РАН. В зависимости от природы определяемых компонентов (органические или неорганические) использовали 2 схемы анализа. В схеме определения неорганических компонентов и осадка предусмотрено фильтрование через бумажный фильтр с диаметром пор 3-5 мкм. Вес осадков определяли по разности фильтров с осадками и до фильтрования. В фильтрате определяли содержание натрия, кальция, хлоридов, сульфатов и др. Металлы определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием прибора Z 8000 (Hitachi, Япония). Для определения неорганических анионов (хлоридов, нитратов, сульфатов и фторидов) использовали ионный хроматограф Metrohm 883 Basic IC plus [6].

В схеме определения органических компонентов определяли до 19 ПАУ. Методика включала стадии топления снежных проб при комнатной температуре, введение веществ-свидетелей, позволяющих оценить полноту извлечения ПАУ, экстракционное концентрирование ПАУ в хлористый метилен и осушение экстракта безводным сульфатом натрия. Сухой остаток растворяли в ацетоне, который анализировали методом хромато-масс-спектрометрии с использованием газового хроматографа Agilent Technologies (AT) 6890N.

В соответствии с зимней розой ветров маршрутный отбор проб снега в окрестностях НЭЗ проводился 12 марта 2016 г. в северо-восточном секторе выноса примесей с промплощадки завода [5]. Схема отбора снеговых проб представлена на рисунке 2.



Рисунке 2 – Схема отбора проб снега в зоне влияния выбросов НЭЗ

Точки пробоотбора на маршрутах размещали с учетом предварительной информации об источниках выброса ПАУ, условий местности, системе дорог, размещения населенных пунктов и лесных насаждений, состояния снежного покрова, климатических характеристик повторяемости и скорости ветра в зимнее время и т.д. Наличие основного маршрута и дополнительных точек пробоотбора с других направлений дает возможность повысить точность реконструкции полей загрязнения снежного покрова. Определение компонентов проводили методами, использованными для ИСЗ.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены данные по ионному составу проб, отобранных в окрестностях ИЦЗ.

Таблица 1

Химический состав (мг/л) проб снеготалой воды в окрестностях ИЦЗ

№	Катионы				Анионы				
	Ca	Mg	Na	K	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	F^-	CO_3^{2-}
1	11,03	0,348	1,62	1,778	1,12	1,63	1,96	0	45,6
2	8,37	0,293	0,997	1,264	0,43	1,21	0,87	0,13	35,52
3	8,37	0,207	1,015	0,894	0,98	2,66	1,61	0,24	31,68
4	7,45	0,228	0,487	0,664	0,38	1,1	1,28	0	26,16
5	4,81	1,22	2,55	2,542	0,85	1,84	1,4	0,21	31,2
6	8	0,313	1,713	2,132	1,29	2,91	1,96	0,56	24,8
7	10,7	0,307	0,76	1,034	0,74	2,18	2,37	0,3	28,8
8	10,12	0,193	0,607	0,732	1,22	2,28	2,94	0,46	38,4
9	8,67	0,267	0,713	0,692	0,65	2,08	1,81	0,54	33,6
10	9,04	0,25	0,717	1,504	0,48	2,47	1,4	0,59	32,4
11	7,7	0,34	1,447	0,586	1,22	2,13	2,06	0,27	31,92
14	8,46	0,333	0,77	0,608	0,87	2,19	1,82	0,2	30,72
15	12,02	0,24	1,253	1,01	1,12	3,13	1,53	0,25	42,72

Анализ таблицы 1 показывает, что в соответствии со схемой отбора проб концентрация компонентов существенно падает с удалением от источника. Зона максимальных выпадений примесей расположена в пределах 1,0 – 1,5 км. Кальций является доминирующим в составе выбросов и присутствует в виде CaO. Это приводит к значительному подщелачиванию снеготалой воды, что приводит к ухудшению качества речной воды и почв.

С использованием этих данных проведены корреляции между отдельными компонентами проб: Na – Cl, Al – Fe. Парные корреляции представлены на рисунке 3. Линейная зависимость с высокими коэффициентами корреляций свидетельствует о принадлежности единому источнику – ИЦЗ.

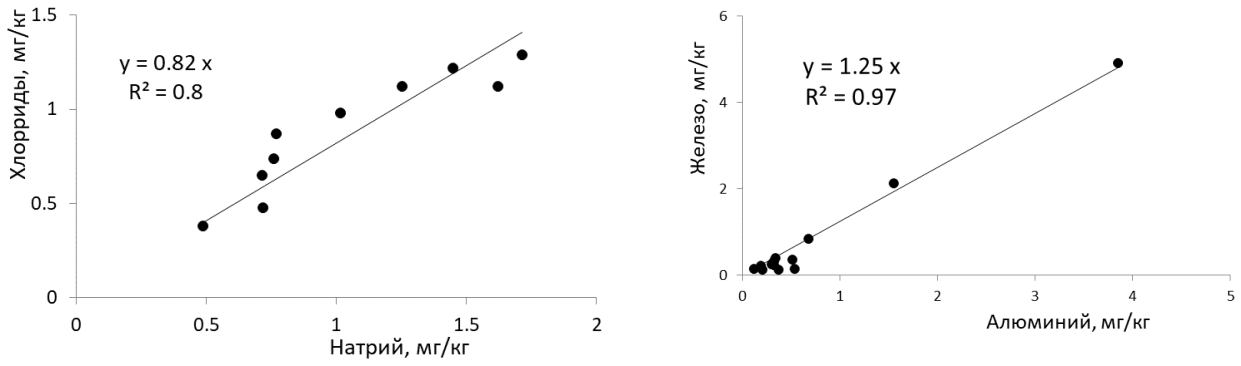


Рисунок 3 – Парные корреляции для компонентов проб из окрестностей ИЦЗ

Анализ данных полевых и химико-аналитических исследований в окрестностях НЭЗ показал, что основные выпадения ПАУ в зоне до 3 км от трубы связаны с крупными композитными частицами и обусловлены спецификой протекающих технологических процессов.

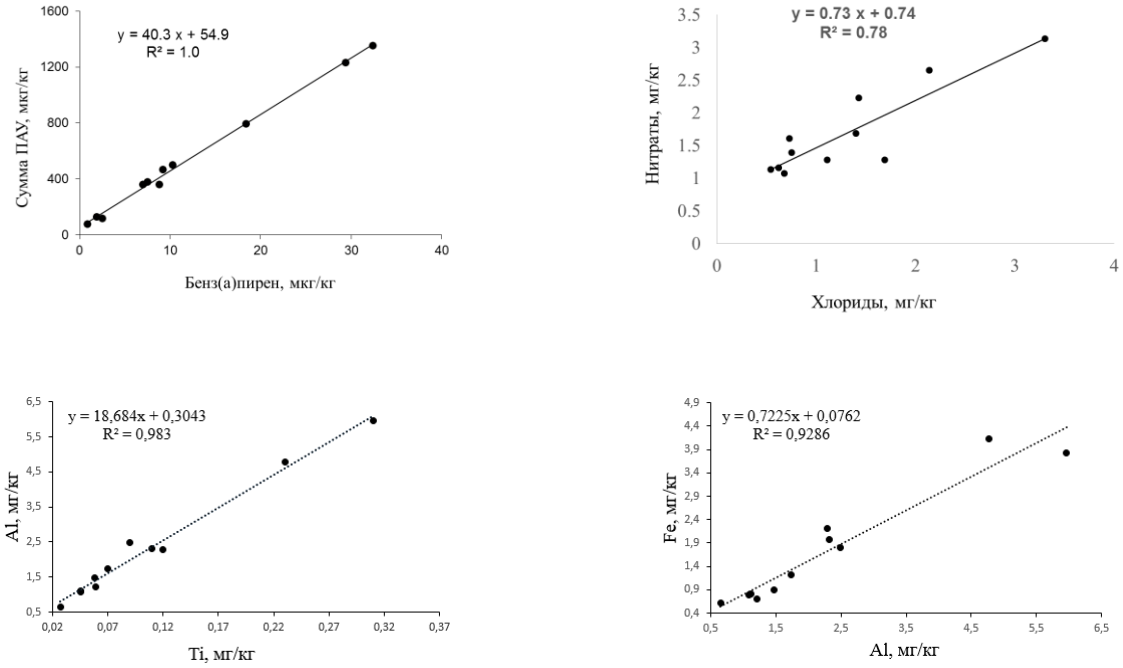


Рисунок 4 – Линейно-корреляционные связи между компонентами выбросов НЭЗ

На рисунке 4 представлены парные корреляции между измеренными компонентами ПАУ, нитратами и хлоридами, Al – Ti, Fe – Al. Анализ данных наблюдений показывает тесную связь с источниками атмосферных выбросов НЭЗ.

К северу, в непосредственной близости от завода в соответствии с направлениями преобладающих в течение зимы ветров сформировалась область очень высоких концентраций. Максимумы приземных концентраций мышьяка, никеля, бенз(а)пирена достигаются на расстоянии менее 1 км от высотных труб НЭЗ, что указывает на весьма высокие скорости оседания выпавших частиц. Для хлоридов максимум расположен существенно дальше, что указывает на их поступление из более низких источников.

Заключение

Выполнены экспериментальные исследования химического состава снежного покрова в окрестностях Искитимского цементного и Новосибирского электродного заводов. Установлено, что основные выбросы происходят из высотных труб этих предприятий в составе крупнодисперсных фракций частиц и являются весьма значительными. Попарный корреляционный анализ загрязняющих примесей позволил подтвердить их принадлежность к атмосферным выбросам ИЦЗ и НЭЗ. Результаты проведенных исследований дают возможность существенно оптимизировать выполнение наземного мониторинга загрязнения окрестностей промышленного предприятия в зимний период времени.

Значительные выпадения атмосферных выбросов ИЦЗ происходят в долине р. Бердь, что приводит к ухудшению качества речной воды, а также земель сельхозназначения. В зону интенсивного влияния выбросов НЭЗ попадает Новосибирская птицефабрика и прилегающие к ней поля, используемые для выращивания зеленой подкормки, также более удаленные территории к северу от завода.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 17-47-540342.

Библиографический список
1. Рапута В.Ф., Коковкин В.В. Методы интерпретации данных мониторинга загрязнения снежного покрова / Химия в интересах устойчивого развития. - 2002. - Т. 10. - С. 669-682.
2. Mishra S., Siddiqui N.A. A Review On Environmental and Health Impacts Of Cement Manufacturing Emissions / International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences. - 2014. - V. 2, Iss. 3. - P. 26 – 31.
3. Шамрикова Е.В., Ванчикова Е.В., Рязанов М.А., Казаков В.Г. Состояние снежного и почвенного покрова вблизи цементного завода / Вода: химия и экология. – 2010. – № 10. – С. 46-51.
4. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный поров как индикатор кумулятивного техногенного загрязнения в сфере влияния городов и дорог / Метеорология и гидрология. – 2013. – № 3. – С. 94-106.
5. Лучицкая И.О., Белая Н.И., Арбузов С.А. Климат Новосибирска и его изменения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 224 с.
6. Вода. Нормы погрешности измерения показателей состава и свойств, ГОСТ 27384. 2002, Межгосударственный совет по стандартам, метрологии и сертификации. – Минск, 2002. – 8 с.

Kokovkin V.V.[1], Raputa V.F.[2],
[1] Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry SB RAS, Novosibirsk,
[2] Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk

DATABASE FOR CONTAMINATION OF AGRICULTURAL GROUNDS IN VICINITY OF INDUSTRIAL PLANTS OF NOVOSIBIRSK REGION

The results of field and chemical-analytical investigation of multicomponent snow cover contamination in vicinity of Iskitim cement and Novosobirsk electrode making plants fulfilled in 2016 - 2018 are presented. Correlation analysis of aerosol impurities intercomponent composition was done. It was shown that the main emission sources of heavy metals, PAH etc. are producrd by the high-altitude pipes of these plants. The impact of industrial plant gas-aerosol emissions on agricultural objects is discussed.

Keywords: atmosphere, snow cover, contamination, polyaromatic hydrocarbons, model of impurity transference, assessment.

УДК 551.511.61

Ярославцева Т.В.[1], Рапута В.Ф.[2],
[1] Научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск,
[2] Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск

МОДЕЛИ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ АЭРОЗОЛЬНЫХ ОБРАБОТОК СЕЛЬХОЗПОЛЕЙ

Методами постановок обратных задач переноса примеси в приземном слое атмосферы для линейного источника построены модели оценивания качества аэрозольных обработок сельскохозяйственных культур. Рассмотрены случаи источников легкой, моно- и полидисперсной примеси. Проведена апробация модели оценивания на данных экспериментов по оседанию полидисперсных аэрозольных препаратов на пшеничном поле.

Ключевые слова: приземный слой атмосферы, аэрозоль, дисперсный состав, аэрозольный генератор, параметр, модель оценивания.

Одним из наиболее распространенных способов применения средств защиты растений является их использование в виде аэрозолей. Применение аэрозольных препаратов наземным или авиационным способом производится путем создания генератором облака частиц определенного размера, сносимого затем боковым ветром на обрабатываемый участок. При этом имеется возможность управления рядом параметров, позволяющих оптимизировать расход препарата, уменьшить вынос аэрозоля за пределы поля и т.д. [1–3].

Применение аэрозольных средств защиты от насекомых, сорняков, возбудителей болезней предусматривает процессы диспергирования рабочего вещества и его нанесение на обрабатываемый объект. От того, насколько удачно решаются эти задачи, будет зависеть эффективность применения препарата, степень его использования, загрязнение окружающей среды

и технико-экономические показатели защиты растений. Свойства аэрозольных систем, образующихся при распылении жидкостей, в значительной степени зависят от размера частиц. Крайне желательно проводить различные эксперименты: физические, технические, биологические, сельскохозяйственные с капельками регулируемого размера. При этом важно решить проблему равномерного нанесения препарата на растительность, обеспечить достаточную ширину захвата, уменьшить опасный снос капелек ветром за пределы сельхозмассива и тем самым повысить эффективность аэрозольной обработки.

В основе моделей оптимизации применения аэрозольной технологии лежит следующий критерий: исходя из условий работы, вида растительности и вредителей, токсичности ядохимиката, метеоусловий, по определенной математической модели переноса примеси оценить положения источников и оптимальные режимы работы аэрозольного генератора - требуемые размеры аэрозольных частиц и мощности их генерации.

Модель оценивания в приближении легкой примеси

Рассмотрим линейный источник конечной длины, расположенный на оси y в интервале (L_1, L_2). Пусть горизонтальное направление ветра составляет с осью x угол β (отсчет ведется от оси x против часовой стрелки). Тогда распространение слабооседающей примеси от точечного источника, расположенного в точке $\eta \in (L_1, L_2)$ можно описать следующим соотношением [4]

$$q = \frac{M}{(1+n)k_1\varphi_0 {x_P}^2\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{u_1 \cdot H^{1+n}}{k_1(1+n)^2 x_P} - \frac{{y_P}^2}{2\varphi_0^2 {x_P}^2}\right), \quad (1)$$

где M - мощность источника, φ_0 - дисперсия отклонений направления скорости ветра, k_1, u_1 - коэффициент вертикального турбулентного обмена и скорость ветра на высоте 1 м соответственно, H - эффективная высота источника, n - показатель степени в аппроксимации скорости ветра степенным профилем; $x_P = a - \eta\sin\beta$, $y_P = b - \eta\cos\beta$

$a = x\cos\beta + y\sin\beta$, $b = -x\sin\beta + y\cos\beta$.

В силу принципа суперпозиции концентрация $q_Л$ для линейного источника определяется равенством

$$q_Л(x, y, \beta) = \theta_0 \cdot \int_{L_1}^{\eta_P} \frac{e^{-\frac{\alpha}{x_P} - \frac{{y_P}^2}{2\,\varphi_0^2 {x_P}^2}}}{{x_P}^2} d\eta, \quad (2)$$

$$\theta_0 = \frac{M}{(1+n)k_1\varphi_0\sqrt{2\pi}}, \quad \alpha = \frac{u_1 H^{1+n}}{(1+n)^2 k_1}, \quad \eta_P = \begin{cases} L_2, & \text{при } y + xctg\beta \ge L_2 \\ y + xctg\beta, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В результате интегрирования выражения (2) получим

$$q_Л = \frac{\theta}{x} \mathrm{e}^{-\frac{\alpha\cos\beta}{x} + \frac{\alpha^2\varphi_0^2\sin^2\beta}{2x^2}} \cdot (erf\, S_2 - erf\, S_1), \quad (3)$$

$$\theta = \frac{M}{2k_1(1+n)}, \qquad erf\, S = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^S \mathrm{e}^{-\xi^2} d\xi, \qquad A_1 = L_1, \qquad A_2 = \eta_P,$$

$$S_i = \frac{\varphi_0\alpha\sin\beta}{x\sqrt{2}} - \frac{\cos\beta}{\varphi_0\sqrt{2}\sin\beta} + \frac{x}{\varphi_0\sqrt{2}\sin\beta(\alpha - A_i\sin\beta)}, \quad i = 1, 2.$$

Аналитическое выражение поля концентрации (3) с использованием агрегированных параметров θ и α вместо исходных u_1, k_1, H, n, M позволяет существенно упростить анализ данных наблюдений загрязнения приземного слоя воздуха. Параметры θ, α, а также φ_0 могут быть найдены с использованием (3) и данных наблюдений методом наименьших квадратов. Для повышения точности оценивания целесообразно использование математических методов планирования наблюдений.

При $L_1 \to -\infty, L_2 \to \infty$ из соотношения (3) вытекает формула для поля концентрации, создаваемого бесконечным линейным источником

$$q_\infty(x,\beta) = \frac{\theta}{x}\,\mathrm{e}^{-\frac{\alpha\cos\beta}{x}+\frac{\alpha^2\varphi_0{}^2\sin^2\beta}{2x^2}}\cdot\left(1-\frac{2}{\pi}\int_0^{r(x,\beta)}\mathrm{e}^{-\xi^2}\,d\xi\right). \tag{4}$$

Здесь $r(x,\beta) = \dfrac{\varphi_0\,\alpha\sin\beta}{x\sqrt{2}} - \dfrac{\cos\beta}{\varphi_0\sqrt{2\sin\beta}}$.

Формула (4) позволяет получить ряд полезных соотношений. В частности, из (4) следует

$$q_\infty(x,\beta)\big|_{\beta=0} = \frac{2\theta\cdot\mathrm{e}^{-\alpha/x}}{x}, \tag{5}$$

причем максимум выражения (5) достигается при $x_{\max} = \alpha$.

Тогда:

$$q_\infty(x_{\max},0) = \frac{(1+n)M}{eu_1H^{1+n}}. \tag{6}$$

Рассмотрим другой крайний случай $\beta = \dfrac{\pi}{2}$. При $x \to 0$ получим:

$$q_\infty\left(x,\frac{\pi}{2}\right) = \frac{(1+n)M}{\sqrt{2\pi}\,\varphi_0\,u_1\,H^{1+n}}. \tag{7}$$

Из (7) вытекает, что при ветре, направленном вдоль линии хода аэрозольного генератора, концентрация существенно возрастает по сравнению с (1), поскольку, обычно $\varphi_0 < 0.15$.

Аэрозольный линейный источник

При ветре, направленном поперек источника монодисперсного аэрозоля, концентрация примеси определяется соотношением [4].

$$q_w(x,0) = q_Л(x,0)\cdot\chi(x,w). \tag{8}$$

Здесь:

$$q_Л(x,0) = \frac{M}{2(n+1)k_1\,x}\,e^{\frac{-u_1H^{1+n}}{(1+n)^2k_1x}}, \tag{9}$$

$$\chi(x,w) = \frac{\left[\dfrac{u_1H^{(1+n)}}{(1+n)^2k_1}\right]^\omega}{\Gamma(1+\omega)x^\omega}, \quad \omega = \frac{w}{(1+n)k_1}, \quad \Gamma(1+\omega) \text{ - гамма-функция.}$$

Для полидисперсного аэрозоля плотность осадка препарата рассчитывается по формуле

$$p(x)=\sum_{i=1}^{K}\lambda(w_i)\nu(w_i)q_{w_i}(x), \tag{10}$$

где $\lambda(w)$ - заданная функция распределения спектра размеров аэрозольных частиц, $\nu(w)$ - функция, описывающая взаимодействие аэрозольных частиц с подстилающей поверхностью.

Введем следующие обозначения:

$$\theta_1=\frac{G}{2(1+n)k_1}, \qquad \theta_2=\frac{u_1H^{1+n}}{(1+n)^2k_1}, \qquad \theta_3=\frac{1}{(1+n)k_1}. \tag{11}$$

Тогда, с учетом (11), выражение (10) примет вид

$$p\left(x,\vec{\theta}\right)=\frac{\theta_1\cdot e^{-\theta_2/x}}{x}\cdot\sum_{i=1}^{K}\left[\lambda(w_i)\,\nu(w_i)\frac{\theta_2^{w_i\theta_3}}{\Gamma(1+w_i\theta_3)x^{w_i\theta_3}}\right]. \tag{12}$$

Пусть данные измерения плотности осадка аэрозоля представляются в виде

$$y_n=p\left(x_n,\vec{\theta}\right)+\xi_n, \tag{13}$$

где ξ_n - ошибки измерения; $E[\xi_n]=0$, $E[\xi_n\xi_{n'}]=\delta_{nn'}\sigma_n^2$, $n,n'=\overline{1,N}$.

Под решением обратной задачи (12), (13) будем понимать оценки метода наименьших квадратов для неизвестных параметров $\vec{\theta}^T=(\theta_1,\theta_2,\theta_3)$ и функцию $p_N=p\left(x,\vec{\theta}_N\right)$ [5].

Анализ данных аэрозольного эксперимента

Апробация задачи оценивания (12, 13) проводилась на данных экспедиционных исследований распространения аэрозольного облака, создаваемого аэрозольным генератором регулируемой дисперсности (ГРД), над пшеничным полем. Аэрозольный генератор двигался с постоянной скоростью перпендикулярно направлению ветра. Плотности отложения вещества на растительности после прохождения аэрозольного облака определялись на различных расстояниях от линии хода генератора. Спектр размеров аэрозольных частиц для рассматриваемого опыта характеризовался следующими параметрами логнормального распределения:

$$d_m=12.7\,мкм,\ \sigma_g=2.6$$

Здесь d_m – медианно-массовый размер частиц, σ_g – среднегеометрическое отклонение.

На рисунке 1 приведены результаты численного оценивания по трем опорным точкам измерений (светлые кружки) плотности выпадений препарата. Контроль точности численного восстановления поля концентрации выполнялся по остальным точкам измерений (темные кружки).

Анализ рисунка 1показывает высокий уровень согласия измеренных и численно восстановленных концентраций препарата. Максимум концентрации обеспечивается, в основном, крупными аэрозольными фракциями. Дальняя зона поля концентрации формируется за счет мелких фракций аэрозоля.

Заключение

Построены модели контроля качества аэрозольных обработок сельскохозяйственных культур. В приближении моделей легкой, моно- и полидисперсной примеси методами постановок обратных задач переноса примеси в атмосфере по ограниченному числу точек отбора проб проведено оценивание плотности осадка аэрозольного препарата на растительности.

Анализ результатов моделирования для различных приближений показывает вполне удовлетворительное согласие измеренной и восстановленной плотности осадка аэрозоля. Наилучшее соответствие было получено на модели полидисперсного аэрозоля. Расчет плотности осадка с использованием модели легкой примеси требует значительно меньшего объе-

ма входной информации и представляется полезным при проведении предварительных оценок. Предложенные модели при выборе определенных критериев в тех или иных условиях могут быть использованы для оптимального выбора режимов работы аэрозольных источников в приземном слое атмосферы.

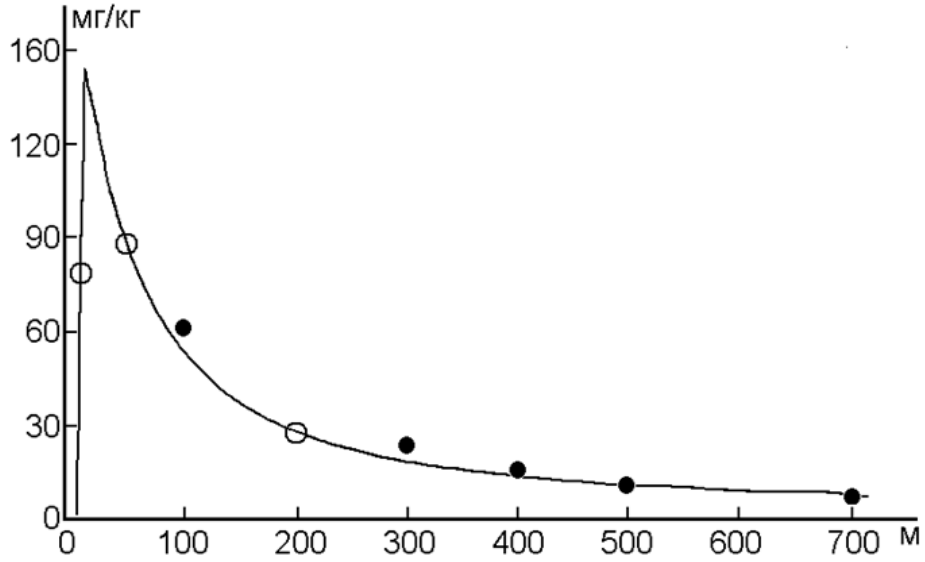


Рисунок 1 – Восстановленная плотность осадка на пшенице по модели оценивания в полидисперсном приближении. О – опорные, ● - контрольные точки измерений

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 17-47-540342; Программы Президиума РАН № 51 (проект 0315-2018-0016); государственного задания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0004).

Библиографический список

1. Горбачев И.В., Марченко Л.А., Кузьмин А.Ю. Технологические аспекты внесения пестицидов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 6. – С. 13-16.
2. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: научно-аналитический обзор. – М.: Росинформагротех, 2010. – 124 с.
3. Асовский В.П. Актуальные вопросы авиационной защиты растений // Защита растений. – 2008. – № 3. – С. 3-5.
4. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 448 с.
5. Рапута В.Ф., Шлычков В.А., Леженин А.А., Романов А.Н, Ярославцева Т.В. Численный анализ данных аэрозольных выпадений примесей от высотного источника // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – № 8. – С. 713-718.

Yaroslavtseva T.V.[1], Raputa V.F. [2],
[1] Novosibirsk Institute of Science Research in Hygiene, Novosibirsk
[2] Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk

MODELS OF THE ANALYSIS AND CONTROL OF THE PROCESSES OF AEROSOL TREATMENTS OF AGRICULTURAL FIELDS

Models for evaluating the quality of aerosol treatments of agricultural crops are constructed by using methods of inverse problems of impurity transfer in the surface layer of the atmosphere for a linear source. The cases of light sources, mono- and polydisperse impurities are considered. The approbation of the assessment model was carried out on the data of experiments on the sedimentation of polydisperse aerosol preparations in a wheat field.

Keywords: atmospheric surface layer, aerosol, dispersed composition, aerosol generator, parameter, estimation model.

УДК 004.415.2:633.151

Бендик Н.В., Вашукевич Е.В., Иваньо Я.М., Петрова С.А.,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутская область, п. Молодежный

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ И ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ

В статье рассматриваются информационные системы, разработанные для принятия решений сельскохозяйственными товаропроизводителями в условиях природных и техногенных рисков. Описаны перспективные направления развития разработанных программных продуктов. Предложена концептуальная модель системы управления аграрным производством в условиях рисков.

Ключевые слова: информационная система, природные риски, техногенные риски, управление.

Деятельность любой сельскохозяйственной организации связана с опасностью возникновения непредвиденных потерь. Именно поэтому для каждого сельскохозяйственного товаропроизводителя важно предусмотреть изменение факторов и условий, способных оказать неблагоприятное влияние на производство. Ввиду значительных колебаний климатических характеристик, влияющих на сельское хозяйство, и усиление воздействия антропогенных факторов на природную среду проблема управления природными и техногенными рисками продолжает оставаться актуальной.

Для устойчивого функционирования сельского хозяйства в условиях рыночной экономики особую значимость приобретают вопросы минимизации потерь товаропроизводителями, деятельность которых связана с изменчивостью природных и социально-экономических факторов, определяющих функционирование и развитие агропродовольственной сферы, которая относится к одной из наиболее рисковых отраслей [1].

Управление риском в аграрном производстве подразумевает комплекс мероприятий, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию потерь в результате какого-либо негативного воздействия, проявления природного или техногенного события путем принятия эффективных управленческих решений [1, 2].

Восточная Сибирь является территорией, в которой сельскохозяйственное производство в значительной степени зависит от комплекса природных факторов. Хозяйства разных категорий региона в условиях резко континентального климата почти ежегодно подвергаются влиянию различных экстремальных гидрометеорологических явлений [3].

Сельское хозяйство Иркутской области, являющейся вторым по площади в Восточной Сибири и четвертым в России регионом, почти ежегодно испытывает влияние засух, ливней, дождевых паводков, весенних половодий и других явлений, нанося значительные ущербы агропромышленному комплексу территории [4].

Каждое из перечисленных гидрометеорологических явлений имеет свои особенности, которые необходимо использовать для оценки вероятных ущербов и возможности планирования мероприятий по их минимизации.

Засухи, как правило, связаны с высокими температурами в период вегетации и отсутствием или малым количеством осадков. В качестве критерия оценки засушливого явления иногда используют урожайность зерновых культур. Если она не превышает $0{,}8\overline{y}$, то год считают засушливым [5]. В этой формуле $\overline{y}$ представляет собой среднюю многолетнюю величину урожайности. При определении ущербов от засух, согласно методике [6], рассматриваемый расчетный период составляет пять лет.

Противоположным засухе является ливень. Иркутская область отличается холмистой местностью. Поэтому относительно сильные уклоны сельскохозяйственных угодий в сочетании с интенсивными осадками вызывают значительный смыв почвы. Особо подвержены водной эрозии сельскохозяйственные районы Усть-Ордынского Бурятского автономного округа [7].

Определение потенциального смыва почвы по данным Иркутского, Усольского и Тулунского районов показывает, что в отдельные годы потери плодородного слоя могут составлять около 150 т/га.

Что касается дождевых паводков и весенних половодий, то они во многом связаны с выпадением жидких и твердых осадков. Вероятностная природа этих гидрологических явлений, как и ливней, усложняет возможность долгосрочного предсказания и невысокую точность краткосрочных прогнозов. Поэтому управление рисками от воздействия на сельское хозяйство паводков и половодий зависит, прежде всего, от комплекса мероприятий, способных уменьшить потери. Здесь одним из направлений эффективного ведения сельского хозяйства в условиях рисков является правильное управление процессами производства продукции. В частности, оптимизация использования сельскохозяйственных угодий с учетом экстремальных гидрологических явлений может в значительной степени сократить ущербы [8].

Очевидно, что расчет оптимальных планов производства сельскохозяйственной продукции требует создания специализированной базы данных и трудоемких вычислений. Поэтому в зависимости от характера происхождения события (техногенное или природное) авторами разработаны программные продукты, которые ориентированы на создание оптимальных планов получения сельскохозяйственной продукции с учетом рисков: «Природные стихии», «Засуха», «Управление рисками при планировании аграрного производства» [9].

Информационная система «Природные стихии» предназначена для определения гидрометеорологических событий с учетом исторических свидетельств. Данная система позволяет: рассчитать вероятность появления событий; спрогнозировать тенденции появления событий; восстановить данные за предыдущие периоды и др. [10]. Помимо оценки гидрометеорологических событий в системе предусмотрена функция определения зон затопления полей и пастбищ сельскохозяйственных предприятий с использованием электронных карт. Данная информация используется для оптимизации производства продовольственной продукции с учетом зон затопления и подтопления.

Развитие информационной системы «Природные стихии» предполагается осуществить в двух направлениях. Первое направление – это разработка продукционных моделей для реализации базы знаний. В продукционных моделях знания представлены в форме множественного правила, на основе которого формируются выводы в разных ситуациях. В базе данных системы, кроме количественной информации, имеются исторические свидетельства о природных событиях. Поэтому необходимо связать качественную и количественную информацию с помощью продукционных моделей для более точной оценки и прогнозирования природных событий. Помимо этого, объединение описательных данных с рядами характеристик природных событий позволит восстановить картину изменчивости климата Иркутской области.

Под вторым направлением подразумевается расширение возможностей информационной системы с использованием геоинформационных технологий. Поскольку важное значение при оптимизации сельскохозяйственного производства имеет процесс картографической визуализации как исходных материалов, так и полученных результатов. Наилучшим инструментом визуализации являются геоинформационные системы (ГИС). Предполагается использовать ГИС «Панорама АГРО» с дополнительными модулями, которая позволяет создавать изолинейную карту изучаемого явления, осуществлять размещение посевов, прогнозировать эрозию и т.п.

Информационная система «Засуха» направлена на оценку параметров различных видов засух и решение задач оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с учетом этого экстремального явления. Система позволяет оценивать статистические параметры многолетних рядов урожайности, выделять засушливые годы на основании критерия перехода значения в событие, моделировать засуху с помощью вероятностных, имитационных и многофакторных моделей.

Отличительной особенностью и достоинством разработанной информационной системы является возможность ее применения при решении задач математического программирования для планирования аграрного производства в условиях проявления одного или несколь-

ких экстремальных природных явлений. В дополнение к этому реализованы алгоритмы имитационного моделирования очень сильных засух с учетом и без учета автокорреляционных связей. В развитие «Засуха» разработан программный продукт «Управление рисками при планировании аграрного производства».

Информационная система «Управление рисками при планировании аграрного производства» состоит из базы данных, математического и алгоритмического обеспечения, интерфейса. Источниками данных являются министерство природных ресурсов и экологии, центр агрохимической службы, региональное министерство сельского хозяйства, Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, предприятия агропромышленного комплекса региона.

Особенностью программного комплекса является возможность всесторонней обработки событий, оценки редких явлений, серий событий, их связей, определение редкого совмещения природных и техногенных событий. Кроме того, полученные разработки в зависимости от особенностей параметров позволяют моделировать различные ситуации производства сельскохозяйственной продукции в условиях неблагоприятной внешней среды на основе предложенных моделей, алгоритмов, информационного и программного обеспечения с определением средств страховых возмещений.

Поскольку в приведенных программных продуктах объекты баз данных являются во многом идентичными, предлагается создание единой базы данных, позволяющей решать перечисленные и новые задачи, связанные с повышением эффективности производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменений природный среды.

Систематизации требуют модели, вошедшие в математическое обеспечение программных комплексов. При этом разработанные основополагающие алгоритмы могут использоваться при решении выделенных задач, а также при математическом описании других ситуаций.

Другими словами, если рассматривать программные продукты в виде модулей, то необходимо создание обобщенной информационной системы, позволяющей решать различные задачи управления производством продовольственной продукции. На рисунке 1 приведена концептуальная модель интеграции программных продуктов, которая включает в себя информационное обеспечение в виде рассмотренных выше программных продуктов, а также хранилище данных и аналитическую систему. Информационная система управления аграрным производством должна содержать модуль для отображения картографических данных, а также систему, которая будет включать экспертные оценки специалистов. Принятие решений осуществляется непосредственно пользователями системы.

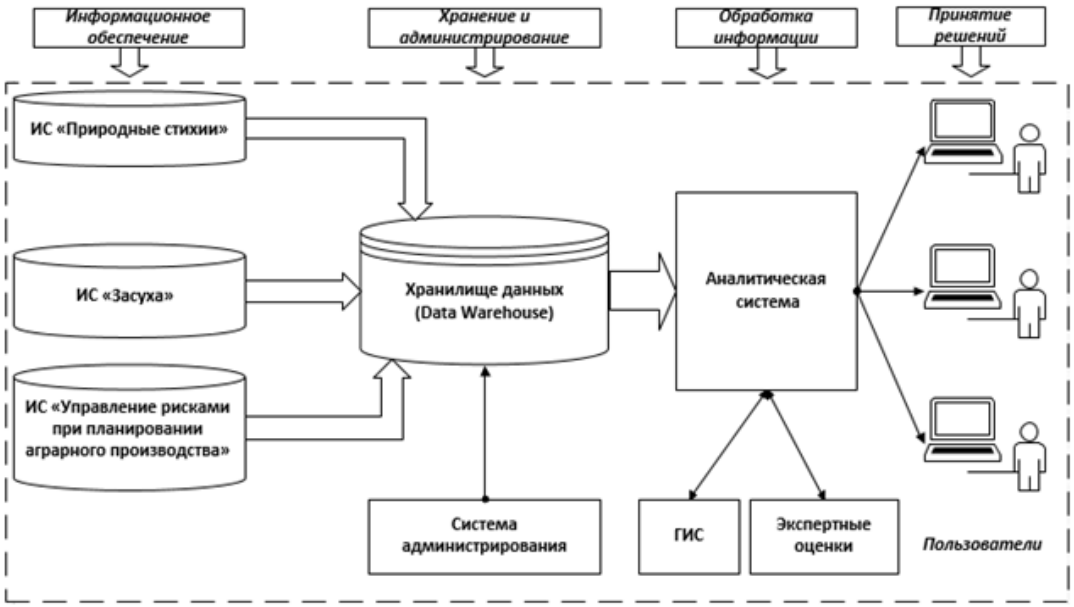


Рисунок 1 – Концептуальная модель информационной системы управления аграрным производством в условиях природных и техногенных рисков

Поэтому следующим важным шагом является создание хранилища данных на основе облачной платформы, автоматически собирающей все необходимые сведения для решения задач управления природными и техногенными рисками. Создана концептуальная модель хранилища и разрабатывается ее логическая модель для решения задач повышения эффективности ведения сельского хозяйства в Иркутской области [11]. Логическая модель расширяет концептуальную путем определения для сущностей их атрибутов, описания и ограничений. Более точно определяются состав сущностей и взаимосвязи между ними.

В итоге информационная система способна подсказать специалисту в области сельского хозяйства, как эффективно вести хозяйство, экономить ресурсы, использовать научные достижения и опыт других успешных организаций. Таким образом, пользователь может комплексно оценивать деятельность сельскохозяйственного предприятия.

Выводы. В статье описаны разработанные программные продукты: «Природные стихии», «Засуха», «Управление рисками при планировании аграрного производства». Поскольку каждая из приведенных информационных систем имеет схожие элементы программного, алгоритмического, математического и информационного обеспечения, предлагается создать единую платформу. Основу системы управления аграрным производством в условиях природных и техногенных рисков составляет серверная часть, которая включает хранилище данных, аналитическую и геоинформационную систему. Рассмотренные программные средства выступают в виде клиентских приложений. Информация для формирования хранилища данных поступает с различных источников (ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области, сельскохозяйственные товаропроизводители, Министерство сельского хозяйства региона, мнения специалистов в области природных, сельскохозяйственных и техногенных процессов). При этом предполагается использование данных, считываемых с датчиков, характеризующих выполнение различных операций (обработка почвы, посев, уход за растениями, уборка урожая и др.). Разработанные программные средства апробированы на реальных сельскохозяйственных объектах Иркутской области.

Библиографический список

1. Иваньо Я.М., Петрова С.А. Оптимизационные модели аграрного производства в решении задач оценки природных и техногенных рисков: монография. - Иркутск: Иркутский ГАУ, 2015. – 180 с.
2. George W. Norton Jeffrey Alwang, and William A. Masters «The economics of agricultural development, wold food systems and resource use». New York and London: Routledge Taylir & Fracis Group, 2006. – P. 448.
3. Иваньо Я.М., Белякова А.Ю., Вашукевич Е.В., Петрова С.А. Тенденции изменчивости природных событий юга Восточной Сибири // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: ИрГТУ, – 2014. – № 10. – С. 80-85.
4. Иваньо Я.М., Петрова С.А. Планирование аграрного производства в условиях рисков // Новые аграрные технологии – основной фактор повышения эффективности производства: материалы науч.-практ. конф., 19 февраля 2016. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2016. – С. 34-40.
5. Иваньо Я.М. Петрова С.А., Полковская М.Н. Вероятностная оценка повторяемости засух и определение рисков аграрного производства // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: ИрГТУ. – 2018. – Т. 22. – № 4 (135). – С. 73-82.
6. Приказ Минсельхоза России от 16.11.2017 N 578 «Об утверждении методики определения страховой стоимости и размера утраты (гибели) урожая сельскохозяйственной культуры и посадок многолетних насаждений и методики определения страховой стоимости и размера утраты (гибели) сельскохозяйственных животных» (Зарегистрировано в Минюсте России 05.12.2017 N 49117).
7. Иваньо Я.М., Пьянкова В.П. Вероятностная оценка изменчивости ливневых осадков в южной части Иркутской области и ее использование при определении водной эрозии // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы всероссийской науч.-практ. конф. (1-2 марта 2018 года). – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. – С. 103-111.
8. Иваньо Я.М. Оценка редких гидрологических явлений в задаче определения ущербов аграрному производству / А.Ю. Белякова, Я.М. Иваньо, С.А. Петрова // Научно-практический журнал «Вестник КрасГАУ». – Красноярск: КрасГАУ, 2014. – Вып. 11. – 2014. – С. 79-86.
9. Бендик Н.В., Иваньо Я.М. Программные средства моделирования сельскохозяйственных параметров с учетом природных и техногенных событий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский ГАУ. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 67-71.

10. Иваньо Я.М., Старкова Н.В. Функциональные возможности информационной системы об экстремальных природных явлениях // Вестник Воронежского ГТУ. – Воронеж: Воронежский ГТУ, – 2009. – Т. 5. – № 10. – С. 82-87.
11. Бендик Н.В., Иваньо Я.М. Концептуальная модель хранилища данных для эффективного ведения сельского хозяйства в регионе // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. – С. 160-168.

Bendik N.V., Vashukevich E.V, Ivan'o Ya.M., Petrova S.A.,
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny of Irkutsk region

INFORMATION SYSTEMS FOR MANAGEMENT OF NATURAL AND TECHNOGENIC RISKS

The article considers information systems developed for decision making by agricultural commodity producers in conditions of natural and man-made risks. Perspective directions of development of the developed software products are described. A conceptual model of a system for managing agricultural production under risk conditions is proposed.
Keywords: information system, natural risks, technogenic risks, management.

УДК 681.3:631

Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

В производственном процессе агроному приходится сталкиваться с множеством проблем, а именно: необходимость быстрой переработки исходной информации о состоянии полей, динамичность агроклиматических факторов, острая ограниченность во времени и т.д. Осуществить такой глубины анализ и провести синтез возможных решений по оптимальному, многовариантному выбору необходимого технологического процесса возможно на основе информационных систем. Одним из перспективных направлений развития информационных технологий на сегодняшний день являются облачные технологии или технологии удаленного доступа. Они представляют собой программно-аппаратное обеспечение, доступное пользователю через сеть Internet. В статье приведен анализ актуальности применения информационных систем в растениеводстве.
Ключевые слова: информационные системы, информационные технологии, растениеводство.

Отрасль информационных технологий основана на системообразующем принципе использования знаний предметных отраслей науки и является одним из наиболее динамично развивающихся направлений, как в мире, так и в России.

Современные информационные технологии и технические возможности могут совершенно по иному представить проекты сельскохозяйственного производства при обязательной сопутствующей технико-экономической оценке. Примером этого могут служить адаптивно-ландшафтные системы земледелия на основе применения компонентов информационных технологий. Геоинформационные комплексы и приборное обеспечение позволяют сделать детальную оценку почв, климатических условий и т. д.

В настоящее время исследования по применению информационных технологий ведутся с разной степенью интенсивности практически по всем направлениям сельскохозяйственной науки. В производственном процессе агроному приходится сталкиваться с множеством проблем: необходимостью быстрой переработки обширной исходной информации о состоянии полей; динамичностью агроклиматических факторов; острая ограниченностью во времени, характерная для определенных периодов сельскохозяйственного производства, особенно в растениеводческой отрасли; слабой обеспеченностью предприятия техническими и трудовыми ресурсами. Все это создает организационные трудности и зачастую влечет за собой не-

рациональность принимаемых решений. Необходим анализ всего многообразия технологических, технических, сортовых, агроклиматических, экономических, экологических и других особенностей, характерных для конкретной природно-климатической территории. Осуществить такой глубины анализ и провести синтез возможных решений по оптимальному, многовариантному выбору необходимого технологического процесса возможно на основе все расширяющегося использования информационных технологий [1].

Учитывая то, что сельскохозяйственные предприятия начинают самостоятельно ориентироваться на рекомендации сельскохозяйственной науки, весьма актуальными становятся и задачи систематизации этих знаний, представления их в удобном и доступном для широкого круга пользователей виде.

Эффективность сельскохозяйственного производства в значительной степени обусловлена уровнем используемого научного потенциала, применением информации, имеющейся в этой сфере человеческой деятельности. Использование информации, особенности которой позволяют выделить ее в самостоятельный раздел информатики – агроинформатики, позволит улучшить управление технологическими и организационными процессами производства сельскохозяйственной продукции [2].

Информация становится таким же ресурсом, как материальные и энергетические ресурсы, без нее немыслимо нормальное существование сельского товаропроизводителя [3]. Информатизация, т.е. процесс перехода к новому технологическому укладу, связанному с широким внедрением новых информационных технологий во все сферы деятельности сельского товаропроизводителя неуклонно развивается и уже затронула не только сельскохозяйственную науку, но и производство.

В связи с этим Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. была принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Реализация настоящей программы требует тесного взаимодействия государства, бизнеса и науки. Программа учитывает и комплексно дополняет цели и задачи стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы [4].

Одним из перспективных направлений развития информационных технологий на сегодняшний день являются облачные технологии или технологии удаленного доступа. Они представляют собой программно-аппаратное обеспечение, доступное пользователю через сеть Internet в виде сервиса, позволяющего использовать удобный web-интерфейс для взаимодействия между пользователем, вычислительными ресурсами, программами и данными, собранными от пользователей и хранящимися на сервере баз данных [5-7].

Разработанные информационные системы с использованием технологии удаленного доступа все чаще находят применение специалистами сельскохозяйственных предприятий.

Информационные системы помогают специалисту выбрать технологию и сформировать рациональный состав машинно-тракторного парка (МТП), исходя из условий конкретного сельскохозяйственного предприятия, с набором машин, обеспечивающим качественное выполнение всего комплекса полевых работ в требуемые агротехнические сроки. [8, 9].

Авторами был проведен патентно-информационный поиск информационных систем созданных для растениеводства. Анализ исследований показал, что в настоящее время активно ведутся исследования по разработке таких систем как в России, так и за рубежом.

Приведем наиболее интересные информационные системы.

Мобильное приложение AgCommand, разработанное в Канаде, отслеживает положение техники на поле; предоставляет данные о прогнозе погоды для планирования использования сельскохозяйственных машин; хранит историю маршрутов движения техники и позволяет сравнивать разные агрегаты [10].

В США, штате Айова, разработана сетевая система поддержки принятия решения при производстве сои «WebGro», которая позволяет пользователям исследовать влияния и взаимодействие различных стрессоров на рост и урожайность сои, и помогает производителям улучшить качество их управленческих решений. Система представляет собой динамические web-страницы, осуществляющие взаимодействие между пользователем и базой данных. Сис-

тема не требует специальных навыков от пользователя, кроме знания об использовании программного обеспечения Интернет-браузера.

В Греции разработана модель «AGRO», которая создает исходные принципы для сертификации комплексного управления возделыванием сельскохозяйственных культур. «AGRO» описывает технические и юридические условия для системы производства продукции растениеводства [11].

В Юргинском технологическом институте разработана информационная система составления технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур, предназначенная для эксплуатации на предприятиях агропромышленного комплекса. Созданная база данных защищена на общем уровне и доступна посредством web -доступа [12].

Для поддержки принятия решений и оперативного планирования сельскохозяйственным предприятием в СибФТИ СФНЦА РАН в формате web-приложения разработана компьютерная программа «Программный комплекс для сопровождения машинных агротехнологий производства зерна яровой пшеницы на уровне сельскохозяйственного предприятия ПИКАТ», далее программный комплекс. Программный комплекс разработан на базе технологии удаленного доступа, которая является одним из перспективных направлений информационных технологий.

Вся информация в виде баз данных и других систем их хранения и обработки находится на удаленном сервере.

Программный комплекс предоставляет следующие возможности:

- адаптация под конкретное хозяйство путем внесения собственной информации в базу данных;
- формирование базы данных по машинно-тракторным агрегатам с указанием технико-экономических характеристик для заданных условий работ с возможностью дальнейшей их корректировки;
- формирование технологических карт с возможностью сравнительной оценки по годовому циклу и анализа показателей работы отдельных агрегатов;
- редактирование данных и полученных технологических карт;
- подбор техники по годовому циклу работ;
- параметрический расчет помесячных и годовых затрат по основным эксплуатационно-экономическим показателям (расход ГСМ, затраты на средства защиты, семена и др.);
- определение потребности в квалифицированных кадрах;
- анализ сводных отчетов деятельности предприятия для определения потребности в технике;
- вывод результатов анализа, календарных графиков загруженности по годовому циклу механизаторов и техники на внешние носители;
- одновременное использование несколькими клиентами;
- автоматическое обновление информации;
- возможность использования на любом устройстве, имеющем соединение с сетью Интернет и веб-браузером[13].

ООО «Мобильные космические системы», Москва, SKСколково, разработало информационную систему «ERPMSS: управление производством и земельными ресурсами», предназначенную для поддержки принятия решений в агропромышленном секторе на основе технологий космического мониторинга и дистанционного зондирования земли, автоматизированного дистанционного зондирования растительного, почвенного покрова. Система предназначена для автоматизации сбора, предварительной и тематической обработки данных: карт типов сельскохозяйственных культур, содержания органических и минеральных веществ, биомассы, контроля транспорта; анализа данных и технико-экономического планирования [14].

ООО «Глобальные системы автоматизации», Москва, разработало информационную систему «Система управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в системе сельского хозяйства с использованием систем ГЛОНАСС/GPS». Система предназначена для управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в системе сельского хозяйства с использованием систем ГЛОНАСС/GPS [15].

Информационные системы помогают выработать рациональные управленческие решения как тактических задач, так и для стратегического планирования работ в хозяйстве, и предоставляют возможность специалисту получить квалифицированную поддержку при выборе наилучшего варианта действий с учетом конкретной ситуации.

Патентно-информационный поиск показал, что применение информационных технологий в растениеводстве является сегодня актуальным и востребованным.

Библиографический список

1. Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Методические положения по информационному сопровождению машинных агротехнологий производства зерна яровой пшеницы на уровне сельскохозяйственного предприятия. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 54 с.

2. Альт В.В. Перспективы автоматизации в агропромышленном комплексе // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1999. – №3-4. – С. 59–65.

3. Савченко О.Ф. Некоторые аспекты концепции развития информационных систем для сельского товаропроизводителя // Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в исследовании сельскохозяйственных процессов: материалы междунар. науч. конф. – Новосибирск: СибФТИ СО РАСХ, 2000. – С. 115–127.

4. [Электронный ресурс] Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756 (дата обращения: 10.05.2018).

5. Колегов П.С., Корчуганова М.А. Предоставление удаленного доступа к информационной системе «Составление технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур» // Управление, информация и оптимизация: сб. тр. Всерос. Молод. научн. школы: Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – С. 204–206.

6. B. Milovic, V. Radojevic. Application of Data Mining in Agriculture // Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2015. No. 21 (№ 1) 2015, – P. 26–34.

7. Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Применение информационных технологий при планировании производства зерна // Вычислительные технологии. – Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2016. – Т. 21. – С. 41–52.

8. Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А. Информационные системы поиска рациональных решений при формировании машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Краснояский гос. аграр. ун-т, 2011. – Ч.2. – С. 225–230.

9. Шило КН., Толочко Н.К., Романюк Н.Н., Нукешев С.О. Перспективные направления развития интеллектуальных технологий в агропромышленном комплексе // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. междунар. науч.- техн. конф. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. – Ч. 1. – С. 54–58.

10. **[**Электронный ресурс] AgCommand. (дата обращения 02.08.2018).
URL: https://www.agcotechnologies.com/ensamf/products/detail/agcommand-app

11. Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А**.** Интернет-технологии в сельском хозяйстве // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2017. – Т.47. – №3 – С. 76–81.

12. Корчуганова М.А., Сырбаков А.П. [и др**.]** Технологии удаленного доступа при проектировании оптимального плана эксплуатации машинно-тракторного парка // Вестн. ИРГСХА. – 2011. – № 45. – С. 91–95.

13. Боброва Т.Н., Колпакова Л.А Информационные технологии в АПК // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы междунар. очно-заочной науч.-практ. конф. – Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. – 2017, – С. 56–58.

14. [Электронный ресурс] Журнал «Патенты и лицензии. Интеллектуальные права» URL:http://www.patents-and-licences. webzone.ru/cont2014.html (дата обращения: 10.05.2018).

15. [Электронный ресурс] Журнал «Патенты и лицензии. Интеллектуальные права» URL:http://www.patents-and-licences. webzone.ru/cont2014.html (дата обращения: 10.05.2018).

Bobrova T.N., Kolpakova L.A., Lapchenko E.A., Isakova S.P.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

THE URGENCY OF THE INFORMATION TECHNOLOGIES APPLICATION IN CROP PRODUCTION

The agronomist has many problems in the production process, they are: the need for rapid processing of initial information about the state of the fields, the dynamics of agro-climatic factors, acute time constraints, etc. To carry out

such a depth analysis and to synthesize possible solutions for optimal, multivariate selection of the required process is possible on the basis of information systems. Cloud technologies or remote access technologies are one of the promising directions of information technologies development today. They are software and hardware available to the user through the Internet. The article presents an analysis of the urgency of information systems in crop production.

Keywords: information systems, information technologies, crop production.

УДК 631.3: 004.422

Исакова С.П., Лапченко Е.А., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Главная задача при выборе технологий состоит в том, чтобы обеспечить получение имеющегося потенциала урожайности сортов зерновых культур за счет учета воздействия различных факторов окружающей среды. Рассмотрен ряд факторов, которые необходимо учитывать при выборе технологий: климатические условия, фитосанитарная обстановка, средства защиты, севооборот, наличие семян, планирование и экономический расчет, а также состав машинно-тракторного парка.

Ключевые слова: технологии растениеводства, климатические условия, фитосанитарная обстановка, севооборот, информационные технологии.

Одной из важнейших характеристик экономической самостоятельности и благосостояния региона является уровень развития растениеводства. Однако ошибки при выборе технологий растениеводства и несоответствие их почвенно-климатическим особенностям могут привести к экономическим и экологическим издержкам [1]. Главная задача при выборе технологий состоит в том, чтобы обеспечить получение имеющегося потенциала урожайности сортов зерновых культур за счет учета воздействия различных факторов окружающей среды, прежде всего агроклиматических и фитосанитарных [2].

Рассмотрим ряд местных факторов, которые необходимо учитывать при выборе технологий: климатические условия, фитосанитарная обстановка, средства защиты, севооборот, наличие семян, планирование и экономический расчет, а также состав машинно-тракторного парка (МТП).

Климатические условия. Обширность территории Сибири обусловливает разнообразие природно-климатических и почвенных условий – от тундрово-таежной зоны на севере до сухостепной на юге. Сельскохозяйственное производство в Сибири с разной степенью интенсивности ведется в восьми почвенно-климатических зонах [3,4]. Агроклиматические особенности зоны размещения хозяйства определяют его специализацию, в соответствии с которой определяются технологии возделывания сельскохозяйственных культур, структура посевных площадей, схемы севооборотов, виды и объемы выполняемых механизированных работ и, в конечном итоге, состав МТП сельхозпредприятия [3-6]. Кроме того, агроклиматические особенности зоны оказывают значительное влияние на продуктивность полевых культур и эффективность применения удобрений [4, 7, 8, 9].

Фитосанитарная обстановка, средства защиты. Основной причиной снижения урожая и ухудшения качества зерна пшеницы являются болезни и вредители. В связи с этим актуально проведение ежегодного фитосанитарного мониторинга и выявление основного патогенного комплекса. На основе результатов фитосанитарного мониторинга должна основываться региональная система мероприятий по защите зерновых культур от наиболее опасных болезней и вредителей [10]. Улучшить фитосанитарную обстановку на полях можно за счет выбора технологий обработки почвы с учетом их влияния на инфекционный потенциал фитопатогенов, фитофагов и сорных растений. Разные способы обработки почвы и разные предшественники влияют на распределение фитофагов по слоям в зависимости от глубины

обработки почвы. Снизить инфекционный потенциал фитопатогенов в разных слоях почвы возможно за счет внесения удобрений, минерализирующих растительные остатки [11-14].

Севооборот. Необходимость чередования культурных растений установлена практикой земледелия. Растения выделяют в почву через корни органические вещества – корневые выделения. Они накапливаются в почве и вредны для последующих посевов растений того же вида, но не вредят другим растениям, а напротив, служат им пищей. Немалое влияние оказывает севооборот и на возбудителей болезней, вредителей и сорняки. Их накопление наблюдается при повторных и особенно бессменных посевах. Научно обоснованное чередование культур помогает снижать их численность и наносимый вред. Другая причина необходимости чередования культур в севообороте – различная потребность растений в элементах минерального питания, то есть их требовательность к плодородию [15, 16].Таким образом, севооборот способствует пополнению и лучшему использованию питательных веществ почвы и удобрений, улучшению физических свойств почвы, ее защите от разрушения, а также ограничивает распространение вредных организмов сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

Наличие семян. Урожай зависит от многих факторов в том числе от высококачественного семенного материала, соблюдение сроков сева, уборки и сезонных работ по обработке посевов. Особенно велика роль сорта при интенсивных технологиях. Это закономерное явление, так как именно при интенсивной технологии все процессы направлены на то, чтобы наиболее полно раскрыть генетические возможности сорта: кустистость, устойчивость к полеганию и болезням, число колосков в колосе, срок созревания и др. Выбор качественных районированных сортов семян, предназначенных для определенных почвенно-климатических зон, играет важную роль в получении высокого урожая [17].

Состав МТП. Современное сельскохозяйственное производство предопределяется в значительной мере организацией работы машин. Это требует учитывать: разнообразие и многомарочность машин, сложность и изменчивость условий, в которых они работают, недостаточное наличие механизаторов, многообразие и сложность производственных процессов, в которых участвуют машины. Определение необходимого состава МТП для выбранной технологии так же зависит от агроклиматических условий зоны расположения хозяйства и почвенных факторов (рельеф, контурность поля, длина гона) [6].

Планирование и экономический расчет. Экономическая эффективность технологий в растениеводстве определяется с предпринимательской (коммерческой) точки зрения, с учетом того, что получит непосредственно потребитель, применяя данную технологию. Для потребителя внедрение какой-либо технологии должно, обеспечить высокую эффективность производства сельскохозяйственной продукции на основе увеличения объемов ее производства, снижения себестоимости и улучшения качества. Основным показателем, критерием оценки и выбора варианта технологии является максимум прибыли, которую можно получить за счет ее применения. Для внедрения этой технологии, применяют и другие (дополнительные) оценочные показатели: снижение трудовых затрат и условное высвобождение рабочей силы, повышение производительности труда, снижение энергетических и материально-денежных затрат, прирост объемов производства продукции на основе увеличения урожайности и др.

В современных условиях система внутрихозяйственного планирования является залогом успешной деятельности предприятия. Одним из основных видов планирования является годовое планирование. В растениеводстве в основе данного вида планирования лежит метод определения затрат и потребности в ресурсах путем разработки технологических карт. Технологические карты являются документом не только для планирования, но и для экономического анализа в сельскохозяйственном предприятии и его подразделениях, служат основой для разработки и принятия конкретных управленческих решений, а также производственно-финансовых и перспективных планов предприятия [18-20].

Значительную помощь в принятии решений на сегодняшний день оказывают информационные технологии (web-приложения), позволяя улучшать управление технологическими

и организационными процессами производства сельскохозяйственной продукции. Они позволяют обрабатывать большие объемы неструктурированных данных. Интернет-технологии и технологии удаленного доступа все чаще применяются в сельском хозяйстве и играют большую роль в его развитии и продвижении на более высокий уровень [21, 22]. Интернет-технологии стали основным инструментом, позволяющим автоматизировать интеллектуальный труд и решать оптимизационные многофакторные задачи сельского хозяйства принципиально другими методами применительно к конкретным условиям товаропроизводителя.

Библиографический список

1. Утенков Г.Л., Каличкин В.К. Совершенствование методических подходов к повышению эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур в условиях Сибири // Достижение науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, – № 4. – С. 14-16.
2. Черкасов Г.Н. Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия. – М.: Россельхозакадемия, 2010. – 85 с.
3. Петуховский С.Л., Шаманин В.П., Моргунов А.И., Трущенко А.Ю., Краснова Ю.С. Изменчивость климатических факторов и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы селекции Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. – 2014. – № 1(13). – С. 20-28.
4. Дыня Я.М., Русакова М.В., Житов В.В. Влияние почвенно-климатических условий и уровня удобренности на устойчивость урожая пшеницы в условиях лесостепи Приангарья // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2012. – № 5. – С. 5-10.
5. Молчаненко С.А. Экономико-статистическая оценка устойчивого развития совместных предприятий // В мире научных открытий: материалы XIV междунар. науч.-практ. конф.(Таганрог, 27 декабря 2014 г.). – М.: «Спутник+», 2014. – С. 187–191.
6. Пустовалова К.А. Формирование машинно-тракторного парка в региональном АПК // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследования. – Новосибирск, 2017. – № 28. – С. 172-176.
7. Сапега В.А. Журавлева Н.Н. Характеристика агрометеорологических условий почвенно-климатических зон Северного Зауралья и их связь с урожайностью зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 11-13.
8. Jones J.W. et al. An operational program for applications of climate information: A cooperative venture with Florida's agricultural extension system // (12th Symposium on Global Change and Climate Variations). Boston: Amer Meteorological Society, 2001. – P. 124-125.
9. Mineter M. J., Jarvis C. H., Dowers S. From stand-alone programs towards grid-aware services and components: a case study in agricultural modelling with interpolated climate data // Environmental Modelling & Software, 2003. – Vol. 18, – N 4. – P. 379-391.
10. Шайдаюк Е.Л., Гультяева Е.И. Фитосанитарное состояние посевов пшеницы на Северо-Западе России. [Электронный ресурс]. URL: http://www.vniitti.ru/conf/conf2017/article/ShaidaukE.L._GultyaevaE.AI_statya.pdf (Дата обращения: 14.06.18).
11. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Юшкевич Л.В., Захаров А.Ф. Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири // Растениеводство, селекция и семеноводство. – 2012. – № 3(28). – С. 86–91.
12. Рзаева В.В. Способ и глубина основной обработки почвы при влиянии на засоренность посевов яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 12(166). – С. 53-57.
13. Сорняки в посевах зерновых культур. [Электронный ресурс]. URL: http://aftk.sibfti.org/CropsProtection/ CropsProtection/Agrotechnical (Дата обращения: 22.06.18).
14. Тимофеева Т.А., Маслов В.А., Каржов С.И. Основная обработка почвы и засоренность посевов // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 29-31.
15. Севообороты в агроландшафте. [Электронный ресурс]. URL:http://agro-portal.su/agrobiologiya/2665-sevooboroty-v-agrolandshafte.html (Дата обращения: 22.06.18).
16. Почвозащитные севообороты. Их место в агроландшафтной системе землепользования. [Электронный ресурс]. URL: https://lektsii.org/10-35368.html (Дата обращения: 25.06.18).
17. Растениеводство как основная отрасль с.-х. производства и наука о выращивании высоких и устойчивых урожаев с.-х. культур. [Электронный ресурс]. URL:http://achgaa.ru/files/umk/ 110801_62 /b3_B_OD_2_1 / 3.1.pdf (Дата обращения: 23.06.18).
18. Организация и планирование производственной продукции растениеводства. Методика составления технологической карты. [Электронный ресурс]. URL:http://chitalky.ru/?p=7651 (Дата обращения: 29.06.18).
19. Лапченко Е.А., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Исакова С.П. Компьютерная программа для формирования технологической карты в растениеводстве // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 4. – С. 64-69.
20. Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Интернет-технологии в сельском хозяйстве // Сиб. вестн. с.-х. наук. – 2017. – Т. 47. – № 3. – С. 76-81.
21. Лапченко Е.А., Луговская О.С., Исакова С.П., Чесноченко Н.Е. Обработка и анализ данных с помощью мобильных приложений в сельском хозяйстве // Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Наука

– цифровой экономике. (DICR-2017): Труды XVI всероссийской конференции (4-7 декабря 2017 г.). / под ред. О.Л. Жижимова, А.М. Федотова. – Новосибирск: ИВТ СО РАН. – 2017. – С. 352-357.
22. Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. К вопросу применения web-приложений для выбора технологий в растениеводстве. // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2018. – Т. 48. – № 3. – С. 84-90.

Isakova S.P., Lapchenko E.A., Bobrova T.N., Kolpakova L.A.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON CHOICE TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION

The main challenge in selecting technologies is to ensure that the available crop yield potential is obtained by considering the impact of various environmental factors. A number of local factors that need to be analyze when choosing technologies are considered: climatic conditions, phytosanitary conditions, means of protection, crop rotation, availability of seeds, availability and selection of equipment, planning and economic calculation and the composition of the machine and tractor park.

Keywords: crop production technologies, climatic conditions, phytosanitary conditions, crop rotation, information technologies.

УДК 631.3: 004.422

Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

В статье кратко описана связь Internet-технологий и современного сельского хозяйства приведен анализ информационных систем, применяющихся в растениеводстве. Даны описания некоторых информационных систем.

Ключевые слова: информационные технологии, растениеводство, Internet-технологии, почвенно-климатические условия, агротехнологии.

В последние десятилетия наблюдается быстрое развитие информационных технологий, предоставивших возможность обработки больших объемов информации и неструктурированных данных. Они заменили собой используемое в прошлом громоздкое оборудование, способствуя повышению мобильности сбора высококачественной точной информации и многократно ускоряя ее обработку. С появлением сети Internet и применением технологий удаленного доступа появилась возможность использования этих данных в любое время [1-4].

На сегодняшний день информационные и Internet-технологии все чаще применяются в сельском хозяйстве и играют все большую роль в его развитии и продвижении на более высокий уровень. Автоматизированные информационные технологии позволили перейти к новым высокоточным технологиям, обеспечивающим более высокий уровень отдачи на вложенные ресурсы. Современное сельское хозяйство базируется на точном измерении процессов происходящих при производстве продукции с применением различных датчиков и аналитических систем, позволяющих осуществлять мониторинг земель и собирать данные о состоянии посевов, воздушной среды, технического состояния машин и оборудования. Учитывая развитие навигационных спутниковых систем и аппаратных средств получения данных о координатах мобильных технических объектов и другой поступающей информации, руководителям служб представилась возможность принятия оптимальных решений по управлению сельскохозяйственными работами на предприятии [5, 6].

Кроме того, информационные технологии также применяются и при проведении науч-

ных исследований, связанных с определением биологического потенциала растений; при: конкурсном сортоиспытании, интродукции растений, экологической оценке и т.д. [7, 8].

Одно из основных направлений растениеводства Сибири – возделывание зерновых культур, а уровень производства зерна служит одной из важнейших характеристик экономической самостоятельности и благосостояния региона. Однако несоответствие агротехнологий почвенно-климатическим особенностям или ошибки при выборе их элементов, в том числе сортов, приводит к экономическим и экологическим издержкам [9].

Информационные системы помогают выбрать технологию и сформировать рациональный состав машинно-тракторного парка (МТП) в рамках выбранной технологии производства зерна, исходя из условий конкретного сельскохозяйственного предприятия, с набором машин, обеспечивающим качественное выполнение всего комплекса полевых работ в требуемые агротехнические сроки. Применение информационных технологий позволяет агроному принимать рациональные решения по выбору технологии и ее техническому оснащению машинами, обеспечивающими выполнение агротехнологических требований [10, 11].

Применение Internet-технологий при обосновании выбора технологий и технических средств обработки почвы облегчает выполнение рутинной работы по выбору экономической оценки технологий и помогает наглядно и быстро оценить ситуацию. Анализ проведенных исследований показал, что в настоящее время существуют различные web-приложения сельскохозяйственного назначения как в России, так и за рубежом (ниже приведены некоторые из них).

ExactFarming [12]. Программа представляет собой web-сервис, предназначенный для управления сельхозпредприятием. Сельхозпроизводителю представляется возможность получать информацию о температуре, осадках и прогнозе погоды, а также просматривать историю погоды за прошлые года; вести учет информации о культуре и сортах, урожайности; через связь с датчиками и спутниками отслеживать неоднородности по влажности и развитию культур; хранить заметки о ситуации на полях, используя геопривязку данных к точке местности. Кроме того, сервис предоставляет возможность составления технологических карт по полям и культурам, используя существующие экспертные шаблоны, чтобы в дальнейшем провести анализ деятельности и выбрать наилучшую технологию.

Agrivi [13]. Система предназначена для управления фермерским хозяйством и предоставляет данные по прогнозу погоды и истории погоды по каждому полю; оснащена алгоритмами обнаружения насекомых и заболеваний и предупреждает о возникновении риска их появления; предоставляет возможность планирования и ведения сельскохозяйственной деятельности по различным культурам; предоставляет экономические данные по каждому сорту для определения рентабельности проводимых работ. Agrivi имеет базу типовых процессов для большого числа культур.

AgCommand [14]. Мобильное приложение, которое отслеживает положение техники на поле; предоставляет данные о прогнозе погоды для планирования использования сельскохозяйственных машин; хранит историю маршрутов движения техники и позволяет сравнивать разные агрегаты.

AMACA [15]. Приложение предназначено для определения стоимости и поддержки принятия решений о целесообразности приобретения нового, использования собственного или арендованного оборудования, а также позволяет выбрать экономически выгодную технологию выращивания культур. Пользователь может осуществлять расчеты изменяя входные параметры (цены на топливо, площади полей, мощности тракторов и др.) и сравнивать результаты на основе анализа данных. Это кросс-платформенное приложение работает на любом устройстве через web-интерфейс и поддерживается различными браузерами.

Представленные приложения способствуют выбору технологий, предоставляя различные возможности: составление электронных карт полей, навигационные системы для сельхозтехники и их мониторинг, отслеживание фитосанитарного состояния посевов и агроклиматических условий и др. Из приведенных выше примеров видно, что отсутствует взаимосвязь между применяемыми технологиями и агроклиматическими особенностями зоны размещения хозяйства. Кроме того, не учитывается фитосанитарная обстановка за предыдущие годы при

составлении технологических карт (нет предупредительных мер борьбы), подбора МТП с учетом рельефа и контурности полей, что является важным при выборе той или иной технологии производства продукции растениеводства. Однако существование web-приложений сельскохозяйственного назначения подтверждает актуальность их применения при выборе технологии и формировании рационального состава МТП, исходя из условий конкретного сельскохозяйственного предприятия, с наборами машин, обеспечивающими качественное выполнение всего комплекса полевых работ в требуемые агротехнические сроки.

Библиографический список

1. Лапченко Е.А., Исакова С.П. Необходимость оперативного управления сельхозпредприятием в изменяющихся условиях производства // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015». – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 126-128.
2. Исакова С.П., Лапченко Е.А. Применение технологий удаленного доступа при планировании и управлении сельскохозяйственным предприятием // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч. - практ. конф. «АГРОИНФО-2015». – Новосибирск, 2015. – Ч. 2. – С. 64-67.
3. Janssen, S.J.C., et al. Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Information and communication technology // Agricultural Systems. 2016. – P. 1-13.
4. Гурова Т.А., Луговская О.С., Свежинцева Е.А. Использование виртуального прибора «Листомер» для определения площади поражения листьев // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 82-89.
5. Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Интернет-технологии в сельском хозяйстве // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2017. – Т. 47. – № 3. – С. 76-81.
6. Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Методические положения по информационному сопровождению машинных агротехнологий производства зерна яровой пшеницы на уровне сельскохозяйственного предприятия. – Новосибирск: СФНЦА РАН. – 2017. – 54 с.
7. **[Электронный ресурс]** Интернет вещей в сельском хозяйстве (Agriculture IoT / AIoT): мировой опыт, кейсы применения и экономический эффект от внедрения в РФ. URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/ (дата обращения: 25.05.2018).
8. Дмитриев Н.Н, Хуснидинов Ш.К. Методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с помощью компьютерной технологии // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 88-93.
9. Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Применение WEB-приложений для выбора технологий в растениеводстве // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2018. – Т. 48. – № 3. – С. 84-90.
10. Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А. Информационные системы поиска рациональных решений при формировании машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2011. – Ч.2. – С. 225–230.
11. Шило КН., Толочко Н.К., Романюк Н.Н., Нукешев С.О. Перспективные направления развития интеллектуальных технологий в агропромышленном комплексе // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. междунар. науч.- техн. конф. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. – Ч. 1. – С. 54–58. (дата обращения: 25.05.2018).
12. **[Электронный ресурс]** ExactFarming. URL: https://www.exactfarming.com/ru/vozmozhnosti/ (дата обращения: 22.05.2018).
13. **[Электронный ресурс]** Agrivi. URL: http://www.agrivi.com/ru/upravlenie-sel-hozpredprijatiem (дата обращения: 25.05.2018).
14. **[Электронный ресурс]** AgCommand. URL: https://www.agcotechnologies.com/ensamf/products/detail/agcommand-app/ (дата обращения: 25.05.2018).
15. Alessandro Sopegno, Angela Calvo, et al. A web mobile application for agricultural machinery cost analysis // Computers and electronics in agriculture. 2016. P. 158-168.

Lapchenko E.A., Isakova S.P., Bobrova T.N., Kolpakova L.A.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

ANALYSIS OF INFORMATION SYSTEMS BY THE CHOISE OF TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION

It is briefly described the connection between Internet-technologies and modern agriculture in the article. It is given the analysis of applied information systems in crop production. Descriptions of some information systems are given.

Keywords: information systems, technologies, crop production, Internet-technologies, soil and climatic conditions, agricultural technologies.

УДК 004:631.15

Бузина Т.С., Тулунова Е.С., Ковалёва Е.А., Вараница-Городовская Ж.И.,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутская область, п. Молодежный

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В работе проанализированы разработанные в Иркутском ГАУ информационные системы планирования производства сельскохозяйственной продукции в условиях неопределенности. Предложены направления расширения их функций. Определена концепция их совместного использования.

Ключевые слова: информационная система, планирование, неопределенность, продовольственная продукция.

Планирование производства продовольственной продукции представляет собой актуальную задачу на уровне предприятий, муниципальных образований, региона и страны. Разработка эффективной продовольственной стратегии позволяет обеспечить оптимальное соотношение производственных ресурсов, а также объемов получения продовольственной продукции с общественными потребностями [1, 2].

Современные методы управления производства продукции нацелены на выбор решения, наилучшим образом отвечающего внутренним возможностям и внешним условиям. При этом для планирования деятельности предприятий агропромышленного комплекса можно использовать методы математического моделирования, позволяющие находить оптимальные решения из множества. Сложность процесса управления в условиях изменчивости внешней среды предполагает разработку и внедрение информационных технологий для повышения эффективности деятельности предприятий агропромышленного комплекса.

Целью работы является обобщение результатов создания различных информационных систем, позволяющих моделировать производство продовольственной продукции на разных уровнях агрегирования (предприятие, группа предприятий, муниципальный район, агроландшафтная зона, регион), оценка расширения функциональных возможностей этих систем и их интегрирование в укрупненную структуру.

Материалы и методы. Для анализа информационных систем планирования производства продовольственной продукции использованы работы различных авторов [3-7].

В работе проанализированы следующие информационные системы: «Агропромышленный кластер», «Оптимизация использования земельных ресурсов региона», «Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур», «Эколого-математическое моделирование производства продовольственной продукции», «Моделирование трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции».

Рассмотрены сходные характеристики и особенности информационных систем, касающиеся математического, информационного и алгоритмического обеспечения.

При разработке описываемых информационных систем, использованы следующие методы: проектирования информационных систем, создания информационного, алгоритмического, математического и программного обеспечения. Особое внимание уделено методам математического моделирования и расширению возможностей прикладного использования информационных систем. При этом рассмотрены ситуации планирования производства сельскохозяйственной продукции и заготовки пищевых дикорастущих ресурсов.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведено краткое описание математического обеспечения информационных систем, позволяющих планировать производство продовольственной продукции на разных уровнях агрегирования.

Информационная система «Агропромышленный кластер» предназначена для управленческого персонала предприятий и муниципальных районов Иркутской области и региона, который, согласно множеству вариантов решения задач математического программирования

с учетом результатов кластеризации, выбирает наилучшую стратегию по определенному критерию оптимальности. В этой информационной системе математическое обеспечение включает в себя: многокритериальные модели, модель оптимизации получения продукции в кластере с интервальными параметрами, иерархические методы кластеризации, метод последовательных уступок, метод статистических испытаний для многократного моделирования оптимальных решений.

Таблица 1

Описание математического обеспечения информационных систем для планирования производства продовольственной продукции

Уровень планирования	Информационные системы планирования	Математическое обеспечение
Региональное планирование	Агропромышленный кластер	Многокритериальные модели Модель оптимизации получения продукции в кластере с интервальными параметрами Иерархические методы кластеризации Метод последовательных уступок Метод статистических испытаний для многократного моделирования оптимальных решений
	Оптимизация использования земельных ресурсов региона	Оптимизационные модели использования земельных ресурсов для обеспечения населения собственной продовольственной продукцией с учетом дикоросов Модель оптимизации использования земельных ресурсов региона для обеспечения населения собственной продукцией с интервальными и вероятностными параметрами Модель безусловной оптимизации использования земельных ресурсов региона для обеспечения населения собственной продукцией в условиях неопределенности
Агроландшафтные зоны, муниципальные районы, предприятия	Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур	Двухэтапные модели оптимизации размещения сельскохозяйственных культур Модели прогнозирования урожайности основных сельскохозяйственных культур
Предприятие	Эколого-математическое моделирование производства продовольственной продукции	Модели минимизации ущерба окружающей среде на богарных землях для производства сельскохозяйственной продукции Модели минимизации ущерба окружающей среде на орошаемых землях для производства сельскохозяйственной продукции Модели минимизации ущерба окружающей среде на богарных и орошаемых землях для производства сельскохозяйственной продукции
Группы предприятий	Моделирование трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции	Модели статистического анализа групп сельскохозяйственных предприятий по численности Модели прогнозирования трудозатрат на производство основных видов продукции Модели минимизации трудозатрат на производство основных видов сельскохозяйственной продукции в условиях неопределенности

Информационная система разбита на структурные модули, каждый из которых выполняет свой комплекс функций: выделение кластеров и оптимизация взаимодействия участников в полученных кластерах. В модуле выделения кластеров реализованы два варианта кластерного анализа: по образцу и с участием пользователя, который может использовать дополнительное функции – выделять один или несколько районов, выбирать разные категории хозяйств, использовать средние и экстремальные значения переменных.

В работе реализованы алгоритмы решения однокритериальных и многокритериальных задач математического программирования с детерминированными, интервальными и вероят-

ностными параметрами в рамках выделенных агропромышленных кластеров. В этих алгоритмах использован метод статистических испытаний. Кроме того, предложен алгоритм решения многокритериальной задачи методом последовательных уступок с детерминированными и интервальными параметрами [3].

Итогом работы информационной системы «Агропромышленный кластер» являются: таблицы и карты с выделенными кластерами и оптимальные планы взаимодействия участников молочного, мясного и зернового кластеров, полученные на основе различных моделей математического программирования. Результаты моделирования могут быть сохранены в файлах, выведены на печать, перемещены в другие прикладные программы.

Расширение функций информационной системы состоит в том, чтобы осуществлять кластеризацию не только по данным муниципальных районов, но и сведений о различных категориях сельскохозяйственных товаропроизводителей. В этом случае выделенные однородные территории могут не совпадать с границами муниципальных районов. Вместе с тем такая кластеризация обладает большей степенью объективности. Математическое обеспечение информационной системы позволяет решать дополнительные задачи кластеризации заготовителей и переработчиков пищевой дикорастущей продукции и оптимизации взаимодействия участников этих кластеров. В дополнение к этому для решения многокритериальных задач, помимо метода уступок, можно использовать другие методы, например, взвешенных коэффициентов с учетом экспертных оценок.

Основной задачей планирования производства сельскохозяйственной продукции на региональном уровне и в рамках агроландшафтных зон является эффективное распределение ресурсов для удовлетворения спроса на производимую продукцию и технологические требования.

Для решения такой задачи были разработаны информационные системы «Оптимизация использования земельных ресурсов» и «Моделирование биопродуктивности культур».

В информационной системе «Оптимизация использования земельных ресурсов» можно построить следующие модели: 1) оптимизация использования земельных ресурсов для обеспечения населения собственной продовольственной продукцией с учетом дикоросов; 2) оптимизация использования земельных ресурсов региона для обеспечения населения собственной продукцией с интервальными и вероятностными параметрами; 3) безусловная оптимизация использования земельных ресурсов региона для обеспечения населения собственной продукцией в условиях неопределенности.

Для моделирования различных ситуаций использована задача безусловной оптимизации, позволяющая оценивать верхние и нижние значения площади сельскохозяйственных угодий, необходимых для выращивания товарной продукции для потребления населения [4]. Поскольку основным параметром модели является урожайность сельскохозяйственных культур, обладающая значительным рассеянием и неоднородностью, ввиду изменения технологий и сортов, она принята в качестве интервальной оценки. Для решения такой задачи была предложена методика с применением метода статистических испытаний, реализованная для различных муниципальных районов Иркутской области. Полученные результаты характеризуют площадь сельскохозяйственных угодий для обеспечения одного жителя продукцией в виде минимального, максимального и медианного значения. При этом расчеты осуществлены для оценки объемов производства растениеводческой, животноводческой продукции и их сочетания. Разработанные модели позволяют выявлять определенные тенденции и находить возможные варианты управления использованием земельных ресурсов.

Между тем многолетние ряды урожайности сельскохозяйственных культур как основного параметра моделей могут обладать значимыми трендами, иметь высокие корреляционные связи, подчиняться законам распределения вероятностей. Поэтому информационная система помимо реализованных функций способна решать задачи оптимизации использования земельных ресурсов для обеспечения населения продовольственной продукцией с разными параметрами: случайными, с автокорреляционными связями и трендами. Поскольку оптимизация использования земельных ресурсов исходит из норм питания, можно решать экстремальные задачи с учетом норм питания для различных групп населения с использованием

дикорастущих растений.

В информационной системе «Моделирование биопродуктивности культур» математическое обеспечение включает в себя двухэтапные модели оптимизации размещения сельскохозяйственных культур и модели прогнозирования урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Информационная система «Моделирование биопродуктивности культур» выполняет следующие функции: открытие базы данных удобным способом; просмотр и редактирование таблиц базы данных; оценка рядов урожайности и их прогнозирование; экспорт данных из базы в табличный процессор для осуществления последующей обработки количественных данных; решение задач математического программирования с различными параметрами для планирования структуры посевов. Основной функцией информационной системы «Моделирование биопродуктивности культур» является моделирование биопродуктивности культур с учетом изменчивости климата [5].

Разработанная информационная система «Моделирование биопродуктивности культур» включает в себя базу данных об урожайности различных культур, площадях посевов и валовых сборах, а также о климатических и агротехнических параметрах за многолетний период по муниципальным, агроландшафтным районам и сельскохозяйственным зонам Иркутской области. Расширение ее возможностей связано с моделированием многоэтапных задач в условиях неопределенности с учетом неоднородности сельскохозяйственных угодий.

Для реализации разработанных эколого-математических моделей производства продовольственной продукции разработана информационная система «Эколого-математическое моделирование производства продовольственной продукции». Входной информацией модели являются: систематизированные данные многолетних рядов природных, экологических и производственных параметров. Результатами работы являются оптимальный план производства и оценка ущербов окружающей среде. Блок управления включает в себя математические методы и алгоритмы. Выполнение процесса осуществляет пользователь компьютера.

Система позволяет осуществлять статистическую обработку природно-климатических, производственных и экологических параметров. Исходя из свойств параметров и их моделей, осуществляется выбор модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с учетом ущербов окружающей среде.

Ввиду того, что параметры являются неопределенными, используются методы получения оптимальных планов в условиях неполной информации. Результатом реализации модели являются оптимальные решения и оценка ущербов окружающей среде.

Особенностью применяемых экстремальных задач является введение экологического параметра – коэффициента негативного воздействия на окружающую среду от ведения сельского хозяйства (загрязнение почвы и воды, водная и ветровая эрозия почв). Данный параметр позволяет производить сельскохозяйственную продукцию с минимальным ущербом окружающей среде [6]. Расширение возможностей этой информационной системы связано с открытостью – дополнением сведениями о неблагоприятных гидрометеорологических явлениях и включением их в процесс моделирования производства сельскохозяйственной продукции.

В информационной системе «Моделирование трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции» реализованы следующие модели: статистического анализа групп сельскохозяйственных предприятий по численности; прогнозирования трудозатрат на производство основных видов продукции; минимизации трудозатрат на производство основных видов сельскохозяйственной продукции в условиях неопределенности [7]. Ее особенностью является использование нелинейных моделей с верхними и нижними оценками, факторных моделей с климатическими и производственно-экономическими параметрами и задач параметрического программирования в условиях неопределенности. Кроме того, аномальные явления предложено анализировать отдельно, выявляя повторяемость гидрометеорологических параметров и особенности их сочетания, влияющие на урожай и трудозатраты. В результате моделирования затрат труда на производство основной сельскохозяйственной продукции можно выявить тенденции работы малых, средних и крупных хозяйств, что способ-

ствует определению оптимальных векторов управления.

Таким образом, в работе проанализированы возможности разных информационных систем, связанных с планированием производства сельскохозяйственной продукции в условиях неопределенности. Определены некоторые аспекты расширения их функций – дополнение математического обеспечения и возможность решения новых задач. Более сложной проблемой является проектирование интеграции описанных информационных систем. Концептуально можно разработать общий интерфейс, создать общую базу данных и использовать математическое и алгоритмическое обеспечение в виде модулей для решения задач планирования производства сельскохозяйственной продукции в условиях неопределенности на разных уровнях агрегирования.

Библиографический список

1. Государственная программа Иркутской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014-2020 годы (утверждена постановлением Правительства Иркутской области от 9 декабря 2013 года №568-пп в редакции от 15 декабря 2017 года).
2. «Государство развития»: эффективная экономическая модель развития страны и регионов. Опыт реализации Иркутской области: монография / под ред. С.Г. Левченко. – М.: Экономика, 2018. – 267 с.
3. Бузина Т.С., Иваньо Я.М. Оптимизация взаимодействия участников в региональных агропромышленных кластерах. – Иркутск: ИрГАУ, 2015. – 148 с.
4. Тулунова Е.С., Иваньо Я.М. Оптимизация использования земельных ресурсов региона в условиях неполной информации. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 161 с.
5. Бузина Т.С., Полковскакя М.Н. Модели управления процессами аграрного производства в условиях неполной информации // Вестник ИрГСХА. – 2016. – Вып. 74. – С.101-109.
6. Бендик Н.В., Иваньо Я.М., Ковалева Е.А. Эколого-математические модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции / Вестник ИрГТУ. – 2016. – № 4 (111). – С. 66-74.
7. Иваньо Я.М. Петрова С.А. Городовская-Вараница Ж.И. Об адаптивности экстремальных задач к оптимизации получения продовольственной продукции // Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии (MMOTI-2018): материалы междунар. науч. конф. – Кишинэу, 2018.

Busina T.S., Tulunova E.S., Kovaleva E.A., Varanica-Gorodovskaya ZH.I.,
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny of Irkutsk region

INFORMATION SYSTEMS FOR PLANNING PRODUCTION OF FOOD PRODUCTION

In the work, the information systems of agricultural production planning developed in the Irkutsk State Agrarian University under conditions of uncertainty are analyzed. Suggested directions for expanding their functions. The concept of their joint use is defined.

Keywords: information system, planning, uncertainty, food products.

УДК 004.94: 633

Асалханов П.Г., Иваньо Я.М., Полковская М.Н.,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутская область, п. Молодёжный

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В работе описано математическое обеспечение информационных систем «Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур» и «Планирование агротехнологических операций», предназначенное для прогнозирования производственно-экономических параметров. Предложено расширить его возможности за счет: моделей, включающих в себя факторы, автокорреляционные связи и время; нелинейных трендов с верхними и нижними оценками и методики прогнозирования лучших и худших значений параметров многолетних рядов. Построена концептуальная модель информационной системы прогнозирования производственно-экономических показателей.

Ключевые слова: информационная система, прогнозирование, аграрное производство, урожайность, агротехнологические операции.

Прогнозирование природных, экономических, технологических, сельскохозяйственных и других процессов имеет теоретическое и практическое значение. При этом возможность адекватной оценки будущих ситуаций возрастает ввиду мощного развития информационных технологий и накопления большого объема данных. Помимо этого, происходит интеграция научных разработок из различных сфер деятельности человека, способствуя расширению возможностей прогнозирования.

Развитие любого государства немыслимо без стабильной работы сельского хозяйства, хорошее качество продукции которого способствует здоровью жителей, их высокой трудоспособности и долголетию.

Между тем производство сельскохозяйственной продукции подвержено влиянию различных групп факторов, прежде всего, природно-климатических и технологических, воздействие которых не всегда благоприятно влияет на получение планируемых урожаев.

Наличие большого числа факторов и их разнообразного сочетания предполагает определение из множества вариантов наиболее приемлемых для практики, что подразумевает использование информационных технологий. При этом следует иметь в виду широкий спектр параметров деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Вместе с тем без прогностических данных трудно представить эффективное управление и планирование производством продовольственной продукции.

При прогнозировании производственно-экономических параметров с помощью информационных систем требуется соответствующая база данных, разнообразное математическое, алгоритмическое и программное обеспечение.

В работах [1, 6] приведено описание информационных систем, позволяющих прогнозировать основные параметры производства сельскохозяйственной продукции. В информационной системе «Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур» [10] для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур выделены следующие модели:

1) трендовые $y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 ... + a_n t^n + \varepsilon$;
2) авторегрессионные $y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + ... + a_\tau y_{t-\tau} + \varepsilon$;
3) авторегрессионные с учетом тренда $y_t = a + a_1 y_{t-\tau} + a_2 t + \varepsilon$;
4) факторные $y_t = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + ... + a_n x_n + \varepsilon$.

Здесь y_t – прогнозное значение биопродуктивности; a_0 – свободный член уравнения; a_1, a_2, a_τ – коэффициенты при неизвестных; $y_{t-\tau}$ – предшествующее значение биопродуктивности со сдвигом τ; t – параметр времени; ε – случайная составляющая; x_1, x_2, …, x_n – климатические параметры.

В отличие от информационной системы «Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур», информационная система «Прогнозирование и планирование агротехнологических операций» [9] позволяет прогнозировать даты технологических операций на основе многолетних климатических данных о температуре и осадках, и их прогностических значений для различных территорий региона с применением геоинформационных технологий [1].

Для определения рекомендуемой даты посева в работе [1] использованы однофакторные и многофакторные линейные и нелинейные регрессионные модели:

$$y_t = a_0 + a_1 x_1 + \varepsilon, \quad (1)$$

$$y_t = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \varepsilon. \quad (2)$$

$$y_t = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_1^2 + \varepsilon, \quad (3)$$

$$y_t = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + a_4 x_1^2 + a_5 x_2^2 + \varepsilon. \quad (4)$$

где y_t – результативный признак, a_0, $a_1 \ldots a_5$ – коэффициенты регрессии, $x_1 = \sum_{i=1}^{k} t_i$ сумма средних температур воздуха t_i за период k, $x_2 = \sum_{i=1}^{k} q_i$ - сумма осадков q_i за период k.

В качестве результативного признака (y_t) предложено использовать относительные даты прогрева почвы до рекомендуемой температуры (t_d) как разность между ежегодной датой прогрева почвы T_i и датой на 5 дней предшествующей самой ранней дате T_i за многолетний период: $y_i = T_i - T_n$.

При оценке начала периода для суммирования параметров тепла и увлажнения T_0 принята дата перехода среднесуточной температуры воздуха, усредненной за многолетний период, через 0°С. Рассматриваются разные продолжительности этого периода: от 7 до 20 суток и более. В день окончания периода и при наличии данных о сумме температур и осадков, возможен расчет даты посева T_i на текущий год.

Особенностью моделей (1)-(4) является то, что в них используются предшествующие значения факторов, таких как сумма средних суточных температур и сумма осадков. Это позволяет осуществлять прогноз оптимальной даты посева с необходимой заблаговременностью.

В дополнение к этим моделям приведем разработки, описанные в работах [5, 7, 8, 11], позволяющие расширить возможности математического обеспечения информационной системы прогнозирования.

В работе [7] рассматривается динамика лесных пожаров в национальном парке «Тункинский» за многолетний период, которая характеризуется волнообразным изменением количества возгораний. Их предложено описывать с помощью зависимости, аргументами которой являются предшествующие значения пожаров и гидрометеорологические факторы в текущем сезоне:

$$y_t = -58{,}5 + 4{,}864t^0 - 0{,}12y_{t-6} + 0{,}31y_{t-5} - 0{,}297y_{t-4} + 0{,}453y_{t-3} - 0{,}246y_{t-2} + 0{,}539y_{t-1}, \quad (5)$$

где t^0 – средняя температура июня. При использовании этой формулы необходимо соблюдать условие неотрицательности значений yt. Предложенное выражение является значимым, а его точность соответствует $R^2=0{,}52$.

Для прогнозирования параметров аграрного производства можно использовать факторные модели с учетом тренда, предшествующих значений и климатических параметров. Такие модели реализованы в работе [5] для урожайности зерновых культур:

$$y_t = f(t, y_{t-\tau}, x_i), \quad (6)$$

где $t \in T$, $\tau \in \mathrm{T}$, $i \in I$. При этом, для прогнозирования урожайности зерновых культур в качестве факторов использованы время и сумма средних месячных температур и осадков с мая по август.

В работе [11] для прогнозирования затрат на молочную продукцию использована нейросетевая модель. В качестве основной нейросетевой парадигмы был взят многослойный персептрон, сеть обучалась по принципу минимизации ошибки. В результате полученных расчетов наиболее точно предсказывала значения прогнозируемого параметра сеть, описанная синусоидной функцией активации с 12 выходами, тремя скрытыми нейронами и одним выходом (12-3-1).

Помимо описанных моделей, особый интерес вызывают модели с предельными значениями [8]. Недостатком линейного выражения является стремление к бесконечности y_t при неограниченном увеличении времени. В частности, имеет место замедление роста урожайности сельскохозяйственных культур в рамках используемых технологий. Чем больше нужно получить, тем значительнее необходимы затраты, которые в свою очередь ограничены. Поэтому предпочтительнее в таких ситуациях использовать модели с верхними оценками:

$$y_t = A - (A - y_0)e^{-k(t-t_0)}, \quad (7)$$

где A – верхняя оценка y, y_0 - граничное условие в начальной точке t_0. В работе [8] описан вариант регрессионного уравнения, полученный по верхним граничным значениям урожайности зерновых. Между тем приведенную формулу можно использовать для оценки низких урожайностей зерновых культур. Модель (7) применима для долгосрочного планирования производства различных видов сельскохозяйственной продукции. При этом применение методики прогнозирования по низким и высоким значениям позволяет оценивать возможные риски.

Помимо расширения математического обеспечения описанных выше информационных систем, для решения задач прогнозирования параметров аграрного производства применяются геоинформационные системы (ГИС). При этом ГИС могут использоваться как самостоятельно, так и в совокупности с приведенными математическими моделями. Так в работе [1] описана функция использования геоинформационных технологий для прогнозирования дат агротехнологических операций. Информационная система позволяет с помощью ГИС MapInfo получать даты начала посевов с их пространственным распределением. При этом возможны два варианта распределения дат: по муниципальным районам, когда по каждому из них используется одна дата и по участкам, полученным в ходе интерполяции точечных данных по пунктам наблюдений.

При первом варианте распределения границы участков различных дат посевов совпадают с границами муниципальных районов, и в пределах одного района устанавливается одна дата посева. Однако климатические условия в разных зонах одного района не одинаковы, и рекомендуемые даты посевов могут отличаться. В особенности это касается крупных районов. Этот вариант эффективен для малых районов или при наличии данных только по одному участку района.

Второй вариант распределения дат основан на разделении по участкам с одинаковыми датами посева, основанный на интерполяции точечных прогнозных данных по этим датам. Он применяется при наличии фактических данных многих пунктов наблюдений или метеоплощадок предприятий (которые могут располагаться вне населенных пунктов) и позволяет более адекватно распределять участки с одинаковыми датами посева согласно этим данным.

На основании анализа функций разработанных информационных систем, математического обеспечения и определения возможностей, расширяющих применения систем и их интеграцию, построена концептуальная модель модифицированной информационной системы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема функционирования информационной системы прогнозирования параметров производства сельскохозяйственной продукции

Согласно рисунку источниками данных являются сельскохозяйственные предприятия и их метеоплощадки, Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области, управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Иркутской области. В зависимости от требований пользователя информационной системы, база данных должна содержать сведения об урожайности сельскохозяйственных культур, площадях посевов, необходимом объеме валового сбора, материально-техническом обеспечении аграрного производства, карты. Помимо этого для учета влияния климатических параметров необходимы сведения о среднесуточных, месячных и годовых параметрах тепла и увлажненности (суточные температуры и осадки, число дней бездождевого и безморозного периодов и др.).

Алгоритмическое обеспечение должно включать в себя алгоритмы для решения задач прогнозирования параметров аграрного производства по верхним и нижним оценкам; с учетом факторных зависимостей от времени, предшествующих значений и климатических параметров, а также применения геоинформационных технологий. При этом статистическая обработка показателей осуществляется при помощи специализированного пакета SPSS for Windows. Для реализации моделей планирования структуры посевов сельскохозяйственных культур с учетом прогностических данных (решения задач линейного программирования) использован программный продукт LP Solve 5.5. Основой системы являются методы имитационного моделирования, теории вероятностей и математической статистики и математического программирования. Пользователем информационной системы может быть руководитель агропромышленного предприятия, специалист министерства сельского хозяйства региона, муниципального района и представитель страховой компании, оценивающий риски.

Математическое обеспечение информационной системы включает в себя разнообразные модели, позволяющие осуществлять прогноз показателей аграрного производства с оценкой рисков для планирования аграрного производства.

Таким образом, в работе приведены существующие информационные системы, позволяющие прогнозировать показатели аграрного производства, в частности, урожайность сельскохозяйственных культур и сроки проведения агротехнологических операций. При этом используются трендовые, авторегрессионные, факторные модели и их сочетания. В продолжение данных исследований предлагается синтезировать описанные информационные системы и дополнить их математическими моделями, учитывающими влияния фактора времени, предшествующие значения, климатические параметры. Кроме того, дополнительным направлением для улучшения прогнозирования производственно-экономических параметров является использование геоинформационных технологий.

В качестве информационного обеспечения системы предлагается использовать данные о производственно-экономических параметрах деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей, гидрометеорологические данные, сведения статистических управлений и карты, характеризующие состояние полей. Прогнозирование разных параметров производства аграрной продукции с учетом их вариации способствует улучшению планирования в условиях рисков.

Библиографический список

1. Асалханов П.Г. Иваньо Я.М. Прогнозирование и планирование агротехнологических операций для природно-климатических зон региона: монография. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2014. – 144 с.
2. Астафьева М.Н. Об информационной системе моделирования биопродуктивности различных культур для планирования производства продовольственной продукции // Современные технологии, системный анализ, моделирование. – 2012. – № 2 (34). – С. 139-144.
3. Брыксин В.М., Евтюшкин А.В. Прогнозирование урожайности зерновых культур на основе данных дистанционного зондирования и моделирования биопродуктивности // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 1/2 (65). – С. 89-93.
4. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. – М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. – 384 с.
5. Иваньо Я.М., Попкова Ю.А., Столопова Ю.В. К вопросу прогнозирования урожайности зерновых культур

//Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: сб. статей VII междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. – С. 203-211.
6. Иваньо Я.М., Полковская М.Н. Оптимизация структуры посевов с учетом изменчивости климатических параметров и биопродуктивности культур: монография. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2016. – 150 с.
7. Иваньо Я.М., Лазарева А.А., Столопова Ю.В. Моделирование изменчивости характеристик пожаров на территории национального парка «Тункинский» // Вестник КрасГАУ, 2017. – Вып. 7. – С.44-50.
8. Иваньо Я.М., Петрова С.А., Полковская М.Н. Управление производством сельскохозяйственной продукции в условиях изменчивости климата // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: сб. статей VII междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. – С. 19-29.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2015618075. Прогнозирование и планирование агротехнологических операций/ П.Г. Асалханов, Я.М. Иваньо // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2015.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2016616470. Моделирование биопродуктивности сельскохозяйственных культур / Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская// Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2016.
11. Трипутина В.В., Комбарова А.А. Применение моделей прогнозирования для расчета затрат на продукцию по государственным закупкам Иркутской области // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: ИрГАУ, 2016. – С. 77-84.

Asalkhanov P.G., Ivan'o Ya.M., Polkovskaya M.N.,
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny of Irkutsk region

INFORMATION SYSTEMS FOR FORECASTING THE PARAMETERS OF THE PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

The article describes the mathematical support of information systems "Modeling of the bioproductivity of agricultural crops" and "Planning of agrotechnological operations", intended for forecasting production and economic parameters. It is proposed to expand its capabilities through: models, including factors, autocorrelation links and time; non-linear trends with upper and lower bounds and methods for predicting the best and worst values of parameters of multi-year series. A conceptual model of the information system for forecasting production and economic indicators is constructed.

Keywords: information system, forecasting, agrarian production, yield, agrotechnological operations.

УДК 519.23: 633

Чешкова А.Ф.[1], Алейников А.Ф.[1,2], Гребенникова И.Г.[1], Стёпочкин П.И.[1],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск
[2]Новосибирский государственный технический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Многообразие существующих методов оценки фенотипической стабильности растений ставит перед селекционерами проблему выбора подходящего варианта. В статье приведено описание 17 статистических показателей стабильности, широко используемых в современных исследованиях. На примере данных полевого опыта по оценке урожайности 7 сортов сои в 55 вариантах сред были рассчитаны корреляционные связи между параметрами стабильности. Выполнена классификация методов, разделяющая их на пять групп. Предложены рекомендации по выбору способа определения стабильности генотипов в зависимости от целей исследования.

Ключевые слова: фенотипическая стабильность, взаимодействие генотип×среда, селекция растений, статистические методы.

Введение

Снижению амплитуды колебаний урожайности должна способствовать селекция сортов с высокой степенью адаптивности. Адаптация представляет собой непрерывный процесс самонастройки и приспособления растений к меняющимся условиям среды и технологий воз-

делывания. Этот процесс совершается в рамках нормы реакции генотипов. Адаптационные процессы реализуются через важнейшие функции организма и, в первую очередь, через процессы роста, непосредственно связанные с продуктивностью и урожайностью.

Взаимодействие генотип×среда означает, что различные генотипы по-разному реагируют на изменение условий произрастания. Относительное ранжирование продуктивности группы сортов в различных условиях среды дает различные результаты. Даже среди специфичных, регионально приспособленных селекционных форм сложно выбрать наилучший генотип, в связи с относительной изменчивостью урожайности в различные годы наблюдений.

В настоящее время существует множество различных способов оценки взаимодействия генотип×среда, в основе которых лежат математические методы расчета определенных параметров, характеризующих степень реакции генотипа на изменяющиеся условия среды. При этом используются разные термины: адаптивность, приспособляемость, гомеостатичность, пластичность, стабильность и др. Их трактовки сильно различаются у разных авторов. Особенно заметна противоречивость трактовок понятий «пластичность» и «стабильность» в отечественной и зарубежной литературе.

Сравнение различных методов оценки стабильности, описание их преимуществ, недостатков и условий применимости можно найти в работах зарубежных авторов [1-6]. Однако в этих исследованиях отсутствует сравнение с методиками, предлагаемыми в отечественной литературе.

Целью данного исследования является сравнительный анализ и классификация российских и иностранных методов оценки фенотипической стабильности сортов растений.

Концепции стабильности

В целом, в зависимости от целей исследований существуют две основные различающиеся концепции стабильности: статическая (биологическая) и динамическая (агрономическая) [1].

Статическая концепция стабильности генотипа подразумевает неизменное значение признака, не зависящее от вариаций условий среды. Эта концепция стабильности полезна для признаков, уровни которых должны поддерживаться любой ценой, например, для качественных признаков устойчивости к заболеваниям или для стрессовых признаков, таких как зимостойкость. Но что касается урожайности, то селекционеры стремятся найти генотипы, которые стабильны и высокопродуктивны одновременно.

В отличие от статической, динамическая концепция предусматривает предсказуемую реакцию генотипа на изменения условий среды. Стабильный генотип, в соответствии с этой концепцией, не отклоняется от средних показателей данной реакции. Для каждой из сред продуктивность стабильного генотипа точно соответствует расчетному уровню или прогнозу.

Среди методов динамической концепции, используемых для оценки стабильности, можно выделить следующие группы:

- методы, оценивающие стабильность генотипа, на основе вклада во взаимодействие генотип×среда;
- методы, использующие регрессионный подход к оценке стабильности признака;
- непараметрические методы, основанные на относительном ранжировании данных;
- многомерные методы, использующие для оценки стабильности результаты кластерного или компонентного анализа.

Методы оценки стабильности

1. Методы статической концепции стабильности

1.1. (*EV*). Roemer, 1917 (в изложении Becker H.C. & Leon J., 1988) [2] использовал понятие «средовая вариация генотипа» (environmental variance) для определения стабильности генотипа:

$$S_i^2 = \frac{\sum_j \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}\right)^2}{n-1},$$

где Y_{ij} – среднее значение признака для *i*-го генотипа в *j*-й среде (*i*=1,…*v*; *j*=1,…*n*); $\bar{Y}_{i.}$ – среднее значение признака для *i*-го генотипа по всем средам. Наиболее стабильный генотип имеет наименьшее значение средовой вариации.

1.2. *(CAC).* Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1997 [7] рассматривают стандартную модель дисперсионного анализа:

$$y_{ijk} = u + v_i + d_j + (vd)_{ij} + e_{ijk} \ ,$$

где y_{ijk} – значение признака *i*-го генотипа в *j*-ой среде в *k*-ом повторении (*i*=1,…*v*; *j*=1,…*n*; *k=1,…r*); *u* – общая средняя; v_i – эффект *i*-го генотипа; d_j – эффект *j*-ой среды; $(vd)_{ij}$ – эффект взаимодействия генотип×среда; e_{ijk} – случайный эффект.

Вводятся понятия:

- «общей адаптивной способностью» называют эффект *i*-го генотипа

$$\mathrm{OAC}_i = v_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..};$$

- «специфической адаптивной способностью» *i*-го генотипа в *j*-ой среде называют сумму эффектов *j*-ой среды и взаимодействия генотип×среда

$$\mathrm{CAC}_{ij} = d_j + (vd)_{ij} = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} + \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}\right) = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.};$$

- в качестве меры стабильности *i*-го генотипа используют вариансу CAC_i

$$\sigma^2_{\mathrm{CAC}_i} = \frac{1}{n-1}\sum_j \left(d_j + (vd)_{ij}\right)^2 - \frac{n-1}{n}\sigma^2 = \frac{\sum_j \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}\right)^2}{n-1} - \frac{n-1}{n}\sigma^2.$$

Очевидно, что «варианса специфической адаптивной способности» $\sigma^2_{\mathrm{CAC}_i}$ есть не что иное, как «средовая вариация генотипа» S_i^2, уменьшенная на величину ошибки опыта.

1.3. *(Pi).* Lin C.S., Binns M.R., 1988 [8] предложили использовать «меру превосходства» P_i (superiority measure) в качестве параметра стабильности:

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} \left(Y_{ij} - M_j\right)^2 / (2n),$$

где M_j – максимальное значение Y_{ij} по всем генотипам в *j*-ой среде. Генотипы с меньшим значением P_i считаются более стабильными.

1.4. *(CV).* Francis T.R. & Kannenberg L.W., 1978 [9] в качестве меры стабильности используют комбинацию средней урожайности и коэффициента вариации. Коэффициент вариации *i*-го генотипа оценивается по стандартной формуле:

$$CV_i = \frac{\sigma_i}{\bar{Y}_{i.}} \cdot 100\% \ ,$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение признака для *i*-го генотипа; $\bar{Y}_{i.}$ – среднее значение признака для *i*-го генотипа по всем средам. Наиболее стабильный генотип имеет наименьший коэффициент вариации.

Все исследуемые генотипы разделяются на 4 группы:

I – средняя урожайность генотипа выше общей средней в опыте, коэффициент вариации ниже среднего по опыту;

II – урожайность выше средней, вариация тоже выше средней;

III – урожайность ниже средней, вариация ниже средней;

IV – урожайность ниже средней, вариация выше средней.

Генотипы из I группы считаются наиболее стабильными.

1.5. *(HOM).* Хангильдин В.В., 1979 [10] использует обратное к коэффициенту вариации соотношение, называя его «коэффициентом гомеостатичности»:

$$Hom_i = \frac{\bar{Y}_{i.}^2}{{\sigma_i}^2}.$$

Или уточненный вариант:

$$Hom_i = \frac{\bar{Y}_{i.}^2}{\sigma_i\left(\bar{Y}_{i(opt)} - \bar{Y}_{i(lim)}\right)},$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение признака для *i*-го генотипа; $\bar{Y}_{i.}$, $\bar{Y}_{i(opt)}$, $\bar{Y}_{i(lim)}$– средние значение признака для *i*-го генотипа по всем средам, в оптимальной и лимитированной среде соответственно. Чем выше коэффициент гомеостатичности, тем стабильнее генотип.

1.6. *(UST)* Удачин Р.А., 1990 [11] модифицировал методику Хангильдина, предложив новый показатель – «устойчивость индекса стабильности»:

$$U_i = \left(1 - \frac{I_{i(opt)} - I_{i(lim)}}{\bar{I}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\bar{Y}^2_{i(opt)}/\sigma_{i(opt)} - \bar{Y}^2_{i(lim)}/\sigma_{i(lim)}}{\left(\sum_{ij} \bar{Y}^2_{ij}/\sigma_{ij}\right)/(v \cdot n)}\right) \cdot 100\%,$$

где σ_{ij} , $\sigma_{i(opt)}$, $\sigma_{i(lim)}$ – среднеквадратические отклонения признака для *i*-го генотипа в *j*-ой, оптимальной и лимитированной средах; $\bar{Y}_{ij}$, $\bar{Y}_{i(opt)}$, $\bar{Y}_{i(lim)}$ – средние значения признака для *i*-го генотипа в *j*-ой, оптимальной и лимитированной средах; *v* – число генотипов; *n* – число сред. Чем выше данный показатель, тем стабильнее генотип.

1.7. (*MAR*) Мартынов С.П., 1990 [12] предлагает использовать для оценки стабильности «взвешенный показатель гомеостатичности»:

$$H_i = \sum_j a_j \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{.j}\right)/\sigma_j \ ,$$

где a_j – расчетный весовой коэффициент, определяемый для *j*-ой среды следующим образом. Все среды делятся на три группы со сходными условиями испытания: благоприятные $\left(\bar{Y}_{.j} > \bar{Y}_{..} + \mathrm{HCP}_y\right)$, средние $\left(\bar{Y}_{..} - \mathrm{HCP}_y < \bar{Y}_{.j} < \bar{Y}_{..} + \mathrm{HCP}_y\right)$ и неблагоприятные $\left(\bar{Y}_{.j} < \bar{Y}_{..} + \mathrm{HCP}_y\right)$. Величину HCP_y определяют по формуле:

$$\mathrm{HCP}_y = t_T \sqrt{MS_V (n+1)(nv)},$$

где t_T – значение табличного критерия Стьюдента при P = 0,05 или 0,01 и числе степеней свободы взаимодействия «сортообразцы-годы испытания»; MS_v – средний квадрат этого взаимодействия, полученный из обычного дисперсионного анализа исходных данных испытания *n* сортообразцов за *v* лет. Групп условий может быть и больше трех. В *k*-й группе объединяют N_k условий испытания, всего *C* групп. Весовые коэффициенты условий каждой (*k*-й) группы одинаковы:

$$a_k = \frac{n}{C \cdot N_k}, \quad k = 1, \ldots C.$$

Чем выше значение H_i, тем более гомеостатичен генотип.

2. Методы, оценивающие стабильность генотипа на основе вклада во взаимодействие генотип×среда

В данных методах рассматривается модель дисперсионного анализа для *t* генотипов, *s* сред, *r* повторностей следующего вида:

$$Y_{ij} = \mu + d_i + \epsilon_j + g_{ij} + \bar{e}_{ij} \ ,$$

где Y_{ij} – среднее значение признака *i*-го генотипа в *j*-й среде (*i*=1,…*t*; j=1,…*s*); μ – общее среднее; d_i– аддитивный вклад *i*-го генотипа; ϵ_j – аддитивный вклад *j*-ой среды; g_{ij} – эффект взаимодействия генотип×среда; $\bar{e}_{ij}$ – остаточная средняя вариация *i*-го генотипа в *j*-ой среде.

2.1. *(Wi).* Wricke G., 1962 [13] предложил в качестве меры стабильности генотипа использовать сумму квадратов эффектов взаимодействия генотип×среда по всем средам. Данный параметр назван «экологической валентностью» (ecovalence) и вычисляется по формуле:

$$W_i = \sum_j \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}\right)^2 .$$

Чем меньше его значение, тем более стабилен генотип.

2.2. *(SIGMA).* Shukla G.K., 1972 [14] предложил вместо W_i использовать несмещенную оценку дисперсии g_{ij} – «вариансу стабильности» (stability variance):

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{(s-1)(t-1)(t-2)}\left[t(t-1)\sum_j\left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}\right)^2 - \sum_{ij}\left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}\right)^2\right].$$

Фактически, эта оценка идентична «экологической валентности» в применении к ранжированию генотипов по стабильности.

3. Методы, использующие регрессионный подход к оценке стабильности признака

3.1. (*Bi, S2di)*. Наиболее широкое распространение получил метод Eberhart S.A. & Russell W.A., 1966 [15], в котором используется регрессионный подход к оценке взаимодействия генотип×среда. Вводится понятие «индекс среды», обозначающее отклонение среднего значения исследуемого признака по всем сортам для выбранной среды от генеральной средней. Рассматривается следующая модель:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij},$$

где Y_{ij} – среднее значение признака *i*-го генотипа в *j*-й среде (*i*=1,…*v*; j=1,…*n*); μ_i – среднее значение для *i*-го генотипа по всем средам; β_i - коэффициент регрессии, измеряющий отклик *i*-го сорта на изменение условий среды; δ_{ij} – отклонение от регрессии *i*-го генотипа в *j*-й среде; I_j – индекс *j*-ой среды, вычисляемый по формуле:

$$I_j = \frac{\sum_i Y_{ij}}{v} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{vn}.$$

Коэффициент регрессии b_i является первым параметром стабильности генотипа:

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}.$$

Второй параметр стабильности – варианса отклонений от линии регрессии:

$$s_{d_i}^2 = \frac{\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2}{n-2} - \frac{s_e^2}{r},$$

где s_e^2 – ошибка, *r* – число повторений. Сумма квадратов отклонений от регрессии вычисляется по формуле:

$$\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 = \left(\sum_j Y_{ij}^2 - Y_{i.}^2/n\right) - \left(\sum_j Y_{ij} I_j\right)^2 \Big/ \sum_j I_j^2$$

К стабильным относят сорт, у которого b_i =1, $s_{d_i}^2 = 0$.

3.2. (*Alpha, Lambda)*. Регрессионный подход используется также в методике Tai G.C.C., 1971 [16-17]. Рассматривается модель дисперсионного анализа со случайными эффектами среды следующего вида:

$$y_{ijk} = \mu + d_i + \epsilon_j + \gamma_{k(j)} + g_{ij} + e_{ijk},$$

где y_{ijk} (*i*=1,…*t*, *j*=1,…*s*, *k*=1,…*r*) – значение признака *i*-го генотипа в *j*-й среде в *k*-ом повторении; μ – общее среднее; d_i– эффект *i*-го генотипа; ϵ_j – эффект *j*-ой среды; $\gamma_{k(j)}$ – эффект повторностей в средах; g_{ij} – эффект взаимодействия генотип×среда; e_{ijk} – остаточная вариация, обусловленная повторностями.

Tai предложил определять линейный ответ генотипа на эффект среды α_i и отклонение от линейного ответа λ_i. Они связаны с параметрами Eberhart S.A. & Russell W.A. следующим образом:

$$\alpha_i = \frac{MSL(b_i - 1)}{MSL - MSB},$$

$$\lambda_i = \left(\frac{m}{m-1}\right)\left(\frac{n-2}{n-1}\right)\frac{s_{d_i}^2}{MSE/r} - \alpha_i\left(\frac{b_i - 1}{m-1}\right)\frac{MSB}{MSE},$$

где *MSL*, *MSB*, *MSE* – средние квадраты, обусловленные средами, повторностями в средах и ошибкой соответственно. Генотипы, у которых α_i =0, λ_i = 1, имеют среднюю стабильность; при α_i >0, λ_i = 1 или α_i <0, λ_i = 1 стабильность выше или ниже средней соответственно; при больших значениях λ_i генотип имеет непредсказуемые флуктуации.

3.3. *(Ai).* Коэффициент регрессии в модели Eberhart S.A. & Russell W.A. зависит от среднего значения признака. Сорта с высоким значением среднего будут иметь больший коэффициент (эффект шкалы). Для устранения этого недостатка Драгавцев В.А., 1983 [18] предложил использовать безразмерный коэффициент мультипликативности:

$$a_i = \frac{\bar{Y}_{i.} - b_i \bar{Y}_{..}}{\bar{Y}_{i.}}.$$

4. Непараметрические методы оценки стабильности

Непараметрические методы, основанные на относительном ранжировании данных, имеют свои преимущества, так как не накладывают ограничения на распределение исходных данных и не требуют гомогенности дисперсий.

4.1. *(S1, S2).* Nassar R. & Huehn M., 1987 [19] ранжируют генотипы в *j*-й среде (*j*=1,…*N*), присваивая минимальный ранг 1 генотипу с наименьшим откорректированным средним значением признака $Y_{ij}^{*} = \left(Y_{ij} - (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})\right)$, (*i*=1,…*K*), а максимальный ранг *K* получает генотип с наибольшим откорректированным средним значением признака. Генотип считается стабильным, если его ранги близки для разных сред. Максимально стабильный генотип имеет постоянный ранг. В качестве меры стабильности предлагаются следующие параметры:

$$S_i^{(1)} = 2 \cdot \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{j'=j+1}^{N} \left| r_{ij} - r_{ij'} \right| / [N(N-1)],$$

$$S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^{N} \left(r_{ij} - \bar{r}_{i.} \right)^2 / (N-1), \qquad \text{где } \bar{r}_{i.} = \sum_{j=1}^{N} r_{ij} / N .$$

Для максимально стабильных генотипов $S_i^{(1)} = 0,\ S_i^{(2)} = 0$.

Другие способы оценки стабильности, основанные на относительных рангах, предложены в работах Kang M.S., Pham H.N., 1991 [20], Ketata H., Yan S.K., Nachit M., 1989 [21].

5. Многомерные методы оценки стабильности

Среди многомерных методов наибольшее распространение получили различные варианты кластерного анализа, представленные в работах Lin C.S. & Binns M.R., 1991 [22-23], Fox P.N., Rosielle A.A., 1982 [24]. Кластерный анализ позволяет сгруппировать генотипы по их реакции на среду. Недостаток метода заключается в большом количестве подходов к установлению меры несходства между генотипами и слабой обоснованности выбора способа группировки.

5.1. *(ASVI).* Zobel R.W., Wright M.J. & Gauch H.G., 1988 [25] предложили использовать метод главных компонент и графическое представление стабильности на основе модели AMMI (additive main effects and multiplicative interaction). В данной модели матрица взаимодействий генотип×среда проецируется в пространство главных компонент. Модель имеет вид:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{n=1}^{N} \lambda_n \zeta_{in} \eta_{jn} + \theta_{ij} ,$$

где Y_{ij} – среднее значение признака *i*-го генотипа в *j*-й среде (*i*=1,…*t*; j=1,…*s*); μ – общее среднее; α_i– аддитивный вклад *i*-го генотипа; β_j– аддитивный вклад *j*-ой среды; λ_n – собственные значения ковариационной матрицы; ζ_{in} , η_{jn} – проекции *i*-го генотипа и *j*-ой среды на *n*-ю компоненту; *N* – число компонент; θ_{ij}– остаточная средняя вариация *i*-го генотипа в *j*-ой среде. На основе данной модели для ранжирования генотипов по стабильности, Purchase J.L., 2000 [26] предложил использовать параметр *ASV* (AMMI Stability Value), вычисляемый по формуле:

$$ASV_i = \sqrt{\left[\frac{SS_{IPCA1}}{SS_{IPCA2}}\,(IPCA1score)\right]^2 + (IPCA2score)^2}\,,$$

где SS_{IPCA1}, SS_{IPCA2} – суммы квадратов первой и второй главных компонент; *IPCA1score*, *IPCA2score* – проекции *i*-го генотипа на первую и вторую главные компоненты. Чем меньше значение параметра *ASV*, тем более стабильным считается генотип.

Материалы исследования

Материалом для исследования послужили данные полевых опытов, находящиеся в открытом доступе и включенные в пакет *agridat* программной системы R [27]. Представлены результаты исследований урожайности сои в штате Нью-Йорк, США в 1977 – 1988 г.г. Изучались 7 сортов в 55 вариантах сред в четырех повторностях. Подробно данный опыт описан в публикациях [25, 28].

Статистические расчеты были выполнены в программе R.

Результаты и обсуждение

Был проведен дисперсионный анализ данных, результаты которого представлены в Таблице 1. Взаимодействия генотип×среда значимо с уровнем $p < 0{,}001$, что говорит о достоверном различии между реакцией генотипов на изменение условий среды.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа урожайности сои 7 сортов в 55 вариантах сред

Источник варьирования	Степени свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	$F_ф$
Генотип	6	40126987	6687831	61,99 ***
среда	54	635262332	11764117	109,05 ***
генотип×среда	324	151430290	467377	4,33 ***
остаток	1069	115327588	107884	

*** – значимо с уровнем $p < 0{,}001$

Для сравнения различных методов оценки стабильности были выполнены расчеты 17 статистических показателей, описанных выше. Кроме того, были рассчитаны средние значения урожайности (*MeanY*) и дисперсии урожайности (*VarY*) для каждого генотипа по стандартным формулам.

По каждому из показателей было проведено ранжирование сортов. Ранги присваивались следующим образом:

- для показателей *MeanY, HOM, UST, MAR, Bi, Ai, Alpha* ранг 1 получает сорт с наибольшим значением показателя, ранг 7 получает сорт с наименьшим значением показателя;

- для остальных показателей проведено обратное ранжирование – ранг 1 получает сорт с наименьшим значением показателя, ранг 7 получает сорт с наибольшим значением показателя.

Таким образом, сорта с меньшими рангами более стабильны.

Результаты расчетов показателей стабильности и ранжирования генотипов представлены в таблице 2. Из таблицы видно, насколько различны представленные методики. Так, например, сорт Chip, имеющий наименьшую среднюю урожайность и наименьшую дисперсию в опыте, определяется как самый стабильный теми методами, в которых больший вес имеет вариация признаков, и наоборот, как самый нестабильный, в методах, акцентирующихся на средней величине признака.

Таблица 2

Показатели стабильности и ранги 7 сортов сои

Показатели стабильности *	Генотипы													
	Chip		Cors		Evan		Hodg		S200		Well		Wilk	
	V**	R**	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R
MeanY	2372,2	7	2701,7	3	2764,9	2	2857,5	1	2585,8	4	2475,4	5	2455,1	6
VarY/1000	381,1	1	698,1	5	688,2	4	585,8	2	702,4	6	596,7	3	712,0	7
EV/1000	338,8	1	571,1	4	608,0	5	527,0	3	616,2	6	514,1	2	684,2	7
CAC/1000	312,2	1	544,4	4	581,3	5	500,4	3	589,6	6	487,5	2	657,5	7
Pi/1000	308,1	6	162,4	3	98,3	2	58,0	1	242,9	4	284,5	5	314,4	7
CV	26,0	1	30,9	4	30,0	3	26,8	2	32,4	6	31,2	5	34,4	7
HOM	3,6	1	2,8	4	2,4	5	3,2	2	2,3	6	3,1	3	1,8	7
UST	140,9	1	61,5	5	79,8	4	91,7	3	-7,5	6	99,3	2	-93,4	7
MAR	-39,4	7	19,1	3	24,9	2	39,9	1	0,5	4	-17,6	5	-27,4	6
Wi/1000	2176,8	2	5268,7	4	6213,6	5	1747,5	1	7161,2	6	4823,5	3	12775,9	7
SIGMA	575,3	2	2032,8	4	2478,2	5	372,9	1	2924,8	6	1822,9	3	5571,5	7
Bi	0,8	7	1,0	4	1,1	2	1,1	1	1,0	3	1,0	6	1,0	5
S2di/1000	1,8	1	72,0	4	89,0	5	4,6	2	107,3	6	63,8	3	214,1	7
Ai	0,1	1	0,0	4	0,0	3	0,0	2	0,0	6	0,0	5	-0,1	7
Alpha	-0,2	7	0,0	4	0,1	2	0,1	1	0,0	3	0,0	6	0,0	5
Lambda	0,1	1	3,0	4	3,7	5	0,2	2	4,5	6	2,7	3	9,0	7
S1	1,9	2	2,3	5	2,2	4	1,7	1	2,6	6	2,2	3	2,8	7
S2	2,8	2	4,1	5	3,8	4	2,3	1	5,2	6	3,5	3	6,5	7
ASVI	25,6	2	166,1	4	226,7	6	19,4	1	214,8	5	161,2	3	340,8	7

* Обозначения показателей стабильности приведены в разделе «Методы оценки стабильности»;

** V – значение показателя стабильности для генотипа, R – ранг генотипа по показателю стабильности

Для более точного определения взаимосвязей рассматриваемых методов были рассчитаны парные корреляции показателей стабильности (методом Пирсона), а также корреляции рангов (методом Кендалла). Результаты представлены в таблице 3 и в графическом виде на рисунке 1.

Таблица 3

Матрица корреляций показателей стабильности и рангов 7 сортов сои*

	MeanY	VarY	EV	CAC	Pi	CV	HOM	UST	MAR	Wi	SIGMA	Bi	S2di	Ai	Alpha	Lambda	S1	S2	ASVI
MeanY	1,00	0,42	0,32	0,32	-0,98	-0,20	0,00	0,14	1,00	-0,28	-0,28	0,78	-0,24	0,14	0,78	-0,24	-0,32	-0,33	-0,17
VarY	0,14	1,00	0,96	0,96	-0,26	0,80	-0,82	-0,70	0,44	0,67	0,67	0,86	0,71	-0,79	0,86	0,71	0,70	0,66	0,78
EV	-0,05	0,81	1,00	1,00	-0,16	0,83	-0,92	-0,83	0,32	0,79	0,79	0,80	0,82	-0,84	0,80	0,82	0,76	0,76	0,84
CAC	-0,05	0,81	1,00	1,00	-0,16	0,83	-0,92	-0,83	0,32	0,79	0,79	0,80	0,82	-0,84	0,80	0,82	0,76	0,76	0,84
Pi	0,90	0,24	0,05	0,05	1,00	0,37	-0,13	-0,29	-0,97	0,41	0,41	-0,66	0,38	-0,32	-0,66	0,38	0,46	0,47	0,30
CV	0,33	0,81	0,62	0,62	0,43	1,00	-0,88	-0,85	-0,18	0,91	0,91	0,43	0,92	-0,96	0,43	0,92	0,95	0,92	0,94
HOM	0,05	0,90	0,90	0,90	0,14	0,71	1,00	0,92	0,01	-0,95	-0,95	-0,53	-0,95	0,84	-0,53	-0,95	-0,90	-0,92	-0,95
UST	0,05	0,90	0,90	0,90	0,14	0,71	0,81	1,00	0,15	-0,93	-0,93	-0,40	-0,93	0,84	-0,40	-0,93	-0,89	-0,94	-0,84
MAR	1,00	0,14	-0,05	-0,05	0,90	0,33	0,05	0,05	1,00	-0,30	-0,30	0,80	-0,26	0,12	0,80	-0,26	-0,30	-0,33	-0,17
Wi	0,14	0,81	0,81	0,81	0,24	0,62	0,90	0,71	0,14	1,00	1,00	0,28	1,00	-0,84	0,28	1,00	0,94	0,97	0,96
SIGMA	0,14	0,81	0,81	0,81	0,24	0,62	0,90	0,71	0,14	1,00	1,00	0,28	1,00	-0,84	0,28	1,00	0,94	0,97	0,96
Bi	0,81	-0,05	-0,24	-0,24	0,71	0,14	-0,14	-0,14	0,81	-0,05	-0,05	1,00	0,32	-0,50	1,00	0,32	0,27	0,25	0,39
S2di	0,05	0,90	0,90	0,90	0,14	0,71	1,00	0,81	0,05	0,90	0,90	-0,14	1,00	-0,86	0,32	1,00	0,94	0,97	0,97
Ai	0,33	0,81	0,62	0,62	0,43	1,00	0,71	0,71	0,33	0,62	0,62	0,14	0,71	1,00	-0,50	-0,86	-0,87	-0,85	-0,86
Alpha	0,81	-0,05	-0,24	-0,24	0,71	0,14	-0,14	-0,14	0,81	-0,05	-0,05	1,00	-0,14	0,14	1,00	0,32	0,27	0,25	0,39
Lambda	0,05	0,90	0,90	0,90	0,14	0,71	1,00	0,81	0,05	0,90	0,90	-0,14	1,00	0,71	-0,14	1,00	0,94	0,97	0,97
S1	0,24	0,90	0,71	0,71	0,33	0,71	0,81	0,81	0,24	0,90	0,90	0,05	0,81	0,71	0,05	0,81	1,00	0,99	0,94
S2	0,24	0,90	0,71	0,71	0,33	0,71	0,81	0,81	0,24	0,90	0,90	0,05	0,81	0,71	0,05	0,81	1,00	1,00	0,93
ASVI	0,05	0,71	0,71	0,71	0,14	0,52	0,81	0,62	0,05	0,90	0,90	-0,14	0,81	0,52	-0,14	0,81	0,81	0,81	1,00

* Выше диагонали приведены парные корреляции (Пирсона) показателей стабильности; ниже диагонали – парные корреляции рангов (Кендалла).

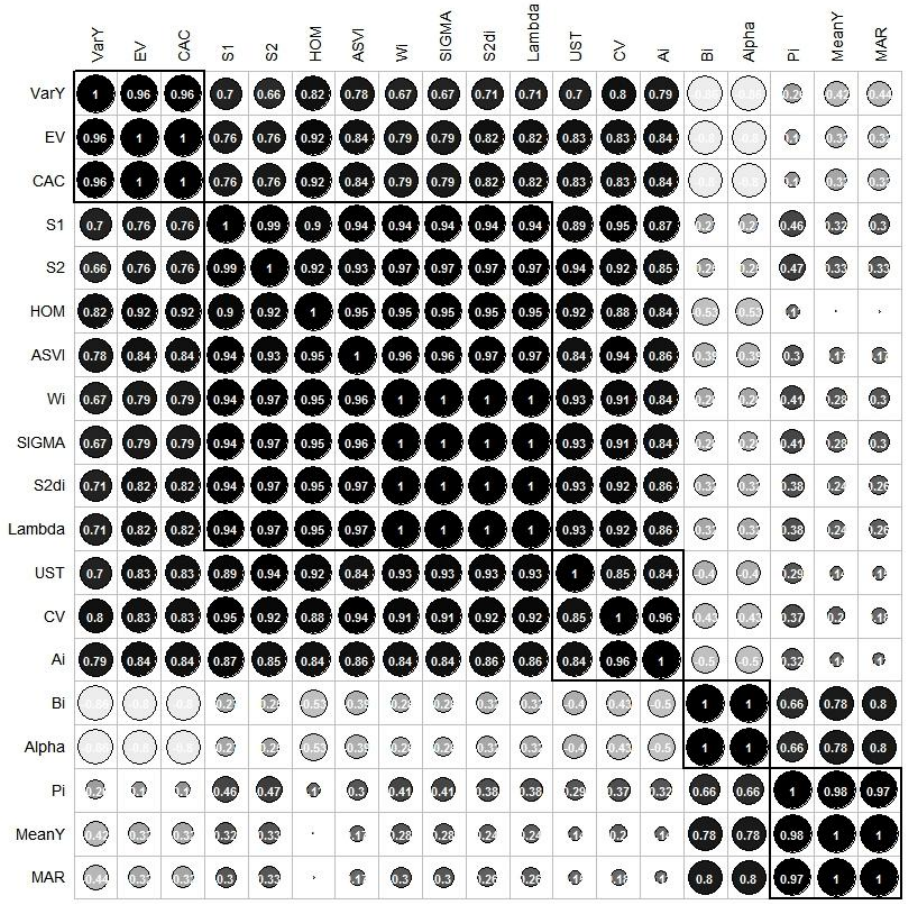


Рисунок 1 – Графическое представление матрицы корреляций параметров стабильности, упорядоченных кластерным методом

Кластерный анализ корреляционных связей параметров стабильности, рассчитанных различными методами, позволяет сделать следующие выводы.

Рассматриваемые методы можно разделить на несколько групп, определяемых высоким уровнем парных корреляций (r>0,9).

Группа 1. Средовая вариация Roemer (*EV),* варианса специфической адаптивной способности Кильчевского, Хотылевой *(CAC)* и дисперсия признака (*VarY*).

В данной группе представлены методы, отражающие статическую концепцию стабильности. Чем меньше дисперсия признака, тем стабильнее генотип.

Группа 2. Устойчивость индекса стабильности Удачина (*UST*); коэффициент вариации Francis и Kannenberg *(CV)*; коэффициент мультипликативности Драгавцева (*Ai*). Данная группа включает в себя методы, основанные на определении отношения средней величины признака к его дисперсии, то есть гомеостатичности. Однако коэффициент гомеостатичности Хангильдина попал в другую группу по результатам кластерного анализа.

Группа 3. Коэффициент регрессии Eberhart и Russell *(Bi)* и аналогичный коэффициент Tai (*Alpha).*

Группа 4. Непараметрические оценки Nassar и Huehn *(S1, S2)*; коэффициент гомеостатичности Хангильдина *(HOM)*; параметр Purchase, основанный на AMMI модели *(ASVI)* ; эковаленса Wricke *(Wi)*; варианса стабильности Shukla *(SIGMA)*, варианса отклонения от регрессии Eberhart и Russell *(S2di)* и варианса Tai (*Lambda).*

Таким образом, в группу 4 попали методы, оценивающие стабильность генотипа через вклад во взаимодействие генотип×среда (параметрические, непараметрические и многомерные), а также оценки отклонения от линии регрессии на индекс среды. Коэффициент гомеостатичности Хангильдина также показал высокий уровень корреляций с показателями данной группы.

Группа 5. Индекс превосходства Lin и Binns (*Pi*) и взвешенный показатель гомеостатичности Мартынова (*MAR*) показали высокую корреляцию со средней урожайностью генотипа (*MeanY*).

Среди рассмотренных методов попарно идентичными между собой являются оценки: *(CAC)* Кильчевского, Хотылевой и (*EV)* Roemer; (*Alpha, Lambda)* Tai и (*Bi, S2di)* Eberhart, Russell; *(Wi)* Wricke и *(SIGMA)* Shukla.

Заключение

Проведенный анализ и классификация методов оценки фенотипической стабильности растений позволяет предложить следующие рекомендации по их применению.

В случае, когда целью селекционных исследований является выбор наиболее стабильных в биологическом смысле сортов, обладающих наименьшей вариацией признака или наибольшей гомеостатичностью (отношением среднего значения к дисперсии), независимо от меняющихся условий среды, следует использовать методы статической концепции из группы 1 или группы 2.

Если среди набора сортов необходимо выбрать генотип с предсказуемой реакцией на изменения условий среды, соответствующей расчетному уровню или прогнозу, то регрессионный подход (группа 3) является наиболее подходящим. Однако, у него есть свои недостатки: необходимость рассматривать большое количество сред, выполнять требования нормальности распределения данных и гомогенности дисперсий, проверять предположение о линейности взаимосвязи признака и индекса среды.

Когда требуется сравнить вклады каждого генотипа во взаимодействие генотип×среда, то следует использовать методы, представленные в группе 4. Среди них непараметрические методы накладывают наименьшие ограничения на исходные данные.

Методы из группы 5 не могут быть рекомендованы для определения стабильности, так как связаны только со средним значение признака.

Библиографический список

1. Lin, C.S., M.R. Binns & L.P. Lefkovitch, 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Sci 26: 894–900.
2. Becker, H.C. & J. Leon, 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101: 1–23.
3. Flores, F., Moreno, M.T. & Cubero, J.I., 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze G×E interaction. Field Crops Research 56: 271–286.
4. Adugna, W. & Labuschagne, M.T., 2003. Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (Linum usitatissimum L.). Euphytica 129: 211–218.
5. Reza Mohammadi, R., Amri, F., 2008. Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. Euphytica 159:419–432.
6. R Mohammadi, E Farshadfar & A Amri, 2016. Comparison of rank-based stability statistics for grain yield in rainfed durum wheat, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, DOI: 10.1080/01140671.2015.1100126.
7. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
8. Lin, C.S. & M.R. Binns, 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. Can J Plant Sci 68: 193–198.
9. Francis, T.R. & L.W. Kannenberg, 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Can J Plant Sci 58: 1029–1034.
10. Хангильдин В.В., Шаяхметов И.Ф., Мардамшин А.Г. Гомеостаз компонентов урожая и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы. // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа, 1979. – С. 5-39.
11. Удачин Р.А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 5. – С. 2-6.
12. Martynov S.P. A Method for the Estimation of Crop Varieties Stability. Biom. J. 1990;7:887-893.
13. Wricke, G. , 1962: tjber eine Methode zur Erfassung der okologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzuchtg. 47, 92-96.
14. Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29: 237–245.
15. Eberhart, S.A. & W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci 6: 36–40.
16. Tai, G.C.C., 1971. Genotypic stability analysis and application to potato regional trials. Crop Sci. 11, 184–190.
17. Tai, G.C.C., Young D.A., 1972. Genotypic stability analysis of eight potato varieties tested in a series of ten trials. American Potato Journal. V.49. – P. 138-150.
18. Драгавцев В.А., Аверьянова А.Ф. Переопределение генетических формул количественных признаков в раз-

ных условиях среды. // Генетика. 1983. – Т.19(11). – С. 1806-1810.
19. Nassar, R. & M. Huehn, 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. Biometrics 43: 45–53.
20. Kang, M.S., Pham, H.N., 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. Agron. J. 83, 161–165.
21. Ketata, H., Yan, S.K., Nachit, M., 1989: Relative consistency performance across environments. Int. Symp. on Physiology and Breeding of Winter Cereals for stressed Mediterranean Environments. Montpellier, July 3–6, 1989.
22. Lin, C.S., 1982. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype–environment interaction mean square. Theor. Appl. Genet. 62, 277–280.
23. Lin, C.S., Binns, M.R., 1991. Assessment of a method for cultivar selection based on regional trial data. Theor. Appl. Genet. 82, 379–388.
24. Fox, P.N., Rosielle, A.A., 1982. Reducing the influence of environmental main-effects on pattern analysis of plant breeding environments. Euphytica 31, 645–656.
25. Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. Jr., 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron. J. 80, 388–393.
26. Purchase JL, Hatting H, Van Deventer CS, 2000. Genotype x environment interaction of winter wheat in south Africa: II. Stability analysis of yield performance. S Afr J Plant Soil 17(3):101–107.
27. The Comprehensive R Archive Network. Agridat package: Agricultural Datasets. – URL: https://CRAN.R-project.org/package=agridat (дата обращения: 4.10.2018).
28. Gauch, H.G., 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics 44, 705-715.

Cheshkova A.F.[1], Aleynikov A.F.[1,2], Grebennikova I.G.[1], Stepochkin P.I.[1],
[1]Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,
[2] Novosibirsk State Technical University

A COMPARISON AND CLASSIFICATION OF PHENOTYPIC STABILITY MEASURES OF AGRICULTURAL PLANTS

The diversity of methods for assessing the phenotypic stability of plants confronts breeders the problem of choosing the suitable one. The paper describes 17 widely used stability statistics. The data from yield trial experiment for seven soybean genotypes grown in 55 environments were used to assess performance stability and adaptability of the genotypes and to study interrelationship among these measures. The correlation analysis revealed that stability measures can be classified into 5 groups based on static and dynamic concepts of stability. Recommendations for choosing a method of determining the stability of genotypes, depending on the research objectives, are proposed.

Keywords: phenotypic stability, genotype x environment interacton, plant breeding, statistics.

УДК 004.424.23

Гребенникова И.Г.[1], Стёпочкин П.И.[2], Чешкова А.Ф.[1], Алейников А.Ф.[1,3], Чанышев Д.И.[1],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[3]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕРНА ЯРОВЫХ КУЛЬТУР ТРИТИКАЛЕ И ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Изучена продуктивность зерна у яровых форм тритикале и пшеницы разных групп спелости при трех сроках сева. Оптимальным сроком сева для раннеспелых и среднеранних форм тритикале и сортов пшеницы была середина мая. Позднеспелые культуры показали большую продуктивность при раннем сроке сева.

Ключевые слова: яровая тритикале, яровая пшеница, продуктивность, экологическая пластичность.

ВВЕДЕНИЕ

В Сибирском регионе возделываются сорта тритикале озимого типа развития. Сорта Цекад 90 и Сирс 57 селекции СибНИИРС успешно конкурируют с сортами озимой пшеницы,

не уступая им по урожайности зерна и превосходя по зимостойкости. Яровых сортов пшенично-ржаных амфиплоидов (ПРА) или тритикале пока в Западной Сибири нет. В яровом клине здесь господствуют сорта яровой пшеницы, адаптированные к местным условиям. Селекционерам, работающим с яровыми ПРА, приходится создавать формы, превосходящие возделываемые сорта яровой пшеницы по определенным параметрам.

Урожайность зерна является основным показателем для получения сортов как пищевого, так и зернофуражного направления. Этот признак учитывается и при определении экологической пластичности, стабильности и адаптивности сельскохозяйственных культур, в том числе и тритикале.

В СибФТИ СФНЦА РАН разработан комплекс компьютерных программ, при помощи которых была произведена оценка коллекционных и селекционных форм ПРА по хозяйственно ценным признакам [1 – 5]. Среди изученных форм выявлены образцы тритикале с высокими показателями элементов продуктивности зерна [7]. Для получения объективной информации по конкурентной способности ПРА и пшеницы необходимо сравнивать продуктивность зерна селекционных форм и сортов разных групп спелости в различных условиях выращивания.

Цель данной работы – сравнить продуктивность зерна возделываемых в Западной Сибири трех форм тритикале и трех сортов пшеницы разных групп спелости при разных сроках сева.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В 2017 г. высевали на делянках 0,3 м^2 три сорта яровой мягкой пшеницы: Новосибирская 15 (раннеспелая), Новосибирская 31 (среднеранняя), Сибирская 12 (среднепоздняя) и три формы тритикале: раннеспелый образец из мировой коллекции ВИР Лт-F_6-544-6 (к-3992), среднеспелый сорт Укро (к-3644) и позднеспелую селекционную форму – гибрид F_8 Сирс 57 × Укро. Сроки сева – 12.05.2017, 16.05.2017 и 25.05.2017.

Полученные данные обрабатывали по статистическим алгоритмам, опубликованным Доспеховым Б.А. [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гибрид тритикале F_8 Сирс 57 × Укро оказался самым позднеспелым из всех изученных образцов. Число дней межфазного периода «всходы – колошение» (больше других межфазных периодов, детерминирующих длительность вегетационного периода растения) варьировал в зависимости от сроков сева от 50 до 54 дней. При этом отмечено, что длительность этого межфазного периода сокращалась у пшеницы по мере увеличения срока сева, а у тритикале такая тенденция слабо выражена (таблица 1).

Таблица 1

Длительность межфазного периода «всходы – колошение» трех сортов яровой пшеницы и трех форм тритикале при трех сроках сева в 2017 г

Наименование сортов, культур	Межфазный период «всходы – колошение» (сут.) при сроках сева		
	12 мая	16 мая	25 мая
Новосибирская 15, пшеница	38	36	34
Новосибирская 31, пшеница	42	40	37
Сибирская 12, пшеница	45	43	40
К-3992, тритикале	34	34	31
Укро, тритикале	45	42	44
Гибрид, тритикале	50	50	54

У высеянных в разные сроки исследуемых культур в различных условиях проходили чувствительные к длине дня, влажности и температуре воздуха III, IV и V этапы органогенеза (по Куперман Ф.М. [7]). Изучение конусов нарастания 16 июня 2017 г. показало, что к дате максимальной длительности светового дня (17,5 часов) образцы подошли на разной фазе

развития ювенильного колоса главного побега. Растения тритикале с каталожным номером к-3992 первого срока сева уже находились на VI – VII этапах органогенеза, в то время как гибрид тритикале был еще на III этапе (рисунок 1).

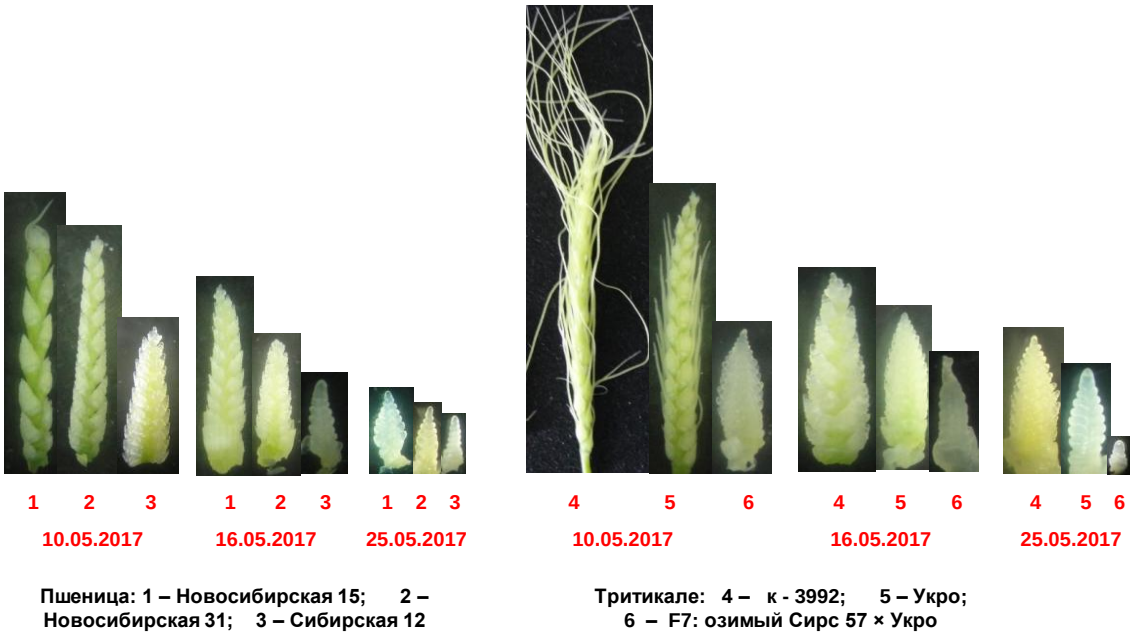


Рисунок 1 – Конуса нарастания пшеницы и тритикале трех групп спелости и трех сроков сева (изучено 16.06.2017 г.)

Разные темпы развития растений сортов и культур в итоге существенно повлияли на интегральный показатель – продуктивность зерна. Наибольшее выражение этого признака отмечено у среднеспелой формы тритикале Укро и среднераннего сорта пшеницы Новосибирская 31. Оптимальный срок сева для раннеспелых и среднеранних культур оказался второй – середина мая. Позднеспелые формы показали повышенную продуктивность при раннем сроке (таблица 2). Даже при сроке сева 12 мая, они не полностью реализовали свой потенциал продуктивности. Видимо, их нужно сеять в первую декаду мая, чтобы IV и V этапы органогенеза проходили при длинном световом дне.

Таблица 2

Продуктивность зерна трех сортов яровой пшеницы и трех форм тритикале при трех сроках сева, 2017 г.

Наименование сортов, культур	Продуктивность г/м^2 при трех сроках сева			Показатель вариации, $x_{ср}/\sigma^2$
	12 мая	16 мая	25 мая	
Новосибирская 15, пшеница	146 ± 19	335 ± 25	130 ± 13	0,10
Новосибирская 31, пшеница	158 ± 20	407 ± 18*	163 ± 16	0,09
Сибирская 12, пшеница	229 ± 15	158 ± 29	191 ± 15	0,07
К-3992, тритикале	228 ± 14	234 ± 12	145 ± 17	0,08
Укро, тритикале	341 ± 23	371 ± 20*	286 ± 38	0,09
Гибрид, тритикале	175 ± 13	158 ± 24	130 ± 29	0,15

Примечание: Достоверные различия в пределах культуры * $p < 0,05$

Отношение среднеквадратичного отклонения к средней величине признака ($x_{ср}/\sigma^2$) показывает вариацию значения признака сорта в разных условиях. Другими словами – степень реакции сорта на изменяющиеся условия. Меньше всего реагировала на изменение сроков сева пшеница Сибирская 12, а больше всего – гибрид тритикале F_8 Сирс 57 × Укро.

Таким образом, данные исследований показывают, что при разных сроках сева критические этапы развития растения проходят в различных световых, температурных режимах и увлажнения воздуха и почвы, что изменяет метамерность растения и колоса, а в итоге влияет на продуктивность растения. Поэтому рекомендуется при изучении экологической пластичности, адаптивности и стабильности подбирать сорта одной группы спелости для получения объективных данных.

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2018-0018.

Библиографический список

1. Алейников А.Ф., Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Стёпочкин П.И., Потанин В.Г., Чанышев Д.И. Применение программно-алгоритмического комплекса для информационной поддержки селекции зерновых культур: методические указания. – Новосибирск, 2017. – 48 с.
2. Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г., Чешкова А.Ф. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур»: Свидетельство № 2013611494 об официальной регистрации программы для ЭВМ. – М.: ФИПС, 2013. – 1 с.
3. Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 74–76.
4. Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Компьютерная программа «Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 69–71.
5. Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Анализ экологической пластичности тритикале // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 3. – С. 101-106.
6. Cheshkova A., Stepochkin P., Aleynikov A., Grebennikova I., Chanyshev D. A comparative study of spring triticale varieties in the Western Siberian forest-steppe zone under different conditions of vegetation // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. – Т.22. – №3. – С. 304-309. DOI 10.18699/VJ18.364.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М: Колос, 1979. – 416 с.
8. Куперман Ф.М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы: Физиология сельскохозяйственных растений. – М.:МГУ, 1969; 4:7–203 с.

Grebennikova I.G.[1], Stepochkin P.I.[2], Cheshkova A.F.[1], Aleynikov A.F.[1,3], Chanyshev D.I.[1],
[1]Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region,
[2]Siberian Institute of Plant Growing and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Krasnoobsk of Novosibirsk region,
[3] Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

COMPARATIVE STUDY OF THE PRODUCTIVITY OF THE GRAIN OF SPRING CULTURES OF THE TRITICAL AND WHEAT IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA

There was studied the grain productivity of three spring triticale forms and three wheat cultivars, of three maturity groups, at three terms of sowing. The optimal sowing term for early and mid-early forms of triticale and wheat varieties was the middle of May. Late-maturing crops were more productive at early sowing term.

Keywords: spring triticale, spring wheat, productivity, ecological plasticity.

УДК 633.111.1

Потанин В.Г.[1], Алейников А.Ф.[1,2],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ

В работе представлены результаты экспериментального исследования по выявлению зависимости урожая яровой пшеницы от агроклиматических факторов. Предварительно выполнен краткий обзор литературы по рас-

сматриваемой тематике. По агроклиматическим факторам температура воздуха и влажность почвы рассматриваются соответствующие потери, вызванные отклонением факторов от оптимальных значений. Итоговая величина потери рассчитывается в виде векторной суммы первоначальных потерь. Приведено аналитическое выражение оценки урожайности на основе информации по рассчитанным потерям. Дополнительно рассмотрен другой подход оценки урожайности с использованием табличных ранжированных величин отклонений факторов от оптимума. При этом учитывалась нелинейность влияния данных факторов на формирование урожая.

Ключевые слова: яровая пшеница, агроклиматический ресурс, температура, влажность, комплексная оценка.

Предшествующие рычаги увеличения урожайности сельскохозяйственной продукции подошли к потолку своих возможностей и позволяют получать лишь неудовлетворительные результаты при неоправданно высоких затратах на их достижение. Очевидно, в научной среде формируется запрос на необходимость новых подходов в этом направлении. К таковым относится предложение Якушева В.П., Михайленко И.М. и Драгавцева В.А. [1] по представлению формирования урожая агрофитоценоза семью генетико-физиологическими системами (ГФС). 1-я ГФС – система аттракции (АТТР), или перераспределения, продуктов фотосинтеза и элементов минерального питания из стебля и листьев в центры аттракции — в колос (у зерновых), в корзинку (у подсолнечника) и т.д. 2-я ГФС – система микрораспределений аттрагированных пластических веществ (МИК) между зернами и мякиной в колосе пшеницы, между ядром семени и лузгой у подсолнечника и т.д. 3-я ГФС – система адаптивности (АД), ответственная (определяющая) за общую адаптацию (к конкретным условиям поля и года испытаний) либо специальную адаптацию (в случае формирования провокационного фона, например засухи, холода, жары, засоления, изменения pH почвы и т.д.). 4-я ГФС (горизонтального иммунитета «ИММ») – горизонтальной (полигенной) устойчивости к болезням и вредителям; «оплаты» сухой биомассой растения единицы лимитирующего фактора в почвенном питании. 5-я ГФС – (ЭФФ) — азота, фосфора, калия и т.д. 6-я ГФС – толерантности к загущению (ТОЛ) – способности выдерживать высокую плотность посева и сохранять большое число колосьев на 1 $м^2$ его площади; 7-я ГФС – генетической вариабельности по продолжительности фаз онтогенеза (ОНТ).

Рассмотрение формирования урожая агрофитоценоза семью генетико-физиологическими системами позволяет не только более дифференциально представлять процесс формирования урожая, но и предложить новые конкретные пути увеличения урожайности. Селекционеры и агротехники, как указывается в статье [1], никогда осознанно не работали над улучшением каждой системы в отдельности, хотя именно такой подход может дать максимальные прибавки урожайности. Но все же в своих работах они совершенствовали (не задумываясь об этом) какие-то определенные ГФС. Авторы приводят наиболее значимые примеры подобных работ.

Якушев В.П., Михайленко И.М. и Драгавцев В.А. показали, что некоторые из систем могут быть улучшены на основе как агро-, так и селекционных технологий, тогда как другая часть – только селекционными методами. А именно, эффективность вклада в урожай 1-й, 2-й и 3-й систем можно повышать как агротехнологическими, так и генетико-селекционными приемами, а 4-й, 5-й, 6-й и 7-й систем – в основном, только генетико-селекционными.

При этом они отмечают, что максимальный эффект от точных селекционных технологий можно получить при создании математических моделей, которые позволят строго количественно описать вклады различных систем в повышении урожая для каждой фазы онтогенеза. Возможна реализация таких моделей как при классической полевой селекции, так и в фитотроне при контролируемых изменениях лимитирующих факторов среды, воспроизводящих условия в типичные годы.

Существенно важным является создание математических моделей для ГФС АД (система адаптивности, ответственная за общую адаптацию к конкретным условиям поля и года). В диссертации Рухович О.В. указывается [2], что в Нечерноземной полосе – зоне достаточного увлажнения – погодным условиям принадлежит наиболее существенная роль в определении продуктивности растений. На их долю приходится в среднем от 44 % до 55 % общей прибавки урожая, в т. ч. для озимой пшеницы 50 %, для ячменя 54 %, для картофеля 44 %.

На долю удобрений приходится соответственно 28 %, 23 % и 28%. Данные, приведенные ФАО о мировом производстве зерна, отчетливо показывают, что некоторые «провалы» и «всплески» в этом процессе определены климатическими условиями. Поэтому некоторые специалисты в США считают, что в грядущем десятилетии рост производства в сельском хозяйстве на основе научно-технического прогресса произойдет за счет совершенствования путей получения и эффективного использования информации о климате [3].

Сложность учета климатических условий и ресурсов заключается в трудности увязки климатических условий с требованиями сельскохозяйственных объектов, в частности с требованиями сельскохозяйственных культур. Эта особенность, а также необходимость учета одновременного влияния многих факторов затрудняют широко проводимые исследования по выявлению зависимости урожая и прироста растительной массы с различными погодными факторами [4].

К настоящему времени разработано большое количество разного типа моделей, осуществляющих количественное описание зависимости урожая сельскохозяйственной культуры от факторов внешней среды. Простое их перечисление потребует слишком большого объема статьи. Отметим лишь, что при их разработке использовались различные группы моделей, среди которых динамико-статистические, физико-статистические, комплексно- имитационные, экспертно-описательные и модели с эмпирическими уравнениями регрессионного типа.

Основными недостатками этих моделей являются слабая репрезентативность при использовании в различных почвенно-климатических условиях и весьма узкая применимость из-за резкого изменения числовых коэффициентов уравнения, которые сильно зависят от хозяйства и от изменения тенденций в климате. Но главный недостаток большая погрешность.

На наш взгляд, результативными оказываются варианты, в которых используется подход с ориентацией на принципы функционирования изучаемых факторов в процессе их воздействия на урожай.

Нами ранее для оценки урожайности было предложено использовать прием суммирования потерь, вызванных отклонением факторов от их оптимальных значений [5]. При этом вводимые слагаемые, температуру воздуха (t) и влажность почвы (W), необходимо рассматривать в виде ортогональных векторов. Анализ результатов показал, что при совместном действии факторов возникающие потери (при отклонении их значений от оптимального уровня) складываются геометрически (как ортогональные векторы). То есть суммарная потеря урожайности равна корню квадратному из суммы квадратов составляющих потерь. Данный подход хорошо согласуется с так называемой бочкой Добенека и выводами Либиха о действии лимитирующего фактора (рисунок 1). Суммарные потери определяют потери худшего (лимитирующего) фактора, в данном случае - потери П1, которые подавляющим образом будут влиять на урожайность культуры. Достоинство предлагаемого варианта в том, что он охватывает не только случаи, когда один фактор имеет (явно выраженное) преобладающее над всеми лимитирующее влияние, но и все возможные остальные. Например, когда оба фактора по относительному отклонению от оптимума будут одинаковы, что не позволит выбрать лимитирующий.

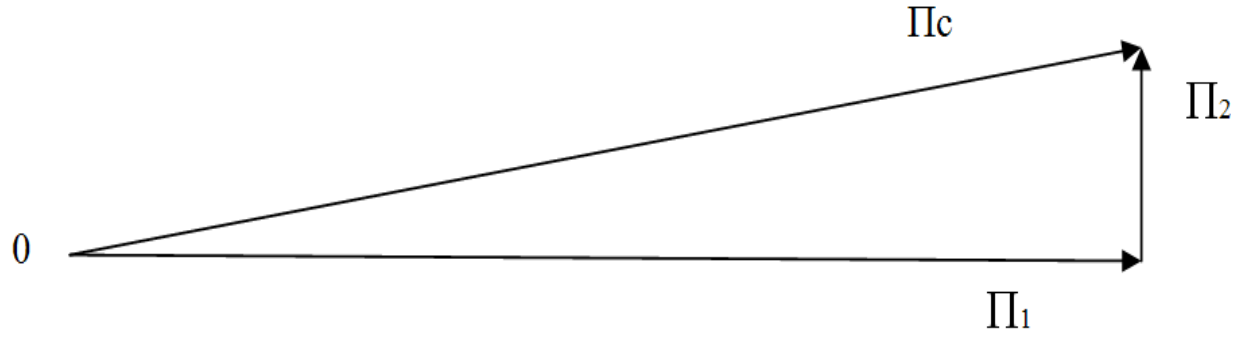


Рисунок 1 – Суммарные потери (Пс) при воздействии двух факторов

Аналитическая зависимость урожайности от вышеотмеченных факторов погоды имеет следующий вид:

$$Y = Умах.з \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} K_ф \langle 1 - \sqrt{\left[1 - \left(\frac{W_i - W_{min}}{W_{0i} - W_{min}}\right)^{\propto 1}\right]^2 + \left[1 - \left(\frac{t_i - t_{min}}{t_{0i} - t_{min}}\right)^{\propto 2}\right]^2 K} \rangle + C \ ,$$

где: $У$ – оценка урожайности, ц/га;

$У_{max.з}$ – максимальная урожайность культуры для анализируемого земельного участка, ц/га;

n – число интервалов времени, входящих в измерительный период;

$K_ф$ – коэффициент, соответствующий фенофазам развития растений;

$\alpha 1$, $\alpha 2$ – степень действия факторов погоды;

K – коэффициент, учитывающий отличительное влияние температуры;

W_i – среднее значение влажности почвы на i-том интервале времени, %;

W_{min} – минимальное значение влажности почвы, обеспечивающее жизнедеятельность растений, %;

W_{oi} – оптимальное значение влажности почвы на i-том интервале, %;

t_i – среднее значение температуры воздуха на i-том интервале, °C;

t_{min} – минимальное значение температуры воздуха для жизнедеятельности растений, °C;

t_{oi} – оптимальное значение температуры воздуха на i-том интервале, °C;

C – коэффициент, компенсирующий часть вегетационного периода, которая не вошла в измерительный период, ц/га.

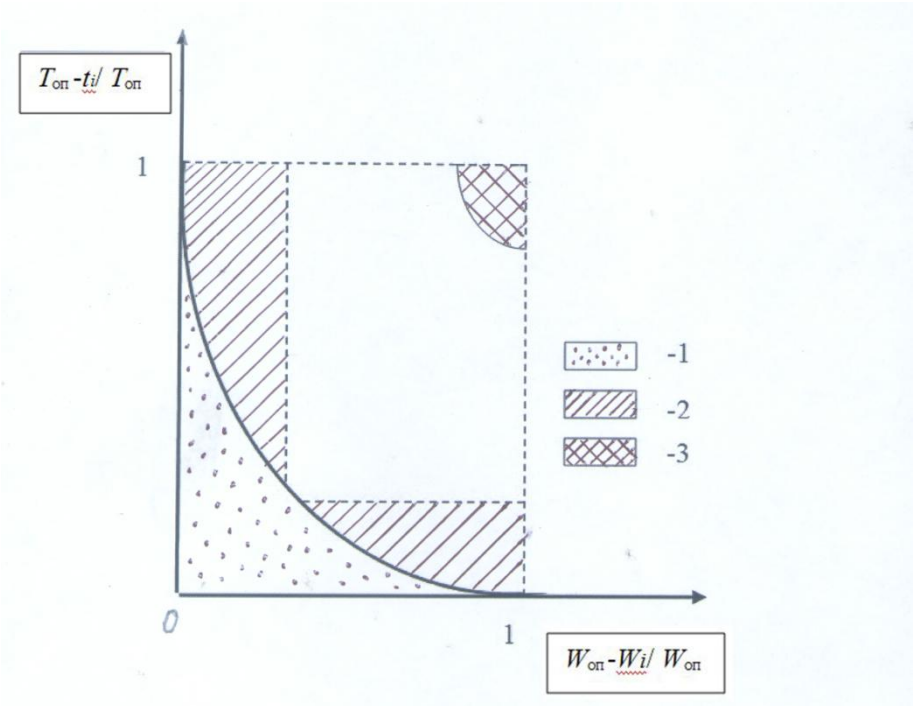


Рисунок 2 – График урожайности в относительных единицах. 1 – область нулевого урожая; 2 – область выраженного проявления принципа бочки Добенека; 3– область высокого урожая (более 80 % максимального урожая данного сорта)

Факторы α_1, α_2 отражают нелинейность влияния на урожайность температуры и влажности почвы. Коэффициент K учитывает то обстоятельство, что одинаковое относительное влияние температуры воздуха приводит к меньшему, чем влажность почвы, воздействию на урожайность. Даже упрощенный график урожайности в относительных единицах позволяет увидеть некоторые (важные) особенности, проявляющиеся при формировании урожая. Если перейти на графике от относительных единиц к абсолютным, и учесть некоторые параметры

формулы, то график примет более сложные формы и проявится различие между сортами (т.к. у разных сортов некоторые различия в оптимальных величинах и соответствующих параметрах). Но есть серьезная проблема с определением истинных значений параметров, так как нет для этого необходимого вида экспериментальных данных, и есть потребность в уточнении вида реальной нелинейности. В последней работе [6] был сделан акцент на нелинейности влияния факторов погоды и использована возможность рассмотрения процесса формирования урожая в несколько другом ракурсе.

В данном случае осуществлялось вычисление отклонений по температуре и влажности по отношению к оптимуму (в процентах). Отклонения предлагалось ранжировать по значениям в баллах:

1 балл - отклонение более 70 %;
2 балла - отклонение соответствует интервалу (51-70)%;
3 балла - отклонение соответствует интервалу (31-50)%;
4 балла - отклонение соответствует интервалу (16-30)%;
5 баллов - отклонение не более 15%.

Обобщенный показатель декады в баллах формируется путем взвешенного суммирования полученных баллов по температуре и влажности. Принимая во внимание то обстоятельство, что из влияющих на урожайность факторов, наибольшее воздействие оказывает тот, значение которого соответствует худшему варианту (наименьшее количество баллов), то весовые коэффициенты вводятся следующим порядком: для худшего результата при разнице не менее двух баллов весовой коэффициент равен 1,1 и для лучшего варианта весовой коэффициент - 0,66. Для остальных случаев коэффициенты не вводятся, что адекватно случаю применения коэффициентов равных единице. Окончательный результат оценки агроклиматических ресурсов получается суммированием всех обобщенных показателей по декаде.

Для анализа использовались ежегодные данные, соответствующие интервалу времени, охватывающему 12 декад, начиная со второй декады мая, и урожайность яровой пшеницы по хозяйству «Элитное». По тем же годам были рассчитаны балл биоклиматического потенциала по Шашко и гидротермический коэффициент по Селянинову.

Для сопоставительной оценки вышеприведенных показателей был проведен регрессионный анализ, в результате которого вычислены коэффициенты регрессионного уравнения (по зависимости между урожайностью и предлагаемым вариантом, урожайностью и БКП, урожайностью и ГТК). Наиболее существенными для дальнейшего рассмотрения являются коэффициент «*b*» из вычисляемого уравнения $Y=a+bX$, соответствующий ему коэффициент Стьюдента (*t*), а также коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент Стьюдента по параметру «*b*»: для предлагаемой оценки – 4,94; для БКП – 0,32 и для ГТК – 0,02, а соответствующие уровни значимости: для предлагаемой оценки – 0,015; для БКП – 0,763 и для ГТК – 0,984.

Из рассмотрения полученных коэффициентов Стьюдента (и уровней значимости) видно, что закономерную связь с урожайностью имеет предлагаемая оценка, а соответствующие коэффициенты регрессии при переменных БКП и ГТК следует отнести к незначимым. К аналогичным выводам можно прийти, сопоставляя коэффициенты корреляции Пирсона.

Представленные результаты указывают на рациональность развития работ по количественной оценке влияния на урожай агроклиматических факторов. В качестве перспективного варианта дальнейших исследований следует рассматривать композицию двух последних подходов. Основная цель: уточнение необходимых для расчета параметров формулы и возможная доработка самой формулы.

Библиографический список

1. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожаев зерновых культур России // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 5. – С. 550-560.

2. Рухович О.В. Оптимизация параметров прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с использованием многофакторных моделей и ГИС-технологий. [Электронный ресурс]. URL: http://www.vniia-pr.ru/diss/ruhovich-diss-27-06-2016.pdf (дата обращения: 14.04.2018).

3. Климат и сельское хозяйство. [Электронный ресурс]. URL: http://collectedpapers.com.ua/ru/climate_and_human_activities/klimat-ta-silske-gospodarstvo (дата обращения: 08.02.2018).
4. Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. – Л.: Гидрометиздат, 1978. – 263 с.
5. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Потанин И.В. Особенности использования ГИС при решении сельскохозяйственных задач // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. –2005. – № 5. – С. 12-14.
6. Потанин В.Г., Алейников А.Ф. Оценка зависимости урожая от агроклиматических факторов // Пища. Экология. Качество: труды XIV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2017. – С. 125-128.

Potanin W.G.[1], Aleynikov A.F.[1,2],
[1]Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,
[2] Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

DEPENDENCE OF WHEAT YIELD FROM AGROCLIMATIC FACTORS

The paper presents the results of an experimental study to determine the dependence of spring wheat yield on agroclimatic factors. A preliminary review of the results on the subject under consideration is carried out. For agro-climatic factors: air temperature and soil moisture, the corresponding losses caused by the deviation of factors from the optimal values are considered. The total loss is calculated as the vector sum of the initial loss. An analytical expression of the yield estimate based on information on the calculated losses is given. Additionally, another approach to estimating yields was considered using tabular ranked values of deviations of factors from the optimum. This took into account the nonlinearity of the influence of these factors on the formation of the crop.

Keywords: spring wheat, agroclimatic resource, temperature, humidity, integrated assessment.

УДК 63:681.2:001.89:004

Чанышев Д.И.[1], Алейников А.Ф.[1,2], Чешкова А.Ф.[1],
[1]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ СОМНИТЕЛЬНЫХ ПО ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Описана методика корректировки (прогноза) сомнительных по достоверности результатов измерений электрофизических параметров образцов ягодных культур. Приведен инструмент корректировки – радиальная базисная функция newrbe пакета программного обеспечения MatLab. Проведена корректировка для пяти экземпляров ягод облепихи из выборки в 25 штук. Установлена высокая эффективность прогноза нейронной сетью.

Ключевые слова: корректировка, прогноз, результаты измерений электрофизических параметров, пищевое сырье, ягоды облепихи, нейронная сеть, алгоритм.

Проблема аппроксимации функции многих переменных имеет давнюю предысторию и особенно актуальна в современных исследованиях при работе с большими базами данных. С точки зрения практики, важность этой проблемы в настоящее время во многом определяется тем, что усложнение математических моделей, описывающих реальные явления, так или иначе, приводит к появлению в них сложных многоаргументных функций, вычисление которых требует построения громоздких алгоритмов и значительных вычислительных затрат.

Как правило, определяющими факторами при выборе алгоритма аппроксимации являются эффективность и простота реализации. Во многих случаях применение нейронной сети пакета программного обеспечения MatLab (пакет Neural Network Toolbox) вполне отвечает таким требованиям.

Для создания радиальной базисной сети используется *M*-функция **newrbe**. Демонстрационная программы **demonewrbe** позволяет проиллюстрировать результаты аппроксимации в графическом виде (рисунок 1).

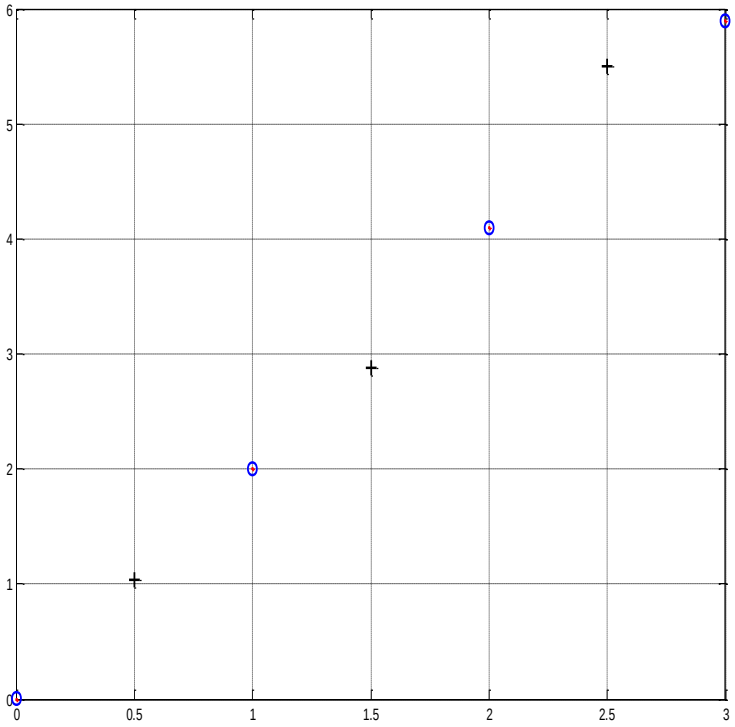


Рисунок 1 – Реализация демонстрационной программы **demonewrbe**
(о – точки обучения, + – результат аппроксимации)

Создадим радиальную базисную сеть с нулевой ошибкой для следующей обучающей последовательности:

P = 0:3; T = [0.0 2.0 4.1 5.9];
net = newrbe(P,T); net.layers{1}.size
ans = 4

Сформированная радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой имеет четыре нейрона в первом слое.

Выполним моделирование сети для нового входа.

```
figure(1), clf, plot(P,T,'*r','MarkerSize',2,'LineWidth',2)
hold on, grid on
V = sim(net,P);  % Векторы входа обучающего множества
plot(P,V,'ob','MarkerSize',8, 'LineWidth',2)
P1 = 0.5:2.5; Y = sim(net,P1)
plot(P1,Y,'+k','MarkerSize',10, 'LineWidth',2)%
```

Здесь (Y = 1,0346 2,8817 5,5053) – результат аппроксимации для значений P1 = 0,5; 1,5; 2,5 по абсциссе.

В качестве реального примера необходимости корректировки недостоверных измерений рассмотрим графическое изображение результатов измерения модуля полного электрического сопротивления (импеданса), выполненных в 2016 году для 25 экземпляров ягод облепихи (рисунок 2) Как видно из графика измерения для 5 экземпляров являются недостоверными (вышли из диапозона (0 – 2000000) Ом. Корректировка осуществлялась радиальной базисной функцией **newrbe.** На вход программы подавалось четыре показателя: размеры ягод (квазидиаметры D_1 , D_2), мм; масса (m), г; частота электрического сигнала (f), гц. На выходе сети были 3 показателя: активное сопротивление (Re), Ом; реактивное сопротивление (Im), Ом; модуль импеданса (Z), Ом.

В обучении были задействованы 20 образцов ягод облепихи, аппроксимация (прогноз) осуществлялась для пяти образцов, выходящих за диапазон.

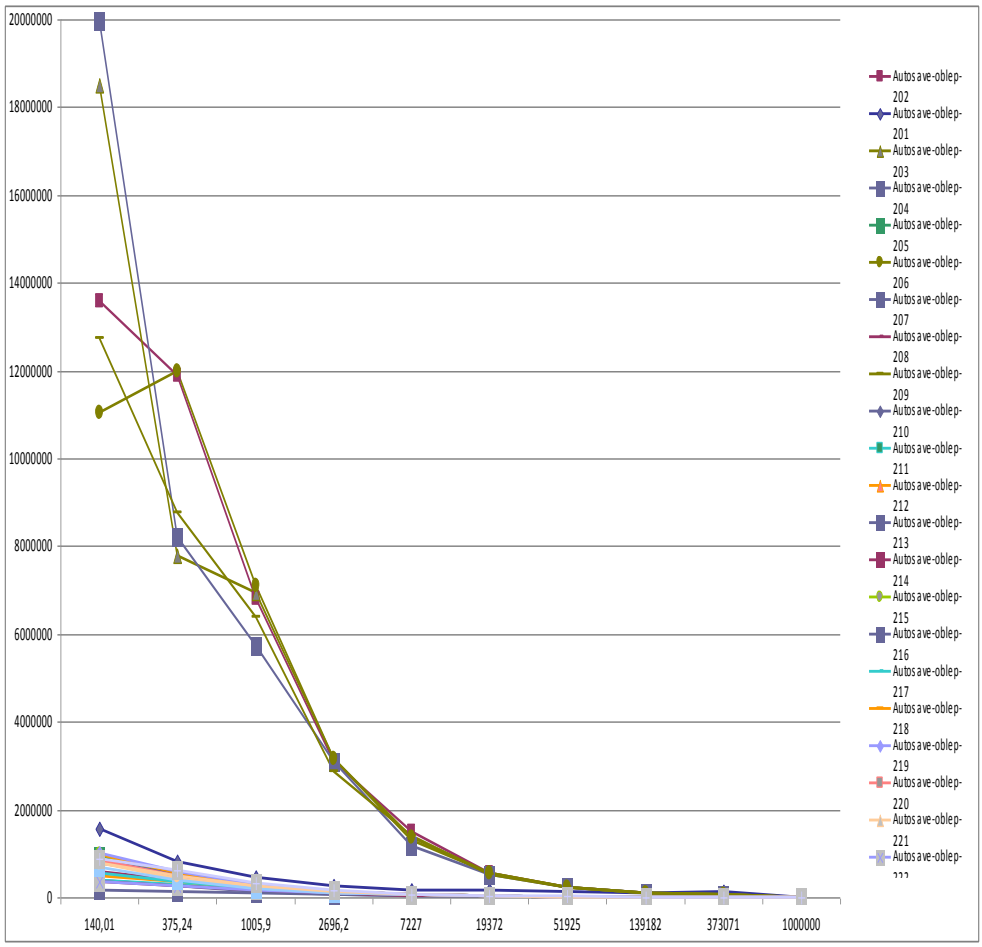


Рисунок 2 – Зависимость импеданса от частоты электрического сигнала

Результаты расчетов представлены на рисунке 3 кривыми зависимостей импеданса от частоты электрического сигнала для всех пяти исправленных и 20-ти взятых в обучение экземпляров ягод облепихи. Расположение всех 25 кривых в одном диапазоне ($0 – 5 \cdot 10^6$) Ом свидетельствует об однородности исследованного материала (ягоды облепихи) и высокой эффективности применения радиальной базисной функции **newrbe** нейронной сети пакета программного обеспечения Neural Network Toolbox к данной задаче.

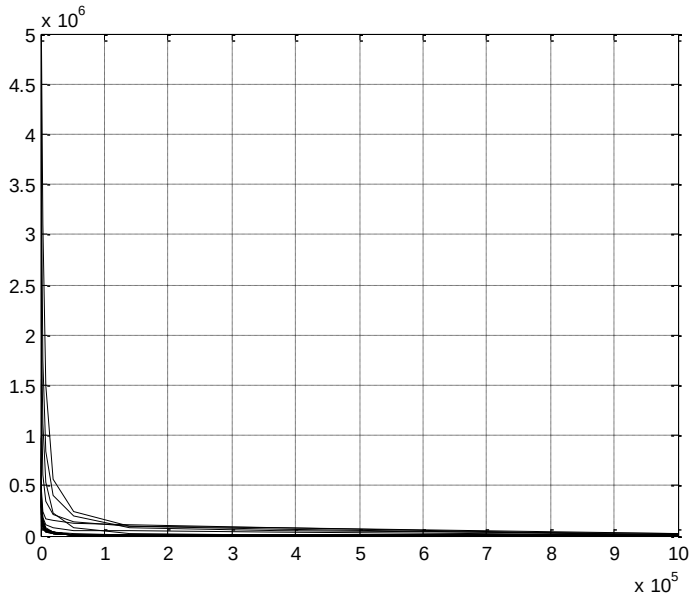


Рисунок 3 – Зависимость импеданса от частоты электрического сигнала

Библиографический список
1. Чанышев Д.И., Алейников А.Ф. Алгоритм прогнозирования показателей качества пищевого сырья растительного происхождения // Пища. Экология. Качество: труды VII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2010. – С. 258-260.
2. Notebook "Нейронные сети" 2008. URL: http://pandia.org/text/78/102/560-3.php (дата обращения: 14.09.2018).

Chanyshev D.I. [1], *Aleinikov A.F.* [1,2], *Cheshkova A.F.* [1],
[1]*Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region*
[2] *Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR ADJUSTMENT OF RELIABLE MEASUREMENT RESULTS BY RELIABILITY

A method of correcting (predicting) the samples of berry crops of electrophysical parameters, which are of dubious reliability, is described. The correction algorithm is given - the neural network newrbe of the MatLab software package. A correction was made for 5 copies of sea-buckthorn berries from a sample of 25 pieces. The high prediction efficiency of the network newrbe.

Keywords: correction, forecast, results of measurements of electrophysical parameters, food raw materials, sea-buckthorn berries, neural network, algorithm.

УДК 633/635:002:519

Осипова Г.М., Потапов Д.А.,
Сибирский научно-исследовательский институт кормов
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

СТРАТЕГИЯ МОБИЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СИБИРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Приведена модельная структура мобилизации генетических ресурсов на примере ярового рапса с разной окраской оболочки семян. На основе разработанной инфологической модели типов сущностей исходного материала, селекционных и контрольных питомников созданы базы паспортных данных. Сделан вывод о нецелесообразности дальнейшей разработки базы оценочных данных без предварительной оценки селекционного материала современными методами генотипирования и фенотипирования ряда агрономических, физиологических и морфологических признаков. Для эффективного использования генных банков их необходимо наполнять информацией материала с точной молекулярно-генетической идентификацией.

Ключевые слова: генетические ресурсы, яровой рапс, окраска оболочки семян, базы данных, молекулярно-генетическое маркирование.

Мобилизация генетических ресурсов растений, их сохранение и использование являются стратегически важной задачей в обеспечении продовольственной, биоресурсной и экологической безопасности Российской Федерации.

Рапс (*Brassica napus* L.) – одна из наиболее широко используемых масличных культур в мире после сои. Однако ее ограниченный географический ареал и интенсивная селекция на качество привели к узкому генетическому разнообразию современного селекционного материала и сортов [1-2]. Так, низкое содержание эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов в шроте сорта получили всего от двух исходных доноров канадской селекции. Это – первый безэруковый сорт *Oro* и первый низкоэруковый и низкоглюкозинолатный сорт *Tower* [3-4]. Отсутствие в генофонде этого вида дикорастущих форм и ограниченное возделывание ярового рапса в связи с его более низкой урожайностью по сравнению с озимым, который не возделывается в экстремальных условиях внешней среды, таких как Сибирь, Северная Америка, Канада, Австралия привело к еще большему сокращению генетического разнообразия

[2]. Яровой формой рапса в РФ занято 75-80 % от общей его посевной площади [5]. Таким образом, современная селекционная работа с яровым рапсом связана с жестким эффектом «бутылочного горла» (genetic bottleneck). В связи с изменением климата на этом фоне особую актуальность приобретают генные банки, включающие разнообразие генофонда рапса [6]. На первом этапе исследований информация об образцах основана на фенотипической оценке, а на следующем – на использовании методов молекулярного маркирования, что позволяет выявить редкие и часто встречающие аллели в конкретном образце для последующего их использования в селекционном процессе [6, 7].

Модельная структура мобилизации генетических ресурсов для селекции ярового рапса приведена на рисунке 1.

Наша работа по созданию баз данных (БД) проводилась в рамках поисковых исследований. В БД представлен оригинальный селекционный материал ярового рапса, созданный с использованием разных методов в СибНИИ кормов. БД содержат информацию о хозяйственно ценных признаках ярового рапса с разной окраской оболочки семян, которая является одним из основных критериев качественной оценки семян рапса. БД позволяют снизить затраты и время на систематизацию и оперативный поиск необходимой информации и тем самым повысить эффективность селекционной работы. БД включают базы паспортных и оценочных данных. В данной статье приведена информация о базе паспортных данных (БПД).

БПД предназначены для оптимизации использования генетических ресурсов в научных исследованиях по растениеводству. Они позволяют пользователю проводить оперативный поиск, систематизацию необходимой информации, подготовить отчет, самостоятельно редактировать и дополнять данные.

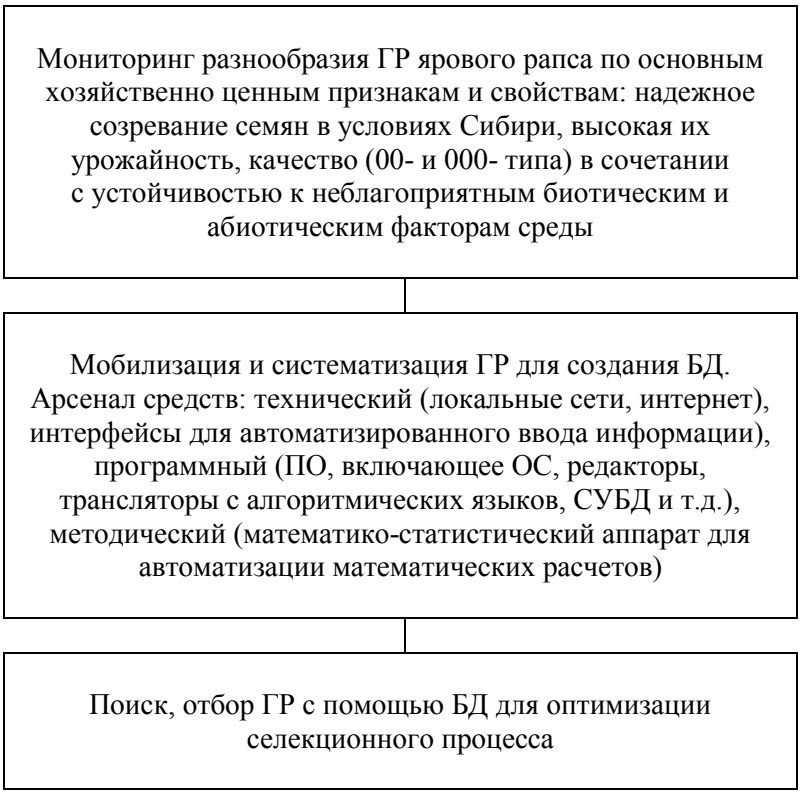


Рисунок 1 – Модельная структура мобилизации ГР для селекции ярового рапса (ГР – генетические ресурсы, БД – базы данных)

Главная страница и страница поиска БПД сибирского генофонда ярового рапса с разной окраской оболочки семян приведена на рисунке 2.

На базу паспортных данных получено регистрационное свидетельство № госрегистрации ВНТИЦ 50200600298 от 9 марта 2006 г.

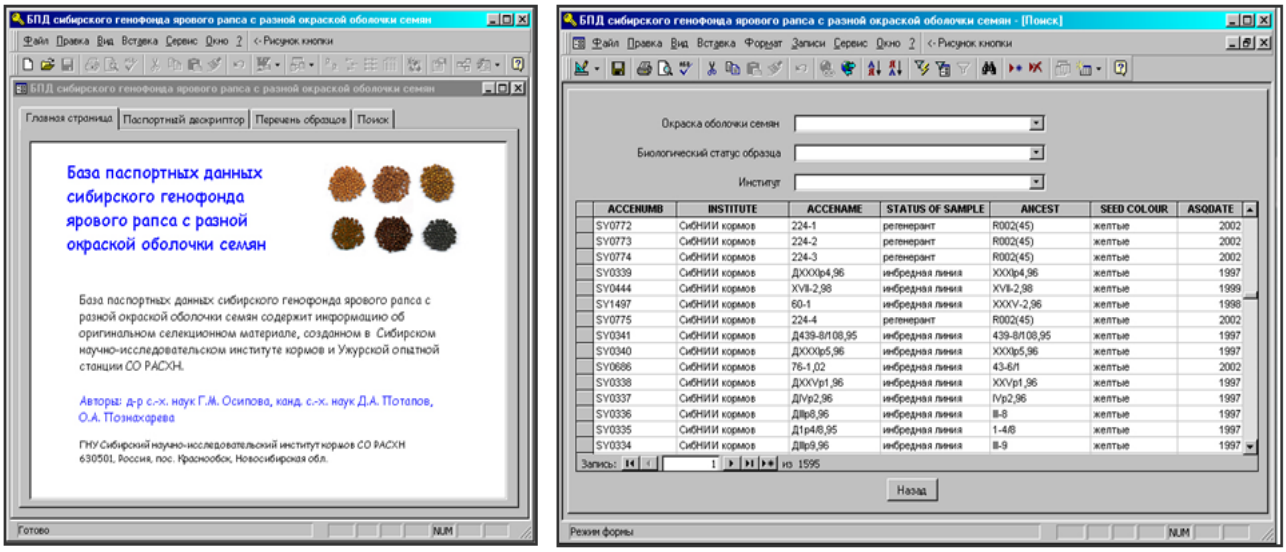


Рисунок 2 – Главная страница и страница поиска БПД сибирского генофонда ярового рапса с разной окраской оболочки семян

Основные технические характеристики, элементы БПД, инфологические модели типов сущности БД исходного материала, селекционных и контрольных питомников приведены нами в предыдущих публикациях [9-11]. БПД содержат 1588 образцов с разной окраской оболочки семян и справочную информацию: паспортный дескриптор и перечень образцов.

В настоящее время работа по дальнейшему созданию баз оценочных данных (БОД) временно приостановлена в связи с отсутствием применения современных методов генотипирования и фенотипирования ряда агрономических, физиологических и морфологических признаков. Отсутствие молекулярно-генетического маркирования генофонда коллекции, перспективного селекционного материала и сортов делает нецелесообразным включение имеющейся в наличии у селекционеров одной фенотипической оценки в БД. Для эффективного использования генных банков их необходимо наполнять информацией материала с точной молекулярно-генетической идентификацией.

Библиографический список

1. M. Hasan, F. Seyis, A.G. Badani, J. Pons-Kuhnemann, W. Friedt, W. Luhsand R.J. Snowdon. Analysis of genetic diversity in the Brassica napus L. gene pool using SSR Markers // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2006. – Vol. 53. – P. 793-802.

2. Осипова Г.М. Рапс в Сибири (морфобиологические, генетические и селекционные особенности). – Новосибирск: РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИкормов, 1998. – 168 с.

3. Stefansson, B.R., F.W. Hougen. Selection of rape plants(*Brassica napus*) with seed oil practically free of erucic acid//Can. J. Plant Sci. – 1964. – Vol. 44. – P. 359–364.doi:10.4141/cjps64-069.

4. Stefansson B.R., Kondra Z.P. Tower summer rape//Can. J. Plant Sci. – 1975. – Vol.55. – P. 343–344. doi:10.4141/cjps75-053.

5. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В. Приоритетные направления селекции рапса и сурепицы во ВНИИИМК: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 5-6 июля 2017 г.). – Минск, 2017. – С. 265-269.

6. Осипова Г.М. Изучение и рациональное использование сибирского генофонда растительных ресурсов на основе применения новых информационных технологий // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2002. – №3-4. – С.26-29.

7. Сатина Т.Г., Анискина Ю.В. Паспортизация сортов рапса с использованием микросателлитного анализа: материалы VI межд.конф. молодых ученых и специалистов. – ВНИИМК. – 2011. – С. 266-269.

8. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Создание баз данных источников и доноров рапса (*Brassica napus* L) с разной окраской оболочки семян: материалы межд. науч.-практ. конф. – Ч. 1 (Новосибирск, 22-23 октября 2003 г.). – Новосибирск, 2003. – С. 126-128.

9. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Базы паспортных и оценочных данных ярового рапса *Brassicanapus* L. с разной окраской оболочки семян // Информационные технологии, системы и приборы в АПК – АГРОИНФО-2006: материалы межд. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2006. – Ч.1. – С. 179-182.

10. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Базы данных и доноров желтой окраски семян в семействе Brassicaceae (проблемы и перспективы) // Кормопроизводство в полевых и луговых агробиоценозах Сибири. Селекция и семеноводство: сб. науч. тр. СибНИИкормов СО РАСХН. – Новосибирск, 2007. – С. 359-365.

11. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Перспективы создания баз данных по яровому рапсу (*Brassica napus* L) с разной окраской оболочки семян // Кормопроизводство в условиях Севера: проблемы и пути их решения (24-26 апреля 2007 г.): материалы. междунар. конф. – Петрозаводск, 2007. – С. 223-228.

Osipova G.M., Potapov D.A.,
Siberian Research Institute of Fodder Crops of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region

STRATEGY FOR MOBILISING GENETIC RESOURCES FOR BREEDING OF *BRASSICA NAPUS* L. USING INFORMATION TECHNOLOGY

A model structure of mobilization of genetic resources on the example of spring rape with different colours of seed coat is given. A database of passport data has been created based on the developed infologic model of the types of entities of the initial material, breeding and control nurseries. The conclusion is made that it is inexpedient to further develop the database of evaluation data without preliminary assessment of the breeding material by modern methods of genotyping and phenotyping of a number of agronomic, physiological and morphological characters. For effective use of gene banks, they must be filled with material information with precise molecular genetic identity.

Keywords: genetic resource, spring rapeseed, seed coat colour, database, molecular genetic marking.

УДК 004.424.23

Гребенникова И.Г., Боровикова Т.В., Чешкова А.Ф.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЕКЦИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

В статье описано применение программно-алгоримического комплекса для информационной поддержки процесса интродукции ягодных культур на примере черной смородины. Представлен метод интегральной оценки исследуемых сортов коллекции СибФТИ СФНЦА РАН.

Ключевые слова: информационные технологии, интродукция, коллекционный питомник, смородина черная.

Климатические и почвенные условия Сибири позволяют культивировать на ее территории большое число ягодных культур с широким сортовым составом. Лучшие из них возделывают в фермерских хозяйствах и любительских садах. Этот набор нуждается в значительном пополнении, а в ряде случаев и в замене. Возможность расширения сортимента и снижение дефицита в посадочном материале может быть реализована лишь путем проведения долговременных интродукционных работ. Поэтому создание, изучение, пополнение и сохранение коллекции ягодных культур в Приобском агроландшафтном районе на сегодняшний день актуально. Интегральный анализ большого разнообразия привлеченного к исследованию материала различных эколого-географических групп, многолетний характер наблюдений невозможен без использования средств автоматизации. Применение современных информационных технологий позволит сократить время на обработку полученных данных, анализ результатов, повысит надежность выбора лучших образцов, тем самым положительно повлияет на результативность процесса интродукции.

В СФНЦА РАН разработан комплекс компьютерных программ, предназначенный для информационно-аналитического сопровождения различных этапов селекции, в основу которого положена информационная модель представления многоуровневой иерархической схемы взаимодействия данных описываемой предметной области (рисунок 1).

Неотъемлемыми компонентами комплекса являются пакеты статистических, биометрико-генетических и селекционно-ориентированных программ, которые обеспечивают планирование полевых экспериментов, хранение полученных в результате полевых опытов дан-

ных, оценку селекционного материала и проведение статистического анализа данных. Включение в структуру комплекса программ, реализующих алгоритмы статистического анализа, дает возможность глубокого исследования данных многолетнего изучения сортов и линий по множеству хозяйственно-важных признаков. В рамках программно-алгоритмического комплекса возможно существенное повышение методического уровня и эффективности селекционного процесса от разработки модели сорта и планирования скрещиваний до интегральной оценки на заключительном этапе [1]. Результаты тестирования комплекса на зерновых культурах приведены в работах [2-4].

В данной статье приведены результаты тестирования программы «Полевые опыты. Регистрация и оценка селекционного материала» на примере ягодных культур (смородины черной).

Компьютерная программа предназначена для хранения данных, полученных в результате селекционных исследований, формирования выборок из базы данных для дальнейшего статистического анализа, а также для оценки селекционной ценности сельскохозяйственных культур по комплексу хозяйственно-важных признаков на основе метода скалярного ранжирования.

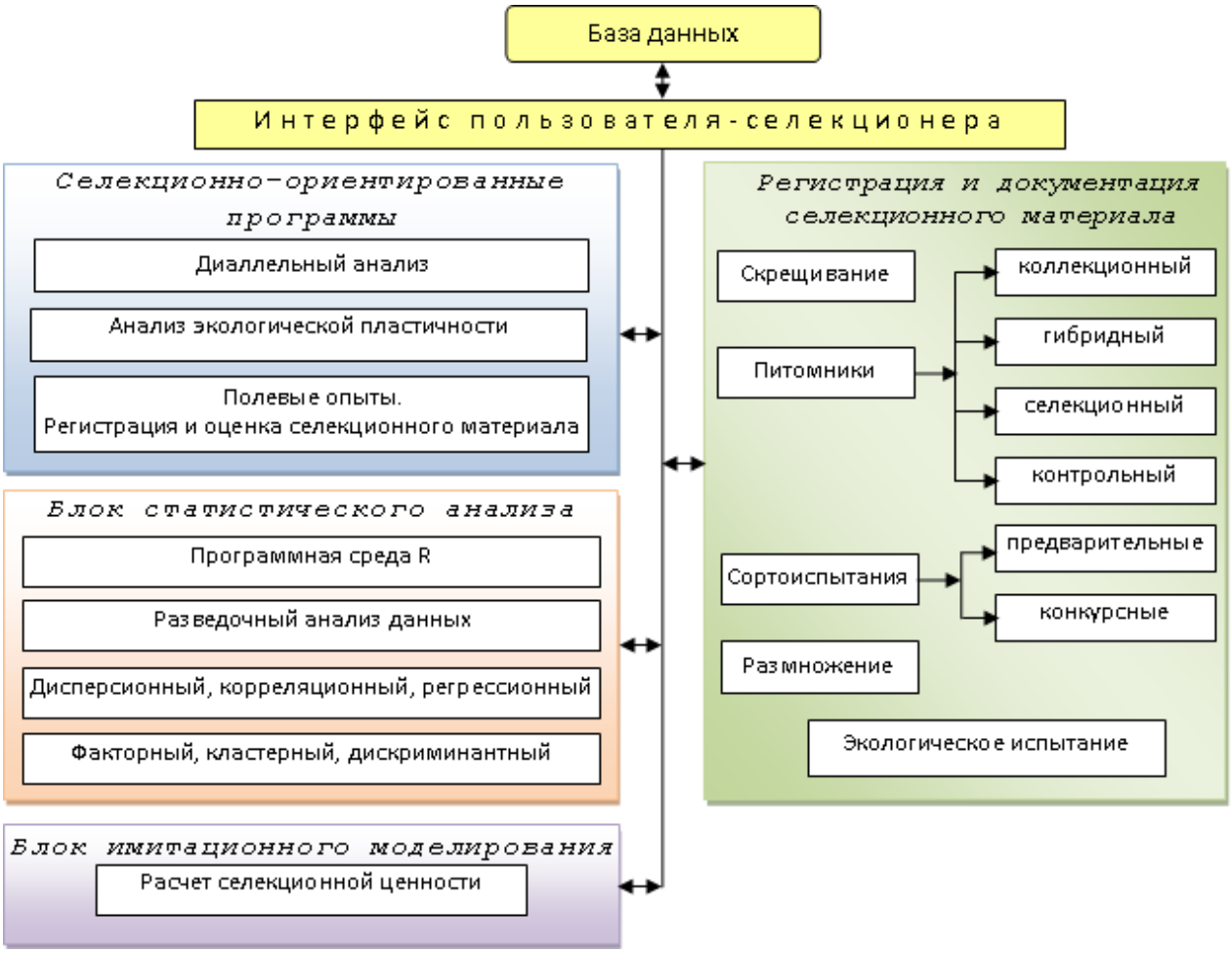


Рисунок 1 – Структура программно-алгоритмического комплекса

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- определение отдельного набора исследуемых признаков для каждой культуры;
- ввод и редактирование справочной информации по изучаемым сортам и гибридам;
- предоставление графического интерфейса для планирования полевых опытов;
- ввод и редактирование данных, полученных в результате полевых опытов;
- создание различных выборок из базы данных для дальнейшего статистического анализа;
- задание алгоритма балловой оценки признака и весовых коэффициентов, определяющих вклад признака в интегральную селекционную оценку;
- расчет селекционной ценности образцов на основе метода скалярного ранжирования.

В лаборатории экспериментальных исследований СибФТИ СФНЦА РАН с 2014 года ведется работа по интродукции ягодных культур. Коллекция черной смородины представлена 62 сортами, из которых 26 районировано в Западно-Сибирском регионе. Посадочный материал для коллекционного питомника был получен из НИИСС им. М.А. Лисавенко, ФГУП ОПХ Минусинское, ОПХ Горно-Алтайское, ФГУП «Бакчарское», ООО «Евросемена», НЗПЯОС им. И.В. Мичурина, ИЦиГ СО РАН, Барабинского плодово-ягодного госсортоучастка, ЗАО Калачинский плодопитомник им. М.А. Лисавенко [5]. Исследования по интродукции проводятся в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6].

В результате проведенных полевых исследований получены экспериментальные данные фенологических наблюдений, общего состояния растений в осенний и весенний периоды, проведен учет урожайности и величины ягод сортов смородины, а также дана оценка устойчивости сортов к основным болезням и вредителям.

Разработанная информационная модель учитывает биологические, морфологические и хозяйственно ценные особенности исследуемых сортов, а так же устойчивость к стрессовым факторам – абиотическим (зимостойкость) и биотическим (основным болезням: антракноз, септориоз и другие). Степень выраженности признаков представлена в относительных единицах балловых шкалах (таблица 1).

Таблица 1

Информационная модель базы оценочных данных смородины коллекции СибФТИ СФНЦА РАН

№ п/п	Параметры	Единица измерения
1	Название сорта	
2	Страна происхождения/учреждение-оригинатор	
Морфологические признаки		
3	Возраст куста	лет
4	Высота куста	см
5	Количество цветков в соцветии	шт.
6	Число ягод на кисти	шт.
7	Масса плода	г.
Биологические особенности		
8	Зимостойкость	балл
9	Общее состояние (весна)	балл
10	Общее состояние (осень)	балл
11	Начало вегетации – начало цветения	дней
12	Начало цветения – конец цветения	дней
13	Начало вегетации – начало созревания	дней
14	Начало созревания ягод – конец созревания ягод	дней
Поражение болезнями и вредителями		
15	Пятнистости (антракноз и септориоз)	балл
16	Ржавчина	балл
17	Мучнистая роса	балл
18	Смородиновый клещ	балл
19	Побеговая тля	балл
20	Галловая тля	балл
Хозяйственные признаки		
21	Средняя урожайность одного растения	г.

Рассмотренные ботанические характеристики, биологические и хозяйственные особенности, а также устойчивость к стрессовым факторам ягодных культур определяют те характеристики интродуцированных сортов, которые нашли отражение в информационной базе данных. База данных содержит сведения о видовых и сортовых особенностях растений и графический материал по 41 сорту черной смородины и 8 сортам цветной смородины. Ре-

зультаты структурного анализа растений представлены для 1100 образцов по 20 хозяйственно-важным признакам за трехлетний период исследования (рисунок 2).

Предметом деятельности селекционеров являются сорта, характеризующиеся многими разнородными признаками – как количественными, так и качественными. В процессе селекции исследователь часто сталкивается с проблемой выбора объекта по множеству критериев. В связи с необходимостью свести в единый показатель ценности разнородные критерии селекционных объектов, предложен способ замены абсолютных исходных значений признаков на относительные балловые значения (рисунок 3). Для каждого признака выбирается один из способов оценки: оценка экспертным интервалом, оценка для максимизации признака, оценка для минимизации признака [2].

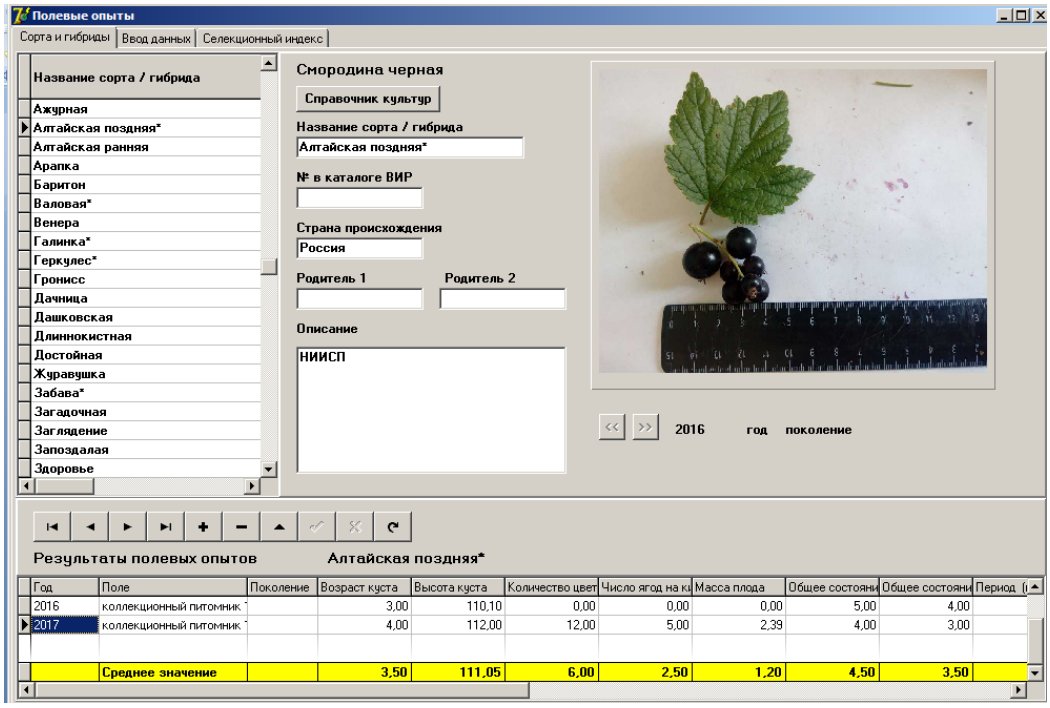


Рисунок 2 – Форма ввода информации по сортам

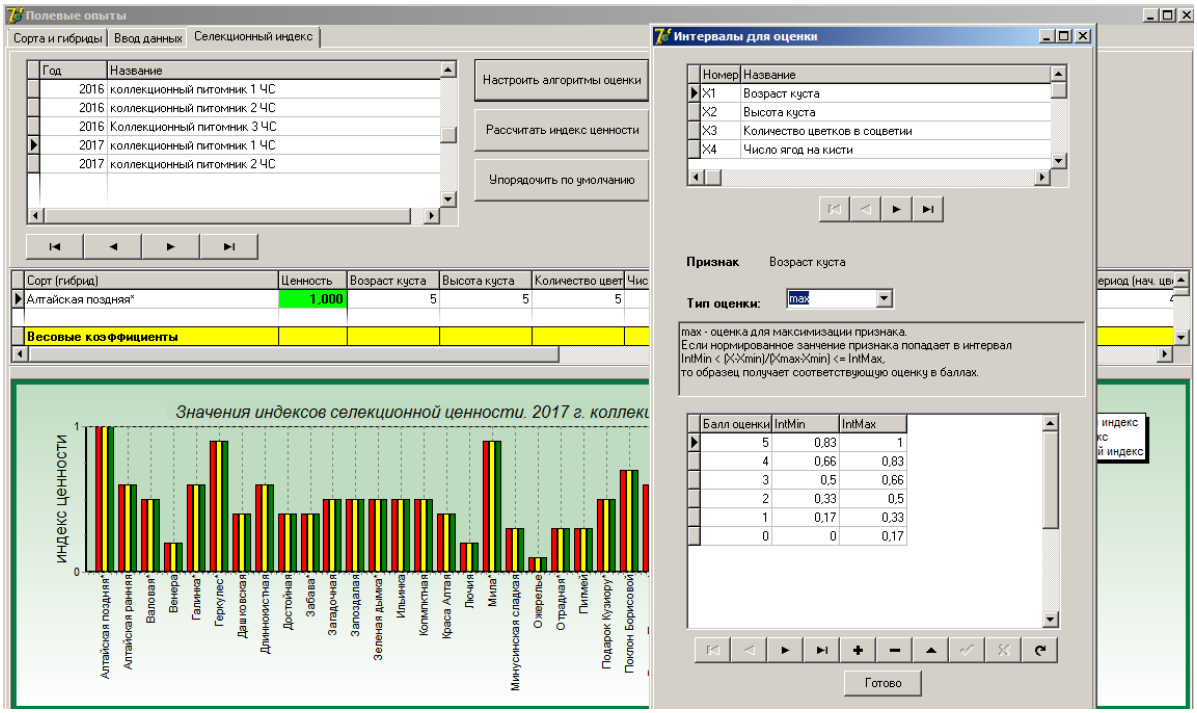


Рисунок 3 – Форма задания алгоритма балловой оценки признака

Результирующий сводный индекс представляет собой интегральную селекционную оценку исследуемого образца и количественно отображает относительную важность объекта в рассматриваемой выборке. Коэффициент значимости, присваиваемый каждому признаку, определяет его долевой вклад в интегральную селекционную оценку образца. Полученные значения ранжируются, располагая тем самым объекты (селекционные образцы) в порядке степени их удовлетворения целям селекции (рисунок 4).

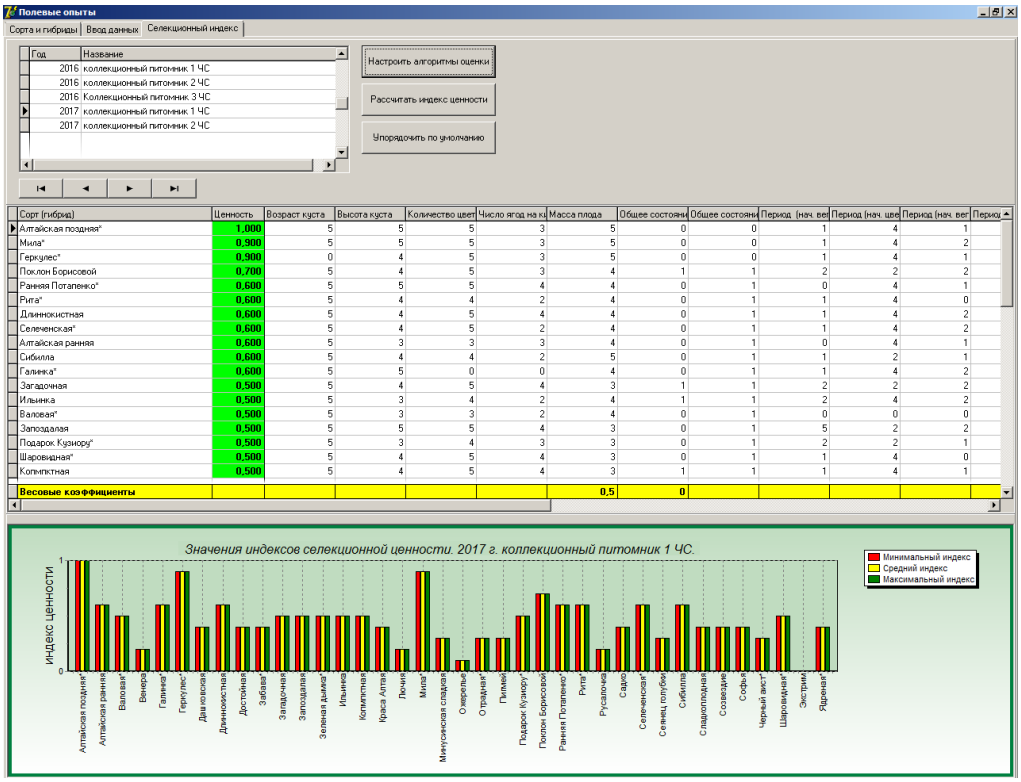


Рисунок 4 – Форма расчет индекса селекционной ценности

Выводы

Разработанная база данных, содержащая информацию по биологическим, морфологическим характеристикам и хозяйственным особенностям смородины черной, позволила систематизировать и обработать накопленный в результате селекционной работы материал.

Применение программного комплекса позволяет повысить точность отбора интродуцированных сортов ягодных культур, конкретизировать направление селекционного процесса, выполнить дифференцирование исследуемых сортов по реакции на условия возделывания и получить оценку селекционной ценности изучаемых образцов по комплексу признаков.

Библиографический список

1. Алейников А.Ф., Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Стёпочкин П.И., Потанин В.Г., Чанышев Д.И. Применение программно-алгоритмического комплекса для информационной поддержки селекции зерновых культур: методические указания. – Новосибирск, 2017. – 48 с.
2. Гребенникова И.Г. Методика оценки форм тритикале с применением комплекса компьютерных программ // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 5 (252). – С. 71-75.
3. Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Программный комплекс для информационно-аналитической поддержки селекции сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 4. – С. 80-82.
4. Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф. Эффективность информационных технологий при селекции тритикале // Сибирский научный вестник. – 2015. – № 19. – С. 60-68.
5. Боровикова Т.В., Петрук В.А., Аполинарьева И.К. Устойчивость смородины черной (ríbes nígrum), красной (ríbes rúbrum) и белой (ribes niveum) к болезням в Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конференции «Агроинфо-2015». – Новосибирск: ГНУ СибФТИ СО РАСХН, 2015. – С. 30-34.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 606 с.

Grebennikova I.G., Borovikova T.V., Cheshkova A.F.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobs of Novosibirsk region

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE BREEDING OF BERRY CROPS

The article describes the application of the program-algorithmic complex for informational support of the introduction of berry crops by the example of black currant. The method of integral evaluation of the investigated varieties of the collection is presented.

Keywords: information technologies, introduction, collection nursery, black currant.

УДК 631.11 «321»+633.16 «321»

Гурова Т.А., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Чесноченко Н.Е.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ВЫБОР ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЛЕВОГО СТРЕССОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию хлорида натрия в концентрации 1,68 % и 2,52 % на рост, биомассу и удельную электропроводность проростков 8 сортов ячменя. Установлено, что 1,68-процентный хлорид натрия позволил более глубоко дифференцировать сорта по реакции на стрессор по сравнению с 2,52-процентной концентрацией, что позволяет применять его в диагностике солеустойчивости сортов ячменя.

Ключевые слова: ячмень, хлоридное засоление, стрессоустойчивость растений, дифференциация сортов.

Важной составляющей разработки диагностических методов стрессоустойчивости растений является выбор дифференцирующей концентрации стрессового фактора, которая обеспечивает проявление его значимого влияния на исследуемые генотипы [1]. Установлено, что физиологические процессы солеустойчивости растений находятся в пределах 0,3–1,8 мПа, что соответствует концентрации хлорида натрия 0,42–2,52% [2]. В исследованиях Г.В. Удовенко показано, что 0,3–0,4% концентрация хлорида натрия является физиологической, что не позволяет применять ее для дифференцирования сортов зерновых культур [3]. Поэтому оценку сортов целесообразно проводить на повышенных уровнях засоления. Известно применение хлорида натрия в концентрации 1,68 % в качестве дифференцирующей при оценке родительских форм и линий регенерантов в селекции ячменя [4]. Нами предложен способ оценки устойчивости сортов мягкой яровой пшеницы к хлоридному засолению по дифференцирующей концентрации хлорида натрия 1,3 % [5].

Цель данного исследования – оценить диапазон изменчивости показателей роста, биомассы, проницаемости клеточных мембран проростков ярового ячменя при действии хлорида натрия в концентрациях 1,68 % и 2,52 % для определения дифференцирующей сорта концентрации солевого стрессора.

Материалы и методы. Исследования проводили в лабораторных условиях в вегетационных опытах (рулонные водные культуры) в климокамере «Биотрон-4» (разработка СибФТИ СФНЦА РАН) на районированных сортах ярового ячменя: Биом, Ача, Баган, Сигнал – селекции СибНИИРС-ИЦиГ СО РАН; Омский 96 – селекции СибНИИСХ; Красноярский 80 – селекции Красноярского НИИСХ; Симон, Никита – селекции Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН. Варианты опыта: а) контроль – дистиллированная вода; б) водный раствор хлорида натрия (NaCl) в концентрации 1,68 %; в) водный раствор хлорида натрия (NaCl) в концентрации 2,52 %.

У 10-суточных проростков учитывали линейные размеры, а также сырую и сухую биомассу надземной и подземной частей проростков по методике Г.В. Удовенко [3]. Проницаемость клеточных мембран определяли по удельной электропроводности (УЭП) водных вытяжек листьев проростков [6]. В исследованиях использовали компьютерный лабораторный кондуктометр КЛ-С-К (ОАО «Сибпромприбор-Аналит», г. Барнаул) с программным обеспечением для регистрации и записи экспериментальных данных в персональный компьютер с пакетом программ Microsoft Office 2003/2010 (Excel, Word, Access) [7]. Повторность опытов 4-6 - кратная. Экспериментальные данные математически обрабатывали с помощью программы Statistica 6,0. Ошибка среднего не превышала 5 %.

Результаты исследований.

Используемые в экспериментах концентрации хлорида натрия вызывали нарушение физиологических функций практически у всех сортов, что выражалось в существенном ингибировании ростовых процессов и накопления сырой биомассы проростков, особенно при концентрации хлорида натрия 2,52 % (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Влияние хлоридного засоления на рост проростков ярового ячменя, см (M±m)

Показатель	Концентрация NaCl, %	Симон	Баган	Сигнал	Ача	Биом	Омский 96	Никита
Длина ростка	Контроль	14,2±1,3	12,9±1,0	14,2±0,7	16,7±0,4	17,7±0,4	16,3±1,4	15,3±0,7
	1,68	11,7±0,5*	11,3±0,7*	11,8±0,6*	13,1±0,4*	13,07±1,1*	12,6±0,4*	13,4±0,1*
	2,52	9,4±1,0*	10,1±0,8*	9,8±0,3*	9,9±0,9*	10,7±0,3*	8,9±0,6*	11,3±0,4*
Длина корня	Контроль	8,0±0,7	5,8±0,4	7,4±0,4	7,9±1,0	9,2±0,2	6,6±0,3	7,0±0,4
	1,68	6,8±0,8*	6,2±0,5	6,2±0,1*	6,0±0,03*	7,9±1,7*	6,5±0,3	6,1±0,03*
	2,52	5,5±1,1*	4,0±0,5*	6,2±0,3*	6,0±0,6*	6,4±0,4*	7,3±0,2	6,3±0,3
Длина проростка	Контроль	22,2±1,9	18,7±0,8	21,6±0,7	24,5±0,6	26,9±0,2	22,9±1,3	22,3±0,7
	1,68	18,5±0,3*	17,5±1,2	18,0±0,7*	19,1±0,4*	20,9±2,7*	19,1±0,6*	19,5±0,1*
	2,52	14,9±1,1*	14,1±0,4*	16,0±0,5*	15,9±1,1*	17,0±0,7*	16,2±0,5*	17,6±0,6*
Примечания * – различия с контролем достоверны на 5 % уровне значимости								

Таблица 2

Влияние хлоридного засоления на накопление сырой массы проростками ярового ячменя, мг на 1 растение (M±m)

Показатель	Концентрация NaCl, %	Симон	Баган	Сигнал	Ача	Биом	Омский 96	Никита
Сырая биомасса ростка	Контроль	94,3±2,3	88,3±0,8	101,5±2,2	118,2±4,9	138,1±2,5	109,3±3,7	116,0±0,9
	1,68	86,4±4,5	79,6±3,9	97,0±0,7	84,7±3,7*	125,2±3,2	106,2±4,3	110,5±2,2
	2,52	77,8±1,0*	71,3±0,8*	77,9±0,3*	79,1±0,9*	103,3±0,3*	99,5±0,6	109,6±0,4
Сырая биомасса корня	Контроль	65,3±3,6	59,6±3,8	90,5±4,6	71,8±4,4	100,1±2,3	72,1±4,1	88,0±3,0
	1,68	48,1±3,1*	45,2±2,3*	69,2±3,4*	64,0±3,1	68,3±2,4*	56,8±1,0*	82,8±2,3
	2,52	42,0±1,1*	28,7±3,2*	51,4±0,1*	37,4±3,6*	53,0±0,3*	67,1±1,2	63,0±4,3*
Сырая биомасса проростка	Контроль	159,6±1,2	147,9±4,7	192,0±3,8	190,0±3,5	238,2±1,8	181,4±4,2	198,5±0,9
	1,68	134,5±4,5*	124,8±4,6*	166,2±4,9*	148,7±4,6*	193,2±2,5*	163,0±3,3	193,3±4,9
	2,52	119,8±3,8*	100,0±4,5*	129,3±3,9*	116,5±4,2*	156,3±3,1*	166,6±2,7	172,6±4,7*
Примечания * – различия с контролем достоверны на 5 % уровне значимости								

Установлена сортоспецифичность при действии используемых концентраций стрессового фактора, а также различия в ответных реакциях на стрессор ростков и корней. Так, в варианте 1,68 % NaCl степень ингибирования ростков была наименьшей у сортов Баган и Никита – 12,4 %, наибольшей – у сорта Биом – 26,2 %, а корней – наименьшая у сортов Биом и Симон – 14,1 % и 15,0 % соответственно, наибольшая – у сорта Ача –24,1 %. У сортов Баган и Омский 96 отмечено недостоверное изменение длины корней.

В варианте 2,52 % NaCl наименьшая степень подавления ростков была у сорта Баган – 21,7 %, корней – у сорта Никита – 10,1 %. Наибольшее подавление роста проростков наблюдалось у сортов Биом и Ача –35,1 % и 36,8 % соответственно.

В пределах сорта ингибирование роста корней было менее выражено, чем ростков.

В целом, длина проростков сортов ячменя при хлоридном засолении 1,68 % изменялась в пределах от недостоверных изменений (сорт Баган) до 22,3 % (сорт Биом). Диапазон изменений длины проростков ячменя при 2,52% хлоридном засолении от 21,1 % (сорт Никита) до 36,8 % (сорт Биом).

В варианте 1,68 % NaCl получено достоверное снижение накопления сырой биомассы ростков только у сорта Ача, а снижение накопления биомассы корней – у остальных 6 сортов, за исключением сорта Никита (недостоверные изменения).

При концентрации 2,52 % NaCl степень ингибирования сырой массы ростков изменялась от 8,9 % (сорт Омский 96) до 33,0 % (сорт Ача), а биомассы корней – от 6,9 % (сорт Омский 96) до 47,9 % (сорт Ача).

Подавление накопления сырой биомассы было выше у корней по сравнению с ростками.

Снижение накопления сырой биомассы проростков сортов ячменя при хлоридном засолении 1,68 % изменялось в пределах от недостоверных изменений (сорт Никита) до 21,7 % (сорт Ача), а при хлоридном засолении 2,52 % от недостоверных изменений (сорт Омский 96) до 38,7 % (сорт Ача).

Солевой стрессор также вызывал нарушение структуры и свойств клеточных мембран проростков, изменял их ионную проницаемость, которую оценивали по показателю удельной электропроводности водных вытяжек листьев проростков (таблица 3).

Таблица 3

Влияние хлоридного засоления различной концентрации на удельную электропроводность проростков сортов ячменя

Сорта	Варианты				
	контроль, вода дистиллированная	хлорид натрия 1,68 %**	относительные изменения, %	хлорид натрия 2,52 %**	относительные изменения, %
Симон	3,2±0,06	24,1±1,6	653	57,2±2,5	1687
Баган	5,5±0,06	40,8±0,4	642	52,4±0,3	852
Сигнал	2,8±0,10	20,2±1,5	621	58,2±1,4	1978
Ача	3,1±0,16	20,9±0,2	574	57,9±0,7	1767
Биом	2,4±0,03	39,3±0,1	1537	72,1±1,7	2904
Омский 96	2,5±0,10	23,2±0,6	828	75,6±1,7	2924
Никита	3,4±0,31	35,2±0,5	935	64,9±1,4	1808

**Различия достоверны на 1 % уровне значимости

Удельная электропроводность вытяжек листьев у всех сортов резко возрастала при хлоридном засолении по сравнению с контролем в 6-20 раз. Это говорит о большей чувствительности к ионной токсичности клеточных мембран листовой ткани исследуемых проростков. При этом в меньшей степени увеличилась электропроводимость листовых вытяжек после засоления у сорта Баган (в 9 раз) при обеих концентрациях хлорида натрия.

Сравнение изменчивости УЭП листьев растений при концентрации хлорида натрия 1,68 % и 2,52 % показало, что использование более низкой концентрации разделило исследуемые сорта ячменя на 3 группы:

1) с изменчивостью признака в 6-7 раз – 4 сорта: Ача, Сигнал, Баган, Симон;
2) с изменчивостью признака в 9-10 раз – 2 сорта: Омский 96 и Никита;
3) с изменчивостью признака в 20 раз – 1 сорт: Биом.

При использовании хлорида натрия в концентрации 2,52 % различия по биофизическому показателю выявлены также между 3 группами сортов: с изменчивостью показателя в 10 раз; в 11-20 раз и 30 раз.

Анализ морфологических параметров проростков установил более глубокую дифференциацию сортов при концентрации хлорида натрия 1,68 %. Так, по ингибированию роста и накопления биомассы проростков в условиях сильного засоления сорта разделились на две группы, а при концентрации хлорида натрия 1,68 % – на три группы.

Для определения информативности использованных показателей с целью оценки устойчивости сортов использовали коэффициент вариации. Высокий коэффициент вариации данных показывает разнородность оцениваемых по данному признаку образцов.

Изучение варьирования показателей сортов ячменя показало, что с увеличением стрессовой нагрузки коэффициенты вариации показателей роста, накопления биомассы и УЭП несколько уменьшаются, что свидетельствует о сглаживании сортовых различий при более высоком уровне засоления (таблица 4).

Таблица 4

Коэффициенты вариации параметров сортов ярового ячменя при хлоридном засолении, %, среднее по 7 сортам

Показатели	Контроль, вода дистиллированная	Хлорид натрия 1,68%	Хлорид натрия 2,52%
Длина ростков	9,5	7,9	11,0
Длина корней	11,2	15,3	15,2
Длина проростка	6,8	7,7	7,8
Биомасса сырая 1 ростка	3,3	14,9	7,0
Биомасса сырая 1 корня	3,7	22,5	10,4
Биомасса сырая 1 проростка	4,2	17,9	14,7
Биомасса сухая 1 ростка	10,7	9,0	8,9
Биомасса сухая 1корня	12,5	14,8	9,2
Биомасса сухая 1 проростка	8,9	14,3	8,8
Удельная электропроводность	7,2	8,4	3,9
Среднее по параметрам	7,8	13,3	10,3

Максимальные значения коэффициентов вариации биометрических показателей, особенно сырой и сухой биомассы и УЭП, наблюдаются при концентрации хлорида натрия 1,68 % в среде культивирования. Это дает возможность использовать данную концентрацию в качестве дифференцирующей для сравнительной оценки влияния хлоридного засоления на параметры проростков сортов ячменя, разработки биофизических методов ранней диагностики солеустойчивости сортов ярового ячменя, а также в комплексных исследованиях по влиянию совокупного действия стрессоров на проростки сортов ячменя.

Библиографический список

1. Методические положения ранней диагностики устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к совокупному действию стрессоров / Т.А. Гурова, С.Г. Денисюк, О.С. Луговская, Е.А. Свежинцева, В.В. Минеев; СФНЦА РАН.– Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 62 с.

2. Елисеева Н.С. Физиологические механизмы адаптивных реакций растений. – Казань: изд-во Казан. ун-та, 1987. – 318 с.

3. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методические рекомендации / под ред. Г.В. Удовенко. Л., 1988. 228 с.
4. Зобова Н.В., Конышева Е.Н. Использование биотехнологических методов в повышении соле- и кислотоустойчивости ярового ячменя / СО РАСХН. КНИИСХ. – Новосибирск, 2007. – 124 с.
5. Пат RU №2446671, 10.04.2012 Способ определения относительной устойчивости сортов мягкой яровой пшеницы к хлоридному засолению /Гурова Т.А., Березина В.Ю., Куцерубова Н.С.
6. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: метод. рекомендации / Л.Н. Коробова, Т.А. Гурова, Е.А. Голощапова [и др.] / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. – Новосибирск, 2010. – 48 с.
7. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Свежинцева Е.А. Совершенствование и применение компьютерного лабораторного кондуктометра для оценки устойчивости ячменя при хлоридном засолении / Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч. конф. – М.: ВИЭСХ, 2014. – Т. 2. – С.175–181.

Gurova T.A, Lugovskaya O.S, Svezhintseva E.A.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

CHOICE OF DIFFERENTIATING CONCENTRATIONS OF SALINITY STRESSOR FOR DIAGNOSTICS OF STRESS TOLERANCE OF BARLEY CULTIVARS

This article discusses the results of experimental research, which explored the influence of sodium chloride with concentrations of 1,68 % and 2,52 % on the growth, biomass and electrical conductivity of the sprouts of 8 barley cultivars. If was found that sodium chloride with concentration of 1,68 % allowed deeper differentiation of barley cultivars' reactions to stressors in comparison to sodium chloride with 2,52 % concentration, which supports the use of the former in the diagnostics of salinity stressor resistance of barley cultivars.

Keywords: barley, chloride salinization, stress resistance of plants, differentiation of cultivars.

УДК 631.11 «321»+633.16 «321»

Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ И ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОРОСТКИ ПШЕНИЦЫ

В статье рассматриваются результаты лабораторных вегетационных опытов по раздельному и совместному действию хлоридного засоления и возбудителя обыкновенной корневой гнили злаков *Bipolaris sorokiniana* Shoem. на проростки семи сортов яровой мягкой пшеницы. Установлено неоднозначное влияние совместного действия стрессоров на ростовые и биофизический показатели проростков: от усиления отрицательного влияния до компенсации негативного влияния стрессоров.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, корневая гниль, хлоридное засоление, электропроводность, длина проростка.

Разнообразие природных почвенно-климатических условий может приводить к одновременному негативному воздействию на возделываемую культуру сразу нескольких стрессовых факторов, таких как засуха, засоление, болезни, пестициды и других [1]. Проблема засоленности почв одна из актуальных проблем в растениеводстве. Площади засоленных земель имеют тенденцию к постоянному увеличению из-за вторичного засоления, что ограничивает возможности расширения пахотных земель, особенно в засушливых районах [2]. В Западно-Сибирском регионе общая площадь солонцовых комплексов составляет 8,8 млн. га, в том числе пашни – 4,4 млн. га [3]. Выращивание зерновых культур на засоленных почвах сопровождается значительным снижением продуктивности и ухудшением качества урожая. Большинство возделываемых сортов мягкой яровой пшеницы восприимчивы к различным грибным болезням, в том числе и к обыкновенной корневой гнили злаков. Возбудитель данной

болезни, микроскопический гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (*B. sorokiniana)* заселяет 70–75 % пахотных черноземов Западной Сибири, что приводит к хроническому недобору урожая зерна на 10–15 % [4]. Одним из путей снижения отрицательного воздействия комплекса стрессоров и получения высоких и устойчивых урожаев зерна яровой пшеницы является обоснованный выбор устойчивых к стрессорам сортов возделываемой культуры. Поэтому исследования влияния комплекса стрессоров на рост и физиологическое состояние сортов на ранних этапах органогенеза являются важными и актуальными для последующей оценки их устойчивости.

Цель исследования – изучить влияние раздельного и совместного действия возбудителя обыкновенной корневой гнили и хлоридного засоления на рост и состояние клеточных мембран проростков мягкой яровой пшеницы.

Исследования проводили в Сибирском физико-техническом институте аграрных проблем СФНЦА РАН. Лабораторный вегетационный опыт закладывали в 4-х вариантах, комбинируя два стрессора при их одновременном действии: а) контроль; б) хлоридное засоление; в) инфекционный фон (возбудитель обыкновенной гнили *B. sorokiniana;* г) хлоридное засоление + инфекционный фон (возбудитель обыкновенной гнили *B. sorokiniana).* В качестве солевого стрессора использовался 1,3 % раствор хлорида натрия, инфекционный фон (моделирование почвенной инфекции) создавался действием на проросшие семена пшеницы конидиальной суспензии смеси среднепатогенных изолятов *B. sorokiniana,* приготовленной на 0,1%-ном водном агаре (5000 конидий на 1 зерно). Подсчет конидий возбудителя проводили в камере Тома-Горяева. Далее растения выращивали в климокамере «Биотрон-5» в рулонной культуре при освещенности 10 000 лк, температуре 22º С и влажности 60 % на водопроводной воде – варианты контрольный и инфекционный фон (возбудитель обыкновенной гнили *B. sorokiniana)* и на 1,3% растворе хлорида натрия – варианты хлоридное засоление и хлоридное засоление + инфекционный фон (возбудитель обыкновенной гнили *B. sorokiniana).*

У 10-суточных проростков учитывали показатели роста – линейные размеры надземной и подземной частей проростков по методике Удовенко Г.В. [5]. Проницаемость клеточных мембран определяли по удельной электропроводности (УЭП) водных вытяжек листьев проростков [6]. В исследованиях использовался компьютерный лабораторный кондуктометр КЛ-С-К (ОАО «Сибпромприбор-Аналит», г. Барнаул) с программным обеспечением для регистрации и записи экспериментальных данных в персональный компьютер с пакетом программ Microsoft Office 2003/2010 (Excel, Word, Access). Повторность опытов 4–6-кратная. Экспериментальные данные математически обрабатывались с помощью программы Statistica 6,0. Ошибка среднего не превышала 5 %.

В результате исследований установлено, что инфицирование семян конидиальной суспензией изолятов *B. sorokiniana* привело к нестабильности клеточных мембран листьев, это проявилось в достоверном повышении УЭП проростков сортов Новосибирская 18 на 34,9 % и Памяти Вавенкова на 69,2 % (рисунок 1). У сортов Новосибирская 29, Омская 18, Омская 15 УЭП изменялась недостоверно по сравнению с контролем, что свидетельствует о сохранении стабильности клеточных мембран листьев проростков данных сортов при действии патогена. У сорта Светланка, наоборот, наблюдалось достоверное снижение УЭП по сравнению с контролем.

В варианте с засолением выявлено резкое увеличение УЭП у всех сортов от 2,7 раза (сорт Омская 18) до 13,8 раза (сорт Светланка). Хлоридное засоление оказывало сильное деструктивное действие на состояние клеточных мембран, что отражалось и на ростовых процессах.

Совместное действие двух стрессоров также повысило УЭП у всех сортов от 2,9 раз (сорт Омская 18) до 21 раза (сорт Новосибирская 44) по сравнению с контролем.

При сравнении вариантов засоления и совместного действия стрессоров наблюдалось увеличение показателя УЭП во втором варианте у сортов Новосибирская 29 в 3 раза, Памяти Вавенкова – 3,3 раза, Новосибирская 44 – 5,1 раза, что свидетельствует об усилении влияния при взаимодействии стрессоров.

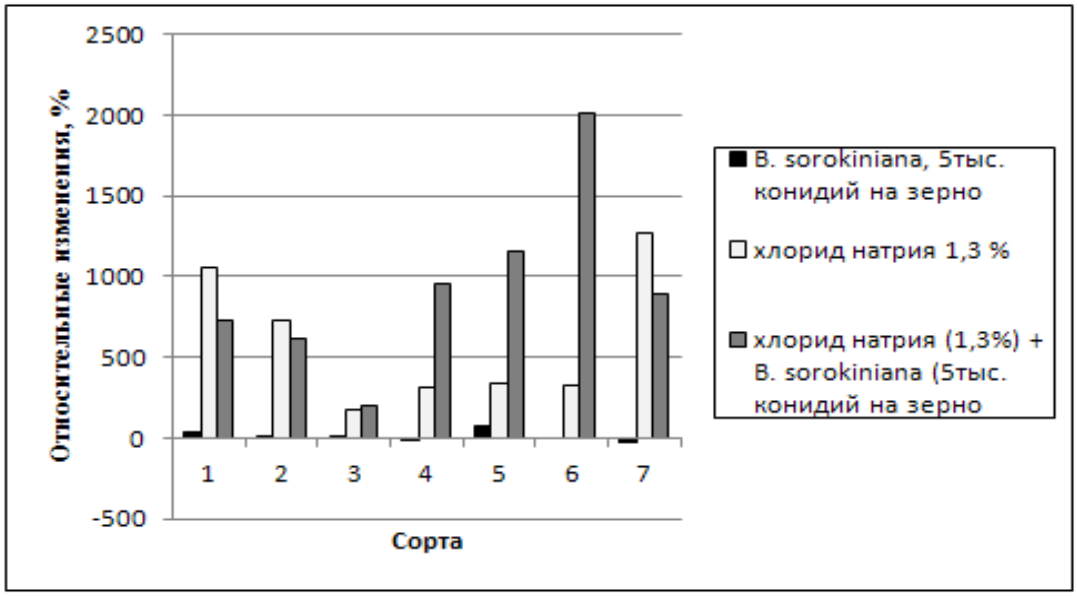


Рисунок 1 – Влияние комплекса стрессоров на проницаемость клеточных мембран проростков сортов мягкой яровой пшеницы (УЭП, процент от контроля):
1 – Новосибирская 18; 2 – Новосибирская 15; 3 – Омская 18; 4 – Новосибирская 29;
5 – Памяти Вавенкова; 6 – Новосибирская 44; 7 – Светланка

У сортов Новосибирская 15, Новосибирская 18 и Светланка наблюдалась обратная реакция – уменьшение УЭП в 1,2; 1,4 и 1,4 раза, соответственно, по сравнению с вариантом засоление. У сорта Омская 18 достоверных изменений УЭП не выявлено.

При исследовании влияния стрессоров на рост проростков, установлено, что инфицирование семян привело к достоверному подавлению роста проростков у сортов Светланка, Новосибирская 15, Новосибирская 18 на 16,2 % - 24 % (рисунок 2). У сортов Омская 18, Новосибирская 29, Новосибирская 44, Памяти Вавенкова достоверных различий не обнаружено.

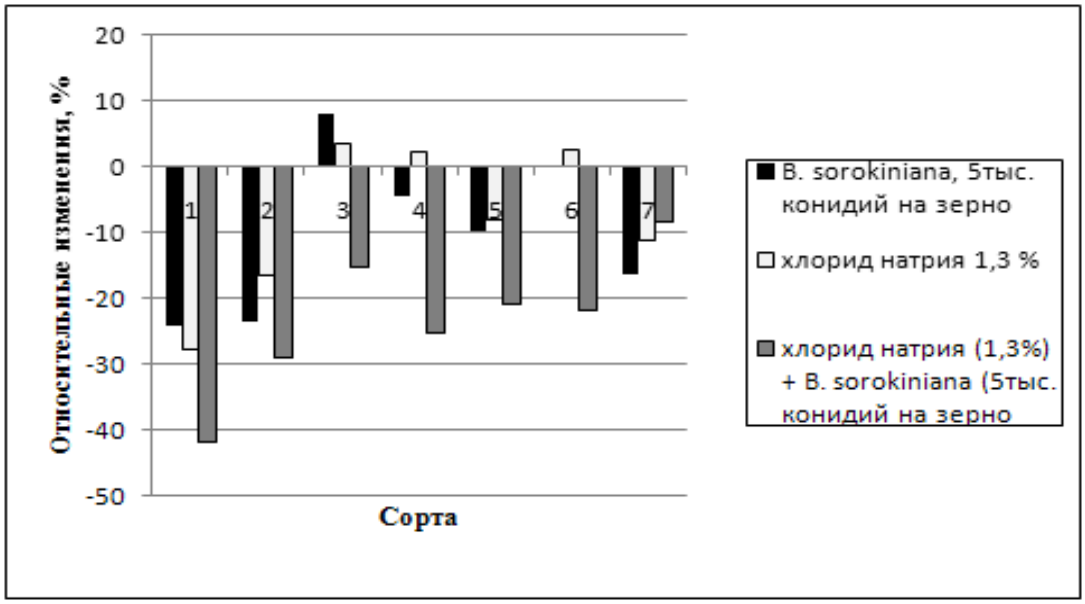


Рисунок 2 – Влияние комплекса стрессоров на рост проростков сортов мягкой яровой пшеницы (длина проростка, процент от контроля):
1 – Новосибирская 18; 2 – Новосибирская 15; 3 – Омская 18; 4 – Новосибирская 29;
5 – Памяти Вавенкова; 6 – Новосибирская 44; 7 – Светланка

Хлоридное засоление вызывало наибольшее подавление роста проростков у сортов Светланка, Новосибирская 15, Новосибирская 18 на 11,2 %, 16,4 % и 27,8 % соответственно, что также отражалось и на состоянии клеточных мембран. Сорта Омская 18, Новосибирская 29, Памяти Вавенкова, Новосибирская 44 показали недостоверное изменение длины проростков.

При совместном действии засоления и *B.sorokiniana,* в основном, наблюдалось ингибирующее действие на рост проростков всех исследованных сортов (от 15,1 % у сорта Омская 18 до 41,9 % у сорта Новосибирская 18), кроме сорта Светланка (недостоверное изменение длины проростков на 8,3 %).

Известно, что действие комплекса стрессоров на растения не всегда однозначно, установлено усиление отрицательного влияния в отличие от действия одного стрессора до компенсации негативного влияния стрессора [6, 7].

Нашими исследованиями установлено совпадение характера изменений ростовых реакций и УЭП. У сортов Новосибирская 29, Памяти Вавенкова, Новосибирская 44 – увеличение ингибирования роста проростков и повышение УЭП. Предполагаемый механизм взаимодействия стрессоров – действие одного стрессора усиливает влияние другого стрессора и приводит к потере устойчивости.

У сорта Светланка наблюдалось уменьшение ингибирования роста и понижение УЭП, у сорта Омская 18 – недостоверные изменения обоих показателей. Предполагаемый механизм взаимодействия стрессоров в условиях данного эксперимента – влияние одного стрессора активизирует защитно-приспособительные реакции растения и повышает адаптивность сорта при действии другого стрессора.

У сортов Новосибирская 15 и Новосибирская 18 наблюдалось уменьшение УЭП при значительном ингибировании роста проростков – до 42 %, то есть защитные реакции направлены, в первую очередь, на стабилизацию клеточных мембран проростков.

Выявлена средняя и сильная отрицательная корреляционная зависимость $r \geq 0{,}6\text{-}0{,}8$ ($p < 0{,}01$) между удельной электропроводностью, длиной ростков, длиной корней и длиной проростков.

Установлена нелинейная зависимость между удельной электропроводностью листьев, длиной ростков и корней. Величина корреляционного отношения составила $\eta = 0{,}75–0{,}89$ при достоверности связи $p \leq 0{,}05$.

Таким образом, полученные результаты говорят о неоднозначности сортовых реакций яровой пшеницы при совместном действии хлоридного засоления и инфицирования патогеном: от усиления отрицательного влияния в отличие от действия одного стрессора до компенсации негативного влияния стрессоров.

Установленная сопряженность ростовых и биофизического показателей позволит применять их в качестве диагностических показателей оценки устойчивости сортов пшеницы при совместном действии обыкновенной корневой гнили и хлоридного засоления.

Библиографический список

1. Гурова Т.А., Осипова Г.М. Проблема сопряженной стрессоустойчивости растений при изменении климата в Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2018. – Т. 48, – № 2. – С. 65-74.

2. Белозерова А.А., Боме Н.А. Изучение реакции яровой пшеницы на засоление по изменчивости морфометрических параметров проростков // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 – 2. – С. 300-306.

3. Освоение солонцовых земель Барабы и Северной Кулунды: методическое пособие / РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2006. – 28 с.

4. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: метод. рекомендации / Л.Н. Коробова, Т.А. Гурова, Е.А. Голощапова [и др.] / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

5. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методические рекомендации / Под ред. Г. В. Удовенко. – Л., 1988. – 228 с.

6. Методические положения ранней диагностики устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к совокупному действию стрессоров / Т.А. Гурова, С.Г. Денисюк, О.С. Луговская, Е.А. Свежинцева, В.В. Минеев; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 62 с.

7. Борисова Т.А., Бугадже С.М., Ракитин В.Ю., Власов П.В., Кузнецов Вл.В. Тепловой шок повышает устойчивость растений к УФ-Б облучению. 2. Выделение этилена и CO2 // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – № 5, – С. 50-55.

8. Kissoudis C., Chowdhury R. Van Heusden S., Van de Wiel C., Finkers R., G. F. Visser R., Bai Y., Van der Linden G. Combined biotic and abiotic stress resistance in tomato // Euphytica. 2015. 202. – P. 317-332, DOI 10.1007/s10681-015-1363-x.

Gurova T.A., Denysiuk S.G., Lugovskaya O.S., Svezhintseva E.A.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

THE EFFECT OF AGGREGATE IMPACT OF COMMON ROOT ROT AND CHLORIDE SALINIZATION ON GERMS OF SPRING WHEAT BREEDS

In article using laboratory greenhouse trial we examined the aggregate and separate impact of chloride salinization and the agent of common root rot *Bipolaris sorokiniana* Shoem on the seven breeds of soft spring wheat germs. It was found that the effect of this aggregate impact of these two stress factors on growth and biophysical measures is mixed: from reinforcement of negative effect to compensation of negative effect of the stress factors.

Keywords: soft spring wheat, root rot, chloride salinization, conductivity, rootlet growth.

УДК 632.982.1, 631.348, 631.8.022.3, 631.1.016, 631.112

Шинделов А.В.[1], Ноедорфер Р.[2],
[1] Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,
[2] Компания Агроимпульс, Бавария, г. Плининг, Германия

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЗАСОРЕННОСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ

Рассматриваются преимущества и возможные трудности при внедрении цифровых технологий рядовым сельскохозяйственным предприятием. Обоснованно раскрыты предпосылки для экологически-рационального и экономически-эффективного применения цифровых технологий в традиционных агропредприятиях. Приведены способы и технические решения для снижения засоренности в период уборки. Сформулированы требования к будущим специалистам, способным уверенно применять и распространять цифровые технологии на практике.

Ключевые слова: цифровые технологии, сельское хозяйство, уборка зерновых, управление предприятием, борьба с засоренностью, экологические требования.

Сельское хозяйство сталкивается с новыми серьезными проблемами. Введение оцифровки и применения данных в электронном формате в сельском хозяйстве является перспективным полем деятельности для поставщиков услуг. В первую очередь, это касается консультаций в области учета затрат, корпоративной стратегии, концепции растениеводства, а также животноводства. Это требует переосмысления и нового мышления для сельхозтоваропроизводителей, конечно же, их семей.

Тот, кто начинает работать с системой электронных данных, нуждается в комплексной системе управления сельскохозяйственным предприятием и должен досконально продумать новую систему.

Это требует внедрения новых процессов в производство и, прежде всего, в управление. Используя соответствующие концепции и правильную систему управления, сельхозтоваропроизводитель может добиться успеха в оптимизации работы.

При этом сельскохозяйственные предприятия должны быть готовы к инвестициям, это касается:

- правильно подобранного комплекса сельскохозяйственных машин и соответствующих системы управления;
- коммуникативной совместимости используемых машин (возможности передачи данных в цифровом виде);
- устранения неисправностей машины, возможно непосредственно на месте работы;
- консультирования по возделыванию растений с анализом затрат/прибыли и выбором подходящего посевного материала;

- системы менеджмента документации, т. е. входных/выходных данных;
- карты проведения полевых работ.

Внедрение цифровых технологий требует продумать всю систему, а именно:

- изначально задокументировать процессы производства;
- задокументировать возникшие проблемы и принятые решения;
- выработать предложения по успешной организации производства и сбыта продукции.

Эти процессы требуют квалифицированных специалистов, которые выполняли бы роль консультантов и поставщиков услуг для сельскохозяйственного предприятия. Это означает, что цифровизация сельского хозяйства будет изменять учебные программы аграрных вузов.

Новые элементы цифровых технологий предусматривают применение беспилотников и спутников, тем самым несут совершенно новые проблемы для обычного сельхозтоваропроизводителя. Специалисты предприятия должен будут научиться обработке цифровых данных, их анализу и рациональному использованию. На практике это касается комплексной системы внесения удобрения, орошения и анализа почвы. То же самое относится к управлению растительным массивом на основе выявления очагов вредителей или недостатка питательных веществ. В частности, в регионах Баварии введение цифровых технологий ускорит уже существующие структурные изменения, так как инвестиции имеют смысл только в том случае, если предприятия ориентированы на будущее. Это означает, что должны быть молодые специалисты, которые будут продолжать работу сельхозпредприятий в следующем поколении. Это приведет к неконкурентоспособности и закрытию некоторых предприятий, которые не будут адаптированы под перспективные технологии и новые образовательные процессы.

Что касается Германии, то государственные органы или даже ЕС будут использовать цифровые технологии, чтобы сделать деятельность сельскохозяйственных предприятий еще более прозрачной, а также контролировать исполнение экологических предписаний. Общество в Германии требует от фермеров обязательности в производстве экологически чистых продуктов питания. Цифровые технологии могут быть при этом неоспоримым помощником. Внедрение новых технологий всегда включает и возможности и риски. Однако проблемы очень велики как для государства, так и для сельскохозяйственного предприятия.

В сибирских условиях адресное выявление очагов сорной растительности имеет особо актуальное значение. Одной из причин является выделение семян сорняков зерноуборочным комбайном в период уборки. Семена сорняков имеют меньшую по сравнению с зерном критическую скорость витания, поэтому легко выделяются вместе с половой на поверхность поля. Они способны выдержать отрицательные температуры и взойти даже в самых неблагоприятных условиях (фото 1).

Фото 1 наглядно демонстрирует совпадение проходов зерноуборочного комбайна и концентрированных очагов всходов сорняков. Почвообрабатывающие агрегаты при поперечной обработке несколько увеличивают площадь засоренности (фото 2).



Фото 1 – Всходы сорняков после уборки зерновых и зяблевой обработки, 2018 г.



Фото 2 – Засоренность поля после зяблевой обработки

Поэтому мы можем получить расположение засоренности несколькими способами, которые взаимно дополняют и уточняют друг друга:

- считать маршруты движения зерноуборочных комбайнов;
- сделать фотоснимки с помощью беспилотных летательных аппаратов;
- получить снимки с помощью спутников.

Взаимное использование полученных данных позволит выявить области засоренности и выработать тактику целенаправленного применения опрыскивателя по внесению средств защиты растений. Полученные данные подкрепляют стремление снизить нагрузку на окружающую среду, и мы предлагаем комплексно управлять сорной растительностью на всех этапах технологии возделывания [1]. Принцип управления сорной растительностью предполагает контроль засоренности в начале и по окончании каждой полевой операции, согласно которым выбираются настройки машин для почвообработки, посева и внесения средств защиты растений, а этап химической защиты растений дополнительно осуществляется по экологическому отклику агроценоза [2, 3].

По данным полевого хронометража работы зерноуборочных комбайнов потери составляли более 8,3 %. Одним из объяснений этого было желание производственников получить более чистое бункерное зерно и снизить затраты на последующую подработку зерна. При этом вес сорняков, оставшихся после работы комбайна, был зафиксирован на уровне 18 г/м^2. Это говорит о значительном увеличении засоренности поля из-за «рассеивания» сорняков зерноуборочной машиной по маршруту своего движения.

Для исключения рассеивания семян сорняков на этапе уборки предлагаем два способа уборки зерновых культур и разработанные для этого зерноуборочные комбайны [4, 5]. В основу положен принцип отделения семян сорняков в системе очистки зерноуборочного комбайна, их травмирования для исключения прорастания и выгрузку на поле в качестве органического удобрения.

Выводы

1. Аэрофотосъемка, как элемент цифровых технологий, подкрепила предположение, что очаги засоренности совпадают с маршрутами движения зерноуборочных комбайнов.
2. Засоренности полей способствует выделение семян сорняков зерноуборочным комбайном, масса выделенных сорняков может достигать более 18 г/м^2. Существенным ресурсом для снижения засоренности является отделение сорняков на этапе уборки и исключение их последующего прорастания.
3. Объективно намечена тенденция о предстоящем спросе на специалистов, способных применять цифровые технологии в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Пат. 2637521 Российская Федерация, МПК A01B79/00, Способ возделывания сельскохозяйственных культур/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2016133229; заявл.11.08.2016; опубл. 05.12.2017, Бюл.№34. – 3с.: ил.

2. Шинделов А.В. Технологическая предрасположенность и экологическое обоснование маршрутизации полевых агрегатов / А.В Шинделов., Л.Н.Коробова, А.В.Танатова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. - № 11. – С. 22-26.
3. Шинделов А.В. К моделированию оптимальных траекторий движения полевой машины // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 11. – С. 98-106.
4. Пат. 2286045 Российская Федерация, МПК A01D 91/04, A01D41/00, A01D41/02, Способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М.; заявитель и патентообладатель Новосибирский государственный аграрный университет, № 2004126887/12; заявл. 06.09.2004; опубл.27.10.2006, Бюл.№30.
5. Пат. 2659244 Российская Федерация, МПК A01D 91/04, A01D41/02. Способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».– №2017117393; заявл. 18.05.2017; опубл.29.06.2018 Бюл.№19. – 3 с.

Shindelov A.[1], Noedorfer R.[2],
[1] Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk,
[2] Agroimpuls, Bayern e.V., Pliening, Germany

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL WAYS OF REDUCING WEED INFESTATION AND ELEMENTS OF DIGITAL TECHNOLOGY IN CROP PRODUCTION

The article explores advantages and occurred difficulties when applying digital technologies at an agricultural enterprise. The author highlights the prerequisites for environmentally effective and cost-efficient use of digital technologies at conventional agricultural enterprises. The paper explores the examples of effective use of means of plant protection at precision revealing of weeds in crop protection technology. The author shows the methods and technical solutions used in order to reduce clogging. The article formulates the requirements to competencies of prospective professionals who can successfully apply and disseminate digital technologies in practice.

Keywords: digital technologies, agriculture, electronic data processing, training, enterprise management, weed control, environmental requirements.

УДК 631.527

Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ «РЕАКЦИЯ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА СОВОКУПНОЕ ДЕЙСТВИЕ СТРЕССОРОВ»

В статье обсуждаются актуальность и практическая ценность лабораторных исследований сортов пшеницы на стрессоустойчивость. Рассматриваются методические положения создания в СФНЦА РАН программного продукта – базы данных по реакции сортов пшеницы сибирской селекции на совместное действие комплекса стрессоров – засоление почвы и обыкновенная корневая гниль. Особенность базы данных – представление в виде дендрограммы результатов кластерного анализа и разделение сортов по устойчивости к совокупному действию стрессоров.

Ключевые слова: база данных, сорт, пшеница, засоление почв, обыкновенная корневая гниль, стресс, совокупное действие стрессоров.

Введение. В природных условиях Западной Сибири растения подвержены действию комплекса стрессовых факторов в различных сочетаниях и значениях на разных фазах своего развития. Поэтому важно проводить исследования с.-х. растений (в первую очередь, перспективных сортообразцов и районированных сортов яровой пшеницы и ячменя сибирской селекции) на стрессовые воздействия, моделируя совокупное действие стрессоров, снижающих урожайность в данном регионе. К основным стрессорам, влияющих на урожайность яровой пшеницы в Западной Сибири, относятся засоление почв, обыкновенная корневая

гниль (возбудитель *Bipolaris sorokiniana* Shoem), а также их совместное действие.

В работах, выполняемых в СибФТИ СФНЦА РАН, экспериментально доказана возможность учета изменения проницаемости клеточных мембран, оцениваемой по удельной электропроводности (УЭП) вытяжек листьев проростков, в качестве диагностического показателя оценки устойчивости сортов яровой пшеницы к совокупному действию засоления и возбудителя обыкновенной корневой гнили злаков. На этой основе был разработан лабораторный диагностический метод и представлена методика ранней диагностики устойчивости сортов яровой пшеницы при совокупном действии стрессоров на стадии проростков по оценке проницаемости клеточных мембран [1-3].

Накопленная информация (экспериментальные данные и знания), а также графические представления (дендрограммы) результатов кластерного анализа, потребовали систематизации и создания специального программного продукта – базы данных (БД).

Основная часть. Для решения этой задачи разработана БД «Реакция сортов пшеницы сибирской селекции на совокупное действие стрессоров» (далее БД «Реакция сортов»). БД выполнена как приложение к Microsoft Office Access.

Методические аспекты создания подобных баз данных по сортам с.-х. культур отражены в более ранних работах авторов [4, 5]. За основу разработки была взята БД «Устойчивость к хлоридному засолению зерновых культур», которая является частью программного обеспечения измерительной системы «Компьютерный лабораторный кондуктометр» [6-8].

БД «Реакция сортов» представляет собой базу данных, состоящую из 2-х основных объектов: формы ввода/вывода и таблицы. Всего семь специальных форм и семь таблиц данных.

Для управления процессом накопления, ввода и визуализации экспериментальных данных используется объект БД – разработанные головная и основная формы ввода/вывода.

Структурная схема показана на рисунке 1.

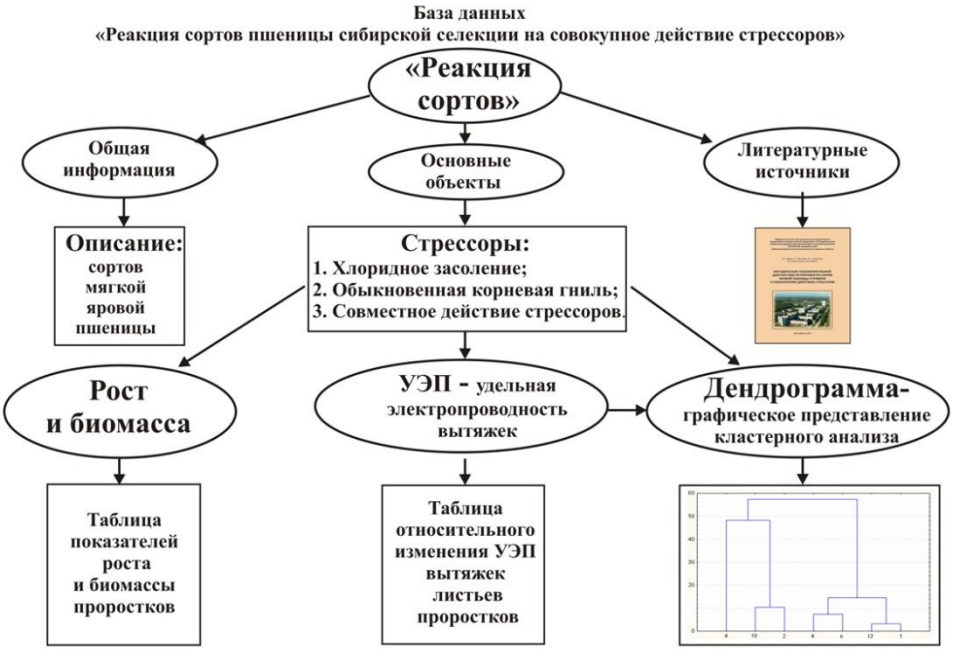


Рисунок 1 – Схема представления основных разделов в базе данных «Реакция сортов пшеницы сибирской селекции на совокупное действие стрессоров»

Структура БД **«Реакция сортов»** включает следующие разделы:

– **«Общая информация»**,

– **«Основные объекты»**,

– **«Литературные источники»** (рисунок 1).

В разделе **«Общая информация»** приведено краткое описание используемых в исследованиях сортов мягкой яровой пшеницы сибирской селекции (всего 12 сортов): *Новосибир-*

ская 44, Омская 18, Памяти Вавенкова, Новосибирская 18, Светланка, Новосибирская 15, Новосибирская 29, Таежная нива, Минуса, Свирель, Ветлужанка, Мана 2.

Раздел **«Основные объекты»** состоит из подразделов – «Рост и биомасса», «УЭП», «Дендрограммы».

Подраздел **«Рост и биомасса»** содержит информацию об относительных изменениях длины: ростков, корней, проростков, а также сырой и сухой биомассы растений (10-дневных проростков) при воздействии стрессоров: хлоридное засоление почвы, обыкновенная корневая гниль злаков и их комплексное действие.

В подразделе **«УЭП»** представлены относительные изменения, по отношению к контрольному варианту (без воздействия стрессора), удельной электропроводности (УЭП) водного настоя листьев проростков сортов яровой пшеницы. По изменению УЭП водного настоя возможна косвенная оценка проницаемости клеточных мембран, т. е. способности мембран избирательно пропускать внутри- и внеклеточные ионы. Чем выше проницаемость клеточных мембран после действия стрессора, тем ниже устойчивость растения к стрессорам [1-3].

Подраздел **«Дендрограммы»** предназначен для графических представлений (дендрограмм) результатов кластерного анализа, который выполняется отдельно, с использованием пакета программ *Statistica 6.* Изображение «Дендограмма» в графическом формате *.jpg размещается в базе данных в таблице как объект, связанный с изображением (OLE), и отображается в соответствующей форме ввода/вывода (рисунок 2).

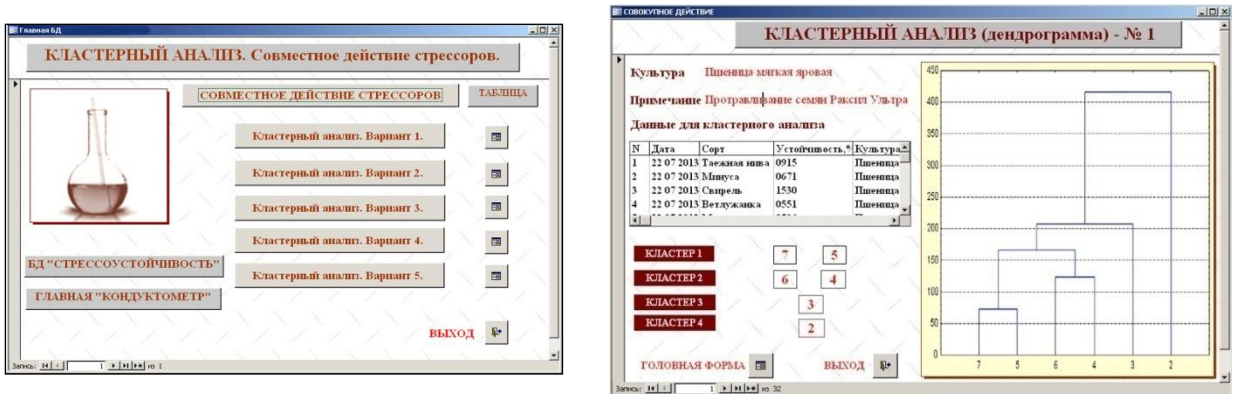


Рисунок 2 – Пример представления в базе данных «Реакция сортов пшеницы сибирской селекции на совокупное действие стрессоров» объекта – дендрограмма кластерного анализа

Размещение в БД дендрограммы облегчает визуальное восприятие результатов группировки по устойчивости к комплексу стрессоров исследуемых сортов пшеницы.

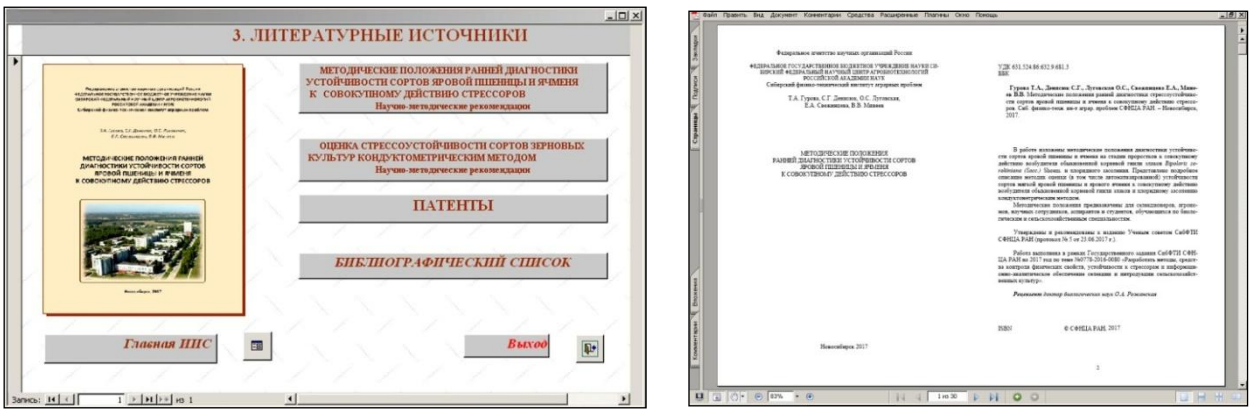


Рисунок 3 – Пример представления в базе данных материалов подраздела «Литературные источники»

В разделе **«Литературные источники»** представлены библиографические ссылки основных использованных литературных источников, методические положения, указания и рекомендации, а также патенты по применению кондуктометрического способа при анализе воздействия стрессов на яровую мягкую пшеницу [1-3].

Методические положения по ранней диагностики устойчивости яровой пшеницы к комплексу стрессоров, как и другие научно-методические рекомендации, представлены в БД в полнотекстовом варианте в формате *.pdf (рисунок 3). Для визуализации и чтения документов необходимо наличие программы *Adobe Reader*.

Заключение. Разработанная база данных «Реакция сортов пшеницы сибирской селекции на совокупное действие стрессоров» позволяет собирать, систематизировать и накапливать информацию по реакции сортов пшеницы сибирской селекции на стрессоры.

Дополнительное включение в базу данных, кроме цифровых значений, полученных в экспериментальных лабораторных исследованиях, графических представлений (дендрограмм) результатов кластерного анализа позволяет проводить группировку объектов (сортов) и наглядно представлять кластеры по устойчивости к стрессору или комплексу стрессоров.

С помощью программного продукта можно разрабатывать оптимальную стратегию использования сортов яровой пшеницы сибирской селекции в соответствующих применяемых технологиях. Возможности базы данных позволяют адаптировать ее к накоплению данных о результатах исследований по другим зерновым культурам.

Программный продукт может быть полезен селекционерам, агрономам, ученым, специалистам АПК.

Библиографический список

1. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Минеев В.В. Методические положения ранней диагностики устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к совокупному действию стрессоров. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 62 с.
2. Патент RU 2446671. Способ определения относительной устойчивости сортов мягкой яровой пшеницы к хлоридному засолению / Т.А. Гурова, В.Ю. Березина, Н.С. Куцерубова. Опубл. 10.04.2012.
3. Патент RU 2625027. Способ определения относительной устойчивости сортов мягкой яровой пшеницы к возбудителю обыкновенной корневой гнили злаков / Т.А. Гурова, В.В. Альт, О.С. Луговская. Опубл. 11.07.2017.
4. Альт В.В., Гурова Т.А., Боброва Т.Н., Денисюк С.Г. Методические основы создания поисковых баз данных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 6. – С. 74-79.
5. Денисюк С.Г., Сорокопудов В.Н., Гринберг Е.Г. Компьютерная база данных по плодово-ягодным и овощным культурам в Сибири // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: доклады и сообщения VIII генетико-селекционой школы. – 2001. – С. 177-183.
6. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Луговская О.С., Свежинцева Е.А. Разработка базы данных «Устойчивость зерновых культур к хлоридному засолению» // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015». – Новосибирск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. 2015. – Ч. 2. – С. 37-41.
7. Денисюк С.Г., Мациевский В.А. Компьютерный лабораторный кондуктометр // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2012». – Новосибирск: СибФТИ СО РАСХ. 2012. – Ч. 2. – С. 47-52.
8. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Свежинцева Е.А. Совершенствование компьютерного кондуктометра для оценки устойчивости ячменя при хлоридном засолении // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды междунар. науч.-техн. конф. 2014. – Т. 2. – С. 175-181.

Gurova T.A., Denisyuk S.G., Lugovskaya O.S., Zvezhintseva E.A.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobs of Novosibirsk region

DESIGN AND CREATION OF DATABASE «THE REACTION OF WHEAT VARIETIES OF SIBERIAN SELECTION ON THE COMBINED EFFECT OF STRESSORS»

The article discusses the relevance and practical value of laboratory studies of wheat varieties for stress resistance. The methodological provisions of creating a software product in the of creation of Siberian Federal scientific center of agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS)– a database on the reaction of wheat varieties

of Siberian selection on the joint action of the complex of stressors – soil salinization and ordinary root rot are considered. The peculiarity of the database is the presentation of the results of cluster analysis in the form of a dendrogram and the separation of varieties by resistance to the combined action of stressors.

Keywords: database, variety, wheat, soil salinization, common root rot, stress, combined effect of stressors.

УДК 57.087.1

Сероклинов Г.В.[1], Гунько А.В.[2],
[1] Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2] Новосибирский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ТРИХОДЕРМИНОМ

В статье обсуждаются результаты экспериментов по измерению биопотенциалов проростков различных сортов пшеницы в условиях воздействия на семена предпосевной обработки триходермином. Целью исследований является оценка влияния на стрессоустойчивость различных сортов пшеницы предпосевной обработки семян препаратами на основе гриба *Trichoderma lignorum.*

Ключевые слова: биопотенциал, растение, стрессоры, температура, триходермин, семена.

В технологии производства зерна важное место занимает предпосевная обработка семян рабочими растворами защитно-стимулирующих средств для защиты их от болезней, вредителей и стимулирования дружного стартового развития в почве. В последнее время все большее распространение находит предпосевная обработка семян пшеницы спорами или метаболитами микроскопических грибов (триходермин), в том числе *Trichoderma lignorum.* По данным, приведенным в источнике [1], триходермин оказывает влияние на ростовые и физиолого-морфологические параметры растений, что в итоге должно способствовать повышению устойчивости растений к различным стрессовым факторам. Однако полного представления о действительном повышении стрессоустойчивости растений от действия гриба *Trichoderma* при различной технологии его применения на данный момент нет. Поэтому оценить влияние используемых препаратов и технологий их применения на стрессоустойчивость зерновых культур весьма актуально.

Экспериментальные исследования по оценке влияния предпосевной обработке семян пшеницы на устойчивость к стрессам были проведены препаратами на основе грибов *Trichoderma lignorum (T.viride)*, на примере воздействия температуры. Влияние оценивалось по изменению биопотенциалов проростков различных сортов пшеницы. Эксперименты выполнялись с использованием автоматизированной системы для проведения экспериментальных исследований «АвтоЭкспИ» [2], разработанной для исследований биологических структур.

Экспериментальные исследования проводились на проростках трех сортов пшеницы (Омская 18, Новосибирская 44 и Светланка). В ходе исследований был проведен анализ полученных реализаций биопотенциалов проростков пшеницы, в результате которого выявлено изменение биопотенциалов после воздействие на растения высокой и низкой температур. Уровень изменения сигнала составляет от единиц до десятков милливольт.

В процессе работы оценивалось воздействие на семена пшеницы двух препаратов, приготовленных на основе гриба *Trichoderma lignorum (T.viride).* Один препарат – триходермин клейкий, выполненный с добавлением клеящего вещества, способствующего длительному удержанию действующего вещества на поверхности зерна, и второй – жидкий концентрат на основе грибов рода *Trichoderma lignorum (T.viride)* титр более 6 млрд/мл. Образцы проростков для проведения экспериментов готовились следующим образом. При обработке клейким триходермином семена обмакивались в предварительно разведенный до консистенции жидкой сметаны порошок триходермина и затем ставились на проращивание на три дня. Затем зерно закручивали в рулоны и ставили в воду для выращивания. При обработке кон-

центратом триходермина проводили два варианты обработки. Для первого варианта готовили 4 % раствор триходермина и в нем проращивали 3 дня, затем, как и в случае с клейким триходермином, зерно закручивали в рулоны и ставилис в воду для выращивания. Во втором варианте зерно проращивали в воде, а перед закруткой в рулоны на каждое пророщенное зерно капался 2 % раствор концентрата, после чего рулоны и ставились в воду для выращивания. Контрольный вариант проростков проращивался и выращивался в рулонах на воде. Выращивание проростков проходило по стандартной методике с использованием климатической камеры «Биотрон», разработанной в СибФТИ СФНЦА РАН.

В процессе экспериментальных исследований с использованием автоматизированного измерительного комплекса «АвтоЭкспИ» в течение 160 секунд измерялось изменение биоэлектрического потенциала проростка, возникающее при воздействии на него повышенной (до 40–45 ºС) или пониженной температуры (до 5–10 ºС). Воздействие температуры формировалось с помощью элемента Пельтье и ему подвергались гипокотиль и часть нижних листьев. Учитывая теплотехнические свойства элемента Пельтье, время нарастания температуры составляло 18 секунд, а время понижения – 54 секунды. Биопотенциалы растений снимались с помощью хлорсеребряных электродов сравнения (ЭСр – 10101, 3,5М), размещенных – опорный – в кювете в области корней проростка, а измерительный – на листе. Перед установкой измерительный электрод смазывался электропроводным гелем или смачивался водопроводной водой (из кюветы).

Измеренные для каждого исследуемого растения реализации биопотенциалов и воздействующих на них значений температур (рисунок 1), фиксировалось в базе данных измерительного комплекса «АвтоЭкспИ» и в дальнейшем использовалось для предварительной обработки и статистического анализа.

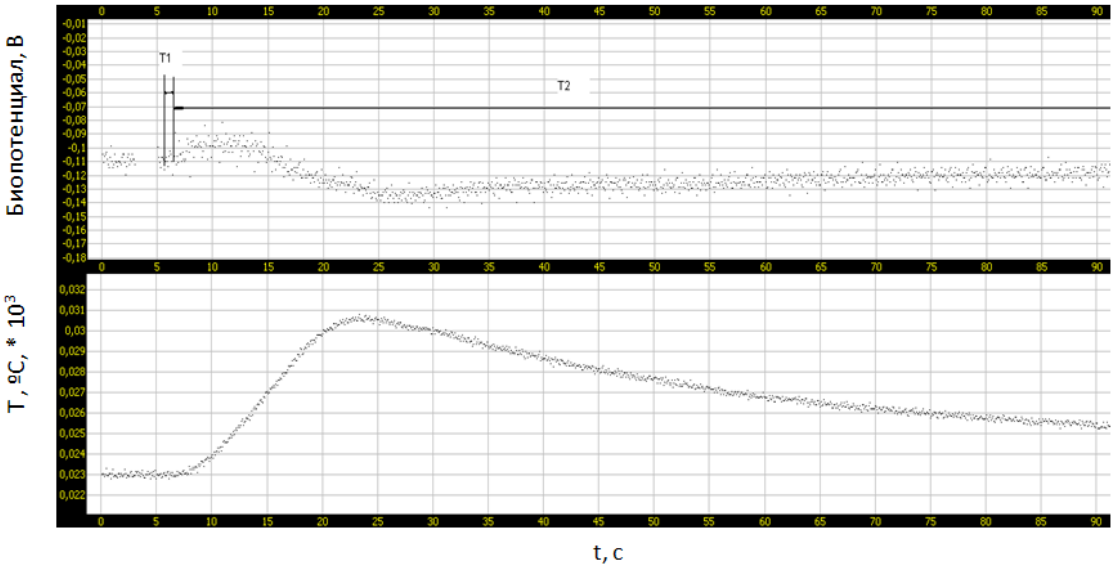


Рисунок 1 – Эпюры сигналов биопотенциала проростка пшеницы
и действующей на проросток повышенной температуры

В проведенных ранее исследованиях [3] установлено, что устойчивость проростков злаковых культур к повышенной и пониженной температуре может быть оценена по среднему (по группе) значению максимума и минимума сглаженного низкочастотным фильтром центрированного сигнала биопотенциала, среднему отклонению сигнала и дисперсии. Указанные значимые параметры для оценки стрессоустойчивости растений вычисляются в ходе предварительной обработки, проводимой в среде MatLab, в результате которой выполняется фильтрация полученных реализаций сигналов биопотенциала проростков с применением алгоритмов, использующих векторные операции, и вычисляются требуемые значения с учетом временных интервалов T1 и T2.

Полученные таким образом предварительные результаты экспериментальных исследований проростков трех сортов пшеницы (Омская 18, Новосибирская 44 и Светланка), семена которых были предварительно обработаны препаратами на основе триходермина, подвергнутые воздействиям температуры, были экспортированы в среду Excel для последующего статистического анализа. В результате проведенной статистической обработки были определены: среднее значение абсолютной величины биопотенциала проростков, его среднее отклонение и дисперсия. Результаты вычислений приведены в таблицах 1, 2, 3 – для повышенной температуры и в таблице 4, 5, 6 – для пониженной.

Таблица 1

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Новосибирская 44 по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,08214	0,07093	0,04534	0,03956
Среднее отклонение	0,03724	0,02805	0,00644	0,01112
Дисперсия	0,00255	0,00151	0,00007	0,00016

Таблица 2

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Омская 18 по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,06743	0,08238	0,04338	0,06182
Среднее отклонение	0,02136	0,02509	0,01932	0,03093
Дисперсия	0,00068	0,00097	0,00055	0,00163

Таблица 3

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Светланка по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,05987	0,07734	0,07689	0,06554
Среднее отклонение	0,02088	0,03799	0,02604	0,02296
Дисперсия	0,00066	0,00200	0,00122	0,00076

На рисунках 2, 3 и 4 приведены гистограммы значений статистических величин $U_{max.\ ц}$ биопотенциалов проростков для различных сортов пшеницы по результатам предпосевной обработки семян триходермином при действии на проростки повышенной температуры.

На основании приведенных результатов можно отметить, что предпосевная обработка семян пшеницы триходермином существенно влияет на устойчивость растений к повышенной и пониженной температуре. Однако для разных сортов пшеницы это влияние существенно отличается, как в сторону повышения устойчивости к воздействиям температурных изменений, так и, наоборот, в сторону повышения чувствительности к этим воздействиям. Кроме того, на стрессоустойчивость оказывают влияние также вид и концентрация используемого препарата.

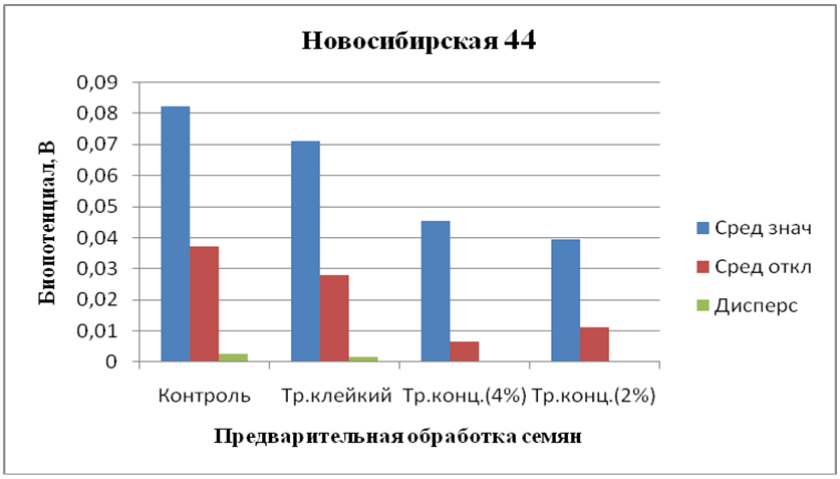


Рисунок 2 – Гистограмма средних значений $U_{max.\ ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Новосибирская 44 и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

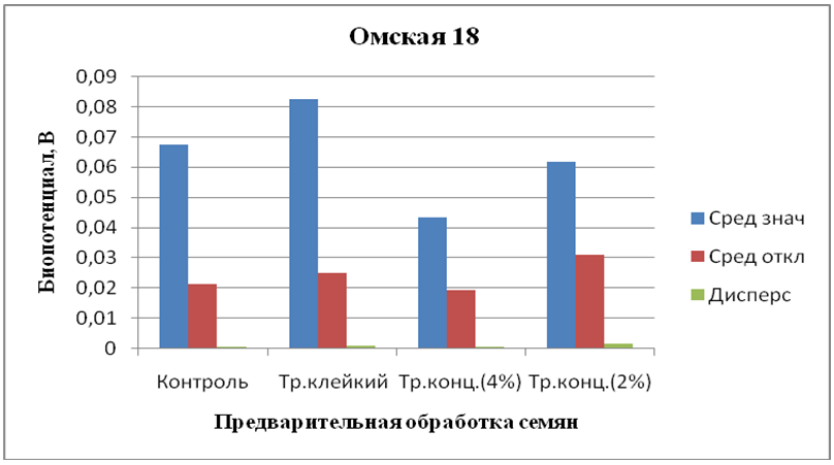


Рисунок 3 – Гистограмма средних значений $U_{max.\ ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Омская 18 и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

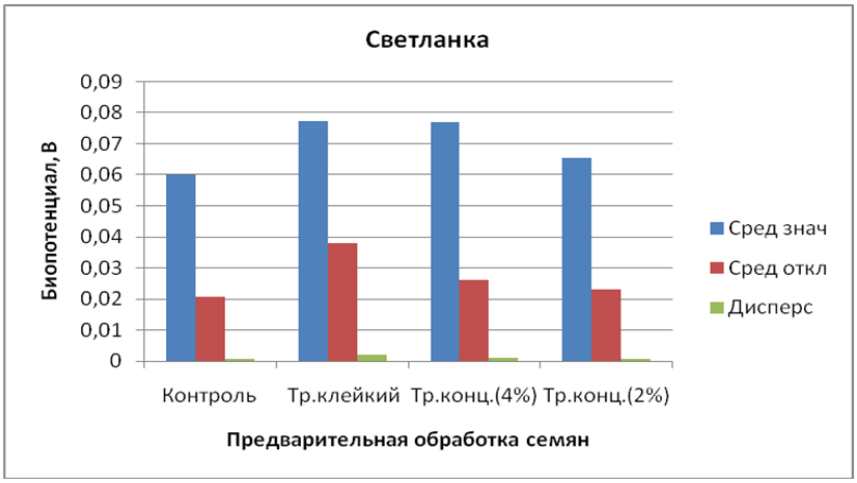


Рисунок 4 – Гистограмма средних значений $U_{max.\ ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Светланка и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии повышенной температуры

Таблица 4

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Новосибирская 44
по результатам предпосевной обработки триходермином
при воздействии пониженной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,01664	0,02290	0,03735	0,01865
Среднее отклонение	0,00475	0,00980	0,01444	0,00967
Дисперсия	0,00004	0,00015	0,00035	0,00014

Таблица 5

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Омская 18
по результатам предпосевной обработки триходермином
при воздействии пониженной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,02888	0,02042	0,07370	0,02337
Среднее отклонение	0,01066	0,00910	0,02338	0,00758
Дисперсия	0,00021	0,00012	0,00074	0,00009

Таблица 6

Статистические показатели биопотенциалов проростков пшеницы Светланка
по результатам предпосевной обработки триходермином
при воздействии пониженной температуры

	$U_{max.\ ц}$ (В)			
Обработка	Контроль	Тр.клейкий	Тр.конц.(4 %)	Тр.конц.(2 %)
Среднее значение	0,02970	0,02019	0,05800	0,04334
Среднее отклонение	0,01273	0,00913	0,01938	0,02668
Дисперсия	0,00024	0,00012	0,00059	0,00118

На рисунках 5, 6 и 7 приведены гистограммы значений статистических величин $U_{max.\ ц}$ биопотенциалов проростков для различных сортов пшеницы по результатам предпосевной обработки семян триходермином при действии на проростки пониженной температуры.

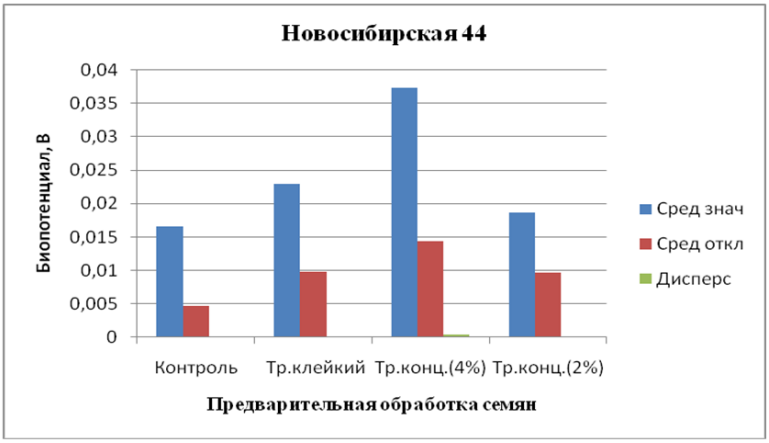


Рисунок 5 – Гистограмма средних значений $U_{max.\ ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Новосибирская 44 и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии пониженной температуры

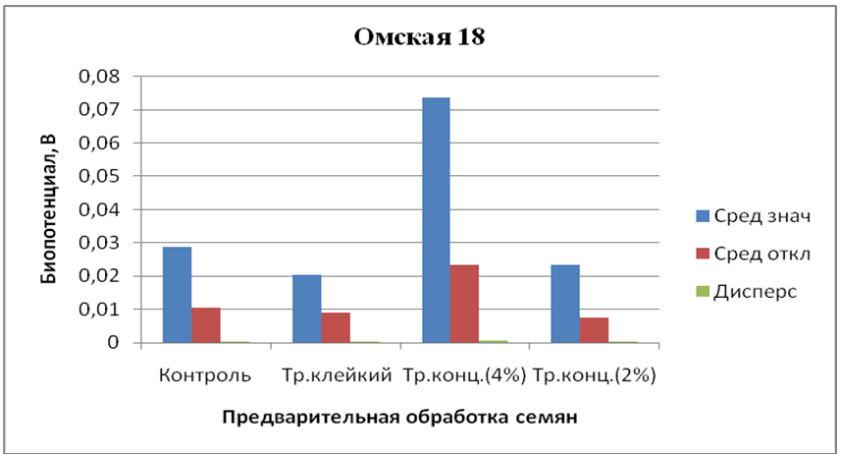


Рисунок 6 – Гистограмма средних значений $U_{max.\,ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Омская 18 и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии пониженной температуры

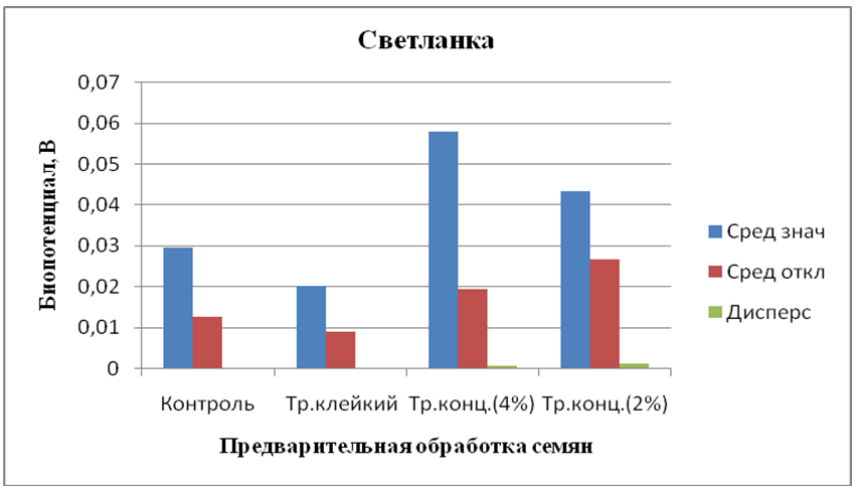


Рисунок 7 – Гистограмма средних значений $U_{max.\,ц}$ биопотенциала проростков пшеницы Светланка и его статистические характеристики по результатам предпосевной обработки триходермином при воздействии пониженной температуры

Так у пшеницы Новосибирская 44 после обработки всеми препаратами триходермина наблюдается снижения уровня биопотенциала проростков при воздействии повышенной температуры, что соответствует повышению стрессоустойчивости растений [3]. При этом наилучший результат получается при обработке 2%-ным раствором концентрата триходермина. В то же время при воздействии пониженной температуры у этой пшеницы наблюдается увеличение уровня биопотенциалов, что говорит о снижении устойчивости растений к пониженной температуре. В этом случае наилучший результат получается также при обработке 2%-ным раствором концентрата триходермина. Напротив, для пшеницы Светланка после обработки всеми препаратами триходермина наблюдается повышение уровня биопотенциала проростков при воздействии повышенной температуры, что свидетельствует о некотором снижении устойчивости растений к тепловым воздействиям [3]. Такое же действие на этот сорт пшеницы оказывают препараты триходермина и при воздействии пониженных температур, за исключением клейкого триходермина. При воздействии на проростки пшеницы сорта Светланка из семян, предварительно обработанных этим препаратом, мы наблюдаем снижение уровня биопотенциала растений, что свидетельствует о снижении их чувствительности к пониженным температурам. Для проростков, выращенных из семян пшеницы Омская 18, обработанных клейким триходермином при воздействии повышенной температуры наблюдает-

ся существенное возрастание уровня биопотенциала, и соответственно – чувствительности растений к повышенным температурам. В то же время для этих же семян обработанных раствором концентрата триходермина (4 % и 2 %) при воздействии повышенной температуры наоборот наблюдается снижение величины биопотенциалов и соответственно снижение чувствительности к высоким температурам (повышение стрессоустойчивости). Аналогичный результат получается для проростков из семян пшеницы Омская 18, обработанных препаратами триходермина при воздействии пониженных температур, с той лишь разницей, что чувствительность растений (повышение биопотенциала) к воздействию холода проявляется у тех семян, которые обработаны раствором концентрата триходермина 4 %.

В результате проведенных исследований было установлено, что при проведении предпосевной обработки семян препараты триходермина (на основе грибов *Trichoderma lignorum*) действуют на различные сорта пшеницы по-разному. В одних случаях они повышают устойчивость растений к неблагоприятным внешним воздействиям (в данном случае изменениям температуры), в других, наоборот, снижают эту устойчивость. Поэтому для получения лучшего результата необходимо для каждого отдельного сорта пшеницы при проведении предпосевной обработки препаратами триходермина подбирать такой, взаимодействие которого с растениями данного сорта не снижают его устойчивости к внешним воздействиям.

Библиографический список

1. Голованова Т.И., Литовка Ю.А., Долинская Е.В., Сичкарук Е.А., Валиулина А.Ф., Савицкая А.Г., Схиладзе О.Л. Взаимоотношения пшеницы с микроскопическими грибами // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 90-96.

2. Сероклинов Г.В., Гунько А.В., Добровольский Н.А. Программное обеспечение автоматизированного измерительного комплекса // Методы и технические средства исследований физических процессов в сельском хозяйстве: труды ГНУ СибФТИ Россельхозакадемии. – Новосибирск: СибФТИ, 2011. – С. 152-156.

3. Сероклинов Г.В., Гунько А.В. Информационные технологии в исследовании биопотенциалов растений при действии стрессоров // Вычислительные технологии. – 2016. – Т. 21. – С. 94-103.

Seroklinov G.V. [1], *Gunko A.V.* [2],
[1] *Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobs of Novosibirsk region,*
[2] *Novosibirsk state technical University, Novosibirsk*

INFORMATION TECHNOLOGY IN THE ASSESSMENT OF PRE-TREATMENT OF WHEAT SEEDS WITH TRICHODERMA

The article discusses the results of experiments of measuring the biopotentials of sprouts of different wheat varieties under the influence on the seeds of pre-sowing treatment with trichodermin. The aim of the research is to assess the impact on the stress resistance of different wheat varieties of pre-sowing treatment of seeds with preparations based on the fungus *Trichoderma lignorum*.

Keywords: biopotential, plant, stressors, temperature, trichodermin, seeds.

УДК 620:631.365.22

Будников Д.А.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СВЧ-ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

В статье рассматриваются процесс и результаты моделирования зоны СВЧ-конвективного воздействия, выполненные в программном комплексе трехмерного моделирования электромагнитного поля. Представлены этапы моделирования, варианты представления обрабатываемого слоя, результаты моделирования.

Ключевые слова: электромагнитное поле, СВЧ, численный эксперимент, плотность слоя, напряженность, продуктопровод.

Разработка оборудования для послеуборочной обработки зерновых продуктов сопряжена с высокими материальными затратами на стадиях разработки, изготовления лабораторных и промышленных образцов, а также доработки после испытаний. Затраты, обусловленные неточностями на стадии проектирования в настоящее время можно снизить за счет применения программных продуктов математического моделирования и быстрого прототипирования [1].

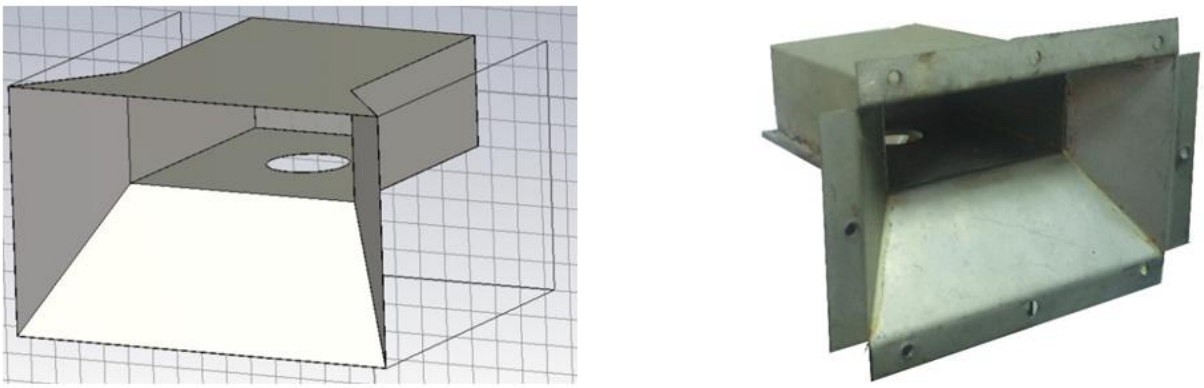
В качестве примеров таких продуктов можно привести CST Microwave Studio, HFSS, Microwave office и другие. В данных продуктах расчет основан на решении уравнений Максвелла с учетом условий, задаваемых конструкцией и условиями работы. Применение данных средств позволяет проводить ускоренное моделирование, однако в случае их применения необходима экспериментальная проверка для доработки компьютерной модели. Программы используют различные методы расчета поля (расчет переходного процесса во временной области, анализ в частотной области, метод нахождения собственных частот) [2].

Наиболее гибкий метод расчета, реализованный в Microwave Studio в виде переходного решающего устройства Transient Solver, может провести расчет проектируемого устройства в широком диапазоне частот после расчета единственной переходной характеристики (в отличие от частотного метода, который требует анализ во многих частотных точках) [2, 3].

Результаты, получаемые данным продуктом, основаны на методе конечного интегрирования (Finite Integration Technique, FIT), который представляет собой последовательную схему дискретизации уравнений Максвелла в интегральной форме. Получаемые матричные уравнения дискретизированных полей могут быть использованы для численного моделирования на современных компьютерах. Кроме того, алгебраические свойства этой теории дискретного электромагнитного поля позволяют аналитически и алгебраически использовать законы сохранения энергии и заряда для дискретной формулировки и дают стабильный алгоритм расчета численным методом во временной области [2].

Для разработки установки СВЧ-конвективного воздействия предполагалось использование магнетрона частотой 2,45 ГГц, при мощности 0,5-1 кВт. Применение таких источников СВЧ-мощности позволяет обеспечить воздушное охлаждение источников и блоков питания, приемлемые скорости нагрева обрабатываемого зерна, благодаря чему можно избежать повреждения структуры зерна, а также регулирование процессом нагрева.

Упрощенно процесс моделирования волновода, источника и распределения поля на примере волновода, применяемого в модульной установке обработки зерновых материалов с использованием СВЧ-поля. На первом этапе была построена трехмерная модель волновода, посредством которого будет осуществляться передача энергии поля. Общий вид указанного волновода приведен на рисунке 1.



а б

Рисунок 1 – трехмерная модель волновода: а – трехмерная модель;
б – внешний вид волновода

Исходя из расчетных глубин проникновения электромагнитного поля в зерновой слой и размера выходной части апертуры рупора волновода (150×90мм), в качестве размера продуктопровода на один источник можно принять продуктопровод сечением 200×200 мм (рисунок 2). Полость продуктопровода заполняем материалом, обработка которого нас интересует. В данном случае весь объем заполнен сплошным телом, которому задаются имеющиеся свойства зерна требуемой культуры, влажности, температуры.

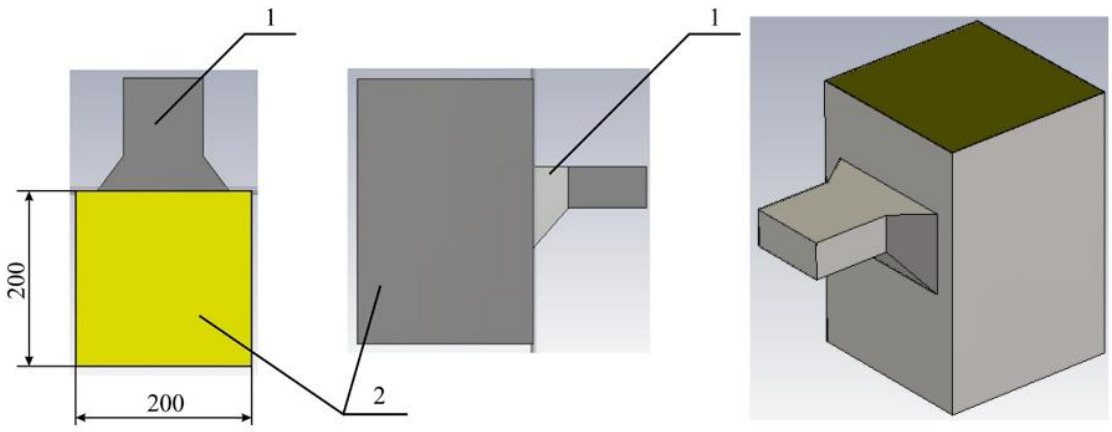


Рисунок 2 – Продуктопровод установки СВЧ-конвективного воздействия, содержащей один источник микроволновой мощности: 1 – волновод; 2 – продуктопровод

Результаты проведенного моделирования распространения напряженности поля частотой 2,45 ГГц от источника мощностью 750 Вт в плотном слое ячменя влажностью 17,1 % приведена на рисунке 3 а. На боковом срезе видно, что распространение падающей волны по материалу происходит гармонически с постепенно снижающейся частотой. Это соответствует аналитическим закономерностям распространения поля, однако в реальных установках картина сглаживается, и распространение происходит более плавно. На рисунке 3б приведена полученная при моделировании картина распределения тепловой мощности, выделяемой в материале. Именно эта энергия характеризует энергию, идущую на нагрев зерна, воды, находящейся на его поверхности и в капиллярах. Этот нагрев интенсифицирует тепловлагоперенос. Температурный градиент при этом направлен от центра конкретной зерновки к поверхности. Это происходит за счет более высокой влажности внутренней области зерновок и, следовательно, большему коэффициенту диэлектрических потерь, который, в свою очередь, характеризует мощность, выделяемую в материале.

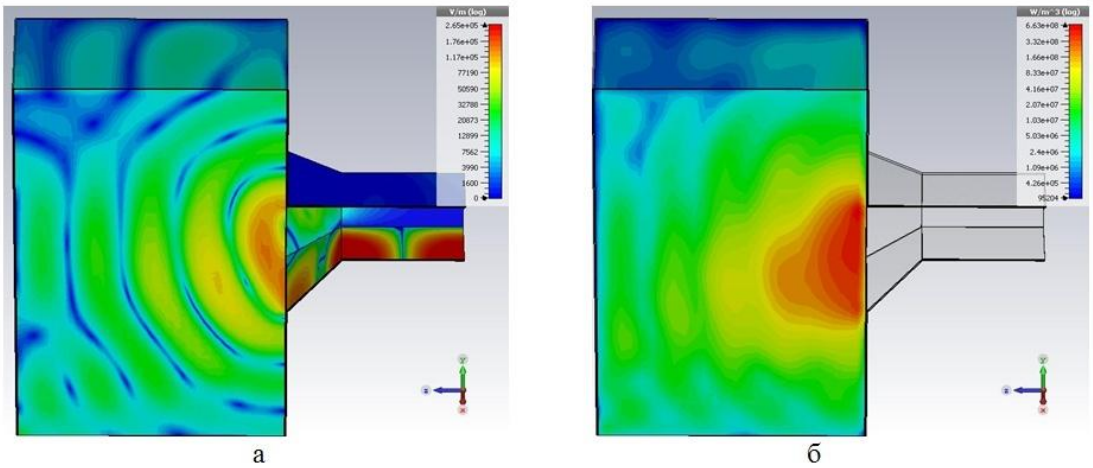


Рисунок 3 – Результаты моделирования напряженности электрического поля:
а – напряженность электрического поля; б – удельная выделяемая мощность

По полученным результатам, представленным на рисунке 3 б видно, что картина распространения ближе к реальной, однако существенная неравномерность может привести к ряду негативных последствий. Так, в случае обработки материала высокой начальной влажности, область на выходе рупорной части магнетрона (область падения волны на материал) создается объем локального перегрева материала. Это же приведет к тому, что удаленные от источника области практически не будут подвержены воздействию ЭМП. Все это характерно для материалов, начальная влажность которых существенно превосходит уровень кондиционной влажности. Например, для пшеницы и ячменя это характерно для уровней влажности выше 20 %. При учете того, что при этих уровнях влажности удаление влаги происходит интенсивно с поверхности зерна конвективным способом и характеризуется достаточно низким уровнем затрат, применение СВЧ энергии для интенсификации сушки, особенно в постоянном режиме работы, будет нецелесообразным. Наоборот, для уровней влажности близких к кондиционным (15-16 % для пшеницы) увеличивается равномерность распределения ЭМП, глубина его проникновения и эффект от применения для интенсификации тепловлагопереноса [3, 4].

В процессе моделирования электромагнитного воздействия с помощью программ численного моделирования трехмерных электромагнитных структур материал, на который воздействует поле, обычно представляется в виде сплошной формы с заданными свойствами, описывающими данный продукт при определенных значениях плотности, влажности и прочих параметров (рисунок 4а). На первом этапе моделирования проводилось именно таким образом и зерновому материалу задавались свойства, полученные учеными ранее [3, 5-8]. В случае моделирования воздействия поля на такие сельскохозяйственные материалы как зерно, комбикорма и прочие сыпучие материалы возникает некоторое несоответствие свойств отдельных зерновок, составляющих слой и непосредственно массы обрабатываемого материала. Кроме того, в этом случае весьма относительным представляется описание воздушных промежутков и учет порозности слоя [3, 5-7]. Таким образом, стоит рассмотреть вариант представления слоя в виде объема, полностью заполненного объектами, в виде которых может быть представлен обрабатываемый материал. Так на втором этапе моделирования зерно при моделировании и математическом описании может быть заменено шаром эквивалентного диаметра. Объем зернового материала, изображенного таким образом, представлен на рисунке 4б.

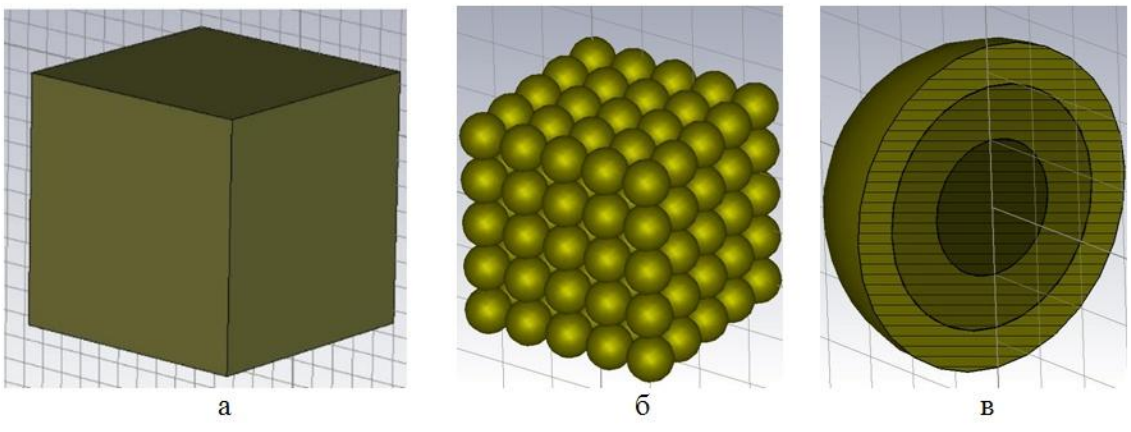


Рисунок 4 – Представление зернового слоя: а – в виде сплошной структуры; б – в виде плотного слоя форм замещения, в – шарообразная многослойная

Представление материала безвоздушной областью от части обосновано тем, что при определении диэлектрических свойств производится определение свойств именно зерновоздушной смеси определенной плотности, именно эти данные и задаются материалу. Помимо этого, материал может быть представлен набором частиц соответствующей формы (рисунок 4б), однако при этом необходимо задавать свойства именно твердой составляющей

того или иного сельскохозяйственного материала. Кроме этого, сама частица может рассматриваться как многослойный объект, каждая часть (слой) которой обладает собственными свойствами (рисунок 4в). Это характерно в некоторых случаях для зерновых материалов, обладающих различной влажностью в связи с особенностями строения и характера обработки. Так, например, при обеззараживании зерна кондиционной влажности с помощью электромагнитного поля требуется его увлажнить, при этом влага будет находиться в капиллярах, представляющих собой наружный слой.

Моделирование, проведенное при представлении зернового слоя в виде набора зерновок, показало существенное увеличение затрачиваемого машинного времени, требуемого для получения результатов. Представление же зерновок с учетом неравномерности влажности по слоям внутри зерновки вовсе привело к необходимости существенного снижения количества слоев зерновок при моделировании.

Результаты моделирования распространения напряженности электромагнитного поля в пшенице влажностью 16 % при трех различных уровнях плотности материала представлены на рисунке 5.

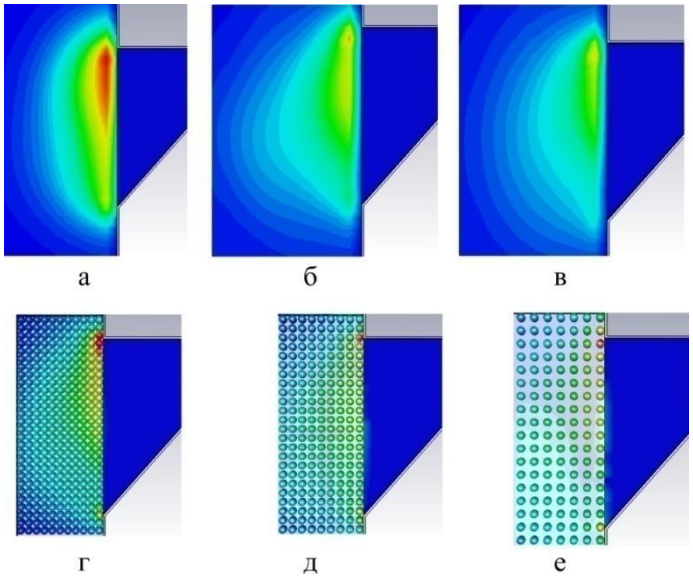


Рисунок 5 – Результаты моделирования распространения напряженности ЭМП:
а-в – в виде сплошного слоя; г-е – в виде совокупности шарообразных зерновок

Приведенная в данном случае картина распространения электромагнитного поля в слое диэлектрика характеризуется потерями (выделением мощности) по мере распространения волны. Судя по результатам моделирования характер распределения электромагнитного поля указанных вариантов представления зернового слоя совпадает, что позволяет говорить о возможности дальнейшей замены представления в виде эквивалентных форм на сплошную. Это позволит существенно сократить требуемое на расчеты машинное время. Некоторые отклонения в численных значениях по сравнению с экспериментальными данными обусловлены отсутствием учета влияния переотражения волны с поверхности материала, неточностью данных о диэлектрических свойствах материалов. Из картины распространения ЭМП также следует, что может быть учтена избирательность нагрева, отмечаемая многими авторами [3, 8-10], характерная для областей с более высокой, относительно остального объема материала влажностью (более высокими показателями диэлектрических потерь).

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Данные о диэлектрических свойствах зерновок и зернового слоя требуют уточнения.
2. Зерновой слой в программах электродинамического моделирования может быть представлен: в виде сплошной формы; в виде набора форм замещения исходных элементов (зерновок).
3. Диэлектрические свойства неплотного зернового слоя в виде сплошной формы могут быть получены через моделирование в виде форм замещения соответствующей плотности.

Библиографический список
1. Будников Д.А. Применение Matlab для построения системы управления оборудованием // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015» (Новосибирск, 22-23 октября 2015 г.) / Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2015. – Ч. 2. – С.157-160.
2. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ-устройств в среде CST Microwave Studio. – М.: Издательство МЭИ, 2010, – 160 с.
3. Банков Е.А., Курушин А.А., Разевиг В.Д. Анализ и оптимизация трехмерных СВЧ-структур с помощью HFSS. – М.: Солон, 2004, – 208 с.
4. Stuart Nelson Dielectric Properties of Agricultural Materials and Their Applications – Academic Press (2015), 229 p.
5. Kraszewski A., Nelson S.O. Composite model of the complex permittivity of ceral grain. J. agric. Engng Res. (1989) 43. – P. 211-219.
6. Nelson S.O. Dielectric properties of agricultural products and some applications // Res. Agr. Eng., 54, 2008(2): – P. 104-112.
7. Vankatesh M.S. An Overview of Microwave Processing and Dielectric Properties of Agri-food Materials. Biosystems Engineering (2004) 88(1), 1–18 doi: 10.1016/j.biosystemseng.2004.01.007.
8. Deep N. Yadav, Prakash Eknathrao Patki, Gopal Kumar Sharma, Gopal Kumar Sharma Effect of microwave heating of wheat grains on the browning of dough and quality of chapattis International Journal of Food Science & Technology 43(7):1217 - 1225·December 2007.
9. Stanislaw Grundas, Jerzy R. Warchalewski, Romualda Dolińska, and Justyna Gralik Influence of Microwave Heating on Some Physicochemical Properties of Wheat Grain Harvested in Three Consecutive Years AACCI March 2008, – Vol. 85. – N 2. – P. 224- 229.
10. Pallai-Varsányi E., Neményi M., Kovács A.J., Szijjártó E. Selective Heating of Different Grain Parts of Wheat by Microwave Energy Advances in Microwave and Radio Frequency Processing. – P. 312-320.

Budnikov D.A.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

APPLICATION OF SOFTWARE PRODUCTS IN MODELING MICROWAVE PROCESSING OF GRAIN

The article discusses the processes and results of modeling zones of microwave convective action, made in the software package of three-dimensional modeling of the electromagnetic field. Presents the stages of modeling, options for the presentation of the processed layer, the simulation results.

Keywords: electromagnetic field, microwave, numerical experiment, layer density, intensity, product pipeline.

УДК 631.544.42

Сырбаков А.П. [1]*, Пономаренко С.В.* [2]*,*
[1]*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,*
[2]*ООО «Импульс», Юрга, Кемеровская обл.*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ

В статье рассмотрены современные тенденции в развитии средств автоматизации для сельскохозяйственных культур защищенного грунта. Предложена и частично апробирована автоматизированная система, для создания комфортных условий при возделывании тепличных культур.

Ключевые слова: микроклимат, теплица, автоматизированная система, тепличные культуры.

Сегодня необходимым атрибутом для жителя, имеющего свой приусадебный участок является теплица для выращивания субтропических культур в различных регионах страны. Не секрет, что применение парников и теплиц значительно увеличивает вероятность сбора урожая, но остаются вопросы связанные с созданием оптимальных условий для сельскохозяйственных культур, т.е. создание оптимального микроклимата для роста и развитии культурных растений в течение всего периода вегетации. Микроклимат должен быть сбалансирован по всем параметрам, включая такие, как влажность, состав воздуха, температуру.

Несмотря на то, что микроклимат в теплице приближен к оптимальному, тем не менее, за счет климатических контрастов он постоянно меняется, что сказывается на росте и развитии растений. На современном этапе с развитием информационных систем и средств автоматизации, предлагается частично автоматизировать основные процессы в теплице для создания оптимальной среды возделывания тепличных культур[1].

С бурным развитием электроники и автоматики и появлением более доступных компонентов по функциональному использованию и цене, автоматизацию теплицы можно выполнить собственными силами. К основным требованиям разрабатываемых комплексов, для их эффективного внедрения в современных условиях, предъявляются требования: доступность по цене, максимальная автоматизация процессов в теплице, возможность удаленного доступа к измеряемым параметрам микроклимата и индивидуальной настройки управляемых процессов [2].

С учетом современных требований, предъявляемых к средствам автоматизации процессов при возделывании сельскохозяйственных культур в защищенном грунте, нами предложен проект автоматизированной системы для жизнеобеспечения растений в теплице [3].

Предлагаемый базовый комплект собран из доступных комплектующих, что с точки зрения ценового аспекта является более привлекательным и конкурентоспособным.

Предлагаемая система позволяет автоматически выполнять следующие функции: дистанционный контроль и регулировка температуры внутри теплицы (обогрев, проветривание, вентиляция); мониторинг влажности воздуха; увлажнение (полив) грунта; освещение растений.

Проектируемая система построена по модульному принципу (рисунок 1), ориентирована на потребителя: возможность управления процессами в теплице или по локальной сети посредством bluetooth связи (смартфон, планшет, компьютер) или удаленно через Internet, с возможностью расширения базовых функций, подключения дополнительных датчиков и различных дополнительных исполнительных устройств различного функционального применения, т.е. возможность адаптации в любом ценовом сегменте в соответствии с необходимым уровнем автоматизации. Более детально с программой можно ознакомиться на бесплатном сервере Play Market, установив программу «Умная теплица», автор Пономаренко С.В., пояснения к программе отражено на сайте http://impulspro.ru. Программа имеет удобный интерфейс, удобное и понятное управление [3].

Проектируемая система состоит (рисунок 2) из контроллера (разработанного непосредственно для данных задач), bluetooth-модуль (для передачи и приема информации), подключаемых датчиков (температуры, влажности, освещенности и др.) и исполнительных механизмов для поддержания необходимого микроклимата в теплице (комплект вентиляторов, светильников, механизма открытия-закрытия форточки или двери, электроклапанов подачи жидкости для полива, системы нагрева).



Рисунок 1 – Схема работы автоматизированной системы «Умная теплица»

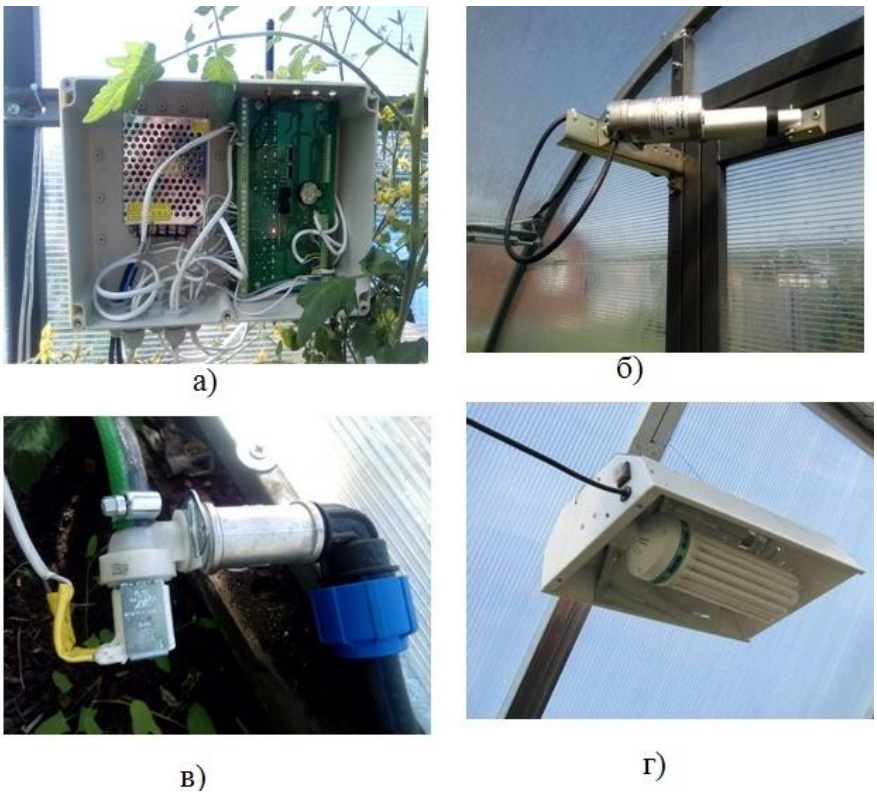


Рисунок 2 – Основные элементы автоматизированной системы «Умная теплица»:
а – контроллер; б – механизм открытия-закрытия форточки (двери); в – электромагнитный клапан жидкости; г – светильник

Базовая настройка основных параметров микроклимата в теплице может быть задана автоматически для конкретной культуры или выставлена в ручном режиме через интерфейс программы.

Опыт эксплуатации теплицы в тестовом режиме показал положительный результат, но в то же время выявил вопросы, связанные с доработкой проектируемой системы по части адаптации алгоритма работы исполнительных механизмов.

В дальнейшем на основе систематизированного сбора информации о работе автоматизированной системы, будет обновляться программная среда для адаптации не только к различным культурам, но и к разным климатическим зонам.

Библиографический список

1. Курдюмов Н.И., Малышевский К.Г. Умная теплица. – Москва: Владис, 2008. – 19 с.
2. Системы управления микроклиматом теплицы. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fito-system.ru/climate-systems.
3. Умная теплица. [Электронный ресурс]. URL: http://impulspro.ru/page-6.html .

Syrbakov A.P. [1], *Ponomarenko S.V.* [2],
[1] *Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk,*
[2] *«Impulse», Yurga of Kemerovo region*

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR LIFE-SUPPORT OF PLANTS IN THE GREENHOUSE

The article considers modern trends in the development of automation tools for agricultural crops of protected soil. An automated system has been proposed and partially tested, to create comfortable conditions for the cultivation of greenhouse crops.

Keywords: microclimate, greenhouse, automated system, greenhouse crops.

УДК 631.53.01

Гурова Т.А.[1], Денисюк С.Г.[1], Луговская О.С.[1], Свежинцева Е.А.[1], Штайнерт Т.В.[2],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции –
филиал ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВСХОЖЕСТИ МОРКОВИ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В статье приведены результаты применения косвенного электрофизического способа определения всхожести семян моркови путем измерения удельной электропроводности их водного настоя. Временные затраты сокращаются с десяти суток до нескольких часов. Метод может быть использован для экспрессной оценки посевных качеств семян при массовых анализах.

Ключевые слова: семена, овощные культуры, морковь, сорта, всхожесть, кондуктометрический метод.

Введение. Использование высококачественных семян районированных сортов сельскохозяйственных культур приводит к значительному повышению урожайности (на 25-30 %), что является основной задачей агрономии. О возможности использования электрофизического метода определения качества посевного материала сообщается в различных публикациях [1-4].

Утверждается, что показатель удельной электропроводности (УЭП) водного настоя исследуемых семян в большей степени коррелирует с полевой всхожестью, чем такие показатели как энергия прорастания и лабораторная всхожесть [2]. При этом авторы основывались на том что, увеличение посевных свойств и качества семян соответствует уменьшению удельной электропроводности вытяжки и наоборот. Предполагается, что это может быть связано с целостностью клеточных мембран, которая у семян с более низкой всхожестью утрачивает способность удерживать ионы внутри клетки, и они вымываются при экспозиции семян в дистиллированной воде.

Проблемная ситуация. Для оценки качества семян и определения показателя всхожести в лабораторных условиях при проращивании в чашках Петри необходимо длительное время – для пшеницы, например, 7 сут., для моркови – 10 сут.

При использовании косвенного электрофизического метода определения всхожести по удельной электропроводности, с возможностью автоматизации процесса измерения и регистрации данных с последующей обработкой на компьютере, время прогнозирования полевой всхожести сокращается с нескольких суток до несколько часов. Для моркови сокращение составляет с 10 сут. до 3 ч. Снижение временных затрат при использовании электрофизического метода определения всхожести семян актуально при массовых анализах, особенно для многочисленных партий семян овощных культур.

Цель исследования. Апробирование инструментального лабораторного способа определения возможной полевой всхожести семян овощных культур на примере моркови сорта Шантане 2461 – метода кондуктометрирования водных настоев и является целью настоящей работы.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить экспериментальные исследования и определить:

1 – вид линейной зависимости всхожести семян моркови и удельной электропроводности их водного настоя;

2 – уровень удельной электропроводности для оценки классности семян моркови при 75 % всхожести (I класс – всхожесть выше 75 %; II класс – всхожесть менее 75 %).

3 – пороговое значение удельной электропроводности для оценки некондиционности семян моркови при всхожести менее 55 %.

Основная часть. Суть метода заключается в следующем: 100 шт. семян моркови замачивали в 50 мл дистиллированной воды 3-4 ч. Почасовую динамику удельной электропроводности водного настоя семян регистрировали на компьютерном лабораторном кондуктометре КЛ-С-К [5, 6]. Полученные результаты записывались в базу данных (БД) для хранения, документирования, дальнейшей обработки и анализа [7]. Опыты проводили в 5 повторностях. Одновременно определяли лабораторную всхожесть семян моркови в соответствии с ГОСТ 12038-84. Экспериментальные данные обрабатывались с помощью программы Statistica 6,0. Ошибка среднего не превышала 3 %.

В экспериментальных исследованиях использовались партии семян моркови сорта Шантанэ 2461 с заранее определенной в лабораторных условиях всхожестью, равной 94 % и 64 % (таблица 1).

Таблица 1

Связь всхожести и удельной электропроводности водных вытяжек семян моркови сорта Шантанэ 2461, время экспозиции 3 ч

№	Всхожесть, %	УЭП х 10^{-3}, См/м	Примечание
1	94,0	2,2	экспериментальные данные
2	**75,0**	**6,8**	I класс – всхожесть более или равна **75 %,** II класс – всхожесть менее **75 %**
3	64,0	9,5	экспериментальные данные
4	**55,0**	**11,7**	всхожесть **55 %** – порог кондиционности семян моркови

Обычно к I классу относятся семена моркови со всхожестью более 75 %, ко II классу со всхожестью менее 75 %. Некондиционными семенами моркови считаются семена со всхожестью менее 55 %.

Линейная зависимость прогнозируемой полевой всхожести семян моркови сорта Шантане 2461 от величины удельной электропроводности водного настоя (рисунок 1)

ВСХ = –4109,59 УЭП + 103,04, где (1)

ВСХ – всхожесть семян моркови сорта Шантане 2461 в процентах;
УЭП – удельная электропроводность водного настоя в См/м;

Значение всхожести (75 %) для определения класса семян моркови сорта Шантанэ 2461 соответствует значению удельной электропроводности $УЭП_{75} = 6{,}8x10^{-3}$ (См/м).

Уровень кондиционности семян моркови (всхожесть равна 55 %) соответствует значению $УЭП_{55} = 11{,}7x10^{-3}$ (См/м) (таблица 1).

При превышении этого значения удельной электропроводности водного настоя можно утверждать, что такие семена непригодны для применения.

Значения $УЭП_{75}$ и $УЭП_{55}$ можно использовать для экспрессной оценки посевных качеств семян моркови сорта Шантанэ 2461.

Полученные результаты, зависимость и значения относятся только к семенам моркови сорта Шантанэ 2461. Для других сортов моркови результаты, возможно, будут подобны, но могут и значительно отличаться.

Таким образом, прогнозируемая лабораторная всхожесть семян моркови обратно пропорциональна удельной электропроводности их водных настоев. Это положение совпадает с данными других экспериментов из более ранних научно-исследовательских работ [1-4].

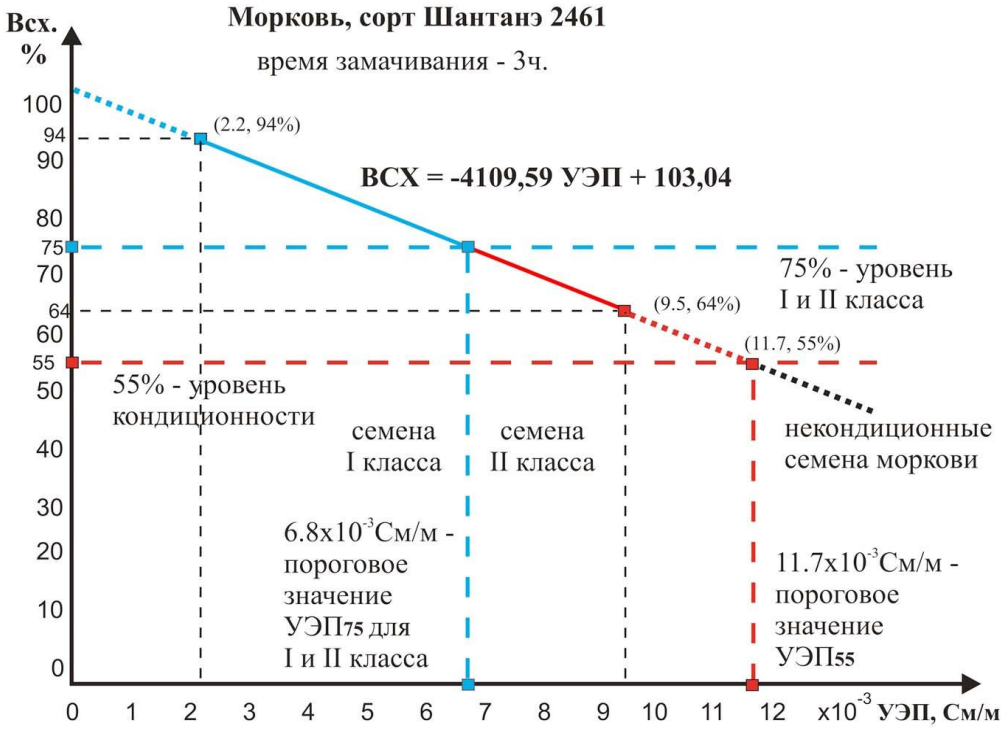


Рисунок 1 – Зависимость всхожести семян моркови сорта Шантанэ 2461 и удельной электропроводности их водного настоя

Заключение

Выполненные эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

1. Полученные первоначальные результаты подтвердили возможность использования кондуктометрического метода для прогнозирования полевой всхожести семян моркови. Особенно это важно при экспрессном определении классности и некондиционности семян различных овощных культур из-за сортового разнообразия и многочисленности небольших партий, поступающих в мелкооптовую и розничную торговлю. Временные затраты исследований семян моркови сокращаются с 10 суток до 3 часов.

2. Измеренная удельная электропроводность водного настоя (время экспозиции – 3ч) обратно пропорциональна прогнозируемой всхожести семян. Чем меньше измеренная удельная электропроводность, тем выше всхожесть семян.

3. Полученная линейная зависимость

ВСХ = –4109,59 УЭП + 103,04

пригодна только для определения всхожести семян моркови сорта Шантанэ 2461 и требует уточнения для других сортов моркови.

4. Метод кондуктометрирования водных настоев автоматизируется и компьютеризируется. Это позволяет оперативно получать и накапливать результаты по различным сельскохозяйственным культурам и сортам в компьютерной базе данных, что дает возможность ускорить его распространение и использование как в научных исследованиях, так и в практических целях.

5. Используемый косвенный метод определения всхожести по удельной электропроводности настоев семян дает более достоверные результаты, так как является инструментальным методом и в нем отсутствует субъективная оценка проросших и непроросших семян.

6. Метод может быть использован для экспрессной оценки всхожести семян при массовых анализах, то есть при определении классности (I и II класс) и некондиционности.

Семена моркови сорта Шантанэ 2461, водный настой которых имеет УЭП ≥ $11{,}7 \times 10^{-3}$ См/м и всхожесть менее 55 % – некондиционные и непригодны к использованию.

Семена, водный настой которых имеет УЭП ≤ $6{,}8 \times 10^{-3}$ См/м, а всхожесть превышает 75 %, относятся к I классу семян.

Семена, водный настой которых имеет УЭП > $6{,}8 \times 10^{-3}$ См/м, а всхожесть менее 75 %, от-

носятся ко II классу (рисунок 1).

Полученные первоначальные результаты дают основание для проведения дальнейших подробных исследований и экспериментов для партий семян овощных культур разных сортов с заранее определенной лабораторной всхожестью, подготовленных с использованием методики искусственного состаривания, что в данных исследованиях отсутствует. Это будет предметом наших дальнейших экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Стародубцева Г.П., Попов В.Ф., Шимченко С.И. Использование электрофизиологических методов для определения посевных качеств семян и зерна // Современные достижения биотехнологии: материалы всерос. конф. (Ставрополь, июль, 1996 г.). – Ставрополь, 1996.
2. Стародубцева Г.П., Любая С.И., Свириденко Е.А. Исследование качества травмированных семян методом электропроводности водной вытяжки // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: науч. тр. I-й Российской научно-практической конференции –2001 – С. 280-281.
3. Стародубцева Г.П., Хащенко А.А., Дульский А.В. Применение кондуктометрического анализа для оценки посевных качеств семян, прошедших предпосевную обработку импульсным электрическим полем // Химия. Биотехнология. Защита растений. – Ставрополь, 2009. – С. 36-38.
4. Дульский А.В. Стародубцева Г.П., Хайновский В.И. Предпосевная обработка семян моркови сорта Витаминная 6 импульсным электрическим полем // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 6. – С. 59-60.
5. Денисюк С.Г., Мациевский В.А. Компьютерный лабораторный кондуктометр // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 5-й Международной научно-практической конференции «АГРОИНФО-2012» (Новосибирск, 10-11 октября 2012 г.) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние, Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2012. – Ч. 2. – С. 47-52.
6. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Свежинцева Е.А. Совершенствование компьютерного кондуктометра для оценки устойчивости ячменя при хлоридном засолении // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды междунар. научно-технической конференции. 2014. – Т.2. – С. 175-181.
7. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Луговская О.С., Свежинцева Е.А. Разработка базы данных «Устойчивость зерновых культур к хлоридному засолению» // Информационные технологии, системы и приборы в АПК.: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015» (Новосибирск, 22-23 октября 2015 г.) / Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2015. – Ч. 2. – С.37-41.

Gurova T.A.[1], Denisyuk S.G.[1], Lugovskaya O.S.[1], Zvezhintseva E.A.[1], Steinert T.V.[2],
[1]Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobs of Novosibirsk region
[2] Siberian Research Institute for Plant Industry and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Krasnoobs of Novosibirsk region

DETERMINATION OF GERMINATION OF CARROT CONDUCTOMETRIC METHOD

The article presents the results of the indirect electrophysical method for determining the germination of carrot seeds by measuring the conductivity of their water infusion. Time costs are reduced from ten days to several hours. The method can be used for rapid evaluation of seed sowing qualities in mass analyses.

Keywords: seeds, vegetable crops, carrots, varieties, germination, conductometric method.

УДК 632. 937

Андреева И.В.[1], Шаталова Е.И. [1], Ульянова Е.Г. [1], Денисюк С.Г. [2],
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
[1]Сибирский научно-исследовательский институт кормов,
[2]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем,
Новосибирская область, р.п. Краснообск

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ «ЛАБОРАТОРНЫЕ КУЛЬТУРЫ ФИТОФАГОВ И ЭНТОМОАКАРИФАГОВ»

В статье обсуждаются актуальность и практическая ценность использования энтомофагов и акарифагов в биологической защите растений, а также вопросы технической энтомологии, касающиеся разведения насеко-

мых и клещей в лабораторных условиях. Рассматриваются методические положения создания в СФНЦА РАН программного продукта – базы данных по лабораторным культурам фитофагов и энтомоакарифагов.

Ключевые слова: база данных, биологическая защита растений, техническая энтомология, лабораторные культуры, фитофаги, энтомоакарифаги.

Введение. Биологическая защита растений в настоящее время – одно из самых динамично развивающихся направлений научной и практической деятельности аграрного сектора. Производство экологически чистой продукции растениеводства предусматривает замену химических пестицидов на альтернативные безопасные средства защиты растений.

В России, как и во всем мире, интерес к биопрепаратам и энтомоакарифагам постоянно возрастает, расширяется ассортимент биологических агентов, применяемых как в условиях открытого, так и защищенного грунта. В частности, с начала XXI века значительно расширился спектр энтомофагов и акарифагов, применяемых для защиты сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур от вредителей. Так, по данным Л.П. Красавиной, в настоящее время на мировом рынке энтомоакарифагов, применяемых для регуляции численности вредителей только в условиях защищенного грунта, представлены культуры более 90 видов полезных насекомых и клещей, в то время как в 1990 году их было не более 50, а в 1985 г. – только 20 [1]. Появляются перспективы использования энтомоакарифагов для контроля численности хозяйственно важных фитофагов и в условиях Сибирского региона [2].

Использование в защите растений энтомоакарифагов предусматривает их массовое производство в лабораторных и промышленных условиях. Вопросами круглогодичного разведения (в том числе в лабораторной культуре) полезных видов насекомых и их кормовой базы занимается техническая энтомология. Лабораторная культура насекомых – это искусственная популяция, завершившая не менее одного полного цикла генерации в искусственных условиях. На основе лабораторных культур создаются промышленные массовые культуры [3].

На сегодняшний день список культур насекомых и клещей, разводимых в условиях биолабораторий, постоянно пополняется новыми видами, разрабатываются технологии их наработки и способы применения. Однако, несмотря на то, что сведения по разным видам фитофагов и энтомофагов весьма многочисленны, они имеют, как правило, разрозненный характер, поиск необходимой информации занимает много времени, а материалы в интернет-ресурсах представлены не всегда достоверно или некорректно. В Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий РАН успешно ведутся работы по использованию методов и средств экологически безопасной биологической защиты сельскохозяйственных культур различного назначения для открытого и защищенного грунта. Разработаны методики и схемы наработки и разведения в лабораторных условиях фитофагов и энтомофагов.

Накопленная информация (экспериментальные данные и знания), а также многочисленные уникальные полноцветные изображения и видеофайлы потребовали систематизации и создания программного продукта – базы данных.

База данных планируется в настоящий момент выполнить как приложение к Microsoft Access. Методические аспекты создания подобных баз данных по овощным, плодово-ягодным культурам и картофелю отражены в более ранних работах [4, 5].

Основная часть. База данных **«Лабораторные культуры фитофагов и энтомоакарифагов»,** далее БД **«ЛК»,** разрабатываемая в СФНЦА РАН, позволяет собирать и систематизировать информацию по морфологическим и биологическим особенностям конкретных видов вредных и полезных членистоногих, особенностях их разведения и применения в экологически безопасной и эффективной биозащите сельскохозяйственных растений.

Включение в базу данных оригинальных полноцветных изображений (фотографий, видеофайлов) представляемых объектов на разных фазах развития позволит оперативно проводить их идентификацию. С помощью программного продукта можно разработать оптимальную стратегию биозащиты культурных растений и подобрать вид (или виды) энтомоакарифагов, наиболее эффективные в конкретных условиях агроценоза.

В базе данных представлены не только полезные виды, но и фитофаги, служащие в качестве кормовой базы для разведения энтомоакарифагов. Кроме того, лабораторные культуры

отдельных видов фитофагов используют в качестве тест-объектов для оценки эффективности биологических или химических инсектицидов.

Структура БД **«ЛК»** включает следующие разделы:

– **«Общая информация»**,

– **«Основные объекты»** (подразделы – «Фитофаги», «Энтомоакарифаги»).

– **«Литературные источники»**.

В разделе **«Общая информация»** приведена краткая информация о современных достижениях в биологической защите растений с использованием энтомофагов и акарифагов в условиях открытого и защищенного грунта, рассматриваются вопросы технической энтомологии, приводятся основные термины по представляемой тематике.

Раздел **«Основные объекты»** состоит из подразделов «Фитофаги» и «Энтомоакарифаги», которые в свою очередь разбиты по отрядам насекомых, а далее по каждому виду с отдельным «Описательным блоком», но с взаимосвязями.

В разделе **«Литературные источники»** представлены библиографические ссылки использованных литературных источников, а также полнотекстовые статьи по биологической защите сельскохозяйственных и других культурных растений (рисунок 1).

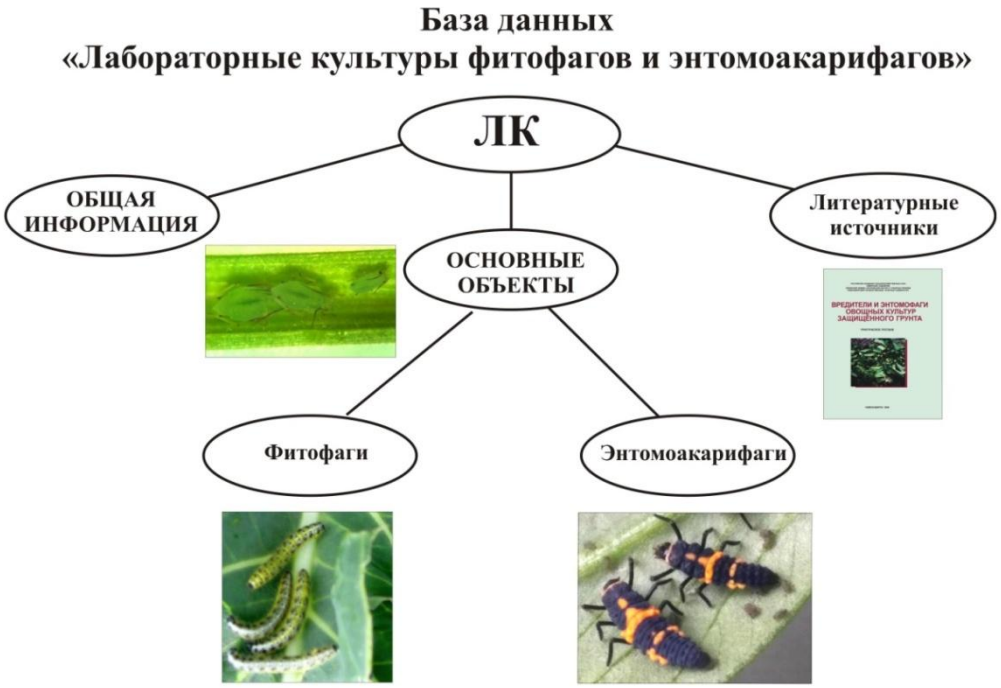


Рисунок 1 – Схема представления основных разделов в БД «Лабораторные культуры фитофагов и энтомоакарифагов»

Блок **«Описание вида»** включает подразделы:

– общая информация по виду;

– морфологические особенности;

– биологические особенности;

– связанные объекты;

– литературные источники.

Общая информация по каждому биологическому объекту отражает систематическое положение, географическое распространение и значимость вида. Описание морфологических особенностей фаз развития необходимо для точной диагностики вида насекомого. В подразделе «Биологические особенности» представлены жизненный цикл, виды кормовых растений для фитофагов, виды жертв для хищников или хозяев для паразитов. Подраздел «Связанные объекты» включает для энтомофагов виды жертв или хозяев, которыми он питается в приро-

де или виды, необходимые для его наработки в условиях биолабораторий. В свою очередь фитофаги также связаны с их естественными врагами – энтомоакарифагами. Помимо собственных данных, в БД включены сведения из литературных источников, список которых и отдельные значимые работы приведены в подразделе «Литературные источники».

Информация в БД представлена в виде текста, цветных изображений, видеофайлов, схем, таблиц, между которыми предусмотрены переходы в желаемой последовательности для визуализации, документирования и дальнейшего анализа.

Пример. Хищный клоп Подизус – *Podisus maculiventris* Say.

В этом подразделе «Описание объекта включает» систематическое положение, морфологию и биологию вида, кормовую базу, назначение, а также связи с другими насекомыми (рисунок 2). В частности, хищный клоп Подизус используется для регуляции численности колорадского жука и других вредителей. «Связанные объекты» для энтомофага – это гусеницы галлерии, личинки мух и большого мучного хрущака, колорадский жук и другие насекомые, являющиеся его кормовой базой, как в природных, так и в лабораторных условиях.

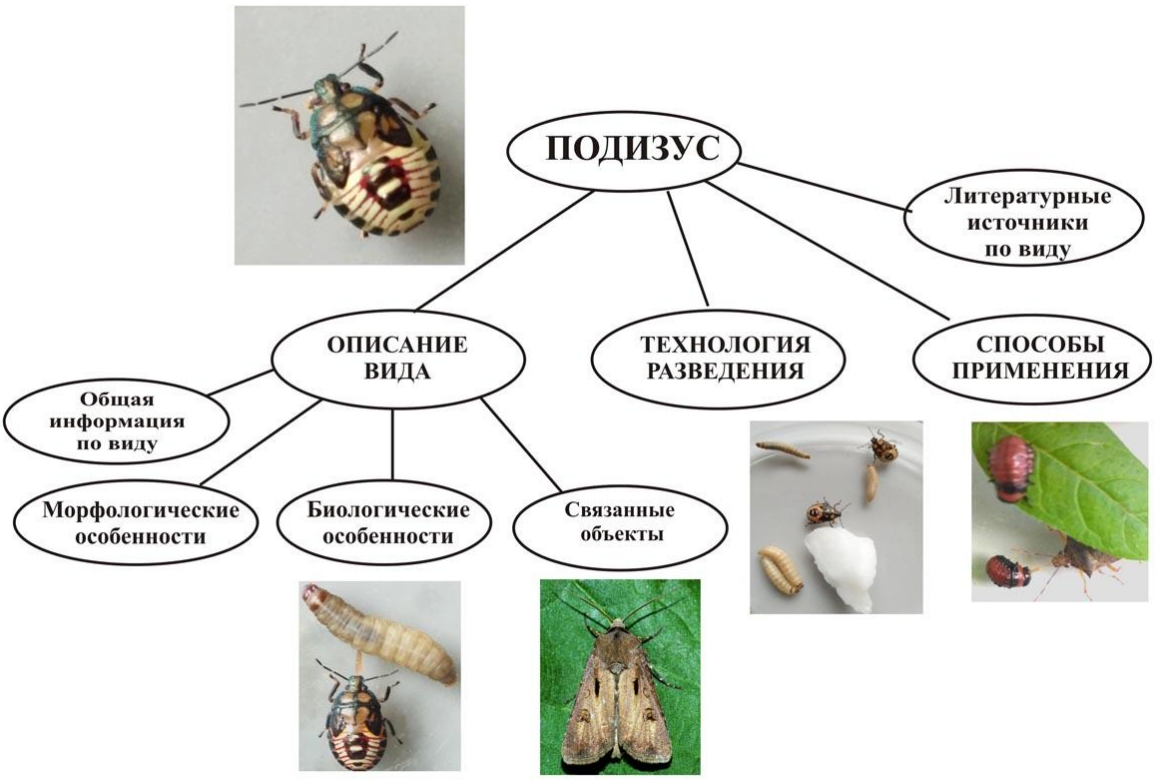


Рисунок 2 – Пример представления в базе данных «ЛК» объекта – хищный клоп «Подизус»

В разделе **«Технология разведения»** представлены методика и схема наработки хищного клопа в лабораторных условиях. Раздел **«Способы применения»** включает рекомендации по способам и нормам выпуска энтомофага в агроценозы сельскохозяйственных культур, в частности, на картофеле.

По той же схеме в базе данных представлены и остальные виды насекомых (клещей).

Заключение. В статье представлены методические подходы и первоначальные результаты по созданию в СФНЦА РАН программного продукта (базы данных) по лабораторным культурам фитофагов и энтомофагов. База данных «Лабораторные культуры фитофагов и энтомоакарифагов» позволит собрать, систематизировать и накапливать уникальную информацию (данные и знания) по морфологическим и биологическим особенностям конкретных вредных и полезных видов, особенностях их разведения и применения в биологической защите растений.

Программный продукт может быть полезен ученым, специалистам по защите растений,

студентам, обучающимся по профилю защиты растений, а также другим пользователям, интересующимся экологически безопасными средствами защиты растений.

Библиографический список

1. Красавина Л.П. Проблемы массового разведения энтомофагов в тепличных комбинатах России // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: мат-лы 3-го всеросс. съезда по защите растений. – СПб. – 2013. – С. 68-70.
2. Андреева И.В., Цветкова В.П., Зенкова А.А. Перспективы использования энтомоакарифагов для биологического контроля фитофагов в условиях Сибирского // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященный 80-летию Новосибирского ГАУ. – Т. Сельскохозяйственные науки. – Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 3-6.
3. Штерншис М.В., Томилова О.Г., Андреева И.В., Шпатова Т.В. Биотехнология в защите растений: электронное учебное пособие. – Новосибирск: НГАУ. – 2015. – Рег. № 41442.
4. Денисюк С.Г., Сорокопудов В.Н., Гринберг Е.Г. Компьютерная база данных по плодово-ягодным и овощным культурам в Сибири // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: доклады и сообщения VIII генетико-селекционой школы. – 2001. – С. 177-183.
5. Денисюк С.Г., Дергачева Н.В., Аношкина Л.С. База данных «Новые нематодоустойчивые сорта картофеля в Западной Сибири» // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч.2: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015» (Новосибирск, 22-23 октября 2015 г.) / Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2015. – С. 41-45.

Andreeva I.V.[1], Shatalova E.I. [1], Ul'yanova E.G [1], Denisyuk S.G.[2]
Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences:
[1]Siberian Research Institute of Fodder Crops,
[2] Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

METHODICAL PRINCIPLES OF CREATING AND USING A DATABASE OF «LABORATORY CULTURES OF PHYTOPHAGES AND ENTOMOACARIPHAGES»

The article discusses the topicality and practical value of biological methods protection of crops of open ground and greenhouses, and also questions of technical entomology. Discusses methodical principles of creation the software product – database on laboratory cultures of phytophages and entomoacariphages.

Keywords: database, biological crop protection, technical entomology, laboratory culture, phytophages, entomoacariphages.

УДК 632.911

Неменущая Л.А.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса,
Московская обл., р.п. Правдинский

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ, БАЗ ДАННЫХ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Приведен анализ существующих разработок моделей прогнозирования болезней растений и систем защиты от них. Показаны возможности информационно-управляющих систем в защите растений. Подтверждена перспективность и актуальность их для управления защитой агроценозов от вредных организмов.

Ключевые слова: прогнозирование болезней растений, системы защиты растений, потери от воздействия фитопатогенов.

В настоящее время проблема защиты растений от болезней продолжает оставаться актуальной. Потери от воздействия фитопатогенов составляют в развитых странах 10 % и 20 %-50 % – в развивающихся (по данным ФАО и ООН).

В нашей стране потери до 25 % зерновых культур вызывают ржавчина, септориозы, мучнистая роса, фузариоз, корневые гнили. Фитофтороз, альтернариоз, вирусные и бактериаль-

ные болезни уничтожают 20 % - 30 % урожая картофеля. Значительны потери урожая риса от пирикуляриоза; подсолнечника от серой и белой гнилей; сахарной свеклы от церкоспороза, ложной мучнистой росы; яблоневых садов от парши и мучнистой росы; косточковых культур от монилиоза.

Отрицательное влияние на фитосанитарное состояние сельскохозяйственных растений оказывает множество факторов:

изменение агротехнологий (однотипные посевы и посадки, интенсивное растениеводство, несоблюдение севооборотов, заброшенные территории, снижение плодородия почв обусловливают появление новых рас, штаммов; сокращение видового разнообразия фитоценозов; снижение сопротивляемости растений; усиление вредоносности биообъектов);

антропогенное воздействие (применение больших доз удобрений и пестицидов, увеличение обработок усиливает восприимчивость к болезням и вторичному заражению сапрофитами; вызывает гербицидные токсикозы; провоцирует ятрогенные болезни; резистентность фитопатогенов; использование биоактиваторов ослабляет факультативных паразитов, активирует развитие облигатных);

изменение климата (повышение температуры, аридизация, учащение экстремальных погодных явлений провоцирует развитие новых патогенов; «продвижение» возбудителей в более северные районы; ассимиляция более теплолюбивых биообъектов; снижение объективности фитосанитарных прогнозов и эффективности фитосанитарных мероприятий); зкзогенные инфекции (интродукция растений восприимчивых к местным популяциям возбудителей болезней; интродукция рас, биотипов, штаммов, возбудителей, обладающих резистентностью к применяемым в России пестицидам скрещивающихся с нашими расами и дающих наиболее агрессивные формы; занос воздушными потоками опасных аэрогенных инфекций) [1, 2].

Чтобы сократить, а лучше не допустить развитие подобных опасных фитосанитарных ситуаций необходимо изучение формирования патогенных комплексов в агроценозах растений при новых технологиях растениеводства; разработка и внедрение современных методов мониторинга и прогноза эпидемий болезней растений с использованием достижений научно-технического прогресса; разработка эффективных методов профилактики и защиты сельскохозяйственных растений от эпифитотий [3].

Основная задача системы защиты растений – не допустить снижение количества и качества урожая сельскохозяйственных растений, из-за повреждения болезнями, а значит не допустить массового заражения растений. В этой связи актуальным методом противостояния фитопатогенам становится *прогнозирование и системы поддержки правильных решений для сельских производителей.* Научные исследования в данной области ведутся во многих научных и производственных организациях в России и за рубежом, обобщенные данные о них представлены в таблице 1 [4-8].

Во всем мире интенсивно идет разработка и внедрение информационных технологий в сельском хозяйстве, в том числе и в растениеводстве.

Изучив представленные в таблице модели и системы можно сделать вывод, что в качестве источников исходной информации служат результаты непосредственных измерений и наблюдений на полях:

- данные с бесконтактных датчиков, установленных на сельскохозяйственной технике;
- данные с контактных датчиков, прикрепленных к растениям;
- данные с автоматических метеорологических станций, расположенных непосредственно на полях;
- изображения, получаемые с летательных аппаратов, со спутников и др.,

а также – хранилища данных с материалами многолетних наблюдений и измерений.

Таблица 1

Характеристика компьютерных технологий в системе защиты растений

Название разработки, разработчик	**Краткая характеристика**	**Возможности использования**
Методика прогнозирования крупномасштабного распространения эпидемий на примере бурой ржавчины и модель прогнозирования заражения для пшеницы разных сортов с учетом концентрации уредоспор ржавчины в атмосфере (ФГБНУ ВНИИФ)	Получены на основе экспериментов по заражению растений от «воздушного» инокулюма с применением метода наименьших квадратов. Компьютезированы.	Позволяет получить данные о: количестве инокулюма над посевами зерновых, потоке примесей над посевами; агрессивности патогена - его инфекционности. Является хорошей основой для дальнейшего использования при прогнозе развития ржавчинных заболеваний и определения затрат на борьбу с ними как внутри отдельного хозяйства, района, области, так и для России в целом.
Системы многофакторного фитосанитарного анализа для управления защитой агроценозов от вредных организмов, системы поддержки правильных решений (СППР-DSS).		
Система PRO PLANT EXPERT (Германия)	На базе Интернет	Предоставляют сельхозпроизводителю (фермеру) данные о необходимых действиях в случае возникновения опасных фитопатогенных ситуаций.
Система PLANT-PLUS (фирма Dacom, Нидерланды)	На базе Интернет	Учитывает информацию о состоянии растений разных сельскохозяйственных культур, развитии болезней, погоде, предшественниках и т.д. Рекомендует, когда и как обрабатывать посевы фунгицидами.
Система LANDBRUGS INFO (Дания)	На базе Интернет	Разработана и эксплуатируется, изданная для помощи консультантам и фермерам в принятии оперативных решении по возделыванию ряда полевых культур с учетом складывающейся агрометеорологической и фитосанитарной ситуации.
Система DESSAS (Англия)	Устанавливается на компьютер пользователя	Для поддержки принятия решений по защите зерновых культур от болезней. Система учитывает метеоусловия (фактические и прогнозируемые), агроэкологические условия, распространение болезни и др. Рекомендует выбор сорта, дату опрыскиваний, фунгицид, его дозу.
Фитосанитарные экспертные системы (математические, логические, сценарные) (ФГБНУ ВНИИФ)	Прошли государственную регистрацию, опубликованы, доступны для широкого круга пользователей	Моделируют развитие эпидемически опасных болезней озимой и яровой пшеницы с учетом складывающихся условий. На их основе разработаны консультативные компьютерные программы: «Защита пшеницы от ржавчины», «Защита пшеницы от септориоза», «Защита пшеницы от мучнистой росы».
Информационная система поддержки принятия решений по борьбе с заболеваниями растений «АГРОДОЗОР» (http://agrodozor.ru). (ООО «Агродозор» (Белгород) совместно с ФГБНУ ВНИИФ)	В автоматическом режиме компьютер обрабатывает внесенную пользователем информацию, а также метеорологические данные и данные дистанционного зондирования земли	При подключении в систему вводятся координаты и контуры обрабатываемых полей и производится регистрация пользователей организации. Данные по каждому полю корректируются в личном кабинете и формируются рекомендации по проведению защитных мероприятий. В случае изменения фитопатогенной обстановки и появления необходимости в проведении защитных мероприятий система автоматически оповестит об этом пользователей организации по электронной почте и уведомлением в мобильном приложении, а также изменит статус полей.

Название разработки, разработчик	Краткая характеристика	Возможности использования
Методология картирования и проведения анализа ареалов и зон вредоносности патогенов культурных растений и сорняков, распространенных на территории РФ (ФГБНУ ВИЗР)	Характеризует особенности пространственного распределения и градации зон вредоносности 636 вредных объектов (в том числе 193 болезни), компьютезирована.	Комплексное фитосанитарное районирование территории. Формирует обобщенное представление об ареале и вредоносности в многолетнем плане. Данные могут служить основой при дальнейших научных исследованиях как в плане совершенствования уже существующих композиций, так и детализации их для отдельных регионов и построения крупномасштабных карт. Для развития этого направления особенно перспективны материалы дистанционного зондирования, получаемые с беспилотных летательных аппаратов, спутников и пилотируемых орбитальных станций. Для точного определения мест обнаружения объектов во время полевых обследований сельскохозяйственных угодий используется навигационная аппаратура.
Универсальные формулы прогноза для бурой ржавчины озимой пшеницы, применимых на территории Тамбовской области (Среднерусский филиал ФГБНУ «ФНЦ имени И.В. Мичурина», п. Новая Жизнь, Тамбовская обл; ФГБОУ ВО «Тамбовский ГУ имени Г.Р. Державина»; ФГБНУ «НИИ сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов; ФГБОУ ВО «Тамбовский ГТУ», г. Тамбов)	Составлены на основе граничных факторов погоды могут быть использованы в отношении других болезней растений	Позволили выявить определенные закономерности развития возбудителя в зависимости от погодных условий. Применение данного метода может стать основой нового направления исследований в рамках метеобиологического прогноза.

Информация, модели и технологические решения интегрируются в компьютеризированную систему, что делает их удобными для пользователя. Перспективность применения информационно-управляющих систем в защите растений подтверждается приведенными результатами научных исследований и разработками НИИ и производственных компаний.

Библиографический список

1. Иващенко В.Г., Павлюшин В.А. Интенсификация растениеводства и эколого-продукционный баланс агроэкосистем: снижение плодородия почв и фитосанитарная дестабилизация // Вестник защиты растений. – 2017. – №3(93). – С. 5–16.

2. Санин С.С. Эпидемии болезней растений в условиях современного земледелия // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: материалы междунар. конф. Большие Вяземы, Московской области, 13-17 ноября 2017. – Вып.8. – С. 5-17.

3. Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Общая фитопатология: учеб. пособие для академического бакалавриата. – М.: Юрайт, 2018. – 230 с.

4. Никифоров Е.В., Санин С.С. Прогнозирование крупномасштабного распространения бурой ржавчины пшеницы // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: материалы международной конференции. Большие Вяземы, Московской области, 13-17 ноября 2017. - Вып.8. – С.231-237.

5. Боровский К.В., Санин С.С. Новый подход к развитию систем поддержки принятия решений по борьбе с эпидимичными заболеваниями пшеницы // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: материалы международной конференции. Большие Вяземы, Московской области, 13-17 ноября 2017. – Вып.8. – С. 359-367.

6. Карты распространения и зон вредоносности вредителей и болезней картофеля и подсолнечника. // Приложения к журналу «Вестник защиты растений». / Гричанов И.Я. [и др.]. – СПб.: ВИЗР. – 2017. – №21. – 63 с.

7. Построение формул прогноза болезней растений на основе граничных значений факторов погоды // Вопросы современной науки и практики. / Чекмарев В.В. [и др.]. – Спб.: Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. – № 4(66). – С.15-22.

8. Нейра Е., Насонова Д. От борьбы с патогенами к сохранению здоровья растений // Защита растений. – 2017. – № 10. – С.10.

Nemenushchaya L.A.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky Township, Moscow Region

APPLICATION OF COMPUTER PROGRAMS, DATABASES IN PLANT PROTECTION

The analysis of the existing development of models for predicting plant diseases and systems of protection against them is given. The capabilities of information control systems in plant protection are shown. Their prospects and relevance for managing the protection of agrocenoses from harmful organisms were confirmed.

Keywords: prediction of plant diseases, plant protection systems, losses from exposure to pathogens.

УДК 636.5.82

Рехлецкая Е.К.,
Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства – филиал Омского аграрного научного центра, Омск

ВЛИЯНИЕ ОТБОРА КУР ПО ЖИВОЙ МАССЕ В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯИЦ

В статье рассмотрены корреляционные связи показателей продуктивности кур породы плимутрок. Установлено, что отбор кур во время бонитировки (28 дней жизни) по живой массе влияет на качественные характеристики яиц в последующий продуктивный период. Живая масса матерей оказывает влияние на качественные показатели яиц дочерей.

Ключевые слова: птицеводство, куры, живая масса, масса яиц, масса белка, масса желтка, толщина скорлупы, коэффициенты корреляции.

Птицеводство – важнейшая отрасль народного хозяйства. Важность ее определяется обеспечением людей полноценными продуктами питания. Прогресс в отрасли требует постоянного селекционного улучшения птицы. Эффективность селекционной работы в большей степени зависит от правильной оценки птицы, ее отбора и подбора для производства следующего поколения. Эффективность работы с родительским стадом можно измерить количеством получаемых качественных инкубационных яиц и количеством качественных цыплят, полученных из этих яиц. Кропотливая работа по получению экспериментальных кроссов и их многолетней оценке в промышленных условиях приводит к получению желательного сочетания признаков у птицы производственного назначения [1-3].

Проблема раннего прогнозирования генетической предрасположенности цыплят мясных кроссов к интенсивному росту по-прежнему остается в центре внимания селекционеров. В последнее время работы по увеличению скорости роста бройлеров ведутся за счет линий кур породы плимутрок, но основной задачей кур этой породы по-прежнему остается сохранение высокой яйценоскости. Известно, что между различными показателями продуктивности существуют взаимосвязи как положительные, так и отрицательные, что между скоростью роста и яичной продуктивность существует определённая коррелятивная зависимость. В Сибирском НИИ птицеводства на протяжении многих лет ведутся исследования в этом направлении [4-7]. Ведутся исследования по возможности оценки продуктивности кур на этапе вступления в яйцекладку [8-11]. Для кур материнских линий мясных кроссов разработан способ отбора по окраске эмбрионального пуха и повышения выхода цыплят [12, 13].

Материалы и методы. Исследования проведены на курах породы плимутрок белый линии СБ8 кросса «Сибиряк 2С». Из кур линии в возрасте 365 дней жизни методом случайной выборки отобрано 20 особей. По данным селекционного учета установлены их живая масса в 28-дневном возрасте, так как именно в этом возрасте наиболее ярко выражается половой диморфизм по живой массе, развитию гребня, оперения, костяка ног. На основании родословной каждой курицы установлена живая масса матери в возрасте первой бонитировки

(28 дней жизни). От каждой курицы собрано по 5 яиц и проведен их полный морфологический анализ [14-16].

Экспериментальные данные обработаны методом статистики с применением параметрических и непараметрических методов анализа с использованием критериев достоверности Стьюдента и Фишера. При расчете коэффициента повторяемости между живой массой дочерей и матерей использован внутриклассовый коэффициент корреляции. Статистическая обработка проведена с применением пакета программ SPSS 20.0.

Результаты исследований. Корреляционный анализ живой массы курочек в 28 дней жизни с данными морфологического анализа их яиц позволил выявить ряд закономерностей. Так, выявлена положительная корреляционная связь умеренной силы живой массы в 28 дней жизни и массы яиц в годовалом возрасте. Живая масса имела положительную корреляционную зависимость средней и умеренной силы с абсолютной и относительной массой белка яйца. В отношении желтка с живой массой курочек установлена достоверная отрицательная связь умеренной силы только с его относительной массой. Коэффициенты корреляции живой массы с абсолютной и относительной массой скорлупы низкие и недостоверные (таблица 1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции живой массы курочки с морфологическими показателями яиц

Показатель	Значение
Масса яйца	0,401**
Масса скорлупы:	
абсолютная	0,084
относительная	-0,183
Масса белка:	
абсолютная	0,534**
относительная	0,455**
Масса желтка:	
абсолютная	-0,024
относительная	-0,366**

Живая масса курочек имела достоверную положительную связь средней силы с площадью и объемом скорлупы яйца (соответственно r=0,499, P<0,01 и r=0,500, P<0,01), а также с высотой белка и желтка (соответственно r=0,552, P<0,01 и r=0,553, P<0,01). В отношении толщины скорлупы установлена слабая положительная и достоверная корреляционная связь живой массы с толщиной скорлупы на тупом конце яйца (r=0,241, P<0,05).

Белок яйца состоит из четырех слоев. Выявлена достоверная корреляционная связь живой массы в 28–дневном возрасте с абсолютными и относительными массами наружного жидкого, наружного плотного, внутреннего плотного. Отмечен тот факт, что с массой плотных слоев белка связь носила положительную направленность, а массой жидких слоев – отрицательную (таблица 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции живой массы курочки с массой слоев белка

Показатель	Значение
Масса наружного жидкого:	
абсолютная	-0,293**
относительная	-0,473**
Масса наружного плотного:	
абсолютная	0,541**
относительная	0,290**
Масса внутреннего жидкого:	
абсолютная	-0,157
относительная	-0,015
Масса внутреннего плотного:	
абсолютная	0,434**
относительная	0,390**

Масса яйца в возрасте 365 дней имела умеренную положительную корреляционную связь с абсолютными значениями массы скорлупы (r=0,512, P<0,01) и желтка (r=0,600, P<0,01). Между массой яйца и массой белка связь более выражена: с абсолютной и относительной массой связь тесная (соответственно r=0,899, P<0,01 и r=0,769, P<0,01). При этом масса белка в большей степени определялась массой его наружного плотного слоя (r=0,606, P<0,01). С массами внутреннего жидкого и внутреннего плотного слоев связь массы белка была слабой положительной, но достоверной (соответственно r=0,297, P<0,01 и r=0,285, P<0,01). Коэффициент корреляции массы белка с массой его наружного жидкого слоя очень низкий, недостоверный, отмечена его отрицательная направленность (r= –0,056).

Отмечено, что масса яйца имеет среднюю положительную корреляционную связь с массой наружного плотного слоя белка (r=0,614, P<0,01) и в меньшей степени с массой внутреннего жидкого и внутреннего плотного слоев белка (r=0,358, P<0,01 и r=0,352, P<0,01). С массой наружного жидкого слоя установлена слабая отрицательная, но достоверная связь (r= – 0,293, P<0,01).

Выявлена положительная достоверная связь живой массы матерей и дочерей в возрасте бонитировки (28 дней жизни). Коэффициент повторяемости живой массы матерей и дочерей находился на среднем уровне и составил r_{ω}=0,594, P<0,01.

Отмечено, что живая масса матерей имела достоверную связь с качеством яиц дочерей. Так, живая масса матерей в 28-дневном возрасте достоверно коррелировала с массой яиц дочерей в 365 дней жизни (r=0,507, P<0,01). Установлена достоверная корреляционная связь живой массы матерей с абсолютной массой желтка яиц дочерей (r=0,423, P<0,01), абсолютной массой белка (r=0,383, P<0,01), абсолютной и относительной массой его наружного плотным слоя (соответственно r=0,516, P<0,01 и r=0,442, P<0,01).

Заключение. В результате проведенного исследования установлено, что отбор кур во время бонитировки (28 дней жизни) по живой массе влияет на качественные характеристики яиц в последующий продуктивный период. Значения коэффициентов корреляции указывают, что отбор кур по живой массе оказывает большое воздействие на массу белка и главным образом на массу его наружного плотного слоя.

Библиографический список

1. Paraguassu A., Arango J. Breeder management and its relation to commercial chick quality and layer performance // материалы XXIV всемирного конгресса ВНАП, Бразилия, август 2012 г.
2. Рехлецкая Е.К., Мальцев А.Б., Дымков А.Б. Связь показателей продуктивности с дефектами яиц кур мясных кроссов // Инновационные технологии в животноводстве: тезисы докладов междунар. науч.-практич. конф. – Жодино. 2010. – С. 111-113.
3. Ройтер Я. Роль генофонда в создании новых пород и кроссов // Животноводство России. – 2010. – № 1. – С.19-20.
4. Дымков А.Б., Мальцев А.Б., Давыдов В. [и др.] Оценка мясных кур по скорости роста в раннем возрасте // Птицеводство. – 2014. – № 10. – С. 3-4.
5. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б., Раннее прогнозирование продуктивности кур породы плимутрок белый // Эффективное животноводство. – 2018. – № 3(142). С. 38-40
6. Рехлецкая Е.К. Селекция кур породы плимутрок белый кросса "Сибиряк 2С" на повышение выхода инкубационных яиц // Животноводство России в условиях ВТО: от фундаментальных и прикладных исследований до высокопродуктивного производства: материалы междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Орел, 2013. – С. 340-343.
7. Мальцев А.Б., Дымков А.Б. Приемы селекции при создании линии породы корниш // Актуальные проблемы современного птицеводства: материалы X Украинской конф. по птицеводству с междунар. участием. 2009. – С. 236-240.
8. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б, Орехова Л.А. Масса первых яиц для раннего прогнозирования продуктивности кур мясных кроссов // материалы междунар. науч. конф. молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевскис чтения». – Павлодар. 2016. – Т. 24. – С. 273-279.
9. Мальцев А.Б., Дымков А.Б. Оценка родителей по потомкам // Животноводство России. – 2010. – №2. – С. 22-23.
10. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б. Возможность оценки кур породы птимутрок белый по морфологическим показателям // Актуальные направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сб. науч. статей молодых ученых. Омск. 2018. – С. 122-127.

11. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б., Мальцев А.Б. Возможности повышения продуктивных показателей кур мясных кроссов // Актуальные проблемы современного птицеводства: материалы XI Украинской конф. по птицеводству с международным участием. 2010. – С. 187-190.
12. Дымков А.Б., Мальцев А.Б. Оценка молодняка кур материнских линий мясных кроссов по окраске эмбрионального пуха // Актуальные проблемы современного птицеводства: материалы XIV Украинской конф. по птицеводству с международным участием. 2013. – С. 100-104.
13. Мальцев А.Б., Дымков А.Б., Спиридонов И.П. Способ отбора молодняка материнских линий породы плимутрок белый по окраске эмбрионального пуха: метод. наставления. – Омск: ИП. Макшеева Е.А., 2013. – 16с.
14. Егорова А.В. Оценка и отбор молодняка мясных кур родительского стада // Птицеводство. – 2015. – № 4. – С. 2-6.
15. Дымков А.Б., Мальцев А.Б., Рехлецкая Е.К. Некоторые аспекты взаимосвязи живой массы кур с качеством яиц // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы науч.-практич. (очно-заочной) конф. с междунар. участием. – Омск, 2016. – С. 46-50.
16. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / под ред. В.С. Лукашенко. ГНУ ВНИТИП Россельхозакадемии, 2013, – 36с.

Rechleckaya E.K.,
Siberian research Institute of poultry, Omsk

THE INFLUENCE OF THE SELECTION OF CHICKENS FOR BODY WEIGHT AT AN EARLY AGE, THE QUALITY CHARACTERISTICS OF EGGS

In the article correlations of indicators of productivity of hens breed plimutrok. It was found that the selection of chickens during the bonitation (28 days of life) by live weight affects the quality characteristics of eggs in the subsequent productive period. Live weight of mothers has an impact on the quality of eggs daughters.

Keywords: poultry, chickens, live weight, egg mass, protein mass, yolk mass, shell thickness, correlation coefficients.

УДК 636.082.474

Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б.,
Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства –
филиал Омского аграрного научного центра, Омск

ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРЕПЕЛОВ РАЗНОГО ГЕНОТИПА

Перед селекционерами стоит задача накопления, систематизации и создания базы данных по продуктивности перепелов разных генотипов. В статье приведена сравнительная характеристика продуктивности перепелов генофонда Сибирского НИИ птицеводства пород фараон, японская и экспериментального сочетания мясоячного направления продуктивности.

Ключевые слова: птицеводство, перепела, порода, живая масса, мясная продуктивность, половая зрелость, яйценоскость, масса яиц, коэффициенты вариации.

Птицеводство во всем мире развивается высокими темпами. В Российской Федерации, по данным Министерства сельского хозяйства страны, доля мяса птицы в общем производстве мяса составляет 45 %. Однако, большую часть мяса получают от выращивания цыплят-бройлеров. Особое внимание стали обращать на расширение ассортимента продукции птицеводства, важную роль в этом играет перепеловодство. В настоящее время перепеловодство в России и мире, в целом, является востребованной и активно изучаемой отраслью. Продукция перепеловодства пользуется особым спросом – короткий период инкубации яиц, быстрое достижение половой зрелости перепелами позволяет получать до пяти поколений в год. В связи с этой особенностью перепелов очень эффективна селекционная работа с этим видом птицы.

Селекционная работа с перепелами в последние годы направлена на повышение их мясной продуктивности. Отмечается, что селекция перепелов на высокую живую массу и скорость роста перепелов привела к изменению сроков формирования мясной продуктивности. Продук-

тивные качества перепелов яичного направления значительно не изменились. По данным различных авторов перепела имеют следующие показатели продуктивности: яйценоскость составляет до 300 и выше яиц в год при затратах корма от 317 г на 10 штук яиц. Половой зрелости перепела достигают в возрасте 5-6 недель (35-42 дня), а срок достижения 50 % яйценоскости составляет 55 дней. Выводимость перепелиных яиц не менее 76,8 % [1, 2].

Использование двух специализированных пород перепелов – японская и фараон – недостаточно для получения максимальной эффективности производства продукции перепеловодства. Для получения яиц используют породу – японская. Производство мяса перепелов базируется на использовании породы – фараон. Однако ее яйценоскость мала по сравнению с японской, и к тому же резко падает в конце продуктивного периода. Это является сдерживающим фактором широкого использования перепелов в промышленных хозяйствах. В основном производством мяса и яиц перепелов занимаются в крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ) и личных подсобных хозяйствах (ЛПХ).

В Сибирском НИИ птицеводства накоплен большой опыт работы с курами яичных и мясных кроссов, а перепела в строении тела и внутренних органов ничем, кроме размеров, от кур не отличаются. Научными сотрудниками разработан ряд приемов, позволяющих вести селекцию на увеличение мясной продуктивности при сохранении воспроизводительных качеств (в том числе и яйценоскости) на оптимальном уровне. Данные приемы были использованы при реализации плана селекционной работы по созданию «новой» породы перепелов мясо-яичного направления продуктивности [3-5].

В Сибирском НИИ птицеводства селекционируются перепела пород фараон, японская и экспериментальное сочетание мясо-яичного направления продуктивности. Племенная работа велась в соответствии с принятыми методиками и нормативами [6].

Японские перепела – базовая разновидность, от которой произошли многие другие разновидности, так как они обладают высокой яйценоскостью, но при этом малой живой массой. Порода фараон отселекционирована на высокую мясную продуктивность при оптимальной яйценоскости. Значительные колебания живой массы этой породы свидетельствует о перспективах увеличения массы методом селекции [7-10]. «Новая» порода перепелов сочетает оптимальные мясные качества и яичную продуктивность. На начальном этапе самок японской породы скрестили с самцами породы фараон. Полученных гибридов в 28 и 42 дней жизни оценили по живой массе, по яйценоскости за 126 и 308 дней жизни. На основании оценки отобрали группу птицы, сочетающую высокую яйценоскость с оптимальной живой массой и массой яиц. Следующий этап – вводное скрещивание самок (♂ фараон ×♀ японская) с самцами породы фараон, имеющих живую массу в 28 дней жизни не менее 200 г, в 42 дня жизни – 240 г. Полученные гибриды имели долю кровности по породе фараон ¾. Далее в процессе селекции полученный генетический материал размножали «в себе».

С суточного до 28-дневного возраста птица содержалась в групповых клетках. После бонитировки в 28 дней жизни комплектовали селекционные гнезда по живой массе и экстерьеру перепелов. В каждой породе комплектовали по 60 селекционных гнезд при половом отношении 1:4.

Живая масса устанавливалась индивидуально у каждой особи в возрасте бонитировки (28 дней жизни) и в возрасте убоя перепелов на мясо (42 дня жизни). В 42-дневном возрасте с целью установления мясных качеств проведена анатомическая разделка тушек.

Половая зрелость самок устанавливалась по дате снесения первого яйца. Самки оценивались по яйценоскости за периоды 70, 126 и 350 дней. Яйценоскость учитывалась индивидуальным способом, масса яиц – ежедневно до 70 дней жизни, далее один раз в 28 дней в течение трех смежных дней.

Интенсивность яйценоскости рассчитывалась за период 70, 126 и 350 дней жизни индивидуально по каждой самке как отношение количества снесенных яиц за период к количеству дней от даты снесения первого яйца до даты дня окончания периода.

Экспериментальные данные обработаны методом статистики с применением параметрических методов анализа с использованием критериев достоверности Стьюдента [11-13].

По живой массе различия между породами были достоверными. При этом наблюдался сдвиг по этому показателю перепелов «новой» породы в сторону породы фараон, что обусловлено долей кровности по этой породе и селекционным отбором. Так, самцы «новой» породы в 28-дневном возрасте превосходили самцов породы японская на 23,85 % ($P<0,001$), но уступали самцам породы фараон на 12,02 % ($P<0,001$). В 42-дневном возрасте данные различия несколько возросли и составили 26,22 % и 13,75 % ($P<0,001$). В отношении живой массы самок данная тенденция более выражена.

Таблица 1

Живая масса перепелов, г

Показатель	Порода		
	японская	фараон	«новая»
Живая масса в 28 дней, г			
самцы	130	183	161
самки	135	195	175
Живая масса в 42 дня, г			
самцы	164	240	207
самки	193	306	271

Самки «новой» породы в 28-дневном возрасте имели живую массу больше, чем самки породы японская на 29,63 % ($P<0,001$), но меньше по сравнению с самками породы фараон на 10,26 % ($P<0,001$). В 42-дневном возрасте разница соответственно составила 40,41 % и 11,44 % ($P<0,001$) (таблица 1).

По данным бонитировки птицы в 28-дневном возрасте изменчивость живой массы находилась на низком уровне, на что указывают значения коэффициентов вариации (таблица 2).

Таблица 2

Коэффициенты вариации живой массы перепелов в 28 дней жизни, %

Порода	Японская	Фараон	«Новая»
Самцы	9,06	9,69	8,50
Самки	9,71	10,13	8,94

Различия по живой массе определили и по абсолютным показателям, характеризующим мясную продуктивность. Масса потрошеной тушки у самцов «новой» породы больше, чем у самцов породы японская на 27,27 %, но меньше чем у самцов породы фараон на 13,58 %. У самок данная разница соответственно составила 40,46 % и 11,54 %.

Масса мышц груди, бедра и голени являлась определяющим в отношении мясной продуктивности. Так в сумме она составили от массы потрошенной тушки у самцов 47,79-50,35 % и самок – 51,50-53,31 %. В наибольшей степени различия между породами выявлены по массе грудных мышц. Масса грудных мышц самцов «новой» породы больше по сравнению с самцами породы японская на 33,29 %, но меньше, чем у самцов породы фараон, на 16,21 %. Самки «новой» породы превосходили по массе грудных мышц самок породы японская на 46,13 %, но уступали самкам породы фараон на 12,69 %. В отношении разницы по массе бедра и массе голени наблюдалась аналогичная тенденция, но различия менее выражены. Убойный выход у перепелов всех трех пород был практически одинаковый, отмечено небольшое преимущество по данному показателю самок над самцами (таблица 3).

Самки «новой» породы отличались ранним вступлением в яйцекладку. Половая зрелость наступала раньше, чем у самок породы японская на 3,1 дня (P<0,001), породы фараон – на 1,5 дня (P<0,001). Коэффициенты вариации половой зрелости самок были низкими. В отношении сравнения пород выявлена тенденция: чем позже наступала половая зрелость, тем ниже изменчивость данного признака (таблица 4).

Таблица 3

Мясная продуктивность перепелов

Показатель	Порода					
	японская		фараон		«новая»	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Масса потрошенной тушки, г	110	131	162	208	140	184
Убойный выход, %	67,07	67,88	67,50	67,97	67,63	67,90
Масса мышц, г:						
груди	32,08	40,95	51,03	68,54	42,76	57,84
бедра	12,93	16,46	19,36	25,90	16,62	23,61
голени	7,56	10,05	11,18	16,45	9,67	14,37
груди, бедра, голени	52,57	67,46	81,57	110,89	69,05	95,82

Таблица 4

Продуктивность перепелов

Показатель	Порода					
	японская		фараон		«новая»	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Половая зрелость, дн.	47,2±0,2	6,74	45,6±0,3	7,51	44,1±0,3	9,14
Яйценоскость, шт.:						
за 70 дней жизни	21,7±0,21	15,68	21,4±0,33	17,74	24,3±0,40	20,51
за 126 дней жизни	73,2±0,35	7,24	70,8±0,46	10,33	73,4±0,60	10,86
за 350 дней жизни	276,7±0,85	4,52	265,2±1,92	8,19	273,1±1,10	8,40
Интенсивность яйценоскости, %:						
за 70 дней жизни	95,45±0,54	9,10	87,89±1,03	13,34	93,12±0,73	10,16
за 126 дней жизни	92,96±0,37	6,31	88,11±0,51	6,65	89,42±0,55	7,92
за 350 дней жизни	91,38±0,26	4,27	87,10±0,62	8,19	89,16±0,63	7,90
Средняя масса яйца, г:						
за 70 дней жизни	11,7±0,06	8,19	13,5±0,09	7,16	13,1±0,10	10,91
за 126 дней жизни	12,3±0,06	7,24	13,3±0,14	10,33	12,8±0,10	9,82
за 350 дней жизни	12,7±0,07	7,80	13,8±0,11	7,37	13,1±0,10	9,30

Раннее вступление в яйцекладку обусловило превосходство по яйценоскости на этапе оценки за 70 дней жизни самок «новой» породы над самками пород японская (на 2,6 яйца,

P<0,001) и фараон (на 2,9 яйца, P<0,001). При оценке за 126 дней жизни яйценоскость самок «новой» породы находилась на уроне самок породы японская, но была больше, чем у самок породы фараон, на 2,6 яйца (P<0,001). Окончательная оценка по яйценоскости осуществлялась за период 350 дней жизни. Самки «новой» породы по этому показателю уступали самкам породы японская на 3,6 яйца (P<0,01), но превосходили самок породы фараон на 7,9 яиц (P<0,001). Данная разница, выраженная в относительных единицах, составила к породе японская -1,30 %, к породе фараон равна +2,98 %.

Таким образом, по уровню яйценоскости «новая» порода близка к уровню японской. Коэффициенты вариации яйценоскости на этапе оценки за 70 дней жизни были на среднем уровне, что объяснимо разным вступлением самок в яйцекладку: размах вариации по половой зрелости у самок пород 22-23 дня. В дальнейшем изменчивость данного признака снизилась и находилась на низком уровне.

Интенсивность яйценоскости самок «новой» породы на всех этапах оценки превышала таковую сверстниц породы фараон, но уступала самкам породы японская. За период оценки 350 дней жизни по интенсивности яйценоскости самки «новой» породы достоверно отличались от самок пород японская и фараон на 2,22 % и 2,06 % (P<0,01÷0,001).

Аналогичная тенденция отмечена в отношении массы яиц. Масса яиц самок «новой» породы была достоверно выше, чем у таковых породы японская в 70 дней жизни на 11,87 %, в 126 дней – на 4,07 %, в 350 дней – на 3,15 % (P<0,001), но меньше, чем у породы фараон соответственно на 2,96 %, 3,76 % и 5,07% (P<0,01). Коэффициенты вариации массы яиц всех трех пород во всех возрастах были низкими.

Выводы. Продуктивность перепелов пород генофонда Сибирского НИИ птицеводства соответствует нормативу. Созданная на основе пород фараон и японская порода перепелов мясо-яичного направления продуктивности достоверно отличается от исходных пород по живой массе, мясной продуктивности, половой зрелости, яйценоскости и массе яиц.

Библиографический список

1. Саиду С.Ш. Воспроизводительные и продуктивные качества японских перепелов разного происхождения // автореферат дис. ...канд. сельскохоз. наук. – Москва, 2016. – 28 с.
2. Афанасьев Г.Д., Попова Л.А., Еригина Р.А. Сравнительная оценка мясной продуктивности перепелов разного происхождения // Птицеводство. – 2015. – № 4. – С. 31-35.
3. Дымков А.Б., Давыдов В., Мальцев А.Б., Чащина Г. Оценка мясных кур по скорости роста в раннем возрасте // Птицеводство. – 2004. – № 10. – С. 3-4.
4. Мальцев А.Б., Дымков А.Б., Чащина Г. Отбор по статям – важный признак для селекции // Животноводство России. – 2006. – № 8. – С.17-18.
5. Рехлецкая Е.К. Селекция кур породы плимутрок белый кросса «Сибиряк 2С» на повышение выхода инкубационных яиц // Животноводство России в условиях ВТО: от фундаментальных и прикладных исследований до высокопродуктивного производства: материалы междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Орел, 2013. – С. 340-343.
6. Племенная работа в птицеводстве / М-во сельского хозяйства РФ; Россельхозакадемия; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИТИП. – Сергиев Посад, 2011. – 255 с.
7. Джой И. Оценка и отбор племенных перепелов по живой массе // Птицеводство. – 2011. – №3. – С. 39-40.
8. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б. Индексная селекция для оценки перепелов // Инновационные пути развития животноводства XXI века: материалы науч.-практ. (заочной) конф. с международным участием. – Омск, 2015., – С. 199-204.
9. Ройтер Я.С., Джой И.Ю. Пути повышения племенных качеств перепелов породы фараон // Актуальные проблемы современного птицеводства: материалы XIII Украинской конф. по птицеводству с международным участием / под редакцией Ионова И.А. – 2012. – С. 378-382.
10. Дымков А.Б., Рехлецкая Е.К., Орехова Л.А., [и др.] Характеристика экстерьера пород перепелов генофонда Сибирского НИИ птицеводства // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы науч.-практ. (очно-заочной) конференции с международным участием. – Омск. – 2016. – С. 57-60.
11. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 423 с.
12. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
13. Поляничкин А.А. Популяционная генетика в птицеводстве. – М.: Колос, 1980. – 271 с.

Rechleckaya E.K., Dymkov A.B.,
Siberian research Institute of poultry, Omsk

THE PRODUCTIVITY OF QUAILS OF DIFFERENT GENOTYPES

The article presents a comparative characteristic of the productivity of quail genofund of the Siberian research Institute of poultry breeds Pharaoh, Japanese and"new" breed of meat and egg directions of productivity.

Keywords: poultry, quail, breed, live weight, meat productivity, puberty, egg production, egg mass, coefficient of variation.

УДК 619:681.518 (571.56)

Неустроев М.П.[1,2], Тарабукина Н.П.[1], Юров К.П.[3], Петрова С.Г.[1], Эльбядова Е.И.[1], Попов А.А.[1], Павлова А.И.[2],
[1]Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, Якутск,
[2]Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск,
[3]Всероссийский институт экспериментальной ветеринарии, Москва

ИНФОРМАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ БАЗА ДАННЫХ «МЫТ ЛОШАДЕЙ»

В статье рассматриваются способы разработки компьютерной базы данных «Мыт лошадей», позволяющий сократить затраты рабочего времени для освоения предмета студентами техникумов и высших учебных заведений, а также принятия своевременной диагностики, профилактики мыта лошадей с одновременным повышением качества обучения и принятых мер.

Ключевые слова: лошади, мыт, эпизоотология, диагностика, профилактика.

Основной задачей ветеринарной медицины является изучение закономерностей эпизоотического процесса и на ее основе разработка методов профилактики и борьбы с инфекционными болезнями. Важнейшим показателем, влияющим на эффективность профилактических и лечебных мероприятий при инфекционных болезнях является оперативность и качество выполняемых мер ветеринарными специалистами, определяемые степенью квалификации исполнителей, соблюдением необходимых норм, правил методов, инструкций. Однако, в настоящее время сведения об инфекционных болезнях лошадей устарели, новые данные разбросаны по различным литературным источникам.

Одним из путей совершенствования подготовки студентов и повышения квалификации ветеринарных специалистов является разработка и использование компьютерной базы данных. В целях реализации этого пути еще в 2005 г. была сформирована и реализована идея сотрудниками Якутского НИИ сельского хозяйства и Сибирского физико-технического института аграрных проблем Россельхозакадемии создания компьютерной базы данных по инфекционным болезням лошадей табунного содержания.

Сотрудники лаборатории по разработке микробных препаратов Якутского НИИ сельского хозяйства совместно с лабораторией вирусологии Всероссийского института экспериментальной ветеринарии в течение 15 лет (1990-2005 гг.) изучали основные инфекционные болезни лошадей табунного содержания Якутии и разработали меры борьбы и профилактики.

Впервые разработаны, испытаны и утверждены Департаментов ветеринарии МСХ Российской Федерации новые ветеринарные препараты:

- вакцина против мыта лошадей;
- вакцина против сальмонеллезного аборта лошадей;
- препарат «Сахабактисубтил».

Выделены, идентифицированы и депонированы в коллекции штаммов микроорганизмов:

- штамм бактерий «Str. EquiH-34»;

- штаммбактерий «Sal. abortusequiБН-12»;
- штаммбактерий «Bac. subtilisТНП-3» и «Bac. subtilisТНП-5».

Изучены морфологические, культуральные и антигенные свойства новых штаммов микроорганизмов. Определены особенности эпизоотического процесса инфекционных болезней.

Научная новизна результатов исследований подтверждена 8 патентами на изобретения Российской Федерации.

Накопленный материал обобщен и систематизирован в виде информационной компьютерной базы данных «Болезни лошадей Якутии», предназначенной для автоматизированной диагностики и выбора мер профилактики болезней лошадей, которая состоит из следующих разделов: Мыт лошадей; Ринопневмония; Сальмонеллезный аборт; Грипп лошадей; Вирусный артериит; Иммунологические методы и Разработчики. Каждая из болезней представлена в виде общей информации, этиологии, эпизоотологии, клинического диагноза, лабораторной диагностики, профилактики и лечения, литературы, дополнена полноцветными фотографиями и схематическими рисунками.

Подраздел «Общая информация» содержит следующие сведения: основные определения данной болезни, виды восприимчивых животных, географическое распространение и графический материал, который при его активизации можно рассмотреть в увеличенном формате. Подраздел «Этиология» содержит тип возбудителя этой болезни и факторы устойчивости. Подраздел «Эпизоотология» включает в себя виды животных, которые подвержены данной болезни, источники возбудителя болезни, пути заражения и географическое распространение. Подраздел «Клинический диагноз» включает формы заболевания. Подраздел «Лабораторная диагностика» содержит методы выделения возбудителя, идентификация, отбор проб, приведены методические указания по лабораторной диагностике. Подраздел «Профилактика и лечение» включает методы лечения и профилактики, наставления по применению вакцины против болезней, методические рекомендации по ветеринарно-санитарной экспертизе продуктов убоя лошадей и другое. В подразделе «Литература» приведен список используемых источников.

База данных предназначена для работников научно-исследовательских и ветеринарных лабораторий, практических ветеринарных врачей и студентов [1].

В последние 13 лет (2006-2018 гг.) сотрудниками Якутского НИИ сельского хозяйства и ВИЭВ получены новые результаты научных исследований по ринопневмонии, сальмонеллезному аборту, лептоспирозу и мыту лошадей.

В настоящее время результаты анализа литературы и собственные исследования обобщены и систематизированы в виде базы данных «Мыт лошадей». В разработке новой базы данных использовали сведения, включенные в предыдущей работе (раздел «Мыт лошадей»).

В подраздел «Этиология» дополнили данные о возбудителе мыта. Ранее известный штамм бактерий Streptococcusequi«Н-34», используемый для изготовления вакцины, снят из депонирования из коллекции микроорганизмов ВГНКИ ветеринарных препаратов. Подраздел дополнен сведениями о новом штамме бактерий Streptococcusequi«Н-5/1» ВКШМ-Б-14/П, депонированном в 2018 г. Штамм используется для изготовления новой эффективной вакцины против мыта. Идентификация новых штаммов проведена методами молекулярно-генетического типирования и биохимических исследований с тест-системами.

Подраздел «Эпизоотология» включает анализ отчетных данных ветеринарной службы на период 1985-2016 гг. и дополнение собственных исследований.

В подразделе «Лабораторные исследования» приведена методика молекулярно-генетических исследований, которая становится обязательной в системе идентификации микроорганизмов.

Для лечения больных мытом молодняка нами рекомендуется наиболее эффективный и безвредный способ с применением суспензии штаммов бактерий BacillussubtilisТНП-3и BacillussubtilisТНП-5. Эти штаммы обладают выраженной антагонистической активностью в отношении мытного стрептококка и интерферониндуцирующей способностью.

В целях профилактики мыта разработана вакцина из штаммов Streptococcusequi«Н-5/1», в качестве иммуномодулятора использована культуральная жидкость (фугат) штамма бактерий BacillussubtilisТНП-3. Вакцина отличается высокой иммуногенностью и эффективностью (экономической и эпизоотической).

База данных также дополнена новыми результатами по изучению выживаемости во внешней среде и обеззараживания поверхностей, обсемененных мытным стрептококком.

Таким образом, новая компьютерная база данных «Мыт лошадей» обобщает и систематизирует литературные данные предыдущих лет и включает новые результаты исследований за последние 13 лет. База данных будет полезной для преподавателей, научных работников, студентов техникумов, вузов и практических ветеринарных специалистов.

Библиографический список

1. Неустроев М.П., Юров К.П., Тарабукина Н.П., Баишев А.А., Ордахов И.А., Петрова С.Г., Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Волохин А.С. Информационная компьютерная база данных «Болезни лошадей Якутии» // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы междунар. науч.-прак. конф. – Новосибирск: ГНУ СибФТИ СО РАСХН, 2006 г. – Ч. 1. – С. 157-158.

NeustroevM.P.[1.2], TarabukinaN.P.[1],YurovK.P.[3], PetrovaS.G.[1], ElbyadovaE.I.[1], Popov A.A.[1], Pavlova A.I.[2]
[1]Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk
[2]Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk,
[3]All-Russian Institute of Experimental Veterinary Medicine, Moscow

THE COMPUTER DATABASE «STRANGLES IN HORSES»

The article discusses ways to develop a computer database "Strangles in Horses" that allows to reduce the costs of working time for students and technical schools to master the subject, as well as taking timely diagnosis and prevention of Strangles in horses while improving the quality of training and measures taken.

Keywords: horses, strangles, epizootology, diagnostics, prevention.

УДК 620.9:338+631.371

Делягин В.Н., Делягина Н.И.,
Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Разработана имитационная модель производства сельскохозяйственной продукции на многоотраслевой ферме. Данная модель позволяет оценить энергетическую эффективность производства сельскохозяйственной продукции и возобновляемых энергоресурсов на многоотраслевой ферме. Результаты вычислительного эксперимента могут быть использованы при формировании концепции по развитию систем энергообеспечения сельскохозяйственных предприятий применительно к природно-климатическим особенностям зоны Западной Сибири.

Ключевые слова: многоотраслевая сельскохозяйственная ферма, энергетический анализ, системы энергообеспечения, продукционная модель.

Введение

Для определения стратегии развития системы энергоснабжения сельских районов необходимо определить является ли сельскохозяйственное производство энергопотребляющей или энергопроизводящей отраслью экономики. Многочисленные публикации по данному вопросы основывались прежде всего на экономических (стоимостных) показателях эффективности производства возобновляемых источников энергии. Использование рыночных цен

на энергоресурсы во многом осложняется тем, что при формировании цены закладываются прямые и косвенные налоги, не связанные напрямую с рыночной оценкой ресурса. Более объективным методом оценки эффективности производства возобновляющихся ресурсов является энергетический метод [1, 2]. Для реализации энергетического метода оценки эффективности производства сельскохозяйственной продукции, возобновляемых и нетрадиционных энергоресурсов разработана модель энергетических потоков многоотраслевого хозяйства *Agro_farm.*

Цель исследования

Оценка энергетической эффективности производства продукции в агроэкосистеме и определение рациональной структуры потребления и производства энергоресурсов, исходя из принципов максимальной энергетической автономности производства.

Материалы и методы

Основные положения при построении модели многоотраслевой фермы приняты по [1].

Исходные принципы, принятые при построении модели:

– система (ферма, сельскохозяйственное предприятие) стремится к производству экологически чистой сельскохозяйственной продукции, построенному на принципах замкнутого технологического и энергетического цикла;

– производство продукции на ферме должно быть устойчивое в течение длительного времени.

В качестве объекта исследований, в соответствии с исходными положениями и результатами оптимизационных технико-экономических расчетов, выбраны две фермы:

– многоотраслевая ферма (производство свинины – 2000 ц/год и мяса птицы – 220 ц/год с прифермским севооборотом – рожь, пшеница, ячмень, овес, зернобобовые, пропашные, однолетние и многолетние травы (общая площадь 1000 га);

– молочно-товарная ферма на 50 голов с прифермским севооборотом – пшеница 50 га, люцерна – 30 га, свекла – 1га, кукуруза – 30 га, картофель и свекла по 1 га.

Результаты и их обсуждение

Результаты расчетов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Оценка энергоэффективности растениеводства

Наименование	Энергозатраты, МДж	%
Прямые:		40,75
живой труд	11,8	0,0039
расход топлива	41633,0	42,7
электроэнергия и тепло	21408,4	21,96
Косвенные:		51,55
семена	1546,7	1,58
удобрения и ядохимикаты	28436,0	29,17
энергетические средства	4423,7	4,53
Инвестиционные:		7,9
машины	7504	7,6
здания	195	0,2
итого	97460,0	
КЭЭ **растениеводства**	3,18	

Энергетическая эффективность растениеводческого сектора фермы составила 3,18; коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) по многоотраслевой ферме составил 1,54.

Коэффициент энергетической эффективности животноводства во времени изменяется с 0,055 до 0,02 при учете энергии, содержащейся в основных продуктах – молоке и говядине. При учете дополнительной энергии, заключенной в отходах, эта величина изменяется с 0,12 до 0,07.

Таблица 2

Оценка энергоэффективности животноводства

Наименование	Энергозатраты, МДж	%
Прямые	47309734	**44,39**
Электроэнергия	1637959,7	1,54
Нефтепродукты, в том числе:	25023780	23,48
бензин	24041680	22,56
дизтопливо	982100,0	0,92
отопление	17166145	16,11
технологическое тепло	3387323,4	3,18
Косвенные	51563825	**48,38**
корма	47957000	45
мин.удобрения	840000	0,79
Инвестиционные	6493407,3	**6,09**
здания и сооружения	821282	0,78
машины общего пользования	630835	0,59
специализированные машины	5041290,3	4,73
трудовые ресурсы	1214266	1,14
итого	106 581 230	
КЭЭ животноводства	0,0446	

Коэффициент энергетической эффективности растениеводства изменяется с 4-5 до 2-3. Для сравнения: коэффициент энергетической эффективности при производстве тепловой энергии автономными энергоустановками составляет: уголь – 35, газ – 85.

Суммарная установленная мощность электроустановок составила 280 кВт, максимальная потребляемая мощность – 180 кВт; объем электропотребления 900 МВт·ч; время использования максимума нагрузки – T_{MAX} = 5000 ч/год.

Суммарная установленная мощность теплогенерирующих установок составила 1290 кВт, объем потребления тепловой энергии 1950 МВт·ч, время использования максимума нагрузки $T_{MA\,X}$= 1570 ч/год. Объем собственного производства электроэнергии (дизель–электрический генератор) 450-850 тыс. кВт·ч./год.

Ветроэнергетические установки (ВЭС) используются непосредственно в технологических процессах по переработки отходов, водоснабжения, полива. Фотоэлектрические преобразователи используются в коммунально-бытовом секторе. Общий объем выработки составляет 10^5 кВт·ч.

В соответствии с необходимостью дегельминтизации и уничтожения семян сорной растительности в качестве базовой энергетической установки выбрана биогазовая, с производительностью 850-1600 м^3/ч. Объем срабатываемого газа для производства электроэнергии составляет 80-120 тыс. м^3, выработанной электроэнергии 300 тыс. кВт–ч. Солнечные коллекторы используются для целей горячего водоснабжения. Общий объем выработки составил 25-30 тыс. кВт–ч/год.

Общее энергопотребление фермы составляет 9000-10000 Гкал, в т. ч. в стационарных процессах – 2500-3000 Гкал. Структура потребления и производства энергоресурсов представлена на рисунке 1.

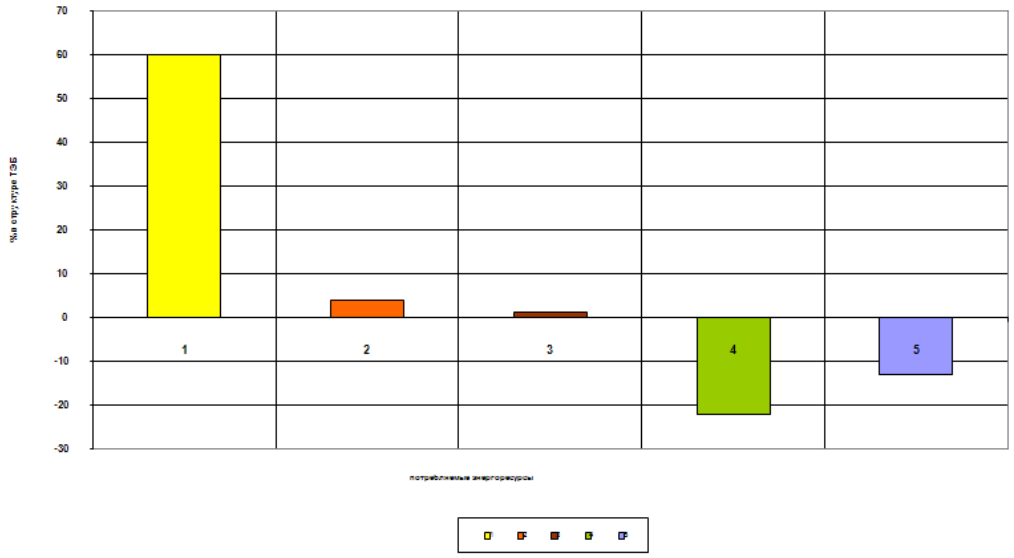


Рисунок 1 – Структура топливо-энергетического баланса на многоотраслевой ферме:
1 – биогаз; 2 – энергия солнца; 3 – энергия ветра; 4 – электроэнергия из сети; 5 – уголь

Полученные цифры обеспечения фермы собственными энергоресурсами (60 %-63%) следует считать предельными для лесостепной зоны Западной Сибири. Объем использования биогаза определен в соответствии с требованиями по обеспечению экологической чистоты производства, энергетической и технологической замкнутости производства сельскохозяйственной продукции. Объем использования (32 %-37 %) внешних энергоресурсов – электроэнергия из сети и уголь – обусловлен необходимостью резервирования источников энергообеспечения. Обеспеченность электроэнергией за счет собственных энергоресурсов составляет около 50 %.

Зависимость энергетической эффективности (продукция животноводства и растениеводства) от изменения потребления конечной энергии представлена на рисунке 2.

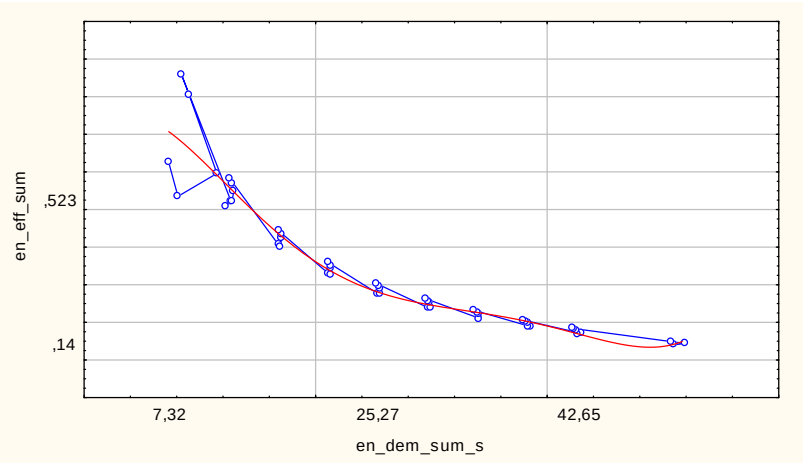


Рисунок 2 – Влияние удельного потребления конечной энергии (***en_dem_sum_s,*** ГДж/га пашни) на энергетическую эффективность производства продуктов питания(***en_eff_sum***)

Увеличение энергопотребления более 12-14 ГДж/га пашни практически не приводит к повышению эффективности производства продуктов питания.

При различных вариантах развития сельскохозяйственного производства за период имитации наблюдается устойчивое во времени снижение энергетической эффективности произ-

водства с 0,8-0,7 до 0,14 при увеличении суммарного потребления конечной энергии (прямые энергозатраты) с 7 до 42 ГДж/га пашни.

Выводы

1. Энергетическая эффективность производства собственных возобновляемых энергоносителей на многоотраслевой ферме существенно – в 8-12 раз – ниже, чем использование традиционных энергоресурсов.

2. Для многоотраслевой фермы лесостепной зоны Западной Сибири предельное самообеспечение собственными энергоресурсами составляет 60 %-63 %.

3. Объем использования биогаза определяется в соответствии с требованиями по обеспечению экологической чистоты производства, энергетической и технологической замкнутости производства сельскохозяйственной продукции.

4. Объем использования внешних энергоресурсов – электроэнергия из сети и уголь – составляет 32 %-37 % общего энергопотребления.

5. Обеспеченность электроэнергией за счет собственных энергоресурсов составляет около 50 % общего потребления.

6. Производство возобновляемых энергоресурсов без должной технологии приводит по истечению ряда лет к резкому снижению энергетической эффективности производства.

Библиографический список

1. Делягин В.Н. Оптимизация параметров систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей (тепловые процессы). – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд–ние. СибИМЭ, 2005. – 240 с.

2. Материалы Международного семинара «Математические модели в теоретической экологии и земледелии» (Полуэктовские чтения). Санкт-Петербург, 14–16 октября 2014 г. – СПб.: АФИ, 2014. – 124 с.

Delyagin V.N., Delyagina N.I.,
Siberian research institute of mechanization and electrification of agriculture
of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

ENERGY EFFICIENCY ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION WITH THE USE OF SIMULATION METHODS

A simulation model of Agro_farm agricultural production on a diversified farm was developed. This model allows us to evaluate the energy efficiency of agricultural production and renewable energy resources on a diversified farm. The results of the computational experiment can be used in the formation of the concept for the development of energy supply systems of agricultural enterprises in relation to the natural and climatic features of the zone of Western Siberia.

Keywords: diversified agricultural firm, energy analysis, energy supply systems, production model.

УДК 631.3.004.58

Криков А.М.[1], Федоров А.Г.[2],
[1]Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская обл.,
[2]Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева
войск национальной гвардии Российской Федерации, Новосибирск

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В статье рассматриваются приемы совершенствования технического сервиса использованием информационных ресурсов в процессе технического обслуживания техники АПК, позволяющие сократить затраты рабочего времени на операции обслуживания с одновременным повышением качества их выполнения.

Ключевые слова: грузовые автомобили, трактора, система информационного обеспечения, техническое обслуживание и диагностирование, совершенствование обслуживания.

Одним из важнейших показателей, влияющих на эффективность техники в АПК, является оперативность и качество выполняемых операций обслуживания, определяемые квалификацией исполнителей, соблюдением необходимой технологии и наличием необходимой для этого нормативно-технической документации. Сложность в том, что исполнителям приходится оперировать многочисленными сведениями по обслуживаемым объектам и средствами их выполнения.

Одним из путей совершенствования организации технического обслуживания (ТО) техники в АПК является использование полного комплекта интегрированной электронной нормативно-технической документации (НТД), а также средств индивидуализированного прогнозирования в процессе непосредственного выполнения операций обслуживания с применением компьютерных средств, способствуя тем самым сокращению временных затрат на ТО и техническое диагностирование (ТД) с одновременным повышением качества их проведения.

В реализации этого пути была сформулирована идея, что составляющие комплекса необходимых информационных ресурсов могут быть интегрированы включением в систему информационной поддержки ТО техники АПК. Поэтому одним из путей совершенствования организации выполнения операций ТО и ТД является использование полного комплекта интегрированной электронной документации, а также средств индивидуализированного прогнозирования. Идеология создания подобной системы была разработана в СибИМЭ и реализована применительно к энергонасыщенным тракторам, условно обозначенная СИОТОТ [1].

Разработка информационной системы, как и любой другой системы, достаточно сложная и трудоемкая задача синтетического характера. Заслуга разработчика – в отборе, компоновке элементов и подсистем для такой системы, в обосновании и формировании функций и способов их выполнения, включая и приемы их реализации на компьютере. Можно для такой системы использовать любой приемлемый/подходящий элемент (в виде своеобразных кирпичей в строительстве, или болтов и шестерен – машинах). Но не исключено и создание совершенно новых элементов и/или подсистем для нее. Разработка подобных систем в отрасли сдерживается, прежде всего, трудностями формализации знаний рассматриваемых предметных областей, отсутствием инженерных методов построения таких систем. Поэтому развитие методологических аспектов создания рассматриваемых систем является одной из актуальных проблем современной инженерной науки. Первоначальным этапом решения этой проблемы является анализ имеющихся результатов создания информационных систем применительно к определенным видам средств механизации в АПК. Ниже приводятся результаты ее решения.

Такие важнейшие составляющие СИОТОТ, как посты, участки, виды и операции ТО и ТД, размещение и используемые оборудование, приборы, приспособления применимы для энергонасыщенных тракторов. Предметом исследований при ее разработке являются системно-структурные составляющие компонентов НТД и их взаимосвязи в процессе выполнения комплекса операций обслуживания тракторов. В СИОТОТ произведено взаимоувязывание всех компонентов системы нормативно-технической полнокомплектной документации и методических положений по выполнению комплекса операций ТО и ТД рассматриваемых моделей тракторов, в том числе и имеющиеся в публикациях технологических карт (ТК) по ТО и ТД тракторов К-700. Она включает в себя также комплекс компьютерного индивидуализированного прогнозирования основных параметров технического состояния узлов и агрегатов тракторов, разработанный на основе известной методики Михлина В.М. и реализуемой семейством номограмм.

В области технического обслуживания грузовых автомобилей (ТОГА) подобные вопросы рассматривались лишь фрагментарно [2, 3, 4]. Поэтому разработка соответствующей информационной системы (ИС) в отношении грузовых автомобилей (с аббревиатурой СИЭДиИП ТОГА) была осуществлена на примере грузовых автомобилей четырех моделей типа КамАЗ, широко используемых в АПК [5]. СИЭДиИП ТОГА – это, прежде всего, система интегрированной НТД и индивидуализированного прогнозирования основных параметров техни-

ческого состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей (ГА), а не только система информационно-знаниевой поддержки выполнения операций обслуживания.

Методологически СИОТОТ и СИЭДиИП ТОГА похожи, но не более. Исследования по разработке СИЭДиИП ТОГА внешне как бы одинаковы с СИОТОТ, а содержание их совершенно другое. При разработке СИЭДиИП ТОГА усовершенствована, упрощена, адаптирована и модернизирована [6, 7]. Рассмотрим эти аспекты подробнее.

Состав задач по исследованиям в СИЭДиИП ТОГА относится к грузовым автомобилям. При этом сформулированы актуальные задачи исследований. Решены новые задачи по обоснованию требований к СИЭДиИП в обеспечении технологий выполнения операций ТО и ТД грузовых автомобилей, по разработке технологического руководства по выполнению операций ТО и ТД ГА с использованием СИЭДиИП. Они весьма актуальны.

С помощью СИЭДиИП ТОГА решена новая задача – совершенствование организации процесса ТО ГА улучшением приемов и сокращением затрат времени оперирования НТД на основе метода прогнозирования основных параметров технического состояния узлов и агрегатов, применением системы интегрированной электронной нормативно-технической полнокомплектной документации и приемов индивидуализированного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов автомобиля новым усовершенствованным методом.

На примере СИЭДиИП ТОГА в сравнении с СИОТОТ методом научной аппроксимации осуществлен перенос знаний из одного объекта в другой. СИЭДиИП ТОГА вообще не существовало. Кроме того, использовался принцип горизонтальной интеграции информационного фонда с фондом, ранее сформированным в СибИМЭ для СИОТОТ.

СИЭДиИП ТОГА – система применительная к грузовым автомобилям. Отсюда такие ее составляющие как посты, участки, виды и операции ТО и ТД, размещение и используемые оборудование, приборы, приспособления, применимы только для рассматриваемых моделей грузовых автомобилей КамАЗ.

Предмет исследований в СИЭДиИП ТОГА – системно-структурные составляющие компонентов НТД и их взаимосвязи в процессе выполнения комплекса операций обслуживания грузовых автомобилей.

При разработке данной системы, в отличие от тракторов [6, 7], дополнительно обоснованы новые требования к разработке СИЭДиИП с учетом полноты компонентов и уровня подготовленности ее пользователей, возможностей ее дальнейшего развития и модернизации.

В структуре СИЭДиИП ТОГА, в сравнении с СИОТОТ, нормативно-технический материал (НТМ) систематизирован и выстроен по другим методу, принципу и содержанию. Так, разделены фрагменты НТМ, что упрощает оперирование ими, позволяет лучше и проще его просматривать. Нормативно-документальный материал менее загружен ненужным НТМ на определенном текущем этапе просмотра.

Состав и, в особенности, структура основных блоков – другие, отличающиеся от СИОТОТ на 33 %. СИЭДиИП ТОГА включает актуальные на сегодняшний день дополнительные блоки (для рассматриваемых авто): «Основные регулировочные параметры узлов и агрегатов», «Запасные части и их взаимозаменяемость», «Основные нормы времени на операции ТО и ТД автомобилей».

В исследованиях СИЭДиИП ТОГА осуществлены анализ и обзор оснащенности АПК (в частности хозяйств Новосибирской области) грузовыми автомобилями и сделан выбор их марок, наиболее широко используемых.

В СИЭДиИП ТОГА на основе методов разработки СИОТОТ произведено взаимоувязывание всех компонентов системы нормативно-технической полнокомплектной документации и методических положений по выполнению комплекса операций ТО и ТД грузовых автомобилей, при этом отсутствующие компоненты разработаны заново, а вычислительные операции компьютеризированы и автоматизированы. Так разработан заново (с нуля) комплекс из 282 технологических карт (ТК) выполнения операций ТО и ТД по четырем моделям автомобилей КамАЗ, практически не имеющихся в пользовании, вообще, по КамАЗ, но разнящийся по структуре и содержанию от ТК в СИОТОТ. При этом полный состав видов

и операций ТО взаимоувязаны с операциями ТД с полным комплектом составляющих, используемых при обслуживании компонентов (отраженных в информационной модели и основных блоках системы) систематизированы и корректно увязаны применительно к грузовым автомобилям КамАЗ.

СИЭДиИП ТОГА включает в себя разработанный комплекс компьютерного индивидуализированного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей (а СИОТОТ – только по тракторам), способствующий повышению точности и уменьшению трудоемкости расчетных операций прогнозирования, формирующий рекомендации по корректировке состава технических воздействий на обслуживаемый грузовой автомобиль (по обеспечению его работоспособности) и по изменению состава операций Д-1 и, соответственно, ТО-1, путем ввода в него дополнительных операций ТД индивидуально по каждой машине.

Показатель степени функции изменения параметра состояния агрегата, узла, кинематической пары (в методике Михлина В.М. – параметр α) для грузовых автомобилей, в частности, для грузовых автомобилей КамАЗ, в источниках литературы отсутствует. Общеприемлемой методики выбора «α» тоже не существует. В разработанном комплексе компьютерного индивидуализированного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов ГА показатель «α», отличающийся для каждого прогнозируемого параметра, определен приемлемым коэффициентом для грузовых автомобилей КамАЗ из обобщенной таблицы значений таких показателей, представленных в методических указаниях по прогнозированию технического состояния машин Михлина В.М., Сельцера А.А. [8].

Аналогично СИОТОТ, первоисточником для прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов грузового автомобиля является метод Михлина В.М. Комплекс компьютерного индивидуализированного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов грузового автомобиля разработан на основе семейства сложнейших номограмм Михлина В.М. и основ технических измерений по вопросам диагностики и прогнозирования технического состояния сельскохозяйственных машин при известной наработке от начала эксплуатации. Отсюда методология, методы исследования и способ с производными формул расчетов совпадают. Алгоритмическая часть таких решений носит общий характер.

При этом исходные данные (параметры) по прогнозированию сформированы только для грузовых автомобилей, соответственно разработан мини-банк исходных данных применительно к рассматриваемым моделям КамАЗ. Эти данные (параметры) систематизированы и корректно увязаны известным методом Михлина В.М.

Разработанная информационная модель СИЭДиИП ТОГА позволила произвести подбор подходящих и новых элементов/блоков для нее, в сравнении с СИОТОТ [9, 10].

По грузовым автомобилям КамАЗ завод-изготовитель не определяет порядок и систематизированный перечень выполнения операций ТО и ТД во взаимосвязи, а тем более по приемам прогнозирования соответствующих параметров для этого. В источниках литературы содержится не более 50 % этой информации, и она разрознена и не приспособлена к дополнениям и изменениям конструкции грузовых автомобилей и операций их ТО и ТД.

СИЭДиИП ТОГА обобщает и интегрирует диагностируемые параметры грузовых автомобилей КамАЗ. Параметры разные и некоторых из них нет в принципе, а большая часть практически недоступна. Для реализации задач по создании СИЭДиИП ТОГА, исходя из целей и характера фактического материала, использовались: методология системного подхода; синтез информационных систем; организационные основы ТО и ТД в среде информационных систем; приемы электронных таблиц; принцип горизонтальной и информационной интеграции; принцип аналогий.

По данной методологии, методам исследования и способам реализации системы в отношении грузовых автомобилей, в т. ч. СИОТОТ относительно тракторов, данная область исследований в перспективе способна перейти в инженерную сферу.

Создание и построение ИС основывается также на работе Федоренко В.Ф. «Научно-информационное обеспечение инновационного развития в сфере сельского хозяйства» [11].

Из представленного обзора усматривается, что одной из актуальных работ современной сельскохозяйственной инженерной науки является совершенствование выполнения операций обслуживания техники АПК на основе информационной поддержки их выполнения путем создания обобщенной специализированной информационной системы (СИС), в которой одновременно рассматривались бы как множество видов средств механизации, так и их модели в парке машин АПК. Отдельные блоки СИС аналогичны соответствующим блокам СИОТОТ и СИЭДиИП ТОГА, а некоторые предстоит разработать на иных приемах формирования. Аспекты взаимосвязи между элементами СИС нуждаются в специальном рассмотрении.

Библиографический список

1. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Формирование многоуровневой информации для технической диагностики и технического обслуживания энергонасыщенных тракторов // Вестник НГАУ. – 2012. – № 2. – С. 112.
2. Иванов Н.М., Немцев А.Е., Криков А.М., Коротких В.В., Бердникова Р.Г. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири: учебно-методическое пособие. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ, 2012. – 108 с.
3. Пухов Е.В., Комаров Я. В. Разработка информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом транспортных и технологических машин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования, Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – Москва, 2016. – №5 (75). – С. 35-39.
4. Федоров А.Г. Информационные системы поддержки принятия решений в системе технического обслуживания автомобилей АПК // Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: материалы X междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: УГЛТУ. – С. 92-94.
5. Криков А.М., Федоров А.Г. Разработка системы информационного обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК // Труды ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 2012. – Т. 112, – Ч. 2: Техническое обслуживание. Ремонт. – С. 48-50.
6. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Требования к системе информационной поддержки технической диагностики и технического обслуживания энергонасыщенных тракторов // Труды ГОСНИТИ. – М.:ГОСНИТИ, 2012. – Т. 110. – Ч. 1. – С. 135.
7. Криков А.М., Федоров А.Г. Информационное обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК // Биосферные основы земледелия в XXI веке: материалы междунар. науч.-техн. интернет конф. – Киев: Укр. НДПІВТ ім. Погорілого, 2015. – http://www.ndipvt.com.ua/.
8. Михлин В.М., Сельцер А.А. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. – М.: ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. – 216 с.
9. Федоров А.Г. Разработка информационной модели системы информационной поддержки технического обслуживания грузовых автомобилей АПК // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы рег. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. – Новосибирск: НГАУ, 2013. – С. 4-8.
10. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Разработка информационной модели системы технического обслуживания и диагностики // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: сб. докл. XI междунар. науч.-практ. конф. – М.: Россельхозакадемия. ГНУ ВИМ. 2010. – Ч. 2. – С. 205.
11. Федоренко В.Ф. Научно-информационное обеспечение инновационного развития в сфере сельского хозяйства. – М.: Росинформагротех, 2011. – 368 с.

Krikov A.M.[1], Fedorov A.G.[2],
[1] Siberian research institute of mechanization and electrification of agriculture of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,
[2] Federal public state military educational institution of the higher education Novosibirsk military institute of a name of the general I.K. Yakovlev of troops of national guard of the Russian Federation, Novosibirsk

INFORMATION SUPPORT OF PROCESSES OF MAINTENANCE OF EQUIPMENT IN THE SPHERE OF AGRICULTURE

In article the methods of improvement of technical service of agrarian and industrial complex with use of information resources in the course of maintenance of equipment of agrarian and industrial complex allowing to reduce costs of working hours of operations of service with simultaneous improvement of quality of their performance are considered.

Keywords: trucks, tractor, system of information support, maintenance and diagnosing, service improvement.

УДК 631.3; 631.17:001.4

Криков А.М., Коротких В.В.,
Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

РАЗДЕЛЕНИЕ ТЕКСТОВ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН НА ФРАГМЕНТЫ

Представлен прием разделения текстов публикаций по технической эксплуатации машин на фрагменты и результаты его реализации на примере актуализированного в различных форматах цифрового кодирования набора девяти публикаций по технической эксплуатации машин. Для разделения публикаций используются средства текстового редактора Word и пакета FineReader. Разделенные фрагменты в виде отдельных файлов размещаются в специально формируемой системе директорий компьютера.

Ключевые слова: нормативно-технический документ, публикация, техническая эксплуатация машин, разделение текста на фрагменты, система директорий, электронный контент.

Одним из путей совершенствования технической эксплуатации машин (ТЭМ) является оперирование электронными версиями нормативно-технической документации, распространяемой в виде многочисленных публикаций. Приемы формирования, систематизации и интеграции электронных контентов таких публикаций рассмотрены в ряде работ [1-5]. В дополнение к ним разработан подход, в котором публикации разделяются на совокупности их смысловых фрагментов – частей, и такие части размещаются в поддиректориях в виде отдельных файлов. Можно ожидать, что при этом пользователю удастся с меньшим расходом времени отыскать нужные компоненты знаний и данных в представленном массиве публикации. Так как в данном случае публикации представляются в виде определенного набора смысловых частей и соответствующих файлов, потребуется дополнительно затратить труд как на разделение публикации на части, так и на их размещение в поддиректориях. Однако эти издержки оправдываются эффектом от реализации предлагаемого приема.

Для реализации рассматриваемого подхода необходимо:

1) сформировать на компьютере систему директорий, состоящую из заглавной директории и ее поддиректорий;

2) подобрать набор публикаций по рассматриваемой тематике и актуализировать их или использовать доступные электронные версии нужных публикаций;

3) произвести разделение актуализированных публикаций на смысловые части – фрагменты;

4) расставить сформированные части публикаций по поддиректориям;

5) осуществить анализ поддиректорий по оценке их заполненности файлами частей публикаций и, при необходимости, произвести переформирование поддиректорий удалив незаполненные и объединенив мало заполненные.

При выполнении перечисленных пунктов, кроме п. 3, ориентировались на методические приемы, представленные в [5].

Обратимся теперь к методике выполнения п. 3.

Авторы инженерно-технической публикации обычно разделяют ее на части в виде разделов и глав. Поэтому был использован этот устоявшийся прием разделения публикации и в качестве ее частей рассматривались главы, а при их отсутствии – другие укрупненные части. В соответствии с этим I-я публикация с наименованием $П_I$ представляется в виде:

$$П_I = < Г_1(П_I), Г_2(П_I), \ldots, Г_N(П_I) >,$$

где $Г_1, Г_2, \ldots, Г_N$ – наименования 1-й, 2-й, …, N-й глав публикации $П_I$.

Актуализированные публикации могут быть представлены в различных форматах цифрового кодирования.

В случае использования текстового редактора Word формирование файлов для частей публикаций не представляет особой сложности и осуществляется средствами самого текстового редактора. В других случаях решить данную задачу можно средствами системы распознавания символов на компьютере. Мы имеем в виду пакет FineReader. В частности, можно оперировать приемами физического разделения первоначального файла на части исключением некоторых его частей имеющимися средствами названного пакета. В этом случае исходный файл вводится в пакет. Затем файл представляется в виде набора N файлов. Если начало главы размещено не в начале, а в средней части страницы, такая страница включается в два смежные фрагмента публикации с последующим удалением лишних частей страницы.

Реализация приема носит рутинный характер, и подробности здесь не описываются. Заметим лишь, что для отработки рассматриваемого приема использованы девять актуализированных публикаций по тематике технической эксплуатации машин.

При реализации описанного приема использованы следующие процедуры.

1. Файлы электронных версий публикаций размещаются в директории с условным наименованием «ЭВП ТЭМ», где ЭВП – аббревиатура слов «электронные версии публикаций».

2. В указанной директории формируются поддиректории, отражающие направления деятельности, по которым на компьютере представляются подготовленные электронные версии публикаций.

3. Все файлы директории «ЭВП ТЭМ» размещаются в зависимости от содержания контента публикации по сформированным поддиректориям.

4. Если содержание фрагмента публикации отражает материалы, которые можно отнести к двум и более поддиректориям, дополнительно формируется ярлык его наименования, который затем копируется в повторяющуюся (или повторяющиеся) по содержанию поддиректории, оставляя сам фрагмент публикации в поддиректории, соответствующей смыслу первоначальной части его наименования.

5. Аналогично п. 2 в некоторых поддиректориях формируются директории нижестоящих уровней и, в соответствии с этим, размещаются необходимые файлы фрагментов публикаций.

6. После размещения всех сформированных файлов с фрагментами публикаций производится оценка степени наполненности поддиректорий, и удаляются те, которые не содержат файлов, а при наличии мало заполненных смежных поддиректорий можно осуществлять их переименование и объединение с последующим перемещением файлов публикаций в объединенные поддиректории.

Для выполнения вышеописанных действий был отобран вполне представительный набор публикаций. Для оперирования соответствующими им файлами сформированы краткие наименования самих публикаций (таблица 1).

Каждая из указанных публикаций была разделена на смысловые фрагменты с наименованиями, представленными заголовками частей самих публикаций. Количество сформированных фрагментов публикаций приведено в 2-й колонке таблицы 1. Общее число сформированных смысловых фрагментов равно 212. Таким образом, взамен девяти публикаций пользователю можно представить 212 смысловых фрагментов, что в значительной мере (более, чем в 10 раз) сокращает затраты времени специалиста на отбор и просмотр нужных контентов знаний из представленных публикаций.

Возвращаясь к смысловым фрагментам, заметим, что в качестве их наименований были взяты названия разделов или подразделов публикации. Такие названия авторами публикаций присваиваются зачастую в контексте содержания окружающего текста публикации, что позволяет читателю домыслить и внести определенный смысловой нюанс путем присоединения контекста к наименованию фрагмента. В то же время фрагменты, формируемые в виде самостоятельно используемых контентов, будут рассматриваться в автономном, самостоятельном виде. В силу этого возможны противоречивые ситуации их восприятия. Для устранения таких ситуаций произведена корректировка первоначально сформированных наименований фрагментов. В целом этот аспект нуждается в специальном рассмотрении.

Таблица 1

Перечень фрагментированных публикаций

Публикация	Количество фрагментов
Практикум по ремонту машин. Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина.– М.: КолосС, 2009. – 327 с. Краткое наименование (КН) – Практикум по ремонту машин Пучин Е.А. и др. 2009	44
Восстановление деталей машин: Справочник. Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с. КН – Восстановление деталей. Справочник Пантелеенко Ф.И. и др. 2003.	49
Ли Р.И. Технологии восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники: учеб. пособие. – Липецк: ЛГТУ, 2014.-379 с. КН – Ли Р.И. Восстановление и упрочнение деталей автотракторной техники 2014	28
Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с. КН – Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей. 2003	14
Денисов А.С., Гребенников А.С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие для высш. проф. образования. – М.: Академия, 2012. – 272 с. КН – Денисов А.С. и др. Практикум по технич. эксплуатации авто 2012.	19
Кузнецов Л.В. Топливо и смазочные материалы. – М.: Колос, 2007. – 199 с. КН – Кузнецов Л.В. Топливо и смазочные материалы. 2007	15
Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для высш. учеб. заведений. А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Академия, 2008. – 432 с. КН – Диагностика и техническое обслуживание машин. Ананьин А.Д. и др. 2008	12
Каня В.Л., Пономаренко В.С. Эксплуатационные материалы [Электронный ресурс]: курс лекций. – Омск: СибАДИ, 2015. КН – Каня В А. Эксплуатационные материалы. 2015.	23
Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В.. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей: Учебное пособие. – Уфа: БГАУ, 2008. – 240 с. КН – Габитов И.И. и др. ТОиТД топл. аппар. дизелей 2008	8

Для размещения сформированных фрагментов публикаций на основе имеющейся базовой структуры информационного пространства [6] на компьютере организованы директории с наименованиями следующих четырех подпространств:

ВЕЩЕСТВА. МАТЕРИАЛЫ И МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ;

ИНСТРУМЕНТЫ. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ. ПРИБОРЫ. СТЕНДЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ;

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ. КАДРЫ;

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН.

Для каждой из указанных директорий сформированы поддиректории с наименованиями, в качестве которых использованы наименования областей соответствующих подпространств базовой структуры. Так, для подпространства «ВЕЩЕСТВА. МАТЕРИАЛЫ И МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ» в качестве фрагментов наименований поддиректорий были выбраны:

Газы и жидкости;

Другие материалы;

Заготовки деталей и материалы. Металлоизделия;

Клеящие материалы;

Книги по материалам;

… … …

Топливо и смазочные материалы;

Хранение и экономия материалов.

В целях более полной детализации информационного пространства по каждой области сформированы поддиректории с наименованиями, соответствующими подобластям базовой структуры. Таким же образом сформированы поддиректории с наименованиями зон информационного пространства по каждой подобласти.

Результаты привязки сформированных смысловых фрагментов к узлам информационного пространства приведены в таблице 2.

Разделение публикаций на смысловые фрагменты в значительной мере сокращает необходимый объем просматриваемого пользователем контента нормативно-технической документации, что в значительно сократит затраты времени специалиста на отбор и просмотр нужных контентов знаний из представленных в электронном формате публикаций. Имеющиеся в персональных компьютерах общеизвестные средства оперирования электронными контентами публикаций позволяют осуществить их разделение на смысловые фрагменты.

Таблица 2

Результаты привязки сформированных смысловых фрагментов к узлам информационного пространства

Наименование узла	Количество привязанных фрагментов
Безопасность и экология в ТЭМ	1
Газы и жидкости	7
Другие материалы	1
Инженерно-техническая служба технической эксплуатации машин	7
Клеящие материалы	1
Книги по материалам	6
Книги по технической эксплуатации	8
Лакокрасочные материалы	2
Нормирование потребности материалов	2
Общие вопросы технической эксплуатации машин	6
Операции и технологии в технической эксплуатации машин	9
Организация производства	4
Органические вещества	1
Ремонт машин	27
Система эксплуатации машин. Система технического обслуживания и ремонта машин	3
Смазочные материалы и средства	7
Техническая диагностика машин	15
Технические жидкости	7
Техническое обслуживание	11
Топливо и смазочные материалы	51
Хранение техники	1
Хранение и экономия материалов	1
Экономика и планирование технической эксплуатации машин	1

В ходе привязки сформированных смысловых фрагментов к узлам информационного пространства возникли сложности с оперированием привязанных фрагментов, вытекающие из имеющихся ограничений операционной системы компьютера на длину имени пути их размещения в поддиректориях. Имеются две пути преодоления данного ограничения.

Первый путь – формирование наименований иерархических составляющих структуры информационного пространства, включая оперируемые подпространства, области, подобласти, зоны и имена самих фрагментов. Второй путь связан со снятием указанного ограничения операционной системы компьютера.

Библиографический список

1. Криков А.М., Немцев А.Е., Лялякин В.П. Электронный корпус текстов публикаций ГОСНИТИ – СибИМЭ по технической эксплуатации сельскохозяйственной техники: тр. ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 2013. – Т. 112. – Ч. 2. – С. 77–80.
2. Криков А.М., Немцев А.Е., Коротких В.В. К интеграции знаний по технической эксплуатации сельскохозяйственной техники // Тр. ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 2013. – Т. 113. – С. 148–151.
3. Иванов Н.М., Криков А.М., Немцев А.Е., [и др.]. Электронный корпус текстов публикаций по технической эксплуатации сельскохозяйственной техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 4. – С. 27–30.
4. Криков А.М., Коротких В.В. Методика формирования объединенных списков литературы для коллекций публикаций // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 118–122.
5. Криков А.М., Иванов Н.М., Коротких В.В. Систематизация и интеграция знаний и документации по технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. Монография. Новосибирск, 2017. – 176 с.
6. Криков А.М., Немцев А.Е., Деменок И.В. Структуризация информационного пространства инженерно-технического обеспечения АПК // Аграрно-экономическая наука в решении проблем агропромышленного производства: прошлое, настоящее, будущее: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2005.– С. 283–287.

Krikov A.M., Korotkih V.V.,
Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk region

DISSECTION OF THE TEXTS OF PUBLICATIONS ON TECHNICAL OPERATION OF CARS ON FRAGMENTS

Describes a method of dissection of the texts of publications on technical operation of cars on fragments on the computer and the results of its implementation on the example of actualized in a variety of formats for digital coding of a set of nine publications on technical operation of machines. To dismember the publication uses the tools of the text editor Word and FineReader batch. The dismembered fragments as separate files are placed in a specially formed system directories of your computer.

Keywords: normative-technical document, publication, technical operation of machinery, the dismemberment of a text into fragments, the system directories, e-content.

УДК 004.6:63:001.891(470)

Чавыкин Ю.И.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московская обл., р.п. Правдинский

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И УЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР НАУЧНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Представлены принципы организации работ по формированию учета результатов интеллектуальной деятельности (РИД) в Минсельхозе России на основе гармонизации нормативно-правовых актов Российской Федерации в сфере управления правами на результаты интеллектуальной деятельности. Впервые предложено решение задачи представления удаленного доступа к фактографической БД с алгоритмом действий по корректиров-

ке форм интерфейсов поиска и вывода данных с использованием ПО «Web-ИРБИС». Разработан модуль преобразования данных для экспорта в модуль «Web-ИРБИС» с возможностью индексации полей и формированием специализированного рубрикатора. Сервисы поискового интерфейса позволяют пользователю произвести сложный поиск по ключевым словам, виду РИД, году регистрации НИР, исполнителю НИОКР. Данная разработка позволяет эффективно и оперативно разрабатывать структуру БД для структурирования и формирования информационных ресурсов. С использованием разработанного сервиса на основе ПО «Web-ИРБИС» в среде Интернет размещена БД НИОКР Минсельхоза России – (http://89.222.235.178/cgi-bin/WebIrbis3/ Search1.exe? C21COM =Enter&I21DBN=pmsx).

Ключевые слова: результат интеллектуальной деятельности, база данных, права на результаты интеллектуальной деятельности, результат научно-технической деятельности, государственный заказчик, исключительные права, правовая охрана, лицензионный договор, информационно-аналитическая система, мониторинг, научно-информационное обеспечение.

В стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 указывается на необходимость формирования эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, развитие наукоемкого бизнеса путем:

- создания условий, обеспечивающих взаимовлияние науки и общества посредством привлечения общества к формированию запросов на результаты исследовательской деятельности;
- формирования инструментов поддержки трансляционных исследований и организации системы технологического трансфера, охраны, управления и защиты интеллектуальной собственности, обеспечивающих быстрый переход результатов исследований в стадию практического применения.

Создание и использование РИД является ключевым моментом оценки результативности научной организации, где учитываются общее количество научных, конструкторских и технологических произведений, выпущенной конструкторской и технологической документации, количество созданных РИД, количество использованных РИД, а также финансовые результаты коммерциализации РИД.

При учете результатов НИОКР анализируются данные государственных информационных систем, имеющих государственную правовую охрану, подтвержденные актами использования и внедрения, переданные по договору об отчуждении, внесенные в уставной капитал организации.

К основным мероприятиям для стимулирования НИР АПК и эффективного использования РИД являются:

- обеспечение на системной основе согласование тематики НИР научных организаций и вузов;
- содействие развитию исследовательской и инновационной инфраструктуры в АПК, разработке и реализации программы повышения глобальной конкурентоспособности аграрных вузов;
- обеспечение научно-методической и информационно-аналитической поддержки использования результатов, включая разработку отраслевых технологических дорожных карт по ключевым направлениям научно-технологического развития АПК;
- формирование системы мониторинга научно-технологического развития АПК с использованием ресурсов системы федерального статистического наблюдения;
- стимулирование продажи и покупок лицензий на российском рынке лицензий, включая налоговые льготы на стадиях коммерциализации интеллектуальной собственности;
- совершенствование информационных технологий для гармонизации ресурсов как федерального, так и отраслевого уровня при формировании среды учета РИД и предоставлении доступа экспертам, инвесторам и специалистам АПК к необходимым данным для коммерциализации НИОКР.

С 2006 г. в Минсельхозе России проводятся работы по созданию информационных систем для организации государственного учета результатов научно-технической деятельности

(РНТД), объектов интеллектуальной собственности (РИД). При создании системы учета РНТД использовались отчетные материалы по государственным контрактам Минсельхоза России со всеми организациями как Минсельхоза России, так и учреждениями других министерств и ведомств, выигравшими право на ведение НИР. Методическое обеспечение системы, включает комплекс методик: сбора информационных ресурсов (ИР) в области сельского хозяйства, их систематизации и структурирования для приведения к единой форме, хранения в специализированной БД; процедур получения первичных материалов от исполнителей НИОКР; процедур системного обмена ИР в единой информационно-технологической среде. [1, 2].

С 2011 г. в ФГБНУ «Росинформагротех» размещена и формируется БД НИОКР МСХ (http://snti.rosinformagrotech.ru) с функцией удаленного доступа к полнотекстовым отчетам НИР, выполненных по заказу Минсельхоза России. БД зарегистрирована в Роспатенте (№ 2013621411) и в ней размещены данные о 245 контрактах, выполненных по заказу Минсельхоза России. Для удобства пользователей при поиске документы структурированы по рубрикам Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ) и виду документа. Пользователь имеет возможность выбора интересующего его направления (рубрики) с переходом к описаниям контрактов. Для получения доступа к файлу с полным текстом документа пользователю необходимо отправить запрос, на основании которого формируется заявка, и при положительном решении активируется ссылка доступа к полнотекстовому отчетному документу НИОКР из Личного кабинета пользователя [3, 4].

Во исполнение приказа Минсельхоза России от 28 февраля 2014 г. № 61 разработана «Система сбора данных о результатах интеллектуальной деятельности в БД РИД Минсельхоза России» зарегистрирована в Роспатенте 21.04.2016 № 201661438012 и размещена на сайте ФГБНУ «Росинформагротех». Система сбора обладает интерактивными функциями сбора данных о РИД (более 40 полей). Функции системы обеспечивают удаленную авторизацию различных категорий пользователей. Интерфейс ввода данных содержат сведения о распределении прав на объект учета; о состоянии правовой охраны объекта учета, регистрационный номер в Единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (ЕГИСУ НИОКТР), а также данные описания РИД. Функции системы позволяют сформировать различные диаграммы и таблицы для статистического анализа данных о РИД, по типам правовой защиты, видам РИД по каждому департаменту Минсельхоза России заказчику НИОКР.

Для экспертного анализа характеристик результата НИОКР разработан сервис удаленного представления дополнительной полнотекстовой информации. В формат вывода данных из БД включена ссылка на полнотекстовый документ свидетельства РИД в PDF-формате. Доступ к этому документу позволяет получить эксперту дополнительные сведения для принятия решения об эффективности разработки и возможности ее дальнейшей коммерциализации. По каждому включенному в БД результату НИОКР содержатся сведения и характеристики в объеме, достаточном для оценки принципиального технологического решения специалистами. БД РИД Минсельхоза России представлена в открытом доступе на сайте ФГБНУ «Росинформагротех» (http://89.222.235.178/cgi-bin/WebIrbis3/Search1.exe?C21COM= Enter& I21DBN=read).

Для учета результатов НИР, выполненных по заказу Минсельхоза России до 2014 года, создается единая БД НИР, где будут объединены данные из БД РНТД и БД РИД с возможностью доступа пользователей к полнотекстовым отчетам о НИР, описаниям патентов и свидетельств РИД (рисунок 1). Для эффективного использования БД НИР в среде Интернет поисковые функции «Web-ИРБИС» имеют функции формирования списков терминов, при выборе которых будет проводиться дальнейший поиск в БД. Функции системы позволяют выполнять сложный поиск с возможностью поиска по нескольким полям одновременно. С использованием поля с сокращенным названием организации можно выполнить выборки по типу организации (ГНУ, ФГБНУ и др.) с дальнейшими фильтрами по годам, ключевым словам и др. Для расширения зоны поиска используются функции морфологического усечения, позволяющие не учитывать окончания слов [5]. В списке поисковых терминов представлены ключевые слова, встречающиеся в описании технологии.

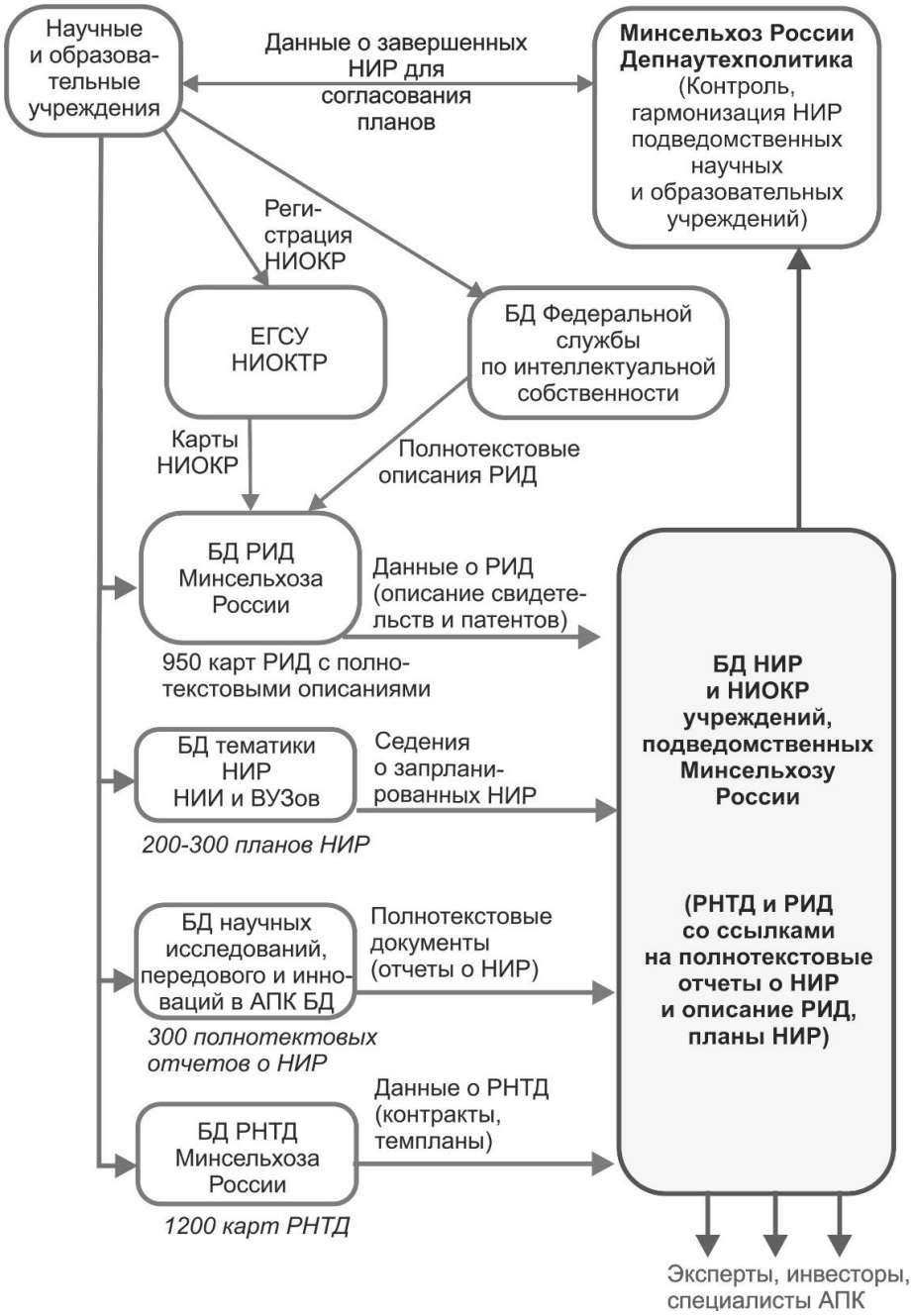


Рисунок 1 – Схема формирования единой «Базы данных НИР учреждений, подведомственных Минсельхозу России»

В 2018 году в ФГБНУ «Росинформагротех» решается задача по структурированию и созданию БД тематических направлений по выполнению НИОКР в сфере сельского хозяйства образовательными учреждениями, подведомственными Минсельхозу России. Обработано более 1 тыс. направлений исследований за последние 5 лет, которые выполняли 58 образовательных учреждений. Поиск в БД проводится по ключевым словам тем НИОКР (например – «озимая пшеница»), исполнителю, году выполнения НИР. Также в БД внесены данные о стоимости работ, что позволяет проводить анализ как по тематике НИР, так и по их стоимости. Удаленный доступ к БД осуществляется с использованием ПО «Web-ИРБИС», установленного на сервере ФГБНУ «Росинформагротех» (http://89.222.235.178/cgi-bin/WebIrbis3/Search1.exe? C21COM=Enter&I21DBN=pmsx). Данные созданной БД будут импортированы в БД НИР и НИОКР, что позволит получать выборки по направлениям исследований как завершенных НИОКР, так и планируемых, а также проводимых НИР в научных и образовательных учреждениях.

Создание единой «Базы данных НИР учреждений подведомственных Минсельхозу России» позволит повысить эффективность внедрения инновационных разработок, улучшить интеграцию всех звеньев информационной инфраструктуры в АПК, повысить общую управляемость, исключить дублирующие функции, упорядочить информационные потоки, упростить поиск и обмен информацией между экспертом, инвестором и специалистами АПК для коммерциализации РИД.

Формирование и использование федеральных и отраслевых информационных ресурсов по учету результатов НИОКР позволит повысить эффективность внедрения инновационных разработок, улучшить интеграцию всех звеньев информационной инфраструктуры в АПК, повысить общую управляемость, исключить дублирующие функции, упорядочить информационные потоки, упростить поиск и обмен информацией между экспертом, инвестором и специалистами АПК для дальнейшей коммерциализации результатов НИОКР.

Библиографический список

1. Аронов Э.Л., Чавыкин Ю.И., Буклагина Г.В. Об унификации описания наименований результатов НИОКР для формирования БД РНТД в сельском хозяйстве // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VI Международной научно-практической конференции «ИнформАгро-2008». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2009. – С. 134-137.
2. Чавыкин Ю.И., Буклагина Г.В. Инновации как объекты учета интеллектуальной собственности в базе данных РНТД Минсельхоза России // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VI Международной научно-практической конференции «ИнформАгро-2010». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – С. 269-272.
3. Буклагин Д.С., Чавыкин Ю.И. Формирование информационных ресурсов по результатам научно-технической деятельности // Международный агроэкологический форум (Санкт-Петербург, 21-23 мая 2013 г.): материалы Международного агроэкологического форума. – СПб., 2013. – Т.1. – С. 74-78.
4. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Чавыкин Ю.И. Формирование федеральных информационных ресурсов инновационного развития сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 2. – С. 2-7.
5. Чавыкин Ю.И., Наумова Л.М. Научно-практические аспекты формирования и представления в среде интернет документальных и фактографических баз данных по вопросам ИТС АПК // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 12. – С. 32-35.

Chavykin Yu.I.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky Township, Moscow Region

SYSTEMATIZATION AND RECORDING OF RESEARCH RESULTS OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE MINISTRY OF AGRICULTURE OF RUSSIA

The principles and procedure for the organization of work on formation of the recording of results of intellectual activity in the Ministry of Agriculture of Russia based on the harmonization of laws and regulations of the Russian Federation in the field of management of rights to the results of intellectual activity are presented. For the first time, the solution of the problem of remote access to a factographic database using an algorithm for correcting the forms of search and output interfaces using the Web-IRBIS software has been proposed. A data conversion module for export to the Web-IRBIS module with the possibility of indexing fields and the formation of a specialized rubricator for results of intellectual activity types has been developed. Search engine interface services allow the user to perform a complex searche for keywords, R & D topics, a year of R & D, and R & D contractor. This development allows you to develop effectively and quickly a database structure for the formation of information resources both in the research, and in the educational process. Using the developed service based on the Web-IRBIS software, the database of results of intellectual activity of the Ministry of Agriculture of Russia is located in the Internet environment (http://89.222.235.178/cgi-bin/WebIrbis3/Search1.exe?C21COM=Enter&I21DBN =pmsx).

Keywords: result of intellectual activity, database, rights to the results of intellectual activity, result of scientific and technological activities, state customer, exclusive rights, legal protection, license agreement, information and analytical system, monitoring, scientific information support.

УДК 338.42

Королькова А.П.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московская обл., р.п. Правдинский

ПОДДЕРЖКА И СТИМУЛИРОВАНИЕ СПРОСА НА ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОДУКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК

Научно-технический уровень производства большинства отечественных предприятий АПК отстает от развитых стран: «умные технологии» в сельском хозяйстве применяют не более 10,3 %. Бюджетная поддержка составляет 1,1 % затрат на технологические инновации. Политика стимулирования спроса на инновации, формы, инструменты и механизмы должны быть направлены на поддержку их внедрения. Внедрение инноваций носит рисковый характер. Необходимо оценить эффективность форм, механизмов и инструментов поддержки и стимулирования спроса на инновации, проработать вопросы их популяризации, а также страхования рисков при внедрении инновационных продуктов и технологий предприятиями АПК.

Ключевые слова: предприятия, АПК, инновационная деятельность, стимулирования спроса на инновации, инновационные продукты и технологии.

Эффективность агропромышленного производства и устойчивость развития сельского хозяйства во многом зависят от использования достижений науки. В мировой экономической науке считается доказанным, что вклад научных достижений в рост валового внутреннего продукта может превышать 50 %. Современные тенденции развития мировой экономики ведут к формированию новой концепции экономического развития – экономике знаний, основными факторами развития которой являются знания и человеческий капитал [1].

По оценкам ученых за последние 15 лет научно-технический уровень производства в большинстве хозяйствующих субъектов отечественного АПК отстал от мирового на целую смену базовой технологии, а по технике – на 2-3 поколения. Это обусловлено недостаточным уровнем инновационных разработок и их внедрения в производство.

По данным НИУ ВШЭ [2] в 2016 г. среди крупных и средних сельхозорганизаций технологические инновации использовали лишь 3,4 % (таблица 1). Для сравнения – в Норвегии – 59,8 %; Нидерландах – 48,3 %; Дании – 40,8 %; Испании – 8,6 %.

Таблица 1

Основные показатели инновационной деятельности сельскохозяйственных организаций, 2016 г.

Показатель	Сельское хозяйство - всего	Растениеводство	Животноводство
Уровень инновационной активности (удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций), %	3,4	3,7	3,9
Затраты на технологические инновации, млн руб.	14963,3	6276,1	5669,3
затраты на исследования и разработки, %	12,9	15,5	15,4
затраты на приобретение машин и оборудования, %	50,3	40,0	77,3
Интенсивность затрат на технологические инновации (удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме затрат на отгруженные товары, выполненные работы, услуги), %	0,9	1,1	0,6
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	22222,9	6542,0	14936,5
Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %	1,4	1,1	1,6

В 2016 г. объем инновационных товаров (работ, услуг), произведенных по новым и усовершенствованным технологиям в сельскохозяйственных предприятиях России, достиг 22,2 млрд руб., из них две трети приходилось на животноводство. Вклад инновационной продукции в развитие сельского хозяйства невысок: ее удельный вес в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг составил лишь 1,4 %. Для сравнения в Испании – 12,7 %; Дании – 11,6 %; Нидерландах – 9,2 %) .Уровень инновационной активности в животноводстве составил 3,9 %, в растениеводстве 3,7 %. Затраты на нововведения технологического характера в сельском хозяйстве в 2016 г. составили около 15 млрд руб., из них 80 % приходилась на растениеводство и животноводство. Интенсивность затрат на технологические инновации (т.е. их доля в общем объеме отгруженной продукции) оказалась равной 0,9 % (в Нидерландах – 8,5 %; Норвегии – 2,4 %; Дании – 1,9 %; Испании – 1,3 %).

Умные технологии в растениеводстве по данным [3], применяются на 7 млн га. По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи – 2016 г.: доля СХО, К(Ф)Х и ИП, применявших те или иные элементы инновационных технологий, составляют не более 10,3 % (таблица 2).

Таблица 2

Доля сельхозтоваропроизводителей, применявших элементы инновационных технологий, %

Инновационные технологии	Сельскохозяйственные организации*	Крестьянские (фермерских) хозяйства и индивидуальные предприниматели
Комплексная система орошения	4,7	3,7
Биологические методы защиты растений от вредителей и болезней	10,3	9,3
Система индивидуального кормления скота	8,1	4,7
Методы биологического содержания птицы	1,5	1,6
Очистные сооружения на животноводческих фермах	4,8	1,2
Система водоотведения и очистки производственных стоков	9,9	3,7
Возобновляемые источники энергоснабжения	1,9	1,8
Система точного вождения и диагностического контроля качества выполнения технологических процессов	7,1	0,8

* без учета подсобных сельскохозяйственных предприятий несельскохозяйственных организаций

В 2017 г. элементы точного земледелия в Липецкой области использовали 812 хозяйств, в Орловской – 108, в Самарской – 75, а точного животноводства – в Липецкой – 51, в Ленинградской – 46, в Костромской – 24. Точное земледелие и животноводство применяется более, чем в 40 регионах России. Активно в АПК применяются беспилотные летательные аппараты. Россия входит в топ-3 их производителей: производится около 180 различных моделей. Однако в АПК недостаточно IT-специалистов, всего 112,9 тыс., (2,4 % от численности работающих в сельском хозяйстве) [3].

Опыт развитых стран показывает, что политика стимулирования спроса на инновации должна быть ориентирована на поддержку последних этапов инновационного цикла, т. е. вывода на рынок новых продуктов / услуг, стимулирование создания новых рынков и поддержку внедрения и использования новых технологий и продуктов.

В ЕС опыт разработки и реализации политики стимулирования спроса на инновации накоплен в Германии, Финляндии, Бельгии, Швеции, Великобритании, Нидерландах и Норвегии [4]. Однако исследования показали, что инструменты, стимулирующие вывод продукции на рынок, и здесь менее развиты по сравнению с инструментами поддержки исследований и разработок. Инструменты инновационной политики ЕС, направленные на стимулирование спроса на инновации даны в таблице 3.

Таблица 3

Классификация инструментов инновационной политики, направленных на стимулирования спроса [4]

Инструмент	Способ применения
1. Общественный спрос: государственные закупки для собственного использования и / или развития рынка	
Общие закупки	Государственные представители определяют инновации в качестве главного критерия отбора
Стратегические закупки	Представители государственных органов целенаправленно заказывают уже существующие инновации для их распространения
	Государство стимулирует развитие и выведение на рынок инноваций за счет формулирования новых потребностей
Кооперационные закупки	Государство выступает в составе группы, формирующей спрос, и организует координацию закупок и спецификации потребностей
2. Поддержка частного спроса	
Прямая поддержка частного спроса	
Субсидирование спроса	Приобретение инновационных технологий потребителями или производителями непосредственно субсидируется, снижая затраты на вход для инновации
Налоговые стимулы	Расширение возможностей для определенных технологий в различных формах (налоговый кредит, скидка, освобождение от налогов и проч.)
Косвенная поддержка частного спроса: «мягкое» управление – государство информирует, мобилизует, связывает	
Формирование осведомленности	Государство начинает информационные компании, рекламирует новые решения, выполняет демонстрационные проекты и создает в обществе уверенность в определенных инновациях
Информационные компании	Государство поддерживает частную маркетинговую активность
Обучение и тренинги	Потребители знакомятся с инновационными возможностями
Целеполагание и форсайт (предвидение)	Потенциальные потребители получают право голоса на рынке, а также сигналы по мере определения будущих предпочтений (и опасений) и обратной связи
Взаимодействие пользователя – производителя	Государство поддерживает компании, которые включают потребности пользователей в инновационную активность (например, технологические платформы)
Регулирование спроса или взаимодействия потребитель – производитель	
Регулирование производства продукта	Государство устанавливает требования для производства и внедрения инноваций (например, требования по вторичной переработке)
Регулирование информации о продукте	Разумное регулирование предоставляет свободу для выбора технологий, но меняет структуру мотивации для этих выборов (например, система квот)
Процесс и нормы «использования»	Государство создает юридическую безопасность, устанавливая ясные правила по использованию инноваций (например, электронная подпись)
Поддержка дружественной к инновациям частной регуляторной деятельности	Государство стимулирует саморегулирование фирм (нормы, стандарты), поддерживает этот процесс и выступает катализатором, используя стандарты
Регулирование создания рынка	Действия государства создают рынки для последствий применения технологий (например, через торговлю эмиссиями) или устанавливают рыночные условия, которые интенсифицируют спрос на инновации

Формой стимулирования спроса являются государственные закупки, в которых применяются инновационные разработки для обеспечения общественных потребностей. Меры, стимулирующие спрос, разделяются на финансовые и нефинансовые. Первые – снижают затраты «на вход» или затраты на жизненный цикл инвестиций и делают инновации более конкурентоспособными на рынке. Нефинансовые меры – это устранение недостатка знаний у потенциальных потребителей инноваций.

Отдельная группа инструментов направлена на улучшение взаимодействия между производителями и потребителями. Регулирование и стандартизация воздействуют и на спрос, и на предложение инноваций. Введение какого-либо инструмента предполагает создание обратной связи с получателями поддержки – в случае стимулирования спроса это компании-производители и потребители инноваций. Поэтому каждый инструмент инновационной политики имеет свои преимущества и недостатки. Лучшие результаты дает использование смешанных вариантов инструментов поддержки. Неопределенность спроса на инновации – это главное препятствие, обуславливающее необходимость господдержки для стимулирования спроса на инновации. Незрелость предлагаемых технологий требует использования дополнительных усилий и ресурсов, что сдерживает внедрение инноваций.

В России используется широкий спектр инструментов стимулирования спроса на инновации: прямая финансовая поддержка конкретных проектов и разработок в рамках целевых программ, грантов, а также различных схем льготного кредитования, субсидирования расходов компаний, налогового стимулирования и др. В 2017 г. в рамках Госпрограммы только на стимулирование инвестиционной деятельности в АПК, в том числе на возмещение части процентной ставки по инвестиционным кредитам, возмещение части прямых затрат, поддержку инвестиционного льготного кредитования было направлено 76,3 млрд руб. Объем кредитных ресурсов по принятым к субсидированию инвестиционным кредитам в АПК составил 458,7 млрд руб. В большинстве инвестиционных проектов используются инновации [5].

Меры налогового стимулирования включают 29 позиций. Исключению из базы налогообложения для уплаты единого сельскохозяйственного налога подлежат расходы на приобретение права на использование программ для ЭВМ и баз данных, их обновление, обучение сотрудников, платежи за пользование правами на результаты интеллектуальной деятельности и др.

Библиографический список

1. Бондаренко Т., Нечаев В. Стратегия развития рынка научно-технической продукции в аграрной сфере - мировой опыт // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 11. – С.90-96.

2. Что показало первое измерение инновационной активности в российском сельском хозяйстве? // АПК ЮГ. 2017. – С.28-29.

3. Цифровизация и органика // Информационный бюллетень Минсельхоза России. 2018. – № 4. – С. 31-32.

4. Анохин Р.Н., Бобылев Г.В., Валиева О.В. [и др.]. Мировой опыт стимулирования спроса на инновации // Вестн. Новосибирского гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. – 2014, – Т. 14. – Вып. 2. – С. 71-82.

5. Материалы итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: http://mcx.ru/press-service/news/anatoliy-kutsenko-blagodarya-gospodderzhke-selskoe-khozyaystvo-v-2018-godu-sokhranit-ustoychivyy-tem/ (дата обращения: 13.04.2018).

Korolkova A.P.,

Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky Township, Moscow Region

ON STIMULATING DEMAND OF AGRICULTURAL PRODUCERS FOR INNOVATIVE DEVELOPMENTS

The scientific and technical level of production of most of the domestic agribusiness enterprises lags behind developed countries: maximum 10.3 % of them use the "smart technology" in agriculture. Budget support is 1.1 % of the cost of technological innovation. The policy of stimulating the demand for innovations, forms, tools and mechanisms should be aimed at supporting their implementation. The introduction of innovation is risky. It is necessary to evaluate the ef-

fectiveness of forms, mechanisms and tools intended to support and stimulate the demand for innovation, to work out issues of their promotion, as well as insurance of risks when introducing innovative products and technologies by agricultural enterprises.

Keywords: enterprises, agribusiness, innovative activities, stimulating demand for innovation, innovative products and technologies.

УДК 631.145

Тырышкин И.С.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АПК

Предлагается авторская программа - Коммерциализация научных исследований. По сути - это механизм. На входе – перспективная научная идея. На выходе успешное коммерческое предприятие. Продукты предприятия создаются на базе научной идеи. Автор идеи - хозяин предприятия.

Ключевые слова: наука и бизнес, бизнес и наука, наука для бизнеса, бизнес для науки.

Много умных, талантливых людей, занимаясь научной работой, не получают должного вознаграждения за свой труд. При этом научные результаты не применяются в жизни, не дают пользы людям.

С другой стороны, есть представители бизнес-сообщества, готовые финансировать исследования или купить научный продукт с целью практического внедрения. При этом не знают – у кого.

Как решить противоречие?

Предлагается вариант решения. А именно, авторская программа с одноименным заголовку названием. По сути это механизм. На входе перспективная научная идея. На выходе успешное коммерческое предприятие. Продукты предприятия создаются на базе научной идеи.

Ценность предложения

1. Для научных работников. Резкое повышение дохода за счет вовлечения в предпринимательскую деятельность с использованием собственных научных разработок. Обучение практическим навыкам предпринимательской деятельности поможет капитализировать не только собственные научные знания, но и чужие. Моральный аспект – повышение чувства собственного достоинства, собственной значимости, уверенность в своем будущем. Откроются неожиданные перспективы.

2. Для предпринимателей. Возможность выгодного применения в своем бизнесе лучших научных разработок и технологий.

3. Для всех нас. Посильная помощь в решении двух важных государственных задач – развитие инновационной экономики России, развитие малого и среднего бизнеса.

В чем инновация предложения

1. Автоматизация процесса преобразования перспективных научных идей в готовые, наукоемкие и востребованные рынком продукты.
2. Универсальность механизма коммерциализации научных исследований – применим к любой области знаний.
3. Возможность на начальном этапе исследований оценить перспективность научной идеи. Путем оценки востребованности будущего продукта. Отсюда возможность коррекции направлений исследований уже на начальном этапе.
4. Ориентир на практический и измеряемый результат. Объективная оценка достигнутого результата – это величина дохода коммерческого предприятия.
5. Работа ведется на стыке наук: философии, психологии, экономики и специальных областей знаний.

В чем главный тормоз эффективного взаимодействия науки и бизнеса

По сути, результат научных исследований – это субстанция, до сих пор досконально никому не известная, кроме автора научных исследований. Какая практическая польза может быть от этого результата, автору оценить сложно. Было бы много легче, если автор был предпринимателем. Как правило, такого нет. Финансисту покупать «кота в мешке» не интересно. Нужно понять друг друга. Найти общий язык, общие интересы.

Научный работник рассматривает результат своих исследований как дело жизни, а не как предмет купли-продажи. Финансист рассматривает тот же самый результат как основу инвестиционного проекта, способного принести прибыль. Причем, один из многих вариантов.

Финансист-предприниматель не сильно расстроится, не получив данный продукт. У него на примете есть другие проекты. В то время как научный работник, отказавшись от сотрудничества, не получит ничего, кроме морального удовлетворения. И в итоге уйдет из жизни вместе со своим творением, зачастую самым главным своим жизненным достижением. Не принеся, по большому счету, особой пользы ни себе ни людям.

Кто нам нужен

1. Научные руководители.
2. Аспиранты и соискатели.
3. Предприниматели.

Библиографический список

1. Тырышкин И.С. ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ [Электронный ресурс]. URL: https://nsau.edu.ru/people/3980121/ (дата обращения: 03.10.2018).
2. Тырышкин И.С. [Личный сайт]. URL: https://tigors.ru/ (дата обращения: 03.10.2018).

Tyryshkin I.S.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

COMMERCIALIZATION OF SCIENTIFIC RESEARCH

The author's program is proposed - Commercialization of scientific research. In essence, this is a mechanism. At the entrance of a promising scientific idea. At the exit a successful commercial enterprise. The products of the enterprise are created on the basis of a scientific idea. The author of the idea is the owner of the enterprise.

Keywords: science and business, business and science, science for business, business for science.

УДК 02:001.891:004(571.1/.5)

Гарке Т.М., Кретова Е.А., Мельникова Т.Н.,
Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека – филиал Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СИБНСХБ - ФИЛИАЛА ГПНТБ СО РАН ПО СОХРАНЕНИЮ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА АГРАРНОЙ НАУКИ СИБИРИ

В статье исследуется роль СибНСХБ как важного звена в сохранении единого информационного пространства аграрной науки Сибири, подчеркивается значимость тесного взаимодействия с научными организациями, ранее входивших в состав СО Россельхозакадемии. Излагается концептуальная основа объединения с ГПНТБ СО РАН и опыт интеграции информационно-библиотечных технологий. Освещаются результаты научной деятельности СибНСХБ за 2017-2018 годы.

Ключевые слова: Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека, информационное сопровождение научных исследований, научная реформа, информационные ресурсы, научные организации сельскохозяйственного профиля Сибири.

Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека на протяжении всего периода своего существования являлась центром информационного обеспечения научных и образовательных организаций Сибири, библиотечно-библиографического обслуживания ученых и специалистов региона по вопросам агропромышленного комплекса и осуществляла научную деятельность, направленную на совершенствование отраслевой системы научно-технической информации в сфере аграрной науки и производства.

В 1998 году СибНСХБ со своей темой «Информационное и библиотечно-библиографическое обеспечение фундаментальных научно-исследовательских работ по направлениям «Экономика и Агроинформатика», «Растениеводство и Селекция», «Земледелие», «Животноводство и Ветеринария», «Инженерные науки» была включена в приоритетные проекты поисковых и фундаментальных НИР Центра научного поиска Сибирского отделения Российской академии сельскохозяйственных наук (СО Россельхозакадемии).

В 2007 году СибНСХБ получила статус государственного научного учреждения и вела научную работу в рамках «Программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса РФ и Сибири на 2006-2010 гг.», «Плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований СО РАСХН по научному обеспечению развития АПК РФ и Сибири на 2011-2015 гг.». Ежегодно СибНСХБ представляла отчет о своей деятельности на научных сессиях, а также в сборниках об основных итогах работы Сибирского отделения Россельхозакадемии.

Принятие в 2013 году Федерального закона № 253 «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», привело к объединению отраслевых (сельскохозяйственная, медицинская) и большой академии наук (РАН), что, безусловно, явилось началом радикальных организационных преобразований.

Вслед за этим законом было принято Постановление Правительства РФ № 959 от 25.10.2013 г., утвердившее создание Федерального агентства научных организаций (ФАНО России), в ведение которого перешли все научные организации, в том числе и научные библиотеки трех академий. Перед новым Агентством была поставлена задача оптимизации числа юридических лиц.

Новый облик сети научных организаций был представлен в форме тематических объединений и укрупненных организаций, структурированных в Национальные исследовательские институты, Федеральные исследовательские центры, Федеральные научные центры, Региональные научные центры, Центры научной инфраструктуры, создание которых было предложено ФАНО России.

В 2015 году СибНСХБ была включена в первоочередной проект структуризации сети научных организаций, ранее подведомственных Россельхозакадемии и находящихся в п. Краснообске. В ходе определения программных, тематических, географических контуров будущего Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, в который должны были войти 8 Краснообских и 3 региональных НИУ предполагалось, что СибНСХБ займет в нем положение вспомогательного структурного подразделения. Стало очевидным, что в рамках этого объединения произойдет неоправданное сужение существующих функций Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки (далее СибНСХБ), обслуживающей более 30 НИУ сибирского региона. Отсечение 21 НИУ аграрного профиля от сферы информационного обеспечения привело бы СибНСХБ к утрате ею статуса региональной отраслевой библиотеки.

В процессе взаимодействия с руководством ФАНО России, изучения концепции реорганизации научных учреждений, предусматривающей возможность объединения научных организаций, работающих по близким, или взаимодополняющим тематикам и расположенным на одной территории, деятельности Совета по созданию системы информационного обеспечения научных организаций, у СибНСХБ появилась идея интеграции с ГПНТБ СО РАН и создание на ее базе объединенного учреждения.

Поддержку нашей точки зрения мы получили и у коллег ГПНТБ СО РАН, в лице директора Б.С. Елепова, к глубокому сожалению, ныне покойного, а затем и у нового директора А.Е. Гуськова, что вылилось в коллегиальное письменное обращение к руководству ФАНО, РАН и СО РАН. Конечно, в известность было поставлено и руководство нашего Центра, которое поддержало наше решение.

30 сентября 2016 года был издан Приказ ФАНО России № 474 «О реорганизации ФГБУН ГПНТБ СО РАН в форме присоединения к нему ФГБНУ «СибНСХБ» с созданием на его базе филиала Учреждения». Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека преобразована в филиал ГПНТБ СО РАН и действует на основании Положения, утвержденного директором ГПНТБ СО РАН.

Таким образом, был сделан первый и важный шаг к сохранению единого информационного пространства агарной науки Сибири и аутентичности СибНСХБ, представленной отраслевой спецификой ее информационных ресурсов, ее целевой аудиторией, наличием оригинальных технологий, методических и практических решений, выработанных в результате большой аналитической работы и многолетнего опыта.

Нами была разработана «Концепция развития Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки для включения в Программу по созданию Федерального информационного центра ГПНТБ СО РАН - СибНСХБ», которая включала в себя следующие основные положения:

- сохранение и дальнейшее совершенствование уникальной системы комплектования фонда библиотеки малотиражными ведомственными изданиями: диссертациями, изданиями НИУ такими как труды, сборники научных трудов, материалы конференций, монографии, авторефераты, рекламные проспекты, каталоги продукции, на основе разработанного и внедренного ею «Положения об обязательном бесплатном экземпляре СО Россельхозакадемии», а также непосредственном взаимодействии с большим количеством индивидуальных и коллективных авторов, предоставляющих библиотеке свои публикации. Необходимость сохранения профиля комплектования библиотеки охватывающего все направления сельского хозяйства;

- создание электронного каталога и баз данных на основе собственных подходов к оригинальной и заимствованной каталогизации, использовании нормативного контроля при создании библиографических записей с помощью собственного «Авторитетного файла заголовков коллективного автора», а также применении расширенных средств лингвистического обеспечения, таких как Тезаурус по сельскому хозяйству и продовольствию, Библиотечно-библиографическую классификацию (ББК), Отраслевая часть Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ), язык ненормированных ключевых слов, обеспечивающие релевантный поиск информации. Эти подходы предусматривают включение в электронный каталог сведений обо всех авторах, являющихся сотрудниками научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири, независимо от их количества и выполняемых ими функций (редактор, составитель, ответственный за выпуск и т.д.) в авторском или редакционном коллективе, что особенного актуально при отсутствии картотек трудов сотрудников в наших научных организациях. Благодаря «Авторитетному файлу заголовков коллективного автора» обеспечивается поиск всех изданий организации, независимо от ее наименования в разные исторические периоды. Максимально полное отражение сведений об авторах и коллективах в электронных ресурсах СибНСХБ в целях пропаганды достижений аграрной науки Сибири;

- сохранение уникальной коллекции научных изданий сельскохозяйственной тематики, в том числе дублетных экземпляров наиболее ценных изданий;

- поиск новых форм и методов информационного обслуживания своей аудитории. Создание и развитие электронных ресурсов собственной генерации в виде библиографических и полнотекстовых баз данных в соответствии с тематикой исследований научных организаций сельскохозяйственного профиля. Развитие системы информирования руководителей и сотрудников научных организаций. Подготовка информационной продукции «Информацион-

ного бюллетеня новых поступлений» и «Дайджеста прессы». Издание тематических библиографических указателей и серии «Деятели сельскохозяйственной науки Сибири»;

- обеспечение доступа к отечественным и зарубежным информационным ресурсам, в том числе к «Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки».

В утвержденной позже «Программе развития объединенного учреждения» большая часть этих положений не была раскрыта.

В 2017 году начался процесс интеграции информационно-библиотечных технологий СибНСХБ и ГПНТБ СО РАН в рамках которого:

- осуществлено подключение СибНСХБ к сети ГПНТБ СО РАН и обеспечен доступ к удаленным ресурсам ГПНТБ СО РАН, в том числе Agricultural & Environmental Science Database, Scopus, Web of Science, Elsevier Books, ProQuest Dissertations & Theses Global, а также к зарубежной и отечественной периодике;

- с марта 2017 года в фонд библиотеки поступает отраслевая часть федерального обязательного экземпляра ГПНТБ СО РАН, включающая отечественные и иностранные книги, продолжающиеся и периодические издания;

- СибНСХБ передано более 9 тыс. экземпляров изданий по сельскохозяйственной тематике за 2010-2017 гг. из читального зала естественно-технических наук ГПНТБ СО РАН;

- в целях создания единой системы обслуживания читателей ГПНТБ СО РАН и СибНСХБ объединены базы данных читателей. В СибНСХБ ведется обслуживание читателей с читательским билетом ГПНТБ СО РАН, в ГПНТБ – с читательским билетом СибНСХБ. Внедрена новая технология, благодаря которой пользователи получили возможность со своего рабочего места или из дома осуществлять электронный заказ на сайте ГПНТБ СО РАН (http://www.spsl.nsc.ru/) или СибНСХБ (http://agrolib.spsl.nsc.ru/) и выбирать удобное для них место выдачи заказанных изданий (рисунке 1);

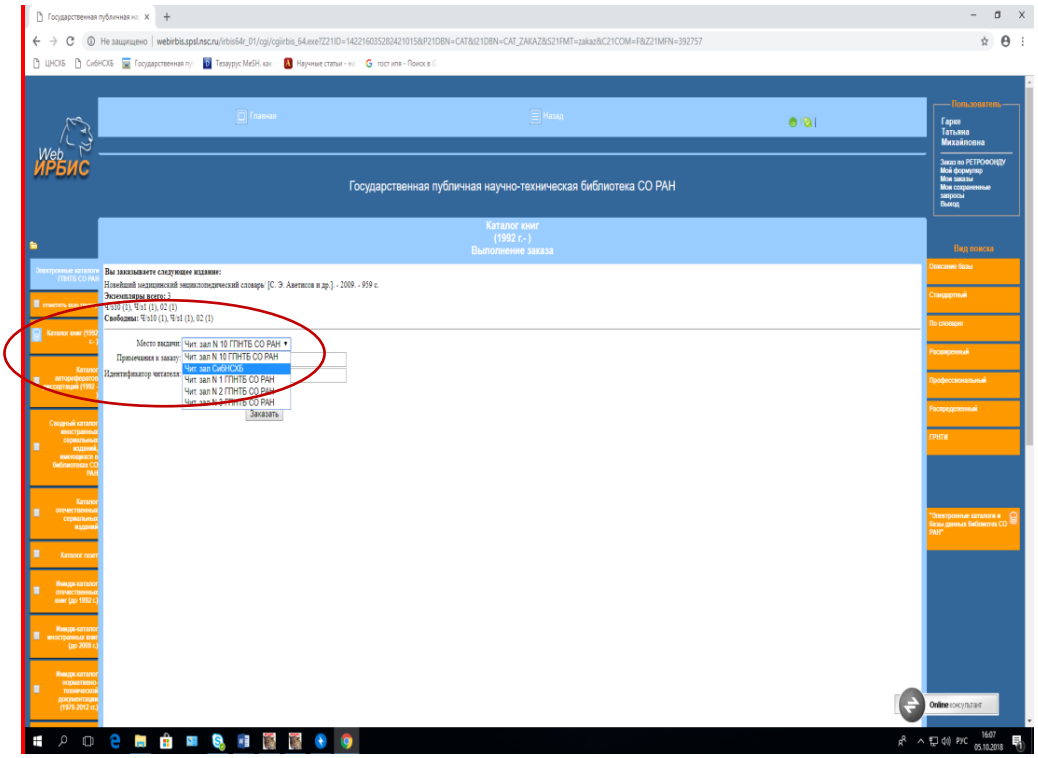


Рисунок 1 – Пример интерфейса электронного заказа

- ежемесячно в общем читальном зале СибНСХБ (к.210) экспонируется выставка новых журналов по сельскохозяйственной тематике, биологии, экономике, технике, общим вопросам развития науки из фонда читального зала периодики ГПНТБ СО РАН;

- еженедельно путем электронной рассылки СибНСХБ информирует сотрудников научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири о новых ресурсах и услугах библиотеки.

Однако с точки зрения пользователя не все изменения, произошедшие в процессе интеграции являются положительными. Отраслевая часть обязательного экземпляра, поступающая в фонд СибНСХБ не включает издания по ветеринарной медицине, экономике сельского хозяйства, переработке сельскохозяйственной продукции, механизации и электрификации сельского хозяйства. Соответственно эти издания не отражаются в нашем электронном каталоге и не проходят углубленной каталогизации, обеспечивающий пользователю быстрый и точный поиск.

Не обеспечен доступ к ресурсу электронной библиотеки диссертаций Российской государственной библиотеки, ранее имевшийся в виртуальном читальном зале СибНСХБ, и пользующийся большим спросом у научных сотрудников.

Научные организации, ранее входившие в состав СО Россельхозакадемии, были и продолжают оставаться не только основными пользователями СибНСХБ, но и ее партнерами по формированию информационных ресурсов в части комплектования ее фондов малотиражными научными документами. По существу, эти научные организации являются неотъемлемой частью общей информационной системы аграрной науки Сибири, в которой СибНСХБ выполняет роль связующего звена. Объединение Российской академии сельскохозяйственных наук с Российской академией наук, передача научных организаций в ведение ФАНО, дальнейшая их реструктуризация и реорганизация поставили перед СибНСХБ задачу по изучению реального состояния своей целевой аудитории на современном этапе.

В 2017 году СибНСХБ провела исследование по теме «Развитие системы информационного обеспечения аграрной науки Сибири», в результате которого была проведена комплексная оценка структурных изменений и научной деятельности организаций, ранее входивших в состав СО Россельхозакадемии. Была создана основа уникального многоаспектного электронного справочника в базе данных «Авторитетный файл заголовков коллективного автора» и специально разработанном технологическом модуле САБ ИРБИС64.

Основная часть справочника включает сведения об официальном наименовании организации, сведения об ее истории, реорганизации, переименовании, изменении организационно-правовой формы, о сокращенных наименованиях и аббревиатурах, об использованных источниках информации. В специализированном технологическом модуле отражена информация об основных направлениях деятельности организации, научных темах, общем количестве сотрудников в том числе академиков, членов-корреспондентов, докторов наук, кандидатов наук, а также о наличии библиотеки или информационного подразделения в организации.

Выявленные темы научных исследований были распределены по направлениям сельского хозяйства и проведен анализ их соответствия подпрограммам, представленным в «Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг.». В результате исследования был создан «Профиль комплектования фонда СибНСХБ», а также определены направления создания новых и актуализации существующих информационных ресурсов собственной генерации.

На момент исследования из 31 научной организации сельскохозяйственного профиля Сибири было реорганизовано и включено в состав пяти федеральных научных центров 27. Статус структурного подразделения получила 21 научная организация, 6 стали обособленными структурными подразделениями (филиалами), 4 сохранили свою юридическую самостоятельность. Численность сотрудников научных организаций по состоянию на 01.09.2017 года составила 1135 человек, в том числе 10 академиков, 4 членов-корреспондентов, 135 докторов наук, 462 кандидата наук. В сравнении с численностью научных сотрудников в начале реформы, составлявшей 2535 человек по состоянию на 01.11.2013 года, она уменьшилась на 1400 человек, т.е. на 45 %.

В процессе изучения вопроса о наличии или отсутствии в научных организациях библиотеки или информационного подразделения, а также их состоянии были получены следующие результаты. 54 % научных организаций имеют в своей структуре библиотеки или читальные залы, но качество их фондов и обслуживания можно признать неудовлетворительным, так как книжные издания давно не приобретаются, в некоторых случаях по финансовым причи-

нам отсутствует подписка на периодические издания и библиотеки не обеспечены профессиональными кадрами. 9 % организаций имеют отделы научной информации и патентных исследований, качество фондов и обслуживания которых в рамках данной работы не оценивалось. 37 % организаций не имеют в своей структуре никаких информационных подразделений. В целом, можно констатировать низкий уровень информационной обеспеченности и информационного обслуживания внутри научных организаций.

В ходе исследования были собраны основные данные характеризующие ландшафт аграрной науки Сибири и получен одномоментный срез ее состояния.

В 2018 году в рамках научного исследования «Научно-информационная деятельность академических библиотек в контексте современного развития науки», проводимого ГПНТБ СО РАН, СибНСХБ создает полнотекстовую базу данных «Развитие аграрной науки Сибири». Предусмотрен сбор информации о деятельности научных и образовательных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири, о международном сотрудничестве, научно-технической продукции и внедрении научных достижений в деятельность предприятий АПК Сибири начиная с 2013 года. С этой целью были проведены переговоры с руководителями научных центров и их подразделений о предоставлении наиболее значимых фото-видеоматериалах для включения в базу данных. Кроме того, видовой состав базы данных будет библиографическую и полнотекстовую информацию. Актуальность создания подобного информационного ресурса заключается в необходимости отразить и зафиксировать результаты деятельности научных организаций на сложном историческом этапе.

Таким образом, СибНСХБ продолжает выполнять функции научной отраслевой библиотеки на территории региона для широкого круга пользователей, осуществлять информационное сопровождение научных исследований и сохранять единое информационное пространство агарной науки Сибири.

Библиографический список

1. Гарке Т.М., Кретова Е.А., Мельникова Т.Н. Концепция развития Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки для включения в программу по созданию Федерального информационного центра «ГПНТБ СО РАН - СибНСХБ». – Краснообск [Новосиб. обл.], 2016. – 11 с.

2. Мельникова Т.Н., Гарке Т.М., Кретова Е.А. Реорганизация академической библиотеки: первые итоги // Информационный бюллетень РБА. – 2017. – № 80. – С. 112-115.

3. Отчет о научно-исследовательской работе СибНСХБ-филиала ГПНТБ СО РАН по теме: «Развитие системы информационного обеспечения аграрной науки и образования Сибири с учетом изменений, происходящих в экономической, научной и информационной сфере» / Сиб. науч. с.-х. б-ка – фил. ГПНТБ СО РАН ; отв. ред. Т. М. Гарке. – Краснообск [Новосиб. обл.], 2018.– 52 с.- [Рукопись].

4. Мельникова Т.Н., Гарке Т.М., Кретова Е.А. Сохранение аутентичности отраслевой научной библиотеки в условиях реорганизации (на примере Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки) // Информационный бюллетень РБА. – 2017. – № 79. – С.122-125.

Garke T.M., Kretova E.A., Melnikova T.N.,
Siberian Scientific Agricultural Library - Branch of The State Public Scientific Technological Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

ACTIVITIES SIBSAL - BRANCH OF SPSTL SB RAS TO MAINTAIN OF ENTITY INFORMATION AREA AGRICULTURAL SCIENCE OF SIBERIA

The paper investigate the role SibSAL - Branch of SPSTL SB RAS – the important link in maintain of entity information area agricultural science of Siberia, accentuate importance close connection with scientific organizations system Siberian agricultural science. State on the conception base of unit with SPSTL SB RAS and experience of integration of the information-library technologies. Presents the results of the science work SibSAL for 2017-2018 y.

Keywords: Siberian Scientific Agricultural Library, information support of the research work, scientific reform, information resources, scientific-research organizations of the agricultural type of Siberia.

Секция 2

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ПРИБОРЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ulzii-OrshikhDorj[1], UranbaigalDejidbal[2], HongseokChae[1], LkhagvadorjBatsambuu[3], AltanchimegBadarch[4], ShinebayarDalkhaa[4]
[1]Center for Advanced Image and Information Technology,
School of Electronics & Information Engineering,
Chon Buk National University, Deokjin-Dong, South Korea,
[2]Department of Mathematics, Physics and Information Technology,
School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia,
[3]Department of Food Processing and Hydraulic Engineering,
School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia,
[4]Department of Economic Statistics and Mathematical Modeling, School of Economics and Business,
Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

CITRUS FRUIT QUALITY CLASSIFICATION BASED ON SIZE USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

Quality inspection and classification of agricultural products are an important component of agricultural production and marketing. A new computer vision algorithm for quality classification in citrus fruits based on size for a single tree was developed in this study. The image properties of area, perimeter, and diameter for the citrus fruits were measured by pixels. In order to estimate citrus fruit size in a realistic manner the ratios of diameter, perimeter and area pixels values in relation to actual size were determined. Total of 1860 citrus fruit were grouped based on the rule, which is based on diameter, perimeter, and area pixels. Results of the grouping by diameter, perimeter, and area were compared with results of survey research for citrus fruit size as conducted by the Jeju Citrus Commission. Comparative results demonstrate that the citrus fruit diameter pixels of the image demonstrate a more accurate size than the other two pixels values, i.e., perimeter and area.

Keywords: citrus fruit, size, diameter, perimeter, area, and quality classification.

1. Introduction

Quality inspection and classification of agricultural products are an important component of agricultural production and marketing. Currently agricultural products external quality inspection and classification systems are based on a number of parameters including size, shape, color, volume, area, perimeter, convexity, energy, circularity, or external defects. A large number of such systems have been developed for crops [1], fruits and vegetables [2-6], apple [7], olive fruits [8], peach [9], and citrus [10-11].

The use of machine vision for the inspection of fruit and vegetables has increased during recent years. Nowadays several manufacturers around the world produce sorting machines capable of pre-grading fruits by size, color and weight. At present, in Jeju Island citrus fruit quality detection and yield monitoring operations have been conducted by human vision. The Jeju Citrus Commission and Jeju Special Self-Governing Province Agricultural Research & Extension Services have been conducting research to estimate expected citrus fruit size, each year during the months of August and November. Only one or two trees are selected from each location for this research. All fruit

from one tree are removed and measured for their vertical and horizontal diameter (sometimes only the horizontal diameter is measured). Another tree's fruit sizes were measured on the tree.

The main drawbacks of manual surveys are the large number of workers required, high labor intensity, substantial uses of time and significant financial expenditures. In order to overcome practical hazard such as inaccuracy, inefficiency, spending a lot of time, and financial expenditure, a new computer vision algorithm for quality classification in citrus fruits based on size for a single tree was developed in this paper.

2. Objectives and Methodology

A new computer vision algorithm for quality classification in citrus fruit based on size for a single tree was developed in this section of the thesis. A detailed schematic representation of the proposed method is presented as a flowchart which is shown in Figure 1.

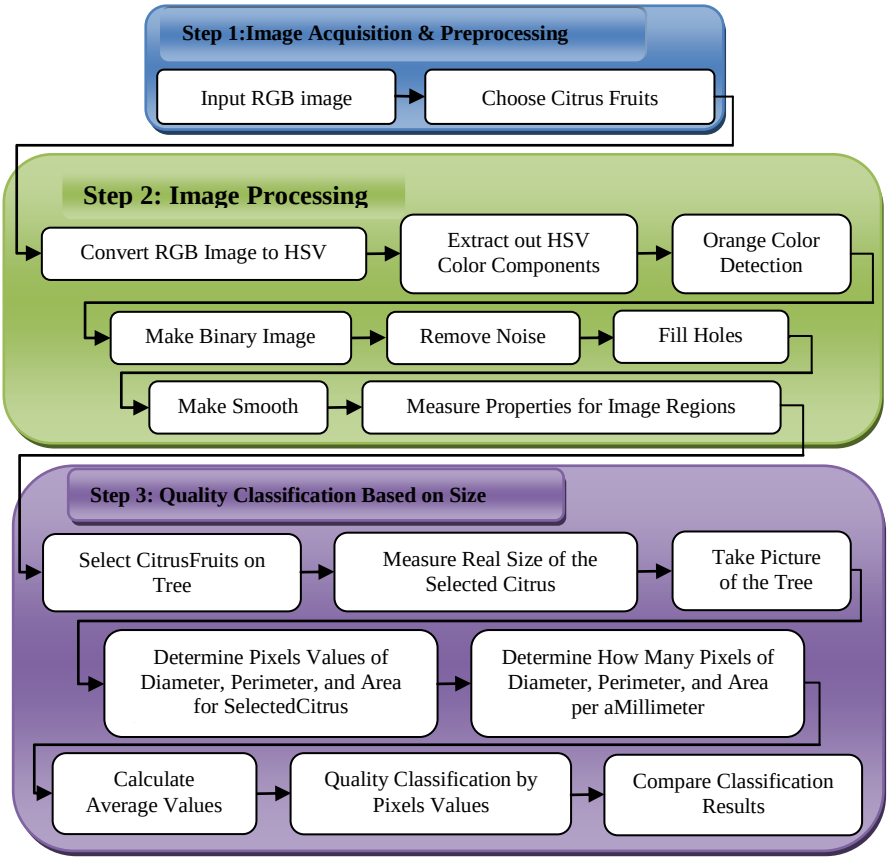


Figure 1 – A Flowchart Algorithm for the Quality Classification in Citrus Fruit Based on Size

2.1. Image Acquisition & Preprocessing

For developing and testing the proposed citrus fruit recognition and counting algorithm, images were taken during the month of November through a camera in the citrus fruit fields of Gwangnyeong 1-ri, Aewol-eup in Jeju Island. The images were captured in "auto-focus" mode from four sides of each tree in stationary mode under natural outdoor daylight, but in partly cloudy illumination conditions.Prior to conducting the image processing step, citrus fruit were selected as following: a.The single tree image was divided horizontally into three parts; b. Six citrus fruit were selected from the top and bottom parts of the tree; c.Eight citrus fruit were selected from the middle part of the tree.

2.2. Image Processing

The image processing operation is carried out using 84 images of the 21 sample trees.

The images were converted from RGB color space to HSV as hsvImage = rgb2hsv(originalImage.

After that HSV color components were extracted out. The citrus fruit pixels were selected from the pixel color histogram of the HSV space. The following condition was used in order to have only citrus fruit pixels in images on H component:hPlane> 60) & (hPlane< 260).

A binary image was created. After that noises, which are smaller than 1000, were removed from the image. In order to show the full citrus fruit, holes were filled. Detected citrus fruit's boundaries were somewhat rough. The detected image was made smooth to reduce these rough boundaries. In order to determine the size of the citrus fruit, measure properties were determined from the image regions.

STATS=REGIONPROPS (BW, PROPERTIES) measures a set of properties for each connected object in the binary image. In this study the properties area, perimeter, and diameter for the citrus fruit of the input image were measured by pixels.

2.3. Quality Classification Based on Size

According to the Jeju Citrus Commission classification patterns citrus fruit must be classified in 11 groups by size. The quality classification operation utilized the results obtained from the image processing step from 1,680 citrus fruit images as derived from the 21 sample trees as classified in 11 size groups. Prior to quality classification, ratios of diameter, perimeter, and area pixels to real size of the citrus fruit were determined as follows:

1. Select 9 citrus fruits from a single tree of the orchard: 3 citrus fruit from the top, middle, and bottom;
2. Take pictures of the treerespectively;
3. Determine pixels values of diameter, perimeter and area for 9 fruits from the image;
4. Measure the actual size of the selected 9 fruits;
5. Determine how many pixels are based on diameter, perimeter and area per one millimeter for each selected fruit, respectively;
6. Calculate the average value from results obtained during step #5;
7. Research results of the size based quality classification are then compared with survey results as obtained by the Jeju Citrus Commission.

3. Results and Discussion

A new computer vision algorithm for the classification of citrus fruit quality based on size for a single tree was developed as part of this study. The image processing operation was conducted using 84 images from 21 sample trees.

The original RGB image of the citrus tree is shown in Figure 2.a. In order to select citrus fruits from the input image, the single tree image was divided horizontally into three parts. Afterwards, six citrus fruits were selected from the top and bottom parts of the tree, respectively. Eight citrus fruits were selected from middle part of the tree. The image results from the selected citrus fruits are presented in Figure 2.b.In order to recognize citrus fruits, images were converted from the RGB color space to HSV, and HSV color components were then subtracted from the image. The citrus fruit pixels were selected from the pixel color histogram of the HSV space. The pixel color histogram is shown in Figure 2.c. The reader will notice how the original image contains mostly orange, yellow, green, blue, cyan, magenta colored pixels (with a few red ones). The range of 60 to 260 degrees was not used in this study. Figure 2.d. illustrates the binary image of the recognized citrus fruits. The results of the recognized citrus fruits are shown in Figure 2.e.

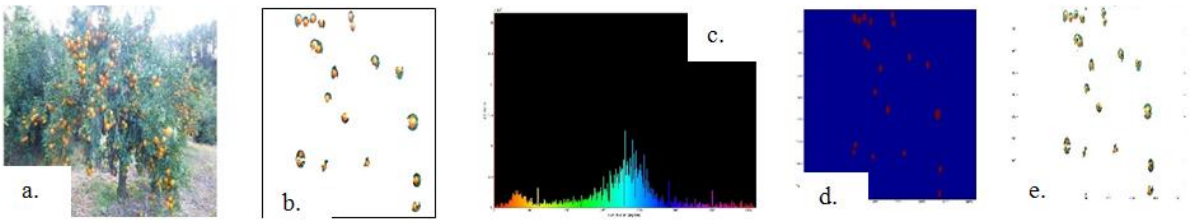


Figure 2.a – Original RGB Image of the Citrus Tree; b. Selected Citrus Fruits; c. The Pixel Color Histogram; d. Binary Image of the Recognized Citrus Fruits; e. Result Image of the Recognized Citrus Fruits

In this study the properties of area, perimeter and diameter for the citrus fruits of the input image were measured by pixels. Measured pixels values of the area, perimeter, and diameter for two sample images are provided in Table 1.

Table 1

Measured Pixels Values of the Area, Perimeter, and Diameter for Two Sample Images

Blob#	ST01_1.jpg			ST01_2.jpg		
	Area	Perimeter	Diameter	Area	Perimeter	Diameter
#1	4038	238	72	5592	283	84
#2	5191	323	81	6381	347	90
#3	4129	241	73	6900	319	94
#4	3490	227	67	5279	273	82
#5	4251	244	74	5005	272	80
#6	4255	247	74	6269	296	89
#7	4201	246	73	5092	269	81
#8	5130	268	81	5301	282	82
#9	8196	393	102	4005	239	71
#10	3889	230	70	5733	283	85

The quality classification operation based on citrus fruit size was investigated using 1680 fruits data in 11 groups (as per the classification grouping guidelines of the Jeju Citrus Commission).

Prior to quality classification, a ratio of diameter pixels value to actual size for the citrus fruit was determined. The original RGB image of the tree with selected fruits is presented in Figure 3.a. Figure 3.b. is presented as a RGB image of the selected fruits. The binary image of the selected fruits is shown in Figure 3.c. The result for the measured diameter of the selected fruits is presented in Figure 3.d.

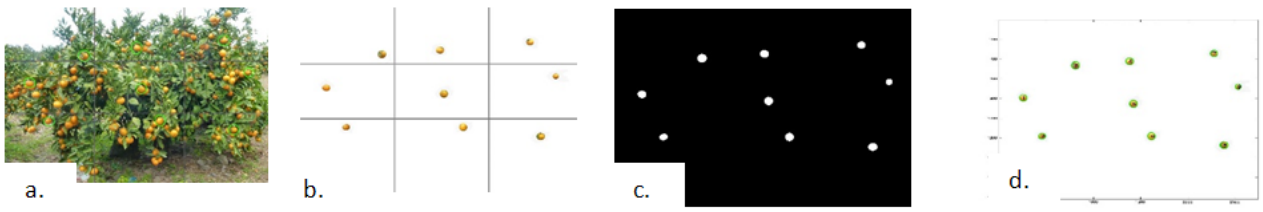


Figure 3. a – Original RGB image of the Citrus Tree with Selected Fruits; b. RGB Image of the Selected Fruit; c. Binary Image of the Selected Fruits; d. Result of the Measured Diameter, Perimeter and Area of the Selected Fruits

In order to realistically estimate the size of the citrus fruit, ratios of diameter, perimeter, and area pixels values to real size were determined. Table 2 provides the outcomes for the ratio of diameter pixels to actual size of the citrus fruit. As detailed in the table, 1.25 pixels are contained in one millimeter. Also, the ratios of perimeter pixels and area to actual size of the citrus fruit were determined as 1mm=4.15 pixels perimeter=72 pixels area. These values were subsequently used for determining the quality of classification based on size.

Results of grouping by diameter, perimeter, and area were compared with results of the survey research for citrus fruit size as conducted by the Jeju Citrus Commission. The comparison of these results demonstrates that citrus fruit diameter pixels of the image represent the true size of citrus fruits in a more accurate manner than the other two pixel values (perimeter and area).

Table 2

Result for the Ratio of Diameter Pixels Value to Actual Size of the Citrus Fruit

Blob	Diameter	Actual Size, mm	Ratio
1	74.2	59	1.25
2	67.3	53	1.26
3	80.3	65	1.23
4	76.2	60	1.27
5	78.7	62	1.26
6	76.9	61	1.26
7	71.1	56	1.26
8	77.5	62	1.25
9	56.8	46	1.22
Average	73.2	58	**1.25**

Total of 1860 citrus fruit were grouped based on the rule, which are shown in Table 3 by diameter, perimeter, and area.

Table 3

Grouping Results

Group	by Diameter (1mm=1.25 pixels diameter)		by Perimeter (1mm = 4.15 pixels perimeter)		by Area (1mm=72 pixels area)	
	Number of Fruit	Percentage, %	Number of Fruit	Percentage, %	Number of Fruits	Percentage, %
0	144	8.57	103	6.13	394	23.45
1	215	12.80	155	9.23	158	9.40
2	157	9.35	118	7.02	113	6.73
3	128	7.62	74	4.40	72	4.29
4	129	7.68	108	6.43	54	3.21
5	116	6.90	92	5.48	63	3.75
6	123	7.32	103	6.13	61	3.63
7	210	12.50	193	11.49	110	6.55
8	145	8.63	163	9.70	112	6.67
9	181	10.77	215	12.80	128	7.62
10	132	7.86	356	21.19	415	24.70

4. Conclusions

A new computer vision algorithm for quality classification in citrus fruits based on size for a single tree was developed in this study. The image properties of area, perimeter, and diameter for the citrus fruits were measured by pixels. In order to estimate citrus fruit size in a realistic manner the ratios of diameter, perimeter and area pixels values in relation to actual size were determined.

Total of 1860 citrus fruit were grouped based on the rule, which is based on diameter, perimeter, and area pixels. Results of the grouping by diameter, perimeter, and area were compared with results of survey research for citrus fruit size as conducted by the Jeju Citrus Commission. Comparative results demonstrate that the citrus fruit diameter pixels of the image demonstrate a more accurate size than the other two pixels values, i.e., perimeter and area.

References

1. AnandkumarPatil, Ishwarappa R K. Classification of crops using FCM segmentation and texture, color feature. World Journal of Science and Technology 2012, 2(10):74-78.

2. Suchitra A. Khoje, S. K. Bodhe, AlpanaAdsul. Automated Skin Defect Identification System for Fruit Grading Based on Discrete Curvelet Transform. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 5, No 4 Aug-Sep 2013, 3251-3256.
3. Jyoti A Kodagali, S Balaji. Computer Vision and Image Analysis Based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review. International Journal of Food Science & Technology (IJFST), Vol.2, Issue 2 Sep 2012 1-14.
4. Khalid M. Alrajeh, Tamer. A. A. Alzohairy. Date Fruits Classification using MLP and RBF Neural Networks. International Journal of Computer Applications (0975-8887) Volume 41, No.10, March 2012.
5. Yudong Zhang and Lenan Wu. Classification of Fruits Using Computer Vision and a Multiclass Support Vector Machine. Sensors 2012, 12, 12489-12505.
6. Mahendran R, Jayashree GC, Alagusundaram K. Application of Computer Vision Technique on Sorting and Grading of Fruits and Vegetables. Journal Food Processing & Technology, 2011, S5, 1-7.
7. DevrimUnaya, Bernard Gosselinb, Olivier Kleynenc, Vincent Leemansc, Marie-France Destainc, Olivier Debeird. Automatic grading of Bi-colored apples by multispectral machine vision. Computers and Electronics in Agriculture, 75 (2011) 204–212.
8. Elena Guzmán, Vincent Baeten, Juan Antonio FernándezPierna, José A. García-Mesa. Using a Visible Vision System for On-Line Determination of Quality Parameters of Olive Fruits. Food and Nutrition Sciences, 2013, 4, 90-98
9. Amir Alipasandi, HoseinGhaffari, SamanZohrabiAlibeyglu. Classification of three Varieties of Peach Fruit Using Artificial Neural Network Assisted with Image Processing Techniques. International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 4 (9), 2179-2186, 2013.
10. P.Deepa, S.N.Geethalakshmi. A Comparative Analysis of Feature Extraction Methods for Fruit Grading Classifications. International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, 2013, pp.221-225
11. SajadSabzi, PayamJavadikia, hekmatrabbani, Ali Adelkhani. Promote of Sorting System of Bam orange using an adaptive neural-fuzzy inference system (ANFIS). International Journal of Agriculture and Crop Sciences.Vol., 5 (14), 1529-1534, 2013.

Ульзии-Орших Дордж[1], Уранбайгаль Деиджибал[2], Хунсеок Чае[1], Лхагвадордж Бацамбуу[3], Алтанхимег Бадарч[4], Шинебайар Далхаа[4]
[1]Центр современных информационных технологий и обработки изображений, Школа электроники и информатики, Национальный университет Чонбук, Деокджин-Донг, Южная Корея,
[2] Факультет математики, физики и информационных технологий, Школа инженерных наук и технологий Монгольского университета наук о живой природе, Улан-Баатар, Монголия,
[3] Факультет пищевой промышленности и гидротехники, Школа инженерных наук и технологий Монгольского университета наук о живой природе, Улан-Баатар, Монголия,
[4] Факультет экономической статистики и математического моделирования, Школа экономики и бизнеса, Монгольский университет наук о живой природе, Улан-Баатар, Монголия

КЛАССИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ЦИТРУСОВЫХ НА ОСНОВЕ РАЗМЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Проверка качества и классификация сельскохозяйственной продукции являются важным компонентом сельскохозяйственного производства и маркетинга. В этом исследовании был разработан новый алгоритм компьютерной визуализации для классификации качества цитрусовых, основанный на размерах для одного дерева. Свойства изображения: площадь, периметр и диаметр для цитрусовых измерялись пикселями. Для того, чтобы оценить размер цитрусовых реалистично, были определены отношения значений диаметра, периметра и значений площади в пикселях относительно фактического размера. Всего 1860 цитрусовых были сгруппированы на основе правила, которое основано на диаметре, периметре и пикселях области. Результаты группировки по диаметру, периметру и площади были сопоставлены с результатами обзорных исследований по размеру цитрусовых, которые проводились Комиссией по цитрусовым Чеджу. Сравнительные результаты показывают, что диаметр изображений цитрусовых в пикселях имеет более точный размер, чем два других значения в пикселях, то есть периметр и площадь.

Ключевые слова: цитрусовые, размер, диаметр, периметр, площадь и классификация качества.

1. Введение

Контроль качества и классификация сельскохозяйственных продуктов являются важным компонентом сельскохозяйственного производства и маркетинга. В настоящее время систе-

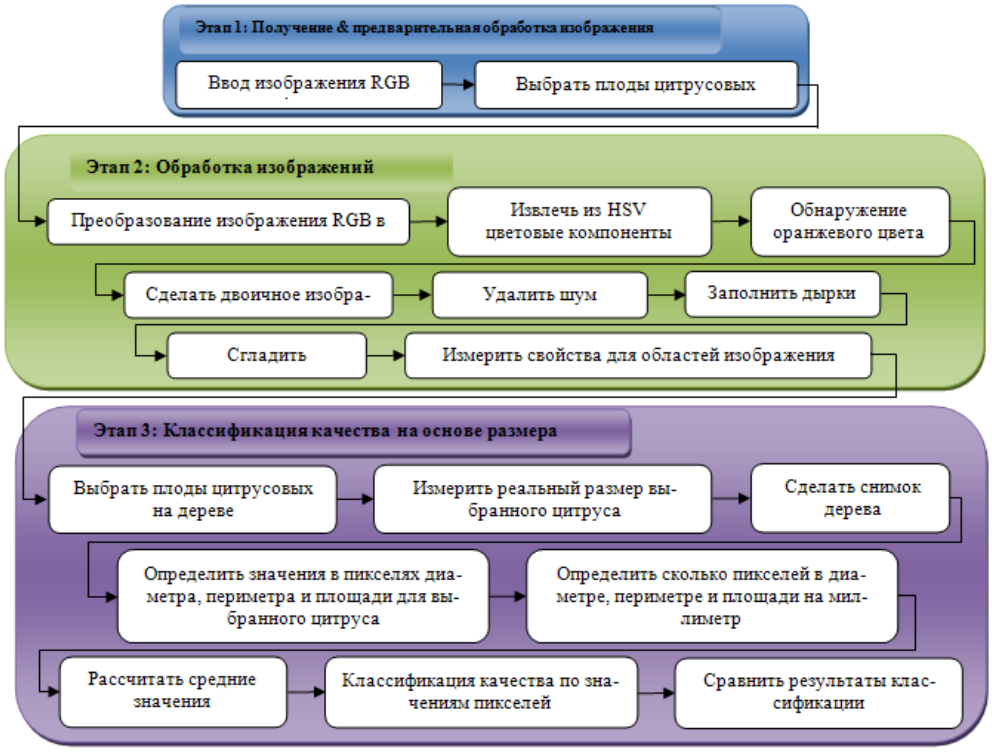
мы внешнего контроля и классификации качества сельскохозяйственной продукции основаны на ряде параметров, включая размер, форму, цвет, объем, площадь, периметр, выпуклость, энергию, округлость или внешние дефекты. Большое количество таких систем было разработано для зерновых культур [1], фруктов и овощей [2-6], яблок [7], маслин [8], персиков [9] и цитрусовых [10-11].

За последние годы увеличилось использование машинной визуализации для контроля фруктов и овощей. В настоящее время несколько производителей по всему миру производят сортировочные машины, способные предварительно сортировать фрукты по размеру, цвету и весу. В настоящее время, на острове Чеджу, определение качества цитрусовых и мониторинг урожая проводилось с помощью обычного зрения. Комиссия Чеджу по цитрусовым и Специальные сельскохозяйственные научно-исследовательские службы и службы по распространению опыта самоуправляемой провинции Чеджу проводят исследования для оценки ожидаемого размера цитрусовых, каждый год в течение августа и ноября. Для этого исследования выбрано только одно или два дерева из каждого места. Все плоды снимаются с одного дерева, и измеряется их вертикальный и горизонтальный диаметр (иногда измеряется только горизонтальный диаметр). Размеры плодов другого дерева измерялись на дереве.

Основными недостатками ручных обследований являются большое количество требуемых работников, высокая трудоемкость, значительные затраты времени и финансов. Для преодоления практических недостатков, таких как неточность, неэффективность, большие затраты времени и финансовые расходы, в этой статье был разработан новый алгоритм компьютерной визуализации для классификации качества цитрусовых на основе размера для одного дерева.

2. Цели и методы

В этом разделе статьи был разработан новый алгоритм компьютерной визуализации для классификации качества цитрусовых на основе размера плодов одного дерева. Подробное схематическое представление предлагаемого метода представлено в виде блок-схемы, которая показана на рисунке 1.



RGB – Формат цветового режима «Красный – Зеленый - Синий»

HSV – Колориметрическая система «Цветовой тон – Насыщенность – Интенсивность»

Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма классификации качества цитрусовых на основе размера

2.1. Получение и предварительная обработка изображений

Для разработки и тестирования предложенного алгоритма распознавания и подсчета цитрусовых были сделаны снимки в ноябре месяце с помощью камеры на цитрусовых плантациях Гваннионг 1-ри, Эвол-эуп на острове Чеджу. Снимки были сделаны в режиме «автофокусировки» с четырех сторон каждого дерева в стационарном режиме при естественном уличном дневном освещении, но частично в условиях облачной освещенности. До проведения этапа обработки изображения плоды цитрусовых были выбраны следующим образом: а. Изображение одного дерева было разделено по горизонтали на три части; б. Шесть плодов были выбраны из верхней и нижней частей дерева; с. Восемь плодов были выбраны из средней части дерева.

2.2. Обработка изображений

Операция обработки изображений выполняется с использованием 84 изображений от образцов 21 дерева.

Изображения были преобразованы из цветового пространства RGB в HSV: hsvImage = rgb2hsv (originalImage).

После этого были извлечены цветовые компоненты HSV. Пиксели плодов цитрусовых были выбраны из цветовой гистограммы пикселей пространства HSV. Следующее условие использовалось для того, чтобы на компоненте H были только изображения плодов цитрусовых в пикселях: hPlane> 60) & (hPlane <260).

Было создано двоичное изображение. После этого шумы, которые меньше 1000, были удалены из изображения. Чтобы показать полный цитрусовый плод, были заполнены дырки. Обнаруженные границы плодов были довольно грубыми. Обнаруженное изображение было сглажено, чтобы уменьшить грубость этих границ. Чтобы определить размер цитрусовых плодов, измеренные свойства определяли по областям изображения.

STATS = REGIONPROPS (BW, PROPERTIES) измеряет набор свойств для каждого связанного объекта в двоичном изображении. В этом исследовании площадь поверхности, периметр и диаметр для цитрусовых входного изображения измерялись в пикселях.

2.3. Классификация качества по размеру

Согласно классификационным схемам Комиссии Чеджу по цитрусовым плоды цитрусовых должны классифицироваться в 11 групп по размеру. В операции классификации качества использовались результаты, полученные на этапе обработки 1680 изображений плодов цитрусовых, полученных от 21 образца деревьев, разбитых по размеру на 11 групп. Перед классификацией качества отношения диаметра, периметра и площади к реальному размеру плодов были определены следующим образом:

1. Выбрали 9 плодов цитрусовых от одного дерева сада: по 3 плода из верхней, средней и нижней частей;

2. Сделали соответствующие снимки дерева;

3. Определили значения в пикселях диаметра, периметра и площади для 9 плодов изображения;

4. Измерили фактический размер выбранных 9 плодов;

5. Определили, сколько пикселей помещается на диаметре, периметре и площади на один миллиметр для каждого выбранного плода, соответственно;

6. Вычислили среднее значение по результатам, полученным на этапе 5;

7. Результаты исследований классификации качества по размеру затем сравнили с результатами обзора, полученными Комиссией Чеджу по цитрусовым.

3. Результаты и обсуждение

В рамках этого исследования был разработан новый алгоритм компьютерной визуализации для классификации качества цитрусовых, основанный на размере плодов одного дерева. Операцию обработки изображений проводили с использованием 84 изображений от 21 образца деревьев.

Исходное изображение цитрусового дерева в формате RGB показано на рисунке 2а. Чтобы выбрать плоды из изображения на входе, отдельное дерево было разделено по горизонтали на три части. Затем из верхней и нижней частей дерева были выбраны по шесть плодов. Восемь плодов были выбраны из средней части дерева. Изображение, полученное от выбранных фруктов цитрусовых, представлено на рисунке 2б. Чтобы распознать плоды цитрусовых, изображения были преобразованы из цветового пространства RGB в HSV, а затем цветовые компоненты HSV извлекались из изображения. Пиксели цитрусовых были выбраны из цветовой гистограммы пространства HSV. Цветовая гистограмма пикселей показана на рисунке 2с. Читатель заметит, что исходное изображение содержит в основном оранжевые, желтые, зеленые, синие, голубые, пурпурные цветовые пиксели (с небольшим количеством красных). В этом исследовании не использовался диапазон от 60 до 260 градусов. Рисунок 2д. иллюстрирует двоичное изображение распознанных плодов цитрусовых. Результаты распознанных плодов цитрусовых представлены на рисунок 2е.

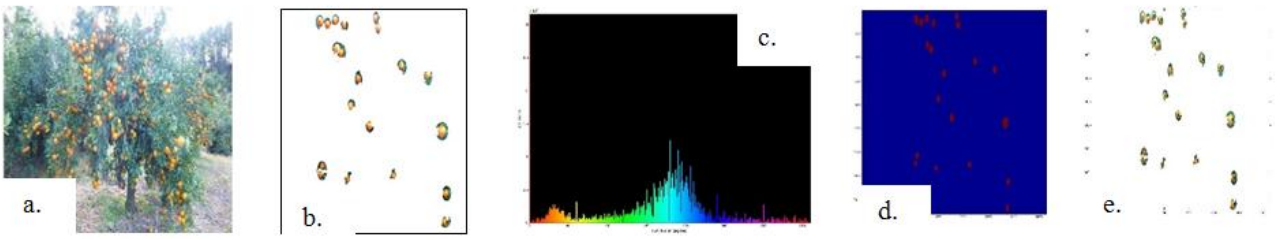


Рисунок 2 – а. – Оригинальное изображение цитрусового дерева в формате RGB;
б. – Выбранные плоды цитрусовых; с. – Цветовая гистограмма пикселей;
д. – Двоичное изображение распознанных плодов цитрусовых;
е. – Результат изображения распознанных плодов цитрусовых

В этом исследовании свойства: площадь, периметр и диаметр для плодов изображения на входе измерялись в пикселях. Измеренные значения пикселей площади, периметра и диаметра для двух изображений образца приведены в таблице 1.

Таблица 1

Измеренные значения в пикселях площади, периметра и диаметра для двух образцов изображений

Шар №	ST01_1.jpg			ST01_2.jpg		
	Площадь	Периметр	Диаметр	Площадь	Периметр	Диаметр
№1	4038	238	72	5592	283	84
№2	5191	323	81	6381	347	90
№3	4129	241	73	6900	319	94
№4	3490	227	67	5279	273	82
№5	4251	244	74	5005	272	80
№6	4255	247	74	6269	296	89
№7	4201	246	73	5092	269	81
№8	5130	268	81	5301	282	82
№9	8196	393	102	4005	239	71
№10	3889	230	70	5733	283	85

Операция классификации качества, основанная на размере плодов цитрусовых, была исследована с использованием данных 1680 плодов в 11 группах (согласно руководящим принципам классификации Комиссии Чеджу по цитрусовым).

Перед классификацией качества определялось отношение величины диаметра в пикселях к фактическому размеру плода. Оригинальное изображение в формате RGB дерева с выбранными плодами представлено на рисунке 3а. Рисунок 3б. представлен как изображение выбранных плодов в формате RGB. Двоичное изображение выбранных плодов показано на рисунке 3с. Результат для измеренного диаметра выбранных фруктов представлен на рисунке 3д.

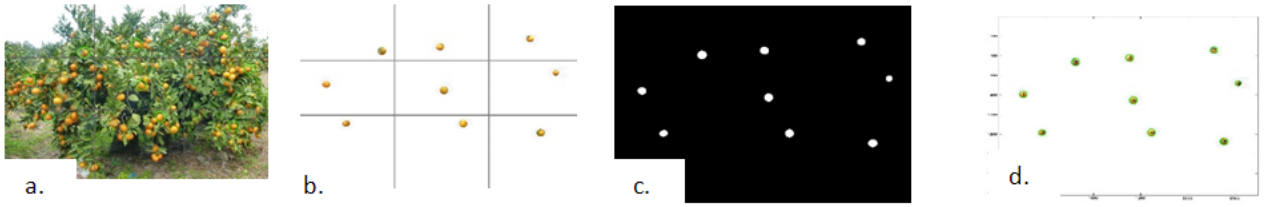


Рисунок 3 – а. – Оригинальное изображение цитрусового дерева с выбранными плодами в формате RGB; б. – RGB-изображение выбранного плода в формате RGB;
с. – Двоичное изображение выбранных плодов;
д. – результат измеренного диаметра, периметра и площади выбранных плодов

Для того чтобы реально оценить размер цитрусовых плодов, были определены отношения диаметров, периметров и значений площади в пикселях к реальному размеру. В таблице 2 приведены результаты для соотношения диаметров в пикселях к фактическому размеру плодов. Как указано в таблице, в одном миллиметре содержатся 1,25 пикселя. Кроме того, отношения периметра и площади в пикселях к фактическому размеру плодов были определены как 1 мм = 4,15 пикселя по периметру = 72 пикселя по площади. Эти значения впоследствии использовались для определения классификации качества по размеру.

Таблица 2

Результат для отношения диаметров в пикселях к фактическому размеру цитрусовых плодов

Шар	Диаметр	Фактический размер, мм	Отношение
1	74.2	59	1.25
2	67.3	53	1.26
3	80.3	65	1.23
4	76.2	60	1.27
5	78.7	62	1.26
6	76.9	61	1.26
7	71.1	56	1.26
8	77.5	62	1.25
9	56.8	46	1.22
Среднее	73.2	58	**1.25**

Всего 1860 цитрусовых плодов были сгруппированы по правилу, указанному в таблице 3 по диаметру, периметру и площади.
Результаты группировки по диаметру, периметру и площади были сопоставлены с результатами обзорных исследований по размеру цитрусовых, которые проводились Комиссией Чеджу по цитрусовым. Сравнение этих результатов показывает, что диаметр изображений плодов в пикселях соответствуют истинному размеру цитрусовых плодов более точным образом, чем два других значения в пикселях (периметр и площадь).

Таблица 3

Группировка результатов

Группа	По диаметру (1мм=1,25 пикселей диаметр)		По периметру (1мм = 4,15 пикселей периметр)		По площади (1мм=72 пикселя площадь)	
	Количество плодов	Процент, %	Количество плодов	Процент, %	Количество плодов	Процент, %
0	144	8,57	103	6,13	394	23,45
1	215	12,80	155	9,23	158	9,40
2	157	9,35	118	7,02	113	6,73
3	128	7,62	74	4,40	72	4,29
4	129	7,68	108	6,43	54	3,21
5	116	6,90	92	5,48	63	3,75
6	123	7,32	103	6,13	61	3,63
7	210	12,50	193	11,49	110	6,55
8	145	8,63	163	9,70	112	6,67
9	181	10,77	215	12,80	128	7,62
10	132	7,86	356	21,19	415	24,70

4. Выводы

В этом исследовании был разработан новый алгоритм компьютерной визуализации для классификации качества плодов цитрусовых, основанный на размере плодов с одного дерева. Свойства изображения площади: периметр и диаметр цитрусовых были измерены в пикселях. Для того чтобы оценить размер плодов цитрусовых реалистично, были определены отношения значений диаметра, периметра и площади в пикселях к фактическому размеру.

Всего 1860 плодов цитрусовых были сгруппированы на основе правила, которое основано на размере диаметра, периметра и площади в пикселях. Результаты группировки цитрусовых по диаметру, периметру и площади были сопоставлены с результатами обзорных исследований по размеру, которые проводились Комиссией Чеджу по цитрусовым. Сравнительные результаты показывают, что диаметр изображений плодов в пикселях имеют более точный размер, чем другие два значения в пикселях, то есть периметр и площадь.

Библиографический список

1. AnandkumarPatil, Ishwarappa R K. Classification of crops using FCM segmentation and texture, color feature. World Journal of Science and Technology 2012, 2(10):74-78.

2. Suchitra A. Khoje, S. K. Bodhe, AlpanaAdsul. Automated Skin Defect Identification System for Fruit Grading Based on Discrete Curvelet Transform. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 5, No 4 Aug-Sep 2013, 3251-3256.

3. Jyoti A Kodagali, S Balaji. Computer Vision and Image Analysis Based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review. International Journal of Food Science & Technology (IJFST), Vol.2, Issue 2 Sep 2012 1-14.

4. Khalid M. Alrajeh, Tamer. A. A. Alzohairy. Date Fruits Classification using MLP and RBF Neural Networks. International Journal of Computer Applications (0975-8887) Volume 41, No.10, March 2012.

5. Yudong Zhang and Lenan Wu. Classification of Fruits Using Computer Vision and a Multiclass Support Vector Machine. Sensors 2012, 12, 12489-12505.

6. Mahendran R, Jayashree GC, Alagusundaram K. Application of Computer Vision Technique on Sorting and Grading of Fruits and Vegetables. Journal Food Processing & Technology, 2011, S5, 1-7.

7. DevrimUnaya, Bernard Gosselinb, Olivier Kleynenc, Vincent Leemansc, Marie-France Destainc, Olivier Debeird. Automatic grading of Bi-colored apples by multispectral machine vision. Computers and Electronics in Agriculture, 75 (2011) 204–212.

8. Elena Guzmán, Vincent Baeten, Juan Antonio FernándezPierna, José A. García-Mesa. Using a Visible Vision System for On-Line Determination of Quality Parameters of Olive Fruits. Food and Nutrition Sciences, 2013, 4, 90-98.

9. Amir Alipasandi, HoseinGhaffari, SamanZohrabiAlibeyglu. Classification of three Varieties of Peach Fruit Using Artificial Neural Network Assisted with Image Processing Techniques. International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 4 (9), 2179-2186, 2013.

10. P.Deepa, S.N.Geethalakshmi. A Comparative Analysis of Feature Extraction Methods for Fruit Grading Classifications. International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, 2013, pp.221-225.

11. SajadSabzi, PayamJavadikia, hekmatrabbani, Ali Adelkhani. Promote of Sorting System of Bam orange using an adaptive neural-fuzzy inference system (ANFIS). International Journal of Agriculture and Crop Sciences.Vol., 5 (14), 1529-1534, 2013.

УДК: 631.664.8.039.51

Мотовилов К.Я., Мотовилов О.К.,
Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Решение проблемы Продовольственной безопасности является одной из актуальных задач на ближайшие годы, реализация которых позволит обеспечить население страны собственными молочными продуктами. По выполнению данной задачи имеются реальные возможности. Учеными СибНИТИП СФНЦА РАН разработана уникальная нанобиотехнология переработки зернового крахмалосодержащего сырья на сахара, использование которых в животноводстве позволяет увеличить на 20-25 % продуктивность животных, улучшить качество продукции и повысить экономическую эффективность. Окупаемость внедрения новой технологии менее года.

Ключевые слова: нанобиотехнологии, безопасность, метод, сахара, переработка, кавитация, ионизация, ферментация, продуктивность, экономика.

По данным ООН каждый пятый человек на планете недоедает, т. е. недополучает питательных веществ в соответствии с физиологическими потребностями. По мнению многих специалистов дефицит продуктов питания будет возрастать, так как население планеты ежегодно увеличивается.

В связи с этим перед учеными всех стран стоит задача ускоренного развития новых направлений и технологий для увеличения производства продуктов питания до физиологических норм.

При завозе в страну более 17 % какого-либо продовольствия государство теряет продовольственную независимость.

Президентом РФ Путиным В.В. была поставлена задача к 2020 году обеспечить население страны продуктами собственного производства, т. е. решить продовольственную независимость. За последние годы работники агропромышленного комплекса проделали огромную работу и сделали многое. Птицеводы и свиноводы, используя новейшие технологии, обеспечили россиян продуктами отечественного производства в соответствии с физиологическими потребностями. Птицеводы производят 32 кг мяса птицы, свиноводы 28 кг свинины на душу населения в год.

К глубокому сожалению, производство говядины в стране снизилось с 46 кг в 1990 году до 13 кг в 2015 году. Аналогичная ситуация наблюдается и по производству молока. При физиологической потребности 300-320 кг на человека в год надо производить около 50 млн. тонн молока. За два квартала 2018 года было произведено 12,5 млн тонн. Дефицит составляет около 25 млн тонн.

Дефицит молока восполняется за счет поставок сухого обезжиренного молока из-за рубежа: страны ЕС, Канады, Южной Америки. Животный жир заменяется растительным в основном пальмовым маслом. В результате чего более 50 % поставляемых молочных продуктов являются фальсификатами.

Кроме того, следует отметить, что завоз импортного молочного продукта оказывает отрицательное влияние на отечественных производителей. Потому что себестоимость отечественных продуктов всегда будет выше импортных. Во-первых, за рубежом поддержка сельхозпроизводителей на порядок выше, чем у нас. Кроме того, наши климатические условия

требуют больше затрат. В связи с этим мы искусственно тормозим собственное производство и финансируем зарубежных производителей.

Для выхода из сложившейся ситуации необходимо увеличить поголовье крупного рогатого скота и продуктивность животных. К сожалению, по этому показателю мы уступаем ведущим странам в 1,5-2 раза. Решение данной проблемы возможно при объединении усилий всех структур: руководителей государства, местных властей, сельхозпроизводителей и науки.

Одним из путей увеличения производства продукции животноводства является реализация их генетического потенциала продуктивности. К глубокому сожалению в нашей стране этот показатель реализуется всего на 40-50 %.

При производстве продукции животноводства на долю кормов приходится 60-65 % от всех затрат. Современное состояние кормопроизводства во многих предприятиях не в полной мере удовлетворяют потребностям животных и не соответствуют научно обоснованным требованиям ведения отрасли животноводства. В настоящее время отечественными и зарубежными учеными разработаны детализированные нормы по 30-35 показателям, в зависимости от возраста, пола, физиологического состояния животных и т. д.

В кормлении высокопродуктивных жвачных животных важны все компоненты питания. Однако особая роль принадлежит белкам и углеводам. Если потребность в белках почти удовлетворяются, то дефицит легкоусвояемых сахаров составляет 35-40 %, что является искусственным сдерживанием реализации генетического потенциала продуктивности.

Традиционными источниками кормовых сахаров являются корнеклубнеплоды, меласса и гидролизные патоки. Следует отметить, что все корнеклубнеплоды имеют особенность аккумулировать нитраты, которые в организме животных превращаются в нитриты, затем нитрозамины, являющиеся канцерогенными соединениями. Кроме того, после 4-5 месяцев хранения в корнеплодах наблюдается существенное снижение содержания сахаров. Сахарная меласса является отходом перерабатывающих предприятий и также содержит до 8 г нитратов в 1 кг, а также другие химические соединения, которые неблагоприятно сказываются на здоровье животных и на качестве продукции.

В развитых странах практикуют для нормирования сахаров в рационах животных использовать моносахара. Так в Израиле на одну лактирующую корову (годовой удой 12000 литров) ежедневно дают до 3 кг кристаллической глюкозы. К сожалению, данный продукт имеет высокую стоимость и его внесение нерентабельно.

В мировой и отечественной практике существуют различные способы и технологии обработки зернового сырья с целью повышения его питательной ценности и содержания легкоусвояемых сахаров: замачивание, поджаривание, экструдирование, кондиционирование под давлением. Вышеперечисленные методы обладают существенными недостатками: низкое 5-6 % превращение крахмала в сахара, высокие энергозатраты и высокая температура обработки.

В связи с выше изложенным, назрела необходимость разработки новых инновационных технологий, позволяющих перерабатывать имеющееся в хозяйствах зерновое крахмалосодержащее сырье на кормовые сахара малозатратными и экологически безопасными способами.

Учеными института разработана, запатентована и внедрена в производство новая инновационная технология переработки крахмалосодержащего сырья на кормовые сахара с содержанием от 16 % до 32%. Внедрение новой технологии позволяет значительно сократить время переработки крахмала зерна на глюкозо-мальтозные кормовые добавки, при этом снизить затраты энергии и труда, а в конечном итоге получить экологичную продукцию без использования минеральных и органических кислот [5].

Предложены и обоснованы с фундаментальных позиций направленные способы биоконверсии крахмалосодержащего сырья в условиях физических воздействий с получением легкоусвояемых углеводов заданного состава [3, 6]. Технология включает следующие основные этапы: подготовка зерна (дробление или замачивание), подготовка воды (электродиализная обработка). Желатинизация и ферментативное разжижение в условиях кавитационных воз-

действий. Подготовка зерна заключается в измельчении до крупной дробленки и замачивании в течении 8-12 часов при Т=16-25^{o}С. Подготовка воды нужна для корректировки pH до необходимого уровня. Далее измельченное зерно порциями вносят в аппарат гидромеханического воздействия с подготовленной в ионизаторе водой, имеющей pH 4,5-5,5 [4]. В аппарате смесь в течение 4-5 часов обрабатывается. В ходе такой обработки зерновая суспензия разогревается и гомогенизируется. Проведение ферментативной биоконверсии крахмала в условиях кавитационных воздействий способствует ускоренной деполимеризации крахмальных гранул. При нагревании зерновой суспензии идет желатинизация крахмала, в результате чего вязкость суспензии значительно повышается. Температура стадии желатинизации поддерживается в пределах 55-65^{o}С. Для разжижения добавляют мультиэнзимные композиции МЭК-1. После разжижения смесь перемещают в ферментер и добавляют МЭК-2 с целью осахаривания. Продолжительность стадии осахаривания составляет около 4 часов. Общая продолжительность процесса деполимеризации крахмала составляет 7-8 часов. В результате такой обработки из любого крахмалосодержащего сырья можно получить гомогенные смеси, содержащие легкоусвояемые сахара: глюкозу и мальтозу. Нами также установлено, что использование в качестве реакционной среды анолита (кислой фракции электроактивированной воды) позволяет существенно снизить длительность гидролиза нативных крахмалов до 6 часов, и, главное, исключить из процесса соляную кислоту и уменьшить в гомогенате содержание ионов железа, которые являются ингибиторами ферментативного гидролиза.

Технология внедрена в хозяйствах Новосибирской и Томской областей, Алтайского и Красноярского краев, а также в Республике Татарстан. Введение в рацион молодняка крупного рогатого скота новой гомогенной смеси способствует повышению интенсивности роста молодняка. Дополнительный прирост живой массы у экспериментальных животных составил 16,4 % у бычков и 13,2 % у телочек. Биохимический показатель крови у опытных животных показал увеличение содержания глюкозы с 0,5 до 2,1 ммоль/л у телочек и до 1,7 ммоль/л у бычков.

Скармливание новой кормовой добавки взрослым животным также благоприятно повлияло на состояние обмена веществ. Анализ результатов биохимических исследований показал, что в сыворотке крови у 95-100 % животных опытной группы по комплексу показателей соответствует физиологической норме. У животных контрольной группы ряд биохимических показателей крови был ниже нормы: фосфор – 40 %, кальций – 80 %, а глюкоза – 50 % у исследованных животных [1, 2].

Внедрение новой технологии позволяет на 20-25 % увеличить продуктивность животных, улучшить качество и экологичность молока, снизить затраты на производство продукции. Окупаемость оборудования менее года.

Таким образом, разработанная технология деполимеризации крахмалосодержащего сырья, базирующаяся на элементах нанобиотехнологий, позволяет за короткий промежуток времени увеличить производство продукции, снизить затраты труда и средств и решить продовольственную безопасность страны.

Библиографический список

1. Шкиль Н.А., Мотовилов К.Я. Опыт применения углеводных кормовых добавок в кормлении лактирующих коров // Ветеринария и кормление. – М. – 2008. – № 5. – С.24-25.

2. Мотовилов К.Я., Волков В.А. Перспективы использования углеводной кормовый добавки из зерновых крахмалоносов в животноводстве // Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных: материалы .межд. науч.-практ. конф. – Дубровицы. 2005. – Т. 2. – С.45-47.

3. Способ получения сахаристых продуктов из ржаной и пшеничной муки. Патент РФ №2340681 В.В. Аксенов, Е.Г. Порсев, К.Я. Мотовилов.

4. Мотовилов О.К. Гидромеханическое диспергирование и его использование при производстве продуктов питания и оценка их потребительских свойств: монография. – Новосибирск, 2011. – 240 с.

5. Мотовилов О.К., Мотовилов К.Я. Нанобиотехнологии – инструмент реализации продовольственной безопасности (учебное пособие). – Новосибирск: НГАУ, 2017. – 214 с.

6. Способ получения глюкозо-мальтозо-аминокислотной кормовой добавки из зерна злаковых культур. Патент РФ №2346461, Мотовилов К.Я., Мотовилов О.К., Аксенов В.В.

Motovilov K.Ya., Motovilov O.K.,
Siberian research and technological Institute of processing of agricultural products
of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

NANOBIOTECHNOLOGY IS AN EFFECTIVE WAY TO IMPLEMENT THE FOOD SECURITY OF RUSSIA

The solution to the problem of Food security is one of the urgent tasks for the coming years, the implementation of which will provide the population with its own dairy products. There are real opportunities to accomplish this task. Scientists Sibnitip SFNCA RAN developed a unique nanobiotechnology processing of grain starch-containing raw materials for sugar, the use of which in animal husbandry can increase by 20-25% the productivity of animals, improve product quality and increase economic efficiency. The payback of the new technology implementation is less than a year.

Keywords: nanobiotechnology, safety, method, sugar, processing, cavitation, ionization, fermentation, productivity, economy.

УДК 632.4:633.3

Ашмарина Л.Ф., Сухоруков А.А., Коробейников А.С.,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

Для диагностики заболеваний растений на ранних стадиях развития необходимо изучение их механизма патогенеза. Это возможно с использованием рентгеноспектрального микроанализа, который позволяет локализовать in situ элементный состав на клеточном и субклеточном уровнях (цитоплазма, ядро, вакуоли и др.).

Ключевые слова: рентгеноспектральный микроанализ, болезни, растения, элементный состав, диагностика растений, растительная клетка.

Среди широко используемых в настоящее время методов диагностики болезней растений преобладают визуальные и микроскопические методы. При очевидной простоте и сравнительной эффективности эти методы имеют и ярко выраженные недостатки, наиболее значимый среди которых – ошибка наблюдения, связанная с индивидуальными особенностями человеческого восприятия [1]. Несмотря на появление современных инструментальных средств, таких, как виртуальный прибор «Листомер» для определения степени поражения листьев [2], подобные средства способны определять общую площадь поражения листа лишь при ее интенсивном развитии – что, в конечном итоге, может существенно снижать точную диагностику болезни и эффективность защитных мероприятий. Вместе с тем, показано, что одним из факторов активного иммунитета растений выступают микрокристаллы кальция, откладывающиеся на поверхности клеточных стенок и препятствующие проникновению патогена в ткани растения. Кроме того, ионы кальция являются одним из факторов регуляции открытия устьиц: повышенное их содержание способствует схлопыванию устьиц и также препятствует инфицированию растения [3]. Таким образом, повышение концентрации ионов кальция в тканях растения могло бы служить косвенным признаком наличия инфекции на ранней бессимптомной стадии заражения, что могло бы многократно повысить эффективность защитных мероприятий.

Рентгеновская спектроскопия – один из методов качественного и количественного анализа, известный в биологии с 50-х годов XX в., основанный на изучении спектра рентгеновских лучей, испускаемых облученным объектом. На базе лаборатории сектора иммунитета и защиты растений СибНИИ кормов СФНЦА РАН были проведены исследования образцов пораженных тканей листьев кормовых культур: сои, гороха и клевера лугового [4, 5]. В рам-

ках эксперимента использовалось локальное облучение электронным зондом и получение спектра вторичного рентгеновского излучения, как пораженного участка, так и непосредственно прилегающих к нему тканей с последующих анализом полученных данных на специализированном программном обеспечении. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

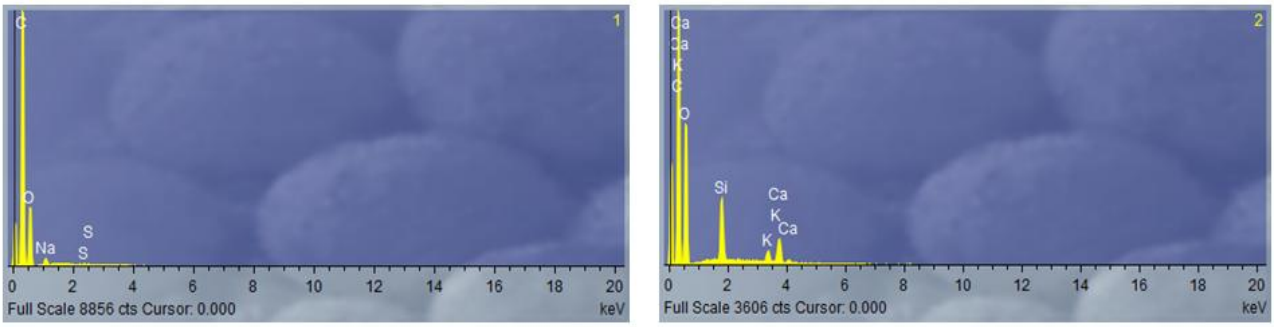


Рисунок 1 – Спектр рентгеновского излучения химических элементов на участке некротизированной ткани листа гороха (слева) и в прилегающем здоровом участке (справа)

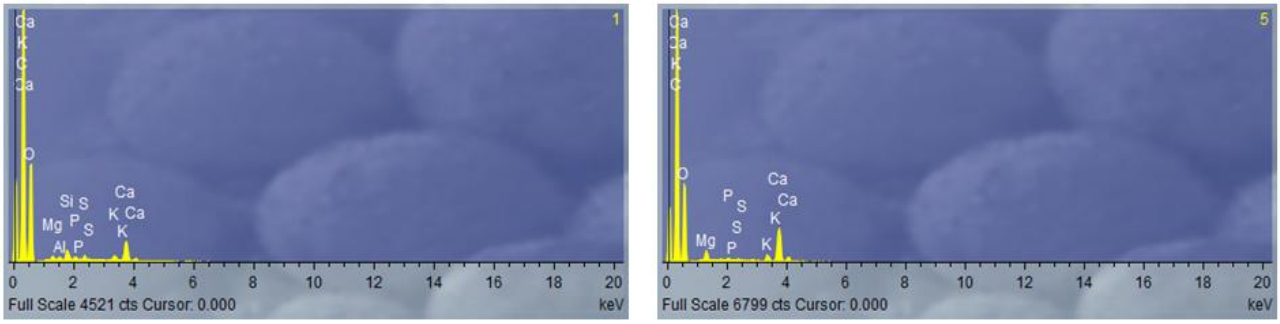


Рисунок 2 – Спектр рентгеновского излучения химических элементов на участке пораженной ткани листа сои (слева) и в прилегающем здоровом участке (справа)

На некротизированном участке листа гороха, пораженного аскохитозом, присутствует выраженный спектр углерода при полном отсутствии спектров кальция и калия, характерных для здоровых клеток. Одновременно с этим, в соседних тканях наблюдаются пики активности этих элементов, что может свидетельствовать о протекающих иммунных реакциях. Подобная же картина наблюдается и на сое, пораженной альтернариозом – различие состоит в том, что в отсутствие выраженного некроза тканей, и на пораженном, и на здоровом участке листа наблюдаются схожие биохимические процессы.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать предварительные выводы об эффективности метода рентгеноспектрального микроанализа в ранней диагностике болезней растений.

Библиографический список

1. Contreras-Medina L.M, Osornio-Rios R.A., Torres-Pacheco I., de J. Romero-Troncoso R., Guevara-González R.G., Millan-Almaraz J.R. Smart Sensor for Real-Time Quantification of Common Symptoms Present in Unhealthy Plants // Sensors. – 2012. – № 12. – P. 784-805.

2. Листомер (виртуальный прибор) для определения площади и степени поражения листьев // СибФТИ [сайт].URL: http://www.sorashn.ru/index.php?id=144 (дата обращения: 06.02.2018).

3. S. Gilroy, M. D. Fricker, N. D. Read, A. J. Trewavas. Role of Calcium in Signal Transduction of Commelina Guard cells // Plant Cell., – 1991. – № 3. – P. 333-334.

4. Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф. Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в ранней диагностики болезней кормовых культур // Молодой ученый. – 2015. – № 9-2 (89). – С. 33-34.

5. Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф. Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в защите растений // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2014. – № 6. – С. 66-70.

Ashmarina L.A., Sukhorukov A.A., Korobeynikov A.S.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region

X-RAY SPECTRAL MICROANALYSIS AS A PROMISING METHOD TO AN EARLY DIAGNOSIS OF PLANT DISEASES

To diagnose plant diseases in the early stages, it is necessary to study their pathogenesis. This is possible using X-ray diffraction microanalysis, which allows localizing in situ elemental composition at the cellular and subcellular levels (cytoplasm, nucleus, vacuoles, etc.).

Keywords: X-ray spectral microanalysis, plant diseases, elemental composition, plant disease diagnostics, plant cell.

УДК 631.348.8+58.08:621.3.06+621.317.3:621.3-1/-8

Болотов Д.С.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КУЛЬТИВАТОРА

Предлагается методика исследования электрического поля рабочих органов электротехнологического культиватора при помощи программного пакета Elcut. Приводятся результаты исследования влияния диэлектрических пластин на распространение потенциала и напряженности электрического поля за пределами полосы захвата рабочих органов электротехнологического культиватора.

Ключевые слова: электротехнологический культиватор, электрическое поле, электрод, диэлектрическая пластина, потенциал, напряженность.

Важной проблемой при электрическом повреждении сорных растений посредством электротехнологических культиваторов (ЭТК) согласно [1–3] является распространение электрического поля (ЭП) ЭТК за пределами полосы захвата его рабочих органов. Рабочие органы ЭТК также называют электродной системой (ЭС).

Одним из возможных способов управления распространением ЭП ЭТК являются диэлектрические пластины (ДП) – экраны, препятствующие распространению ЭП ЭТК в определенном направлении. Выбор необходимого и достаточного средства управления ЭП может быть сделан только после того, как будет ясно, в каком месте его следует применять [4]. Это сложный процесс получения, рассмотрения и анализа пространственной картины, или карты ЭП исследуемого объекта. В общем случае анализу следует подвергать как внешнее открытое ЭП, так и внутреннее закрытое. Поэтому при электрическом повреждении растений ЭТК возникает необходимость оценки локального распределения ЭП с учетом сложной геометрии и нелинейных физических свойств материалов в ЭП – растительных тканей, почвы, воздушной, а также конструкционных сред ЭС [4, 5]. В ЭС ЭТК распределение ЭП имеет сложный характер даже в межэлектродном промежутке, где его можно экспериментально определить. Одним из источников получения информации об ЭП в биологических, почвенных, воздушных и конструкционных средах является физическое моделирование ЭП ЭС ЭТК в программных пакетах на ЭВМ [5] (например, пакет Elcut 6.1, функциональные возможности которого позволяют проводить анализ распространения ЭП ЭС ЭТК в почвенной среде).

Определение влияния на распространение ЭП ЭС ЭТК расположения ДП в непосредственной близости к ЭС.

Для оценки влияния ДП на распространение потенциала $\boldsymbol{\varphi}$ и напряженности $\boldsymbol{E}$ ЭП ЭТК в среде программного пакета Elcut 6.1 проведен эксперимент по определению зависимости $\boldsymbol{\varphi}$ и $\boldsymbol{E}$ ЭП от расположения ДП в ЭС. Рассмотрены девять вариантов размещения фарфоровых ДП относительно фазного и нулевого электродов. В таблице 1 ДП представлены темным цветом, электроды – серым, ширина захвата ЭС, т.е. длина электродов 30 см, диаметр 10 мм,

толщина ДП 10 мм. Фазный (слева) и нулевой (справа) электроды размещены на расстоянии 21 см друг от друга, напряжение между электродами 2,5 кВ. Электропроводность почвы принята равной 0,01См/м [4], ДП – 10^{-13}См/м.

Таблица 1

Варианты размещения диэлектрических пластин (ДП) относительно электродов ЭТК

Геометрия электродной системы и диэлектрических пластин									
Обозначение варианта	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9
Изоляция электродов и электродной системы	отсутствует	боковых частей электродной системы	боковой части фазного электрода	торцов и боковых частей электродной системы	торцов и боковых частей электродов	торцов и боковой части фазного электрода	торцов электродов	торцов электродной системы	торцов фазного электрода

Зависимости φ и E ЭП фиксировались по координатам y, характеризующим изменение данных величин, за пределами полосы захвата ЭС ЭТК (рисунок 1).

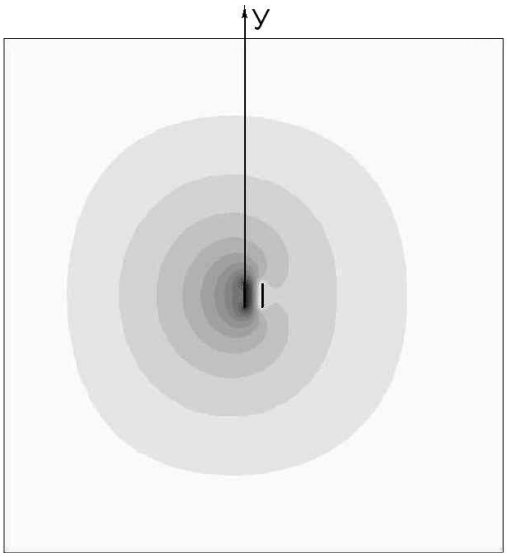


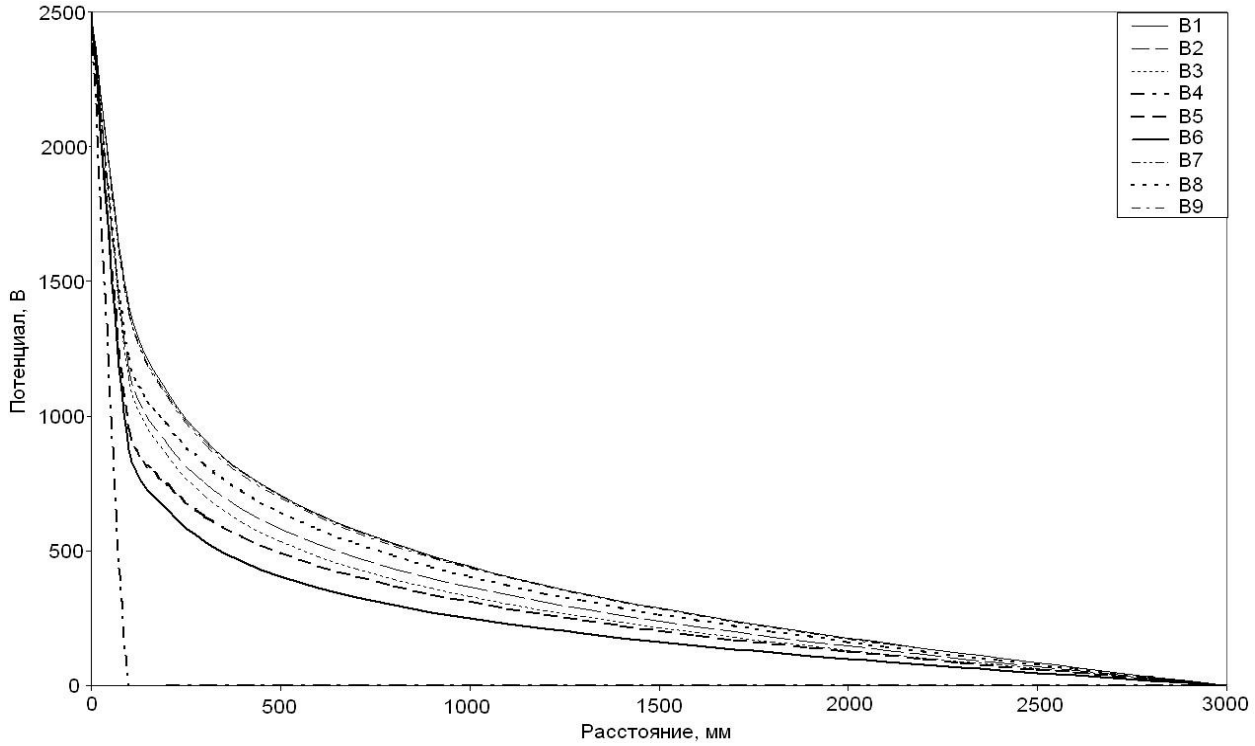
Рисунок 1 – Анализируемое направление распространения электрического поля электротехнологических культиваторов за пределами полосы захвата

На рисунках 2*а* и 2*б* приведены зависимости φ и E по y (т.е. по направлению y согласно рисунку 1) ЭП ЭС ЭТК при различных вариантах размещения ДП (согласно таблице 1).

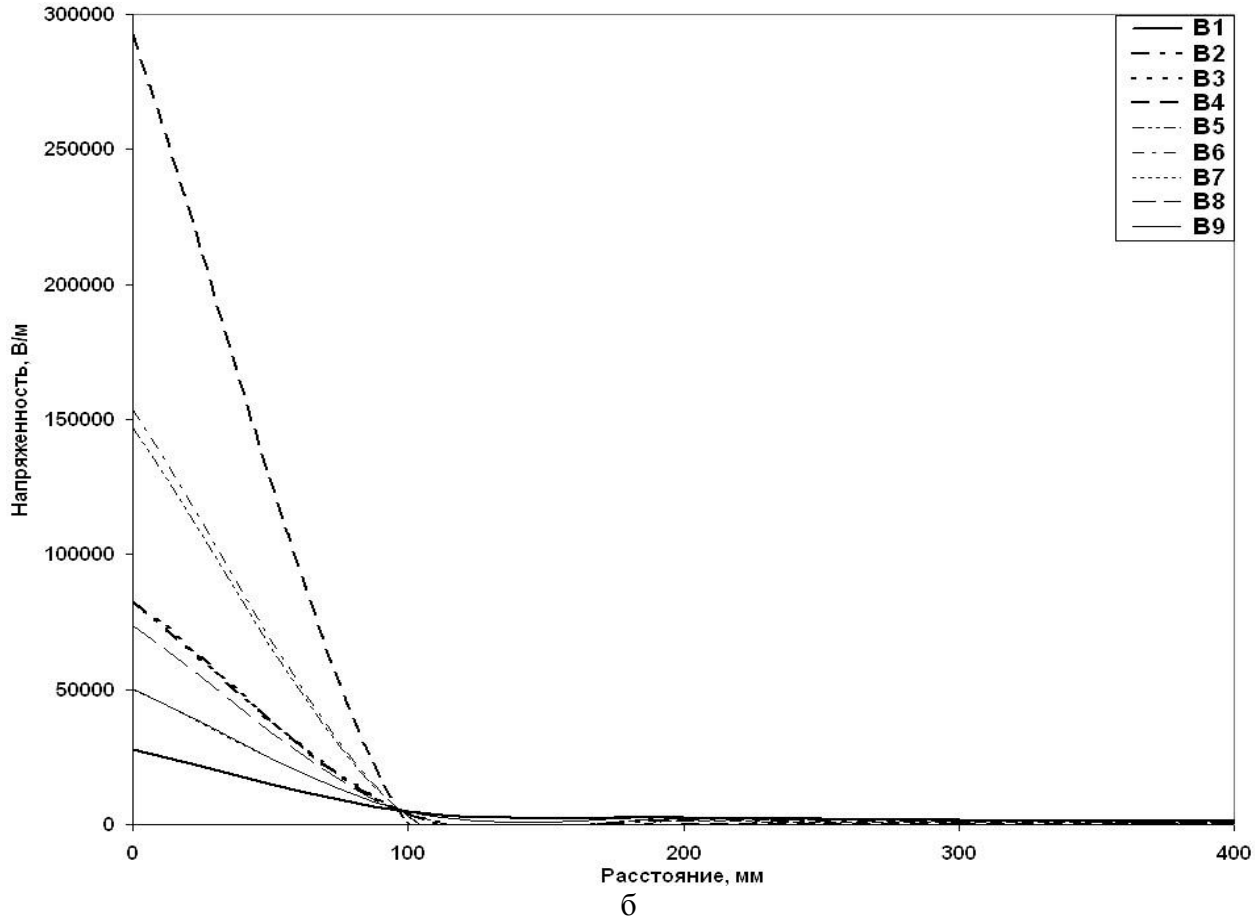
Анализируя полученные в ходе моделирования в среде Elcut 6.1 картины распространения φ и E ЭП ЭС ЭТК при различных вариантах размещения ДП относительно электродов и ЭС, а также изменения φ и E за пределами (рисунок 2) полосы захвата ЭС ЭТК, можно сделать следующие выводы:

1. Значительное распространение φ за пределами и в полосе захвата ЭС ЭТК с низким уровнем E до 25 кВ/м наблюдается в варианте без ДП (В1).

2. Концентрированное действие (с позиции распространения φ) с максимальной E ЭП порядка 300 кВ/м создает ЭТК с изоляцией ДП ЭС по ее наружному периметру (В4).



а



б

Рисунок 2 – Изменение ***φ*** (**а**) и **E** (**б**) ЭП ЭС ЭТК по координате **y** при различных вариантах размещения ДП (таблица 1)

3. В остальных вариантах размещения ДП среднее значение ***E*** ЭП ЭС ЭТК составляет 50…150 кВ/м.

4. Изменения φ в вариантах без изоляции (В1) и с изоляцией торцов электродов (В7), ЭС (В8), фазного электрода (В-9) аналогичны. В данных вариантах E ЭП минимальна, составляет 20 кВ/м, т. к. ДП размещены в торцах или отсутствуют, т.е. боковые части электродов и ЭС не экранированы.

5. Изменения φ в вариантах с изоляцией боковых частей ЭС (В2), фазного электрода (В3), торцов и боковых частей электродов (В5), торцов и боковой части фазного электрода (В6) аналогичны. В отличие от ЭС без изоляции (В1) в данных вариантах наблюдается снижение φ в областях 0…3 м и 3,22…6,22 м от ЭС из-за изоляции боковой части фазного электрода, E ЭП составляет 80 и 170 кВ/м. Изоляция боковой части нулевого электрода не оказывает значительного влияния на изменения φ и E ЭП ЭС ЭТК.

Результаты моделирования показывают, что экранирование торцов ЭС ЭТК снижает распространение φ и E за пределами полосы захвата ЭС. Соответственно, энергозатраты рассматриваемой электротехнологии и негативные действия на биологические организмы, находящиеся вне полосы захвата ЭС, также снижаются, что способствует повышению электробезопасности данной электротехнологии.

Библиографический список

1. Ляпин В.Г., Инкин А.И. Поглощение электромагнитной энергии в растительной ткани // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002, – №11. – С. 6-8.
2. Болотов Д.С., Ляпин В.Г., Патрин В.А. Моделирование электрического поля электродной системы электротехнологического культиватора в программной среде // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Белоруси и Болгарии: сб. науч. докл. XX междунар. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 4-6 октября 2017): – Новосибирск: СФНЦ РАН, НГАУ, 2017. – Ч.II. – С. 270-274.
3. Ляпин В.Г. Характерные недостатки разработки мобильных электротехнологических установок и закономерности их развития // Труды ГОСНИТИ. – М., 2015. – Т. 120. – С. 79-83.
4. Болотов Д.С. Исследование распространения плотности тока, создаваемого электрическим полем электродной системы электротехнологического культиватора в структуре «Воздух над почвой - растение со стержневой корневой системой – верхний слой почвы» // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – №3 (18). – С. 211-218.
5. Ляпин В.Г., Болотов Д.С., Самохвалов М.В., Морокин Д.В. Инфраструктура и обеспечение уровня исследований электрического повреждения растений мобильными электротехнологическими установками // Ползуновский вестник. – 2014. – Т.1. – №4. – С. 215-224.

Bolotov D.S.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

THE INFLUENCE OF DIELECTRIC PLATES ON THE ELECTRIC FIELD OF WORKER ORGANS OF ELECTROTECHNOLOGICAL CULTIVATOR

The technique of research of an electric field of worker organs of electrotechnological cultivator is offered by means of software package Elcut. The study is organized for nine variants of the location of dielectric plates in zone of the accomodation worker organ electrotechnological cultivator.

Results of research of influence of dielectric plates on distribution of potential and intensity of an electric field along a strip of capture of worker organs and behind its limits are resulted. It is installed that screening butt end of electrod system of electrotechnological cultivator reduces spreading the potential and tension of the electric field outside the bands of the seizure of electrotechnological cultivator.

Keywords: electrotechnological cultivator, electric field, electrode, dielectric plate, potential, intensity.

УДК 631.372

Калюжный А.Т, Гуськов Ю.А, Долгушин А.А.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНДУКЦИОННОЙ СЕЛЬХОЗНАВИГАЦИИ

В статье рассматривается программирование плановых траекторий сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов при автоматическом вождении при помощи подземных токоведущих проводов.

Ключевые слова: автоматизация растениеводства, индукционная сельхознавигация, напряженность магнитного поля, магнитная индукция.

Во второй половине прошлого столетия широкое распространение получили работы по созданию систем автоматического вождения сельскохозяйственных машин и машинно-тракторных агрегатов (МТА). Так, в 1969 г на выставке в г. Стенлее (Англия) демонстрировался трактор MF-165, оборудованный индукционной системой автовождения Auto-track, создаваемой учеными Рединского университета [1]. Заявлялись достаточно высокие технические параметры системы автовождения (таблица 1).

Таблица 1

Показатели системы Auto-track

1	Используемый провод	Стальной, диаметр 0,8 мм
2	Изоляция провода	ПХВ
3	Шаг закладки проводов	5,5 м
4	Глубина закладки проводов	0,5 … 0,6 м
5	Срок службы проводов	>20 лет
6	Шаг закладки проводов	5,5 м
7	Навигационный индуктор	Коммутируемые петли
8	Ширина петли	22 м
9	Ширина загонки	44 м
10	Количество петель в загонке	4 шт.
11	Частота тока петли	2800 Гц
12	Погрешность вождения	< 2 см
13	Потребляемая индуктором мощность	< 1 Вт
14	Удельные затраты	55 долл./га

Сообщалось, что трактор, будучи запущенным в работу, сможет обработать все поле без какого-либо вмешательства человека. Серийное производство и реализация систем Auto-track намечались на 1973 год специально созданным предприятием.

Несмотря на намечаемые планы, система Auto-track в производство запущена не была. Что дало повод для сомнений и неверия в возможности явления магнитной индукции для автоматизации вождения сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов. Это неверие и сомнения сохраняются до настоящего времени.

Элементной базой для создания Auto-track служили радиолампы и германиевые полупроводники. Современное состояние электроники позволяет успешно решать те задачи, которые для создателей Auto-track представлялись неразрешимыми. Что позволяет по-новому оценить потенциальные возможности явления магнитной индукции в сельскохозяйственной навигации для определения местоположения МТА при их автоматическом вождении.

Согласно закону полного тока, напряженность H магнитного поля, создаваемая током I бесконечно длинного прямолинейного провода, на расстоянии r от оси провода описывается уравнением:

$$H = \frac{I}{2\pi r} = \frac{K}{r},$$

где $K = I/2\pi r$ – коэффициент пропорциональности.

Вектор напряженности направлен по касательной к магнитной силовой линии, поэтому лежит в плоскости, перпендикулярной к проводу и образует с осью OZ угол ψ, рисунок 1:

$$\psi = \arcsin\frac{z}{\sqrt{y^2+z^2}} = \arccos\frac{y}{\sqrt{y^2+z^2}} = \operatorname{arctg}\frac{z}{y}$$

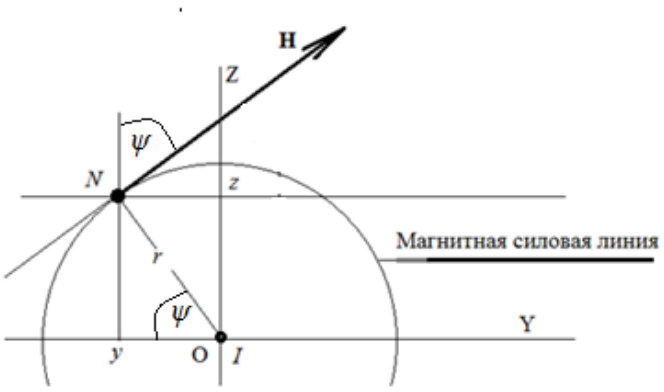


Рисунок 1 – Направление вектора напряженности в точке *N*

Расположим плоскость XOY горизонтально, совместив ось OX с проводом. Тогда проекции вектора напряженности на оси системы координат опишутся уравнениями:

$$H_x = 0;\ H_y = H\sin\psi = K\frac{z}{z^2+y^2};\ H_z = H\cos\psi = K\frac{y}{z^2+y^2}.$$

Сигнал траекторного рассогласования δ удобно формировать непосредственно по проекции вектора напряженности на вертикальную ось OZ одноточечным амплитудно-фазным методом: $\delta = Hz$.

При разработке Auto-track автоматическое вождение трактора осуществлялось вдоль одиночной петли. На завершающем этапе работ испытания проводились на реальном поле, схема укладки проводов на котором изображена на рисунке 2.

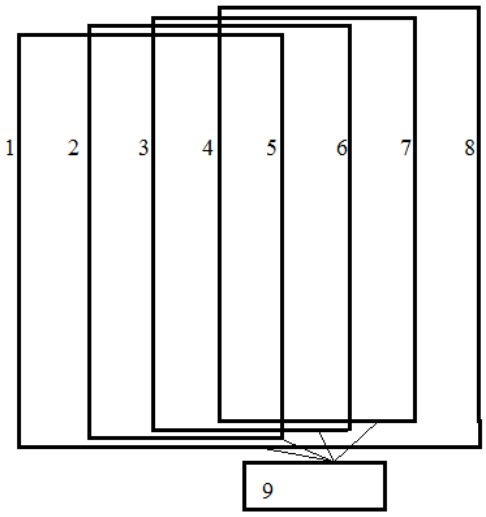


Рисунок 2 – Схема укладки проводов индуктора Auto-track

Укладка проводов обеспечивала движение МТА по полю загонным способом с беспетлевым разворотом на поворотных полосах. Раздельное электропитание петель осуществлялось с помощью коммутатора 9.

Как видно на рисунке 3, ширина петель B = 22 м. Минимальное расстояние между плоскостью петли и индукционным преобразователем (ИП) устройства местоопределения ≈ 1 м. Навигационное магнитное поле создается током всех сторон петли; вдали от поворотных петель суммарное магнитное поле создается прямым и обратным токами петли. Внутри петли составляющие *Hz* каждой стороны однонаправленные и суммируются, а снаружи петли встречные и вычитаются. Условие $\delta = Hz = 0$ соблюдается в точках, для которых составляющие *Hz* прямого и обратного токов равны:

$$K\frac{y}{y^2+z^2} = K\frac{y-B}{(y-B)^2+z^2}$$

Откуда после несложных преобразований получим:

$$y = \frac{B}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + z^2}$$

Глубина закладки проводов ≈0,6 м, а высота ИП над земной поверхностью ≈ 0,5 м. Поэтому z ≈ 1,1 м и при B =22 м смещение траекторий относительно проводов y ≈ ±5,5 см. То-есть, ИП будет перемещаться не точно над проводом, а со смещением в ту или другую сторону на 5,5 см. При этом расстояния между смежными проходами МТА будут различаться на ±11 см, а разность между максимальным и минимальным значениями составит 22 см.

Увеличение ширины петли B снижает влияние магнитного поля обратного тока, но увеличивает влияние поперечной стороны на поворотных полосах, создающих вертикальную составляющую магнитного поля:

$$H_z = \frac{K}{2}\frac{x}{x^2+z^2}\frac{B}{\sqrt{B^2+x^2+z^2}},$$

где x – расстояние до конца петли.

Таким образом, фактические траектории МТА непредсказуемые, не обладают необходимой идентичностью положения относительно проводов. Именно это обстоятельство могла стать главным препятствием для реализации планов серийного производства и сбыта систем Auto-track.

Более глубокие исследования показывают, что существует несколько способов совмещения фактических траекторий МТА с подземными проводами. Например, по известным параметрам токовой петли и измеряемым значениям координат z и x вычислять боковое смещение точек с нулевым значением проекции Hz , и соответствующим образом корректировать траекторию [3]. Однако более точный метод заключается в компенсации магнитного поля, создаваемого обратным током, с помощью встречного магнитного поля, создаваемого таким же синфазным током (рисунок 3).

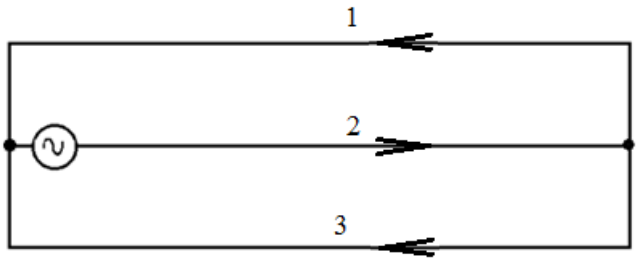


Рисунок 3 – Индуктор типа «двойная» петля

Ток рабочего провода 2 на поворотной полосе делится на 2 равные части, возвращающиеся к источнику по проводам 1 и 3. Вертикальные составляющие магнитных полей, создаваемых токами этих проводов, внутри петли направлены встречно и над проводом 2 полностью компенсируют друг друга. В результате в плоскости XOZ, непосредственно над средним проводом проекция Hz = 0. Что позволяет использовать эту плоскость в качестве программы плановой траектории МТА.

Магнитное поле одиночного бесконечного провода можно считать эталонным, обеспечивающим эталонное качество местоопределения МТА. Чувствительность G местоопределения в эталонном магнитном поле:

$$G = \frac{dH_z}{dy} = -\frac{y^2-z^2}{(y^2+z^2)^2}.$$

Эта же формула справедлива для чувствительности, создаваемой током провода 2. Для тока проводов 1 и 3 чувствительность соответственно:

$$G_1 = -\frac{(B+y)^2 - z^2}{((B+y)^2 + z^2)^2}\ ; \quad G_3 = -\frac{(B-y)^2 - z^2}{((B-y)^2 + z^2)^2}$$

Значение суммарной чувствительности местоопределения в магнитном поле двойной петли равно алгебраической сумме составляющих. При положительном значении координаты *y* суммарная чувствительность:

$G_\Sigma = G_3 + G_2 - G_1$.

Так как $G_3 > G_1$, *то* $G_\Sigma > G_2$, то есть чувствительность местоопределения в магнитном поле двойной петли выше эталонной. А так как магнитные поля проводов 1 и 3 «сжимают» магнитные силовые линии поля провода 2, то помехоустойчивость к крену трактора в магнитном поле двойной петли также выше эталонной.

Ширину полупетель целесообразно выбирать равной расстоянию между смежными проводами, а движение МТА осуществлять челночным способом, что сократит время холостых переездов на поворотной полосе и повысит производительность МТА. Наконец, отвальная пахота оборотным плугом существенно повысит качество вспашки, благодаря отсутствию свальных и развальных борозд.

Источником погрешности местоопределения может стать неравномерность распределения тока по крайним проводам петли. Пусть, например, сопротивление проводов 1 и 2 по 100 Ом, а провода 3 – 110 Ом. Ток провода 2 примем 100 %; тогда токи проводов 1 и 3 будут 52,38 % и 47,62 %, соответственно. Над проводом 2 нескомпенсированным будет магнитное поле, создаваемое разностным током проводов 1 и 3, то есть 4,76 %. Расчет показывает, что в этом случае при B = 5,5 м и z = 1,5 м плановая траектория смещается относительно провода 2 на 1,8 см. Поэтому разность длин смежных проводов не должна превышать 1-2 %.

Схема многопроводного индуктора, позволяющего создавать двойные петли при помощи механического коммутатора, показана на рисунке 4. Не представляет затруднений заменить механических коммутатор электронным бесконтактным.

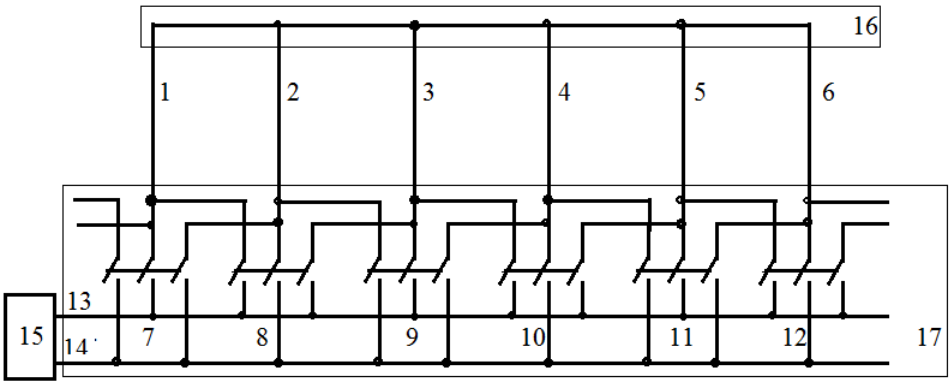


Рисунок 4 – Схема индуктора с механическим коммутатором

Заключение

Создание навигационных магнитных полей при помощи индукторов типа «двойная петля» обеспечивает высокую стабильность взаимного бокового смещения смежных проходов МТА при автоматическом управлении траекторией движения.

Библиографический список

1. Калюжный А.Т. Электронавигация сельскохозяйственная индукционная. Теория: монография. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 176 с.

2. Автоматическое и дистанционное управление промышленными тракторами// Вулах Г.Я., Тимошенко В.С., Школьникова С.Б. [и др.]. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1972. – 84 с.

3. Патент РФ № № 2607337, МПК A01b 69/04, Способ местоопределения тракторного агрегата и устройство его осуществления Калюжный А.Т., Каторгин Н.А., Зайцев А.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет. № 2015128034, заявлен 10.07.15, опубл. 10.01.17.

Kalyuzhny A.T, Guskov Yu.A, Dolgushin A.A.,
Novosibirsk state agrarian University

THEORY AND PRACTICE OF INDUCTION SELHOZAVIATSII

The article deals with the programming of planned trajectories of agricultural machine-tractor units in automatic driving with the help of underground current-carrying wires.

Keywords: crop production automation, induction agricultural navigation, magnetic field intensity, magnetic induction.

УДК 620.17, 631.354

Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Ханин Д.А.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ЗЕРНОРАСТИТЕЛЬНЫХ МАСС ПО ЛАКОКРАСОЧНЫМ ПОКРЫТИЯМ

В статье представлена методика, приведено описание разработанного устройства, представлены результаты испытаний по определению коэффициентов трения скольжения зернорастительных масс по различным покрытиям.

Ключевые слова: лакокрасочные покрытия, зерноуборочные комбайны, коэффициент трения скольжения, окрашивание, зернорастительная масса.

Значительная доля энергозатрат при уборке зерновых культур расходуется на перемещение скошенного материала и его дальнейшую транспортировку, и обработку в самом комбайне [1]. Для снижения энергозатрат на перемещение зернорастительной массы по жатке комбайна необходимо учитывать статические и динамические коэффициенты трения скольжения зернорастительной массы и покрытия поверхности жатки и стремиться к снижению значений этих коэффициентов. Кроме того, при снижении коэффициентов трения скольжения возрастает износостойкость покрытия [2]. Решение задач, связанных с повышением износостойкости лакокрасочного покрытия для рабочих органов сельскохозяйственных машин является актуальным, так как в современных исследования ученых этому вопросу уделяется незначительное внимание [3-10].

Целью исследования является определение коэффициентов трения скольжения зернорастительных масс по различным покрытиям.

Методика экспериментальных исследований. Для определения коэффициентов трения скольжения различных фрикционных пар существуют методики, выполняемые в соответствии с ГОСТ 12.4.083-80 «Метод определения коэффициента трения скольжения», ГОСТ 55908-2013 «Метод оценки скользкости покрытия», ГОСТ 27492-87 «Метод определения коэффициентов трения» [11-13].

В результате анализа, для проведения экспериментальных исследований, за основу принята методика ГОСТ 27492-87 «Материалы электроизоляционные полимерные пленочные и листовые». Ее выбор обосновывался возможностью определения значений коэффициентов трения скольжения, полимерных пленок, при скольжении их друг по другу, либо по другим материалам. Так как лакокрасочные материалы относятся к полимерам, то покрытия, полученные на их основе, относятся к полимерным [14].

Сущность методики заключается в протягивании по основанию одной из фрикционных пар другой пары, к которой прикреплен датчик измерения силы.

Коэффициент трения μ определяется по формуле:

$$\mu = {}^{F}/_{N} \quad (1)$$

где F, – сила трения Н,
N – сила реакции опоры, Н.

Сила реакции опоры N определяется по формуле:

$$N = mg \quad (2)$$

где m – действующая масса, кг;
g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2).

Существующие методики и устройства для их реализации (патент РФ № 2444000 «Устройство для определения динамического коэффициента внешнего трения», патент РФ № 2511615 «Прибор для определения коэффициента силы трения покоя» не обладают универсальностью, а именно способностью определять динамический и статический коэффициенты трения скольжения зернорастительных масс по различным поверхностям, и не позволяют определять эти параметры с достаточной точностью и низкой трудоемкостью.

Для снижения трудоемкости и повышения точности проведения испытаний по определению коэффициентов трения скольжения в ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ на кафедре Надежности и ремонта машин разработано устройство для определения коэффициентов трения скольжения зернорастительной массы**,** которое содержит основание, стол, расположенную на нем испытательную поверхность с прикрепленным к ней датчиком измерения силы, установленный на испытательной поверхности короб без днища на колесах.

Разработанное устройство (рисунки 1 и 2) состоит из основания 1 с расположенным на нем механизмом подъема 2, стойкой 3 и опорой 4. Основание 1 шарниром 5 соединено со столом 6, на который установлена испытательная поверхность 7 с роликами 8 и закрепленными на ней продольными направляющими 9 и ограничителями хода 10, к одной из сторон испытательной поверхности 7 закреплен датчик измерения силы 11. На испытательную поверхность 7 установлен короб без днища 12 с колесами 13, который с одной стороны шнуром 14 соединен со стойкой 3.

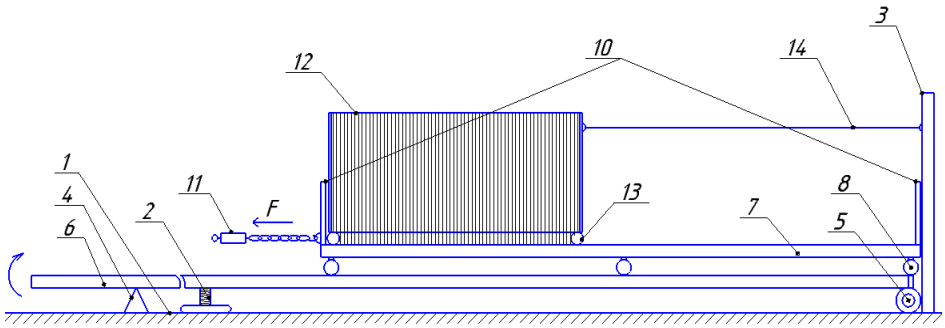


Рисунок 1 – Устройство, вид сбоку

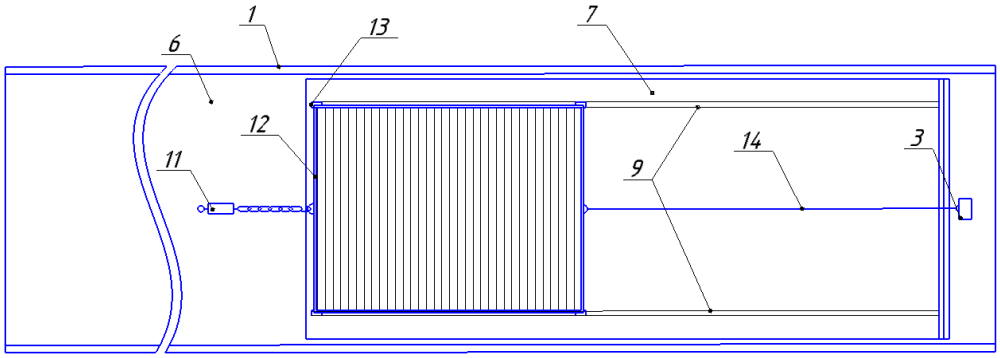


Рисунок 2 – Устройство, вид сверху

Устройство работает следующим образом. Для определения динамического коэффициента трения скольжения: на стол 6 устанавливается испытательная поверхность 7 к стойке 3 до соприкосновения, на направляющие 9 испытательной поверхности 7 с противоположной стороны от стойки 3 к ограничителю хода 10 устанавливается короб без днища 12, в который загружается зернорастительная масса. Короб без днища 12 через шнур 14 крепится к стойке 3. К испытательной поверхности 7 прилагается тянущее усилие со стороны датчика измерения силы 11 и фиксируется значение датчика при перемещении испытательной поверхности 7 относительно короба без днища 12 с зернорастительной массой.

Для определения статического коэффициента трения скольжения и угла скольжения: на стол 6 устанавливается испытательная поверхность 7 к стойке 3 до соприкосновения, на направляющие 9 испытательной поверхности 7 с противоположной стороны от стойки 3 к ограничителю хода 10 устанавливается короб без днища 12, в который загружается зернорастительная масса. При помощи механизма подъема 2 поднимается стол 6 и фиксируется значение угла, при котором короб без днища 12 с загруженной зернорастительной массой начал перемещение по испытательной поверхности 7.

При проведении испытаний необходимо учитывать значение коэффициента трения между испытательной поверхностью и колесами короба без днища, а также между роликами испытательной поверхности и столом.

При применении разработанного устройства снижается трудоемкость проведения испытаний, а также повышается точность измерений. Кроме того устройство отличается универсальностью, за счет возможности определения как статического и динамического коэффициентов трения, так и угла скольжения.

Проведение экспериментальных исследований

Перед испытанием, производилось окрашивание испытательной пластины, одной из систем лакокрасочных покрытий (в системах лакокрасочных покрытий применялись одни из наиболее распространенных эмалей для окрашивания сельскохозяйственной техники (ПФ-115, МЛ-152, АК-1301)) [15]. Затем по лакокрасочному покрытию испытательной пластины протягивались зернорастительные массы следующих культур: ячмень, пшеница, овес, рожь.



Рисунок 3 – Проведение испытаний

Каждая из культур подвергалась трем испытательным циклам. При проведении испытаний значение силы трения фиксировалось при помощи динамометра 10 Н (ГОСТ 13837-79). Затем значение коэффициента трения вычислялось по формуле (1). Кроме систем лакокрасочных покрытий испытан лист металла подверженного коррозии. Полученные значения коэффициентов трения представлены в таблице 1.

В результате анализа таблицы 1 установлено, что наименьшим коэффициентом трения скольжения обладает зернорастительная масса овса с интервалом значений коэффициента трения – 0,15 - 0,52. Наибольший коэффициент трения скольжения имеет зернорастительная масса ржи – 0,35 - 0,82.

Таблица 1

Результаты испытаний по определению коэффициента трения скольжения зернорастительных масс

Зернорастительная масса (культура)	Вид поверхности			
	Окрашенная поверхность			Металл, подверженный коррозии
	АК-1301	МЛ-152	ПФ-115	
Овес	0,15	0,28	0,37	0,52
Пшеница	0,26	0,37	0,38	0,66
Ячмень	0,28	0,41	0,43	0,75
Рожь	0,35	0,44	0,48	0,82

При анализе различных лакокрасочных покрытий выявлено, что вышеперечисленные зернорастительные массы имеют наименьший коэффициент трения скольжения (0,15 - 0,35) при трении в паре с лакокрасочным покрытием, которое получено на основе акриловой эмали (АК-1301). Наибольшим коэффициентом трения скольжения обладает лакокрасочное покрытие на основе пентафталевой эмали (ПФ-115) с интервалом значений – 0,37 - 0,48.

Коэффициент трения скольжения перечисленных зернорастительных масс по металлу, подверженному коррозии (0,52 - 0,82), значительно превышает коэффициенты трения скольжения по испытанным лакокрасочным покрытиям. Таким образом, эксплуатация жаток без защитных покрытий может привести к повышению энергозатрат при проведении уборочных работ.

В свою очередь, применяя при окрашивании жаток зерноуборочных комбайнов систему лакокрасочных покрытий на основе акриловой эмали (АК-1301), возможно достичь наименьших показателей коэффициентов трения скольжения и тем самым повысить износостойкость лакокрасочного покрытия и снизить энергозатраты.

Библиографический список

1. Блынский Ю.Н., Гуськов Ю.А., Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Железнов А.А., Ханин Д.А. Влияние конструктивных особенностей шнека жатки и наработки уборочного комбайна на интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 10 (121). – С. 120-125.

2. Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Ханин Д.А., Железнов А.А., Илясов А.П. Определение коэффициентов трения-скольжения зернорастительной массы // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: сб. докл. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – С. 331-333.

3. Гайдар С.М., Круковский С.П., Ярош А.А. Получение лакокрасочных материалов с высокими водо- и маслоотталкивающими свойствами // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – № 5. – С. 11-13.

4. Гайдар С.М., Быкова Е.В., Карелина М.Ю. Перспективы использования лакокрасочных материалов, модифицированных фторсодержащими поверхностноактивными веществами, для защиты сельхозтехники // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 7. – С. 34-38.

5. Гайдар С.М., Быкова Е.В. Применение наномодификатора в качестве эмульгирующей добавки для органоразбавляемых лакокрасочных материалов // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 4. – С. 39-40.

6. Гайдар С.М., Захаров И.А. Новые лакокрасочные материалы для сельскохозяйственной техники // Вестник Московского гос. агроинженерного ун-та им. В.П. Горячкина. – 2010. – № 2. – С. 128-130.

7. Шемякин А.В., Латышенок М.Б., Терентьев В.В., Гайдуков К.В., Зарубин И.В., Подъяблонский А.В., Кожин С.А., Кирилин А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 2 (65). – С. 87-91.

8. Быков В.В., Голубев М.И., Кузнецова Е.Г. Результаты электрохимических исследований консервационных составов на основе растительных и минеральных масел // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 119. – С. 39-42.

9. Петрашев А.И., Таха Ф.Д., Кузнецова Е.Г. Твердо-пленочные битумные составы для защиты сельхозмашин от коррозии // Наука в Центральной России. – 2015. – С. 50-58.

10. Пчельников А.В. Совершенствование процесса защиты жаток зерноуборочных комбайнов при их ремонтном окрашивании: автореф. дис. … канд. тех. наук: 05.20.03. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2018. – 24 с.

11. ГОСТ 12.4.083-80. Метод определения коэффициента трения скольжения. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.

12. ГОСТ 55908-2013. Полы. Метод оценки скользкости покрытия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

13. ГОСТ 27492-87 Материалы электроизоляционные, полимерные, пленочные и листовые. Метод определения коэффициентов трения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 12 с.

14. Бондалетова Л.И. Бондалетов В.Г., Новиков В.Т., Алексеев Н.А. Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе. – Томск: ТПУ, 2002. – 41 с.
15. Гуськов Ю.А., Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Железнов А.А. Исследование систем лакокрасочных покрытий, применяемых при окрашивании сельскохозяйственной техники, на сопротивление истиранию // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – № 11. – С. 118-120.

Khryanin V.N., Pchelnikov A.V.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

METHOD OF IDENTIFICATION OF FRICTION COEFFICIENTS OF SLIDING OF GRAINS ON PAINT-FINISHING COATINGS

The article presents a technique, a description of the developed device, the test results to determine the coefficients of sliding friction zernorastitelnyh masses of different coatings.
Keywords: paint and varnish coatings, combine harvesters, sliding friction coefficient, coloring, grain size.

УДК 636.4.082

Бекенев В.А.[1], Большакова И.В.[1], Фролова В.И.[1], Фролова Ю.В.[1], Дементьев В.Н.[2],
[1]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, р.п. Краснообск
[2]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПЛЕМЕННЫХ СВИНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье обоснована необходимость введения новых методов племенной работы в свиноводстве нашей страны. Сделан критический анализ существующей инструкции по бонитировке свиней. Рассмотрена актуальность расчета селекционных индексов для оценки племенных свиней и прогнозирования продуктивности с учетом экономической значимости признаков. Разработана система непрерывной балльной оценки каждого селекционируемого признака в отличие от интервальной классной, использующейся в настоящее время.
Ключевые слова: свинья, порода, селекция, селекционный индекс, наследуемость, оценка.

Одним из главных факторов создания конкурентоспособного производства сельскохозяйственной продукции является улучшение генетического потенциала продуктивности животных и растений. Научные разработки, особенно по генетике и селекции, представляющие собой интеллектуальную собственность, становятся ключевым фактором для инновационного развития сельскохозяйственного производства. Система племенной работы в животноводстве должна быть организована так, чтобы, в полной мере использовались современные научные методы селекции животных, инновационные технологии, позволяющие революционизировать сельскохозяйственное производство.

Использование информационных технологий в селекции свиней предоставляет возможность селекционерам и руководителям свиноводческих предприятий организовать мониторинг, моделирование и прогнозирование продуктивности свиней, эффективно контролировать реализацию генетического потенциала животных, вносить корректировки в селекционный процесс. По нашему мнению, комплексная модель системы информационно-аналитического обеспечения селекционно-племенной работы должна учитывать специфику конкретного свиноводческого предприятия, отраслевую структуру производства, приоритетные направления развития селекции, наличие и качественный состав производственных ресурсов [1].

Для повышения селекционного эффекта и улучшения генофонда свиней по основным экономически важным признакам необходимо определить значимость каждого из селекционируемых признаков и способность их к изменению под влиянием генетических и средовых факторов, как это предусмотрено, например, системой BLUP, использующейся в большинстве стран с развитым животноводством для прогнозирования генетических качеств животных [2].

Нормативным документом для оценки племенных и продуктивных качеств свиней в нашей стране является «Порядок и условия проведения бонитировки племенных свиней» [3]. При этом племенная ценность каждого животного рассчитывается практически без учета показателей продуктивности его родственников и без определения воздействия окружающей среды.

Так, например, племенная ценность (суммарный класс) свиноматки определяется по средней величине баллов, сложившихся из признаков собственной продуктивности: возраста достижения живой массы 100 кг, конверсии корма, толщины шпика, длины туловища, экстерьера, многоплодия, количества поросят и массе гнезда в 30-дневном возрасте, и – всех ее потомков - за возраст достижения живой массы 100 кг, толщину шпика, конверсию корма. Всем этим признакам придается одинаковая ценность в пределах 4 баллов каждый.

Однако, из приведенных признаков только два – многоплодие и молочность являются главными для оценки свиноматки. Они в наиболее полной мере характеризуют ее продуктивность. Признаки скороспелости и толщины шпика характеризуют интенсивность роста животного в раннем возрасте, а также – его конституциональные особенности, что в дальнейшем может оказать влияние на его воспроизводительные, откормочные и мясные качества. Однако, включение их в селекционный индекс свиноматки следует с меньшим весовым коэффициентом, а остальные признаки являются второстепенными. Наследуемость и экономическая значимость указанных признаков вообще не учитываются. То есть существующая система бонитировки свиней олицетворяет селекцию по комплексу признаков, поэтому оценка животных осуществляется по средней величине 11-12 признаков хряков и маток, а выдающиеся по отдельным показателям продуктивности, остаются за пределами отобранных, что, естественно, замедляет темпы селекции. Следовательно, система отбора свиней в нашей стране, основанная на неточном определении племенной ценности каждого конкретного животного, может только усреднить признаки стада, породы, но не улучшить их.

В свиноводстве в последнее время большую популярность получили селекционные индексы, позволяющие оценить животных по комплексу хозяйственно-полезных признаков. В связи с этим особую актуальность приобретают точные, недорогие и оперативные методы оценки племенных животных [4]. Поэтому, для получения наибольшего селекционного эффекта необходимо построение селекционного индекса, основанного на расчетах весового коэффициента каждого из признаков в общей оценке, который зависит от наследуемости, генетических корреляций между признаками и относительной экономической значимости Индексная селекция свиней позволяет повысить точность оценки племенных качеств на 15 % - 30 % и широко использовать современную вычислительную технику [5]. При выведении типа Новосибирский нами построен селекционный индекс на базе конкретных стад нескольких хозяйств на основе вычисления весовых коэффициентов каждого признака по [6, 7]. При этом учтена экономическая значимость каждого из составляющих его компонентов.

На основе компьютерной базы данных первичного зоотехнического учета крупной белой породы из четырех лучших племенных заводов Сибири разработана модель аналогичная BLUP, позволяющая наиболее точно определять племенную ценность животных с помощью многофакторного регрессионного и дисперсионного анализов, где учтены данные всех возможных родственников, фенотипические и генетические корреляции между селекционными признаками [8, 9].

В отличие от интервальной классной оценки племенных качеств свиней, использующейся в нашей стране в настоящее время, нами разработана система непрерывной балльной оценки каждого селекционируемого признака, в которую для свиноматки включены наиболее важные признаки продуктивности: многоплодие, масса гнезда при отъеме, возраст достижения живой массы 100 кг и толщина шпика в этом возрасте. Для каждого из признаков разработаны специальные шкалы, в которых показатель продуктивности соответствует определенному баллу. Так шкала для оценки многоплодия свиноматок выглядит следующим образом (таблица 1).

Таблица 1

Шкала для оценки различных значений многоплодия в баллах

Многоплодие, голов	Первоопороски, баллы	По двум и более опоросам, баллы									
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
18	190	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
17	180	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
16	170	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
15	160	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
14	150	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
13	140	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
12	130	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
11	120	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
10	110	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
9	100	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
8	90	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
7	80	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
6	70										
5	60										
4	50										
3	40										
2	30										
1	20										

Свиноматки с многоплодием (с учетом аварийных опоросов) 10 поросят (первоопороски – 9) оцениваются 100 баллами, 11(10) – 110 баллами, 12 (11) – 120 … 18 (17) – 180 баллами.



Рисунок 1 – Свиноматка по первому опоросу

Свиноматка, у которой в первом опоросе родилось 11 поросят, по предложенной шкале может быть оценена 120 баллами.

Аналогично оцениваются животные по толщине шпика, массе гнезда в 30-дневном возрасте, возрасту достижения живой массы 100 кг. Причем таблицы сделаны с учетом непрерывности за каждый день возраста, каждый миллиметр шпика, каждого поросенка и за каждый килограмм молочности. Чем больше баллов набирает животное, тем выше его ранг не только среди сверстников или стада, но и среди всех стад и пород страны и всего мира.

При непрерывной балльной оценке легче выявлять животных – лидеров по тому или иному признаку продуктивности, она наиболее точна. Так, например, согласно действующей инструкции по бонитировке свиноматку с многоплодием 11 поросят относят к одному и тому же классу, что и свиноматку с многоплодием 15 поросят, то есть к классу элита, тогда как по предлагаемому методу первая из них получит 110, а вторая – 150 баллов, то есть получит значительно более высокую оценку. Хрячков со скороспелостью (возраст достижения живой массы 100 кг) 160 и190 дней относят к одному классу – элите, а по предлагаемому способу первый из них будет иметь по этому признаку 129 баллов (элита), а второй 105 баллов (I класс).

В комплексной оценке к каждому из этих показателей вводится весовой коэффициент, рассчитанный в зависимости от генетических особенностей животного и экономических факторов. Для определения суммарного класса свиноматок предлагаем следующую формулу:

КО = (2 МН + 3 М + В + Ш) : 7;

где КО – комплексная оценка (суммарный класс), выраженная в баллах; МН – многоплодие; М – молочность; В – возраст достижения живой массы 100 кг; Ш – толщина шпика; 2 и 3 – весовые коэффициенты признаков [10].

Расчеты показывают, что в свиноводстве лучше всего коэффициенты наследуемости для воспроизводительных признаков определять методами удвоения коэффициентов корреляции: мать-дочь, для признаков откормочных и мясных качеств – методом дисперсионного анализа двухфакторных иерархических комплексов с привлечением данных полусибсов по отцам.

Для расчетов весовых коэффициентов селекционного индекса следует использовать фенотипические и генотипические корреляции, коэффициенты наследуемости и экономическую значимость, включенных в индекс признаков, которые для каждого стада могут быть различными, а методы их расчета приведены в многочисленных источниках [11]. Так, например, по действующей интервальной и непрерывной бальной оценке, проведена бонитировка двух свиноматок. В зависимости от метода оценки одни и те же матки оказались отнесенными к разным классам. Свиноматке Волшебнице 6424 присвоен класс элита по инструкции «Порядок…» 2009 г, однако при оценке по предлагаемому способу она получила средний балл равный 108, что соответствует лишь 1 классу по причине довольно низкой молочности (43 кг). В то же время свиноматка Гвоздика 5552 при высоком многоплодии (12,8 поросят) и хорошей молочности (54 кг) получила по «Порядок..» 2009 г. всего лишь 1 класс из-за сравнительно низкой скороспелости и затратам корма. При оценке по способу СибНИПТИЖа она удостоена класса элита, что считаем наиболее объективным, поскольку скороспелость в определенных пределах практически не оказывает влияния на воспроизводительные качества.

Предлагаемый способ позволяет проводить объективную и универсальную оценку свиней разных пород и специализации по одним и тем же критериям, по главным, а не второстепенным признакам продуктивности. Так можно ранжировать и сравнивать животных всех пород в стране и во всем мире. Не потребуется для бонитировки разделять животных разных пород на две категории, как принято у нас в настоящее время.

ВЫВОДЫ

Методы племенной работы по свиноводству, используемые в нашей стране, не отвечают современным достижениям науки, не позволяют в полной мере совершенствовать генетический потенциал продуктивности животных. Для дальнейшего улучшения племенных и продуктивных качеств свиней следует изменить методы селекции, направив их:

- на широкое использование селекционно-генетических параметров прямых и боковых родственников нескольких поколений животных;
- на использование селекционных индексов, учитывающих селекционную и экономическую значимость каждого из его компонентов;
- на определение племенной ценности животных по непрерывной балльной оценке, а не по интервальной классной.

Библиографический список
1. Тихомиров А.И. Автоматизация технологических и селекционных процессов в свиноводстве. // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. – № 4. – С. 200-208.
2. Henderson C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. Biometrics. 1975; 31:423 – 447. doi:10.2307/2529430.
3. Порядок и условия проведения бонитировки племенных свиней (ФГНУ ВНИИплем). – Москва . – 2009. – С.1-15.
4. Гафурова Л.А., Токарев И.Н. Качественная оценка основного стада свиней с помощью селекционных индексов ОАО «Племенной завод им. М.Горького». 2011. [Электронный ресурс]. URL: – https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvennaya-otsenka-osnovnogo-stada-sviney-s-pomoschyu-selektsionnyh-indeksov-v-oao-plemennoy-zavod-im-m-gorkogo.
5. Fritzshe J., Die Weiterentwicklung des Systems der Bewerting fur zuchtschweine durch Einfuhrung von Selektions-indizes. – Tierzucht, 1984. – Vol. 38, – No 3. – С.118-120.
6. Фолконер Д.С. Введение в генетику количественных признаков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 486 с.
7. Бекенев В.А., Матасова Ю.А., Пыхалов В.С.,Чешкова А.Ф., Краснорyцкая О.Г.,Фролова В.И. Совершенствование популяционно-генетических методов оценки племенных качеств свиней. // Современные технологии производства продуктов животноводства: сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 2004. – С. 117-129.
8. Дементьев В.Н., Бекенев В.А., Афонина Т.Г., Фролова В.И. Фенотипические корреляции и повторяемость репродуктивных качеств свиноматок // Совершенствование технологии производства продуктов животноводства: сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1998. – С. 87-92.
9. Бекенев В.А., Фролова В.И., Пильников В.Г., Боцан И.В. Способ оценки племенных качеств свиней. Патент № 2384058, RU C 2 Заявка № 2008117728 . Заявлено 04 мая 2008 г. Зарегистрировано 20 марта 2010 г.
10. Степанов В.И., Михайлов Н.В. Практикум по свиноводству. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.

Bekenev V.A.[1], Bolshakova I.V.[1], Frolova V.I.[1], Frolova Y.V.[1], Dementiev V.N.[2],
[1]Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,
[2]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

IMPROVING METHODS FOR THE EVALUATION OF BREEDING PIGS USING INFORMATION TECHNOLOGY

The article substantiates the need to introduce new breeding methods in the pig breeding industry of our country. Conducted a critical analysis of the existing instructions for the evaluation of breeding pigs. The relevance of the calculation of breeding indices for the evaluation of breeding pigs and the prediction of productivity, taking into account the economic significance of the characteristics, is considered. A system of continuous scoring of each selectable trait has been developed, in contrast to the classroom interval, currently used.

УДК 636.4.082

Большакова И.В.,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, р.п. Краснообск

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВИНОВОДСТВА

Обоснована необходимость использования информационных технологий в свиноводстве. Представлены созданные алгоритмы в программе «MS Excel» включающие в общий процесс расчета: оборот стада, потребность в кормах, выход продукции, потребность в помещениях для каждой половозрастной группы, учет себестоимости, прибыли и рентабельности производства. Приведены примеры их использования: анализ влияния каждого фактора в отдельности на экономические показатели, мониторинг рентабельности разных пород, расчет потребности в скотоместах для проекта свиноводческой фермы.

Ключевые слова: свиноводство, оборот стада, мониторинг, алгоритм, рентабельность, проектирование, свиноводческая ферма.

Наращивание объемов производства и повышение эффективности свиноводства, обусловленное реализацией программы импортозамещения мясных ресурсов на внутреннем

рынке, требует создания высокотехнологических производственных систем и разведения животных, эффективно использующих кормовые ресурсы и адаптированных к условиям современной промышленной технологии.

Организация мониторинга, моделирования и прогнозирования продуктивности свиней, контроль для реализации генетического потенциала животных, внесение корректировки в селекционный и технологический процесс наиболее эффективны при использовании информационных технологий.[1].

Внедрение инновационных технологий – является одним из основных условий повышения эффективности агропромышленного производства [2], в том числе и свиноводства.

В связи с этим возникла необходимость совершенствования экономического мониторинга производства при различных технологиях содержания свиней, использования разных пород свиней, разной интенсивности производства.

Для решения этой проблемы нами созданы алгоритмы в программе «MS Excel», включающие в общий процесс расчета: оборот стада, затраты корма, выход продукции, потребность в помещениях для каждой половозрастной группы животных, учет себестоимости, прибыли и рентабельности производства. Алгоритмический комплекс предусматривает ряд изменяемых показателей, (например – многоплодие, масса поросенка в 30 дней, среднесуточный прирост, цена каждого из ингредиентов корма, цена на мясо и т. д.), при введении которых сразу же можно оценить экономические показатели отрасли. На основе этих данных возможно оперативно прогнозировать экономические показатели при той или иной продуктивности животных, интенсивной или экстенсивной технологии производства, а также – планировать потребность в скотоместах для каждой половозрастной группы свиней.

В результате проведения подробного мониторинга влияния различных факторов на экономические показатели на основе расчетов для хозяйств разной мощности (от 10 до 1000 свиноматок со шлейфом) выяснилось, что, как и следовало ожидать, наибольшее влияние на рентабельность производства свинины оказали цены на корма, особенно – зерновой части рациона и цены на мясо [3].

Так, например, с увеличением стоимости зерна с 4,0 до 6,0 руб. за 1 кг себестоимость привеса увеличивается на 14 руб. за 1 кг, прибыль уменьшается на 4278185 рублей в год, а рентабельность производства уменьшается на 18 %. С увеличением цен на свинину с 98 до 120 руб. за кило грамм живой массы прибыль за единицу прироста возрастает в 7 раз, при этом рентабельность привеса увеличивается на 23 %.

Рентабельность свиноводства в значительной степени связана и с долей кормов в себестоимости привеса. С увеличением рентабельности с 50 % до 70 % себестоимость снижается с 95 до 70 рублей за 1 кг, а рентабельность возрастает с 4 % до 40 %, или в 10 раз за счет относительного сокращения затрат на зарплату, электроэнергию и другие расходы.

Продуктивность и сохранность животных разных половозрастных групп также влияют на рентабельность производства, но неодинаково. Так, повышение многоплодия свиней на 1 поросенка ведет к увеличению валового прироста по стаду на 8,5 %, прибыли – на 42 %, рентабельности – на 1,4 %.

Увеличение сохранности поросят-сосунов с 80 % до 90 % ведет к увеличению прибыли на 144 руб. на каждый центнер привеса, улучшение сохранности поросят после отъема при доращивании (от 30- до 90-дневного возраста) с 90 % до 100 % позволяет увеличить прибыль соответственно – на 254 рубля. Рентабельность производства привеса в обоих случаях возрастает на 2 %.

Известно, что значительное влияние на экономику свиноводства, оказывает вес животных при снятии с откорма на убой. Этот технологический параметр зависит от ряда причин, главной из которых является степень осаливания. При одинаковых ценах на жирную и мясную свинину выгоднее свиней снимать с откорма по достижению ими массы 110 - 120 кг. На каждый килограмм увеличения живого веса прибыль возрастает на 13-14 рублей за каждый центнер прироста по стаду, общая годовая прибыль от увеличения веса сдачи на мясо со 110 до 120 кг увеличивается на 50 %.

Очень большое влияние на экономические показатели оказывает среднесуточный привес в период откорма. Увеличение среднесуточного прироста на каждые 50 г ведет к возрастанию прибыли на каждый центнер привеса по стаду на 400-500 рублей, рентабельности – на 3-4 %, соответственно.

В этих расчетах сделаны некоторые допущения, заключающиеся в том, что животные за период откорма получали одинаковое по стоимости количество корма, хотя корма, получаемые при низких приростах, могут быть не сбалансированы по многим веществам, поэтому более дешевы. Корма, использующиеся животными большего живого веса, дешевле, поскольку в них не вводятся дорогие добавки, требующихся для относительно молодых животных.

Анализируя влияние каждого фактора в отдельности на экономические показатели, трудно выразить всю полноту взаимосвязей между разными признаками развития, продуктивности и их комплексного действия на конечный результат, а настоящий алгоритм программы позволяет проводить более точный и ускоренный анализ в каждом конкретном хозяйстве.

Проведен сравнительный анализ экономических показателей двух генетически отличающихся друг от друга групп (типов) животных в одном из свиноводческих комплексов Новосибирской области (таблицы 1, 2). Группа 1 представляет свиней крупной белой породы (КБ), традиционно разводимых в условиях Сибири. В группе 2 представлена новая селекционная группа (СГ) свиней, названная Сапфировской, полученная путем скрещивания животных крупной белой породы с породой йоркшир канадской селекции (4-5-е поколения).

Таблица 1

Параметры продуктивности свиней КБ породы и селекционной группы СГ

Параметры	Группа	
	1 - крупная белая порода (КБ)	2 - сапфировский генотип (СГ)
Технологический фактор		
Многоплодие первоопоросок, гол.	10,2	11,0
Многоплодие маток с 2 и более опоросами, гол.	10,4	11,8
Отход поросят-сосунов, % (с учетом подсаженных)	9,0	8,5
Масса поросенка в 30-дневном возрасте у первоопоросок, кг	8,0	8,1
Масса поросенка в 30-дневном возрасте у маток с 2 и более опоросами, кг	8,2	8,9
Отход поросят-отъемышей, %	3	1
- « - - « - в 80-дневном возрасте, кг	30	35
Среднесуточный прирост живой массы на доращивании, г	207	373
Среднесуточный прирост живой массы на откорме, г	500	617
Скороспелость, дней	200	183
Число опоросов в год	1,8	2,2
Доля кормов в себестоимости, %	52	52
Стоимость зерновой части рациона, руб. за 1 кг	6	6
Стоимость свинины в живой массе, руб. за 1 кг	98	98

Исходя из продуктивных параметров, видно увеличение многоплодия у СГ по сравнению с КБ породой на 0,8-1,4 гол., уменьшение отхода поросят-сосунов на 0,5 %, поросят-отъемышей – на 2 %, увеличение веса поросят при переводе на откорм на 5 кг, среднесуточного прироста – на 166 и 117 г на доращивании и откорме соответственно. Отмечается улучшение на 7 дней достижение массы 100 кг, на 0,4 – число опоросов в год поросенка.

Влияние улучшения технологических параметров продуктивности свиней на конечные экономические показатели свинофермы показано в таблице 2.

Таблица 2

Экономические показатели

Экономические показатели	Группа 1 (КБ)	Группа 2 (СГ)
Производство привеса, ц	3009,4	3941,0
Продажа на мясо, ц	2986,5	3927,5
Продажа племмолодняка,гол.	29	39
Выручка от продажи, руб.	29617368	38954337
Стоимость кормов, руб	14860518	16540158
Затраты на корма, %	52	52
Прочие расходы, руб	13717401	15267839
Всего сумма затрат, руб.	28577919	31807997
Прибыль, руб.	1039449	7146340
Рентабельность, %	4	22
Расход корма на 1 кг привеса, кг	4,21	3,57
Производство привеса на 1 нач. гол., в живом весе, кг	144,9	165,6
Производство привеса на 1 нач. гол., в убойном весе, кг	109	124
Себестоимость 1 кг привеса, руб.	95,0	80,7

При одинаковых ценах на корма и свинину в живом весе получены следующие результаты – производство привеса на 1 начальную голову в живом весе при использовании нового генотипа СГ составило 165,6 кг, что на 20,7 кг выше, чем у животных крупной белой породы; производство привеса на 1 начальную голову в убойном весе 124 кг у животных СГ и 109 кг у крупной белой породы, расход корма на 1 кг привеса соответственно 3,57 и 4,21 кг, себестоимость 1 кг привеса у животных СГ составила 80,7 рублей, что на 14,3 рубля меньше, чем у чистопородных; рентабельность производства свинины при интенсивной технологии составила 22 %, традиционной 4 %, т. е. на 18 % выше.

Изменяя один или несколько технологических параметров можно моментально прогнозировать экономический результат производства и тем самым приводить его к оптимальным показателям.

Кроме того использование системы алгоритмов позволяет рассчитывать потребность хозяйства (фермы) в производственных помещениях для каждой половозрастной группы в зависимости от зоогигиенических и строительных норм, что необходимо при реконструкции существующих и проектировании новых ферм и комплексов с использованием современных архитектурно-технологических решений.

Проект экспериментально-учебной свиноводческой фермы создавался совместно с архитекторами [4]. На основе расчетов, в системе алгоритмов созданной в «MS Excel», запланирован оборот стада свиней с законченным циклом воспроизводства, определена потребность в скотоместах для каждой половозрастной группы и потребность в кормах, выполнена оценка экономической эффективности производства, разработано проектное предложение с соответствующими чертежами.

Оборот стада предусматривает единовременное содержание на ферме 2100 голов свиней, в т. ч. 120 основных свиноматок, производство 3000–3600ц свинины в живом весе и 200–800 голов племенного молодняка в год. В качестве нормативов в программу введены следующие показатели продуктивности свиней: 2,2 опороса в год для всех свиноматок, многоплодие - 10,4 поросят для проверяемых и 11 – для основных свиноматок, масса поросенка при отъеме в 30-дневном возрасте – 8 кг, в 70-дневном – 34 кг (для откармливаемого) и 36 кг (для ремонтного) молодняка, среднесуточный прирост молодняка на откорме 750 г, в целом по стаду – 540 г.

Согласно выходным данным алгоритма оборота стада, в год рождается 4000 поросят, из которых 3500 после отъема переводится на доращивание, а после него – на ремонт стада и откорм или на продажу в качестве племенных. В алгоритм включены разработанные полноценные рационы для всех половозрастных групп свиней с учетом использования разнообразных кормовых добавок в виде отдельных компонентов или БВМД с учетом их рыночной стоимости. Годовая потребность всего стада в кормах составляет 1460 т, в т. ч. кормовых добавок – 20,3 % по весу и 51,7 % по стоимости. Производство привеса на одну начальную голову составляет 180 кг, рентабельность производства свинины – 18–30 % в зависимости от доли продаваемого на племя молодняка или передаваемого на откорм с последующей реализацией на мясо.

Выходные данные потребности в скотоместах рассчитываются алгоритмом (программой) исходя из численности поголовья в каждой половозрастной группе, продолжительности их содержания, зависимой от интенсивности роста и продуктивности животных для основных и проверяемых хряков предусмотрено – 15 мест, для холостых свиноматок – 22, условно супоросных – 43, супоросных – 81 место. Для подсосных маток с поросятами-сосунами предусмотрено 45 станков, для поросят на доращивании – 748 мест, племенного и ремонтного молодняка – 68 мест и для откармливаемого поголовья – 963 места.

Полученные данные использовались для создания проекта опытной базы нового типа – экспериментально-учебной свиноводческой фермы для проведения комплексных исследований по генетике, селекции, внедрения инноваций в биотехнологии [5], для создания нескольких технологических проектов свиноводческих ферм разной мощности (племенная ферма ООО «Назаровское» Красноярского края и др.).

Таким образом, мониторинг за технологическими параметрами производства свинины, легко осуществляемый с помощью компьютерных программ, позволяет прогнозировать экономические показатели, видеть наиболее важные приоритетные факторы, влияющие на рентабельность свиноводства в каждый промежуток времени и применять своевременные меры по улучшению эффективности производства.

Библиографический список

1. Тихомиров А.И. Автоматизация технологических и селекционных процессов в свиноводстве // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. – № 4. – С. 200-208.

2. Исхакова Е.Г. Инновационные технологии в содержании свиней // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 8. [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/08/70383 (дата обращения: 24.09.2018).

3. Бекенев В.А., Боцан И.В. Компьютерный мониторинг производства свинины // Животноводство России. – 2007. – № 5. – С. 29 – 30.

4. Бекенев В.А., Яковенко Н.А., Чайко Н.В., Боцан И.В., Рукавишникова А.М. Экспериментальную работу по животноводству – на современный уровень // Зоотехния. – 2017. – № 11. – С. 21-24.

5. Бекенев В.А., Бакланова Н.Н., Яковенко Н.А., Чайко Н.В., Боцан И.В., Рукавишникова А.М., Подвинцев С.И. Экспериментально-учебная свиноводческая ферма (технологический проект) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 1 (254). – С. 82-89.

Bolshakova I.V.,
Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

ALGORITHMIC SOLUTIONS FOR ANALYZING AND PREDICTING PRODUCTIVE AND ECONOMIC INDICATORS OF PIG BREEDING

The necessity of using information technologies in pig breeding is grounded. The created algorithms in the MS Excel program are presented that include in the general calculation process: herd turnover, feed costs, yield, need for premises for each age and sex group of animals, cost accounting, profit and profitability of production. Examples of their use are given: analysis of the influence of each factor separately on economic indicators, monitoring the profitability of different breeds, calculating the need for livestock for a pig farm project. Key words: pig breeding, monitoring, algorithm, profitability, breed group, design, pig breeding farm.

УДК 681.532

Зазнобин А.М., Самсонов С.Е.,
Специальное конструкторское бюро ЗАМК Краснообской СОШ № 1,
Новосибирской обл., р.п. Краснообск

РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШИЛКИ

В школьном конструкторском бюро СКБ ЗАМК Краснообской СОШ № 1 (Учредитель – научно-производственная фирма ООО «НПФ ЗАМК») в р.п. Краснообск выполнена научно-производственная работа (НПР) «Разработка система автоматизированного управления температурой теплоэлектронагревателя инфракрасной сушилки (САУ ТИКС-2017)». Создана микроконтроллерная система автоматического поддержания температуры в процессе сушки.

Ключевые слова: экспресс-сушка, инфракрасная сушилка, качество сушки овощей и фруктов, температура, датчик, микроконтроллер, автоматизация, способ управления, устройство, школьное СКБ ЗАМК, разработка, научно-производственная работа (НПР).

Технологии производства продукции сельского хозяйства непрерывно совершенствуются на основе современных достижений научно-технического прогресса [1]. Одним из направлений в сельском хозяйстве является не только применение современных технологий, но и автоматизация технологических процессов и научных исследований [2].

В школьном конструкторском бюро СКБ ЗАМК Краснообской СОШ №1 (Учредитель – научно-производственная фирма ООО «НПФ ЗАМК»), в р.п. Краснообск, ведется научно-производственная работа (НПР) по теме: «Разработка системы автоматизированного управления температурой теплоэлектронагревателя инфракрасной сушилки» [3].

Цель работы: *автоматизация процесса управления заданным тепловым режимом, а также повышение качества технологического процесса сушки овощей и фруктов.*

Решение задачи по созданию системы автоматизации управления характеристиками теплового процесса сушилки позволяет применить разработанную систему **(**при соответствующей доработке) для управления характеристиками и других видов воздействий на биологические объекты: влажность почвы, температура воздуха, влажность воздуха, концентрация растворов удобрений и др.

С учетом вышеизложенного тема НПР по созданию ***с****истемы автоматизированного управления температурой теплоэлектронагревателя инфракрасной сушилки (САУ ТИКС - 2017)* является актуальной.

Инфракрасная сушилка разработана в СибНИТИП СФНЦА РАН [4-6]. Внешний вид лабораторного варианта сушилки приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Сушилка инфракрасная лабораторная. Вид общий

Сушилка предназначена для сушки высоковлажного сырья растительного и животного происхождения. Основные характеристики сушилки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сушилка инфракрасная. Основные характеристики

№ п/п	Показатель	Виды загружаемого сырья	Числовые значения	Единицы измерения
2	Масса загружаемого сырья	Корнеплоды, фрукты, ягоды, зелень	1,5–8,0	кг
3	Оптимальные размеры частиц сырья	Корнеплоды,	3х3,4х4,5х5	мм
		фрукты пластинки	5–7	мм
4	Время сушки	Корнеплоды, фрукты	90 – 150	мин
		ягоды	180	мин
		зелень	4 – 30	мин
5	Температура сушки	Корнеплоды, фрукты, ягоды	60 – 80	°С
		зелень	40 – 60	°С
6	Остаточная влажность	По массе	8 – 20	%
7	Параметры электрической сети	Напряжение	220	В
		Частота	50	Гц
8	Потребление электрической энергии	Однофазная	0,7	кВт*ч
9	Габаритные размеры	ШхВхД	500х485х830	мм
10	Масса	Без сырья	16	кГ

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что сушилка обладает достаточно высокой скоростью процесса сушки при сравнительно низком энергопотреблении. Это достигается тем, что инфракрасный нагреватель в процессе сушки включен не постоянно, а циклически. Такой режим (Р1) обеспечивает наиболее оптимальный процесс сушки [4-6]:

Режим Р1: $T_в/T_о = 5/10$ (1)

Нагреватель включен: $T_в = 5$с.

и Нагреватель отключен: $T_о = 10$ с.

Однако по мере высыхания сырья наблюдается повышение температуры. Поэтому возможно подгорание овощей и фруктов. Контроль за режимом температуры оператором недостаточно надежен. Поэтому принято решение о разработке микроконтроллерной системы автоматизированного управления температурой инфракрасной сушилки (САУ ТИКС). Особенность работы САУ ТИКС заключается в том, что в течение всего процесса сушки инфракрасный нагреватель работает не в одном, а в двух режимах Р1 и Р2, которые в координатах времени автоматически чередуются по разработанному алгоритму.

Если температура воздуха t_x на выходе сушилки не превысила допустимого значения t_0 (таблица 1):

$t_x < t_{0,}$ (2), то сушка продолжается в режиме Р1 (1).

Если температура t_x в сушилке превысила допустимое значение t_0:

$t_x = > t_{0,}$ (3), то процесс сушки переходит из режиме Р1 (1) в режим Р2:

Режим Р2: $T_в/T_о = 5/15$ (4)

При этом длительность отключенного состояния увеличивается, нагрев уменьшается, и температура снижается.

Для реализации приведенного выше алгоритма в школьном конструкторском бюро СКБ ЗАМК Краснообской СОШ №1 под руководством специалистов ООО «НПФ ЗАМК» разработана микроконтроллерная система САУ ТИКС-2017. Электрическая функциональная схема системы приведена на рисунке 1.

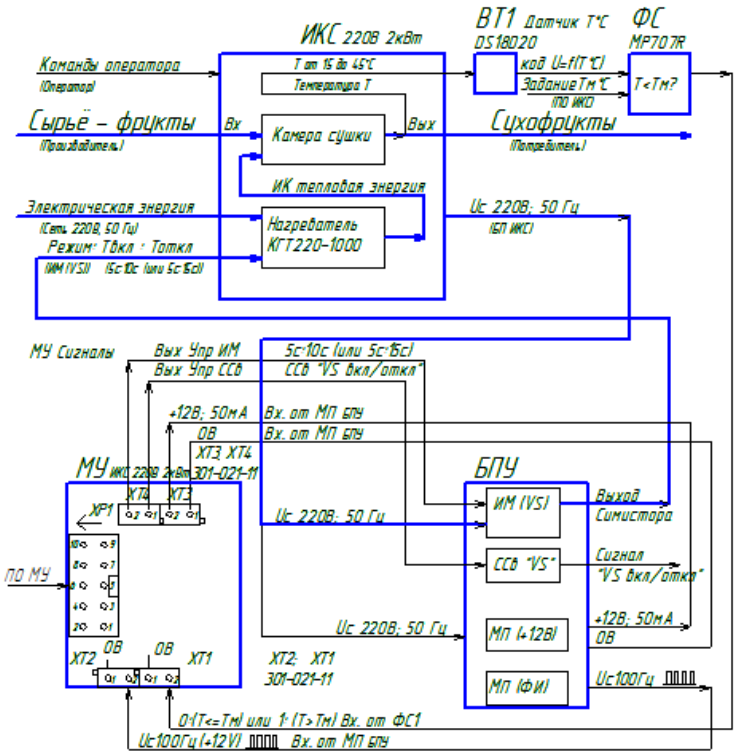


Рисунок 1 – САУ ТИКС 2017. Схема электрическая функциональная (Э2)

Разработка системы выполнена с учетом информации источников [7-10] и нормативных документов [11, 12].

САУ ТИКС -2017 предназначена для преобразования электрической энергии от сети 220 В 50 Гц в тепловую энергию инфракрасного диапазона с автоматическим регулированием температуры сушки;

Область применения САУ ТИКС -2017:

для исследований зависимости биологических показателей продуктов сушки от параметров режима сушки плодов и ягод в лабораторных условиях.

Состав системы:

1. Источник электрической энергии:
   промышленная однофазная сеть 220/380В, 50 Гц;
2. Теплоэлектронагреватель инфракрасной сушилки:
   2 лампы КГТ220-1000;
3. Датчик температуры воздуха (ДТ) на выходе сушилки:
   термометр сопротивления 5 Ом;
4. Блок контроля температуры воздуха на выходе сушилки и задания уставки:
   (БКТ) РТК–02–50М;
5. Модуль управления и индикации *(МУ)*, в том числе;
   5.1. Микроконтроллер: *(МК);*
   5.2. Пульт управления: *(ПУ);*
   5.3. Индикатор цифровой: *(ИЦ);*
   5.4. Индикатор световой (светодиодный) *(ИСв);*
   5.5. Индикатор звуковой: *(ИЗв);*

6. Блок питания: *(БП);*
7. Программное обеспечение *системы* *(ПО);*
8. Оператор (для заданий и команд): *(Оп) Задания*.
   Команды: 1) ПУСК процесса сушки;
   2) СТОП процесса сушки.
9. Коммутатор силовой: *(КС)* симистор;
10. Комплект соединительных линий: (КЛС).

Принцип действия:

1) Оператор выдает задания в блок питания и управления (БПУ) для управления нагревателем:

1.1. Значение уставки контроля температуры: t_0 =60 °C;

1.2. Нагрев. Режим 1: *Твкл =5с*;*Тоткл =10 с.*

1.3. Нагрев. Режим 2: *Твкл =5с*;*Тоткл =15 с.*

2) Оператор выдает команды в БПУ для управления процессом сушки:

2.1. Начало процесса сушки нажатием кнопки: ПУСК;

2.1. Окончание процесса сушки нажатием кнопки: *СТОП;*

3) Блок контроля температуры воздуха на выходе сушилки преобразует сигнал датчика температуры на входе БКТ с учетом заданного значения уставки t_0 в дискретный сигнал x_t на выходе БКТ по правилу:

3.1. если t_x =< t_0 = 60°C, то значение сигнала x_t равно:
контакт реле замкнут (Или Ux = 0 V);

3.2. если t_x> t_0 = 60°C, то значение сигнала x_t равно:
контакт реле разомкнут; (Или Ux = +12 V);

где t_x – температура воздуха на выходе инфракрасной сушилки (t_x = от 10℃ *до* 90℃);
t_0 -уставка по температуре (t_0 = от 40℃ до 60℃);

4) Коммутатор силовой*(КС)* .Принцип управления работой *КС* соответствует следующему алгоритму:

КС ОТКЛ (силовая цепь симистора с нагрузкой 220В разомкнута),
если ток в цепи управления $I_{вх}$ = 0.
КС ВКЛ: (силовая цепь симистора с нагрузкой 220В замкнута),
если ток в цепи управления $I_{вх}$= от 40 до 50 мА.

5) Программное обеспечение (ПО) на основе микроконтроллера и блок силовой *БС* управления нагревателем реализует следующий алгоритм управления инфракрасным нагревателем:

если на входе МК выполняется условие (3.1.),
то на выхода МК для управления симисторм *(КС)* на выходе МК формируется
дискретный периодический сигнал $x_{кс}$ по правилу:

5.1. Твкл = 5 с; Тоткл = 10 с, если на входе МК выполняется условие (3.2),
то на выходе МК для управления симистором *(КС)* формируется сигнал $x_{кс}$ по правилу:

5.2. Твкл = 5 с; Тоткл = 15 с,

где Твкл-длительность состояния *КС* в режиме (ВКЛ)
Тоткл - длительность состояния *КС* в режиме (ОТКЛ).

6) Блок контроля температуры воздуха на выходе сушилки и задания уставки *(БКТ*) производит непрерывное отображение на индикатор цифровой *(ИЦ)* текущего значения измеряемой температуры и выдачу на вход микроконтроллера *МК* по результатам контроля дискретного сигнала согласно (3.1) и (3.2).

7) Если до окончания интервала времени Твкл = 5 с, появится сигнал датчика, соответствующий повышению температуры по условию (3.2), произойдет досрочный переход на формирование длительности Тоткл = 15 с.

8) Прекращение циклического процесса состояний нагревателя *ИКС включено/отключено* производится по сигналу СТОП, формируемому кнопкой СТОП на пульте управления ПУ по команде оператора.

9) Технические характеристики *САУ ТИКС - 2017* соответствуют техническим характеристикам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики элементов *САУ ТИКС-2017*

Наименование параметра	Диапазон значений	Ед. измерения
Мощность нагревателя ИКС (номинальная)	1000	*Вт*
Напряжение нагревателя ИКС (номинальное)	220	*В*
Длительность состояния ВКЛ/ОТКЛ Нагревателя ИКС если tx =<(t_0 = 60)°С	5 / 10	*с*
Длительность состояния ВКЛ/ОТКЛ Нагревателя ИКС если tx>(t_0 = 60)°С	5 / 15	*с*
Длина линии связи *БУИ/ИКС*	От 2 до 3	*м*
Напряжение сети	От 198 до 244	*В*
Напряжение питания постоянного тока для контроллера МК и МУ	+ 5 и +12 От 100 до 250	*В* *мА*
Габаритные размеры БУИ не более	150х250х110	мм
Масса БУИ не более	1,5	*кг*

Изготовлен образец *САУ ТИКС-2017*, соответствующий стадии технического проекта, для проверки работоспособности в лабораторных условиях.

Библиографический список

1. Агробиотехнология. Сколково. [Электронный ресурс]. URL: /http://www.dairynews.ru/news/ skolkovo-cherez-pyat-let-rossiya-vyydet-na-mezhdun.html.
2. VI науч.-практ. конференция «Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых» 12-14 апреля 2017 г. на базе СФНЦА РАН. [Электронный ресурс]. URL: http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews[tt_news]=3504&tx_ttnews[backPid]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50.
3. Самсонов С.Е. Разработка системы автоматизированного управления температурой теплоэлектронагревателя инфракрасной сушилки *(САУ ТИКС)*. Отчет (промежуточный) / СКБ ЗАМК Краснообской СОШ № 1, науч. руководитель Зазнобин А.М. № 1709 ОКР 09.1, – р.п. Краснообск, 2018. – 27 с.
4. Волончук С.К. Обоснование параметров кондуктивно-инфракрасной сушилки для производства сухого картофельного пюре: автореферат дис. … канд.техн. наук. 1999. – 6 с.
5. Волончук С.К. Сушилка инфракрасная СКВ 02. 00. 000. Технические условия ТУ 3468 - 002 - 50383973 – 99. 1999. – 4 с.
6. Волончук С.К. Сушилка инфракрасная лабораторная. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. п.Краснообск: СибНИТИП, 2002. – 4 с.
7. Кухлинг К. Справочник по физике. – М.: Мир, 1985. – 520 с.
8. Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин. – М.: Энергия, 1976. – 104 с.
9. Деньгуб В.М., Смирнов В.Г. Единицы величин: Словарь справочник. – М: Изд-во стандартов, 1990. – 240 с.
10. Мортон Д. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. /пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 272 с.
11. Борушек С.С., Волков А.А., Ефимова М.М. [и др.]. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
12. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. /издание переработанное и дополненное. – М: Издательство стандартов, 1989. – 352с.

УДК 681.532

Зазнобин А.М., Сембенов Т.А.,
Специальное конструкторское бюро ЮНЫЙ ТЕХНИК,
Новосибирской обл., р.п. Краснообск

ВИБРОПЛАТФОРМА ДЛЯ СЧЕТЧИКА 1000 ЗЕРЕН

В школьном специальном конструкторском бюро «Юный техник» (СКБ ЮТ), работающем в составе Малой сельскохозяйственной академии (МСХА) (Учредитель – научно-производственная фирма ООО «НПФ ЗАМК») в р.п. Краснообск, выполнена научно-производственная работа (НПР) по теме: «Разработка системы автоматизированного управления счетчиком 1000 зерен для биологических исследований (САУ С1000)». По результатам работы сформулированы основные требования для разработки новой системы САУ С1000, в которой будут учтены недостатки известных аналогов, реализованных на принципе вибротранспортирования материала.

Ключевые слова: зерно, качество, масса 1000 зерен, счет, автоматизация, виброплатформа, способ виброперемещения, устройство, школьное СКБ ЮТ, разработка, НПР.

Важность роли сельского хозяйства в производстве продуктов питания. При этом результат сельскохозяйственного производства в значительной степени зависит не только от применяемой технологии возделывания зерновых культур, но и в значительной степени от качества применяемых семян для получения зерна. Важно также решение вопросов автоматизации, как технологических процессов сельскохозяйственного производства, так и научных исследований зерновых культур [1].

В школьном конструкторском бюро СКБ ЮТ (Учредитель – научно-производственная фирма ООО «НПФ ЗАМК»), работающем в составе Малой сельскохозяйственной академии (МСХА) в р.п. Краснообск, ведется научно-производственная работа (НПР) по теме: «Разработка системы автоматизированного управления счетчиком 1000 зерен для биологических исследований (САУ С1000)» [2].

Цель работы: автоматизация процесса преобразования заданного объема зерна из формата 3D в формат 1D для формирования потока в виде последовательности одиночных зерен пшеницы и автоматического отсчета 1000 зерен.

Решение задачи по созданию системы автоматического отсчета 1000 зерен пшеницы позволяет:

- применить разработанную систему (при соответствующей регулировке) для счета семян и других зерновых культур (рожь, овес, горох, бобы и др.);
- исключить ошибки счета, возникающие по причине человеческого фактора;
- сократить затраты времени на исследования;
- создать более комфортные условия работы для исследователя.

С учетом современных тенденций автоматизации исследований [1] тема НПР по созданию электронной системы автоматизированного управления счетчиком 1000 зерен (САУ-С1000) вполне актуальна. Настоящая работа является продолжением НПР, выполненной в СКБ ЮТ [2].

Необходимость поштучного отсчета 1000 зерен продиктована существующими требованиями нормативных документов и стандартов при выполнении работ по определению массы 1000 зерен. [3, 4]. Требования к качеству зерна, а также содержание действий оператора и их последовательность описаны в стандартах и различных публикациях [5]. Для исключения ручных действий оператора при выполнении счета 1000 зерен применяются дорогостоящие приборы – счетчики семян различной конструкции. Для распределения зерна и подачи его в зону счета в виде последовательности одиночных зерен в приборах применяется принцип виброперемещения (вибротранспортирования) [6]. Однако **по критерию стоимости ни одно из известных** рассмотренных **устройств** для счета семян **не может быть применено** для решения задачи, поставленной в настоящей работе.

Поэтому при выполнении темы НПР принято **решение**: разработать в *СКБ ЮТ* схему и конструкцию *САУ-С1000* с участием школьников под руководством специалистов ООО «НПФ ЗАМК». Так как в школе нет финансов для этих целей, то изготовление опытного образца *САУ-С1000* решено **выполнить из доступных** материалов и комплектующих изделий силами школьников с использованием инструмента и оборудования кабинета труда Краснообской СОШ № 1.

Работа выполнялась с применением методов теоретических расчетов, экспериментального макетирования и самостоятельного изготовления отдельных элементов системы.

При выполнении работы применены следующие источники информации: результаты обзора и анализа известных аналогов способа и устройства системы, справочники и каталоги [7-9], публикации и данные в Интернете от ведущих фирм по аналогичным системам, а также основные положения Единой система конструкторской документации (ЕСКД) по созданию новой техники [10-12].

При разработке виброплатформы необходимо реализовать функции преобразования формата пространства зерна в виде последовательности одиночных зерен:

- из 3D (3-мерный: объем) – в формат 2D (2-мерный: плоскость) (1),

и далее

- из 2D (2-мерный: плоскость) – в формат 1D (1-мерный: линия) (2)

В известном устройстве [6] реализация функций (1) и (2) выполнена на основе горизонтальной платформы (лотка), опирающейся на упругую систему из двух рессор (упругих пластин), установленных наклонно к платформе под определенным углом α, а сила $F_м$ электромагнита приложена перпендикулярно плоскости платформы (рисунок 1).

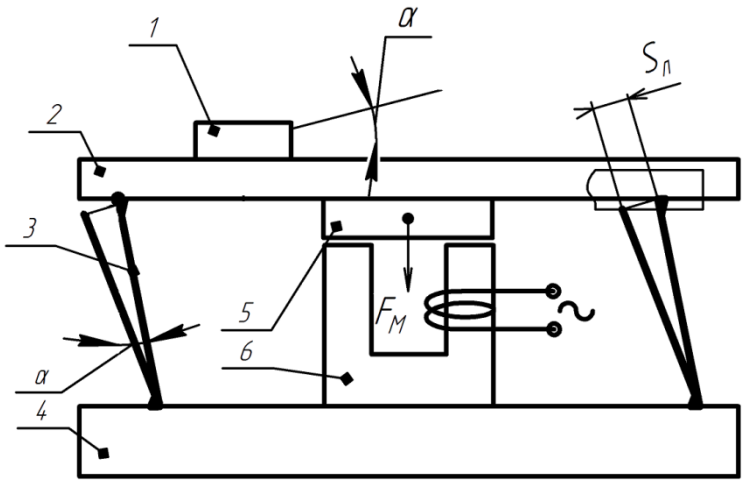


Рисунок 1 – Вибролоток: 1 – изделие; 2 – лоток; 3 – рессора; 4 – основание; 5 – ярмо электромагнита; 6 – сердечник электромагнита

Лоток 2 закреплен на концах упругих стержней (рессор) 3. Стержни наклонены под углом α к вертикали. Другие концы стержней жестко закреплены на неподвижном основании 4. Вибрация лотка возбуждается вибродвигателем, например, электромагнитом. К лотку прикреплено ярмо 5 электромагнита. Сердечник 6 с обмоткой закреплен на основании 4. Между ярмом и сердечником имеется небольшой, в несколько долей миллиметра, зазор. При подаче переменного тока в катушку электромагнита, ярмо 5 будет притягиваться к сердечнику 6 с пульсирующей силой $F_м$. Частота пульсаций силы будет в два раза выше частоты переменного тока, так как на положительный и отрицательный ток магнит реагирует одинаково. Если нужно задать частоту пульсаций $F_м$, равную частоте изменения тока, то в цепь питания катушки следует установить диод. При действии силы $F_м$ наклонные рессоры 3 изгибаются, и лоток смещается на величину $S_л$, равную прогибу конца рессор. Обратное движение лоток совершает благодаря упругой силе рессор.

Если запитать катушку электромагнита переменным током, изменяющимся по гармоническому закону, то и закон движения лотка будет близок гармоническому. Смещение лотка $S_л$ в этом случае может быть выражено формулой:

$$S_л = A - A*cos(\omega t), \quad (3)$$

где A – амплитуда колебаний лотка;

ω – круговая частота колебаний лотка, $\omega = 2\pi f$.

Частота f (Гц) определяется частотой напряжения источника питания и схемой включения электромагнита.

При условии (3) скорость лотка согласно законам физики [7] будет равна:

$$V_л = A\omega*sin(\omega t), \quad (4)$$

ускорение лотка при условии (3) будет равно

$$a_л = A\omega*sin(\omega t), \quad (5)$$

Тогда на изделие 1, лежащее на вибрирующем лотке, действует сила инерции

$$\vec{J} = -m \cdot \vec{a}_n \quad (6)$$

где m – масса изделия.

В зависимости от направления ускорения $\vec{a}_л$ сила может лежать в 1-й (рисунок 2,*а*) или в 3-й (рисунок 2,*б*) четверти системы координат xOy, связанной с лотком.

Траектория движения лотка определяется изгибной деформацией рессор и при небольших амплитудах колебаний может быть представлена прямой линией, перпендикулярной плоскости рессор, т. е. расположенной под углом α к плоскости лотка. Соответственно и сила J направлена под углом α к плоскости лотка. Силу J можно разложить на две составляющие, вертикальную J_y. и горизонтальную J_x.

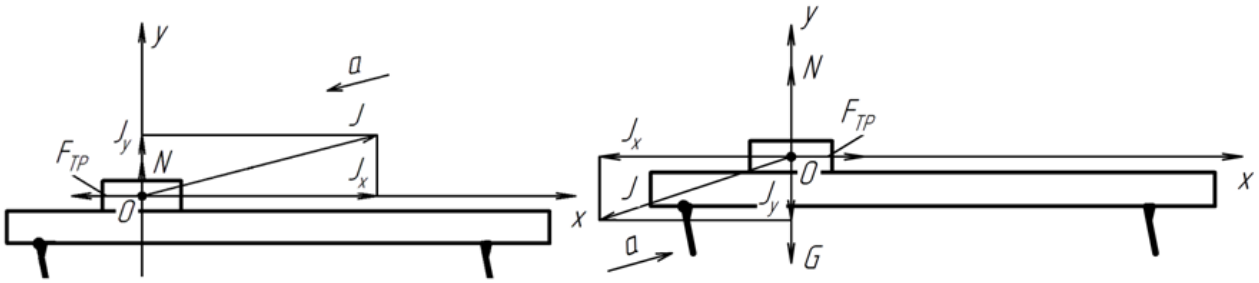
На рисунке 2, *а* вертикальная составляющая J_y вычитается из силы G веса изделия, соответственно нормальная сила реакции лотка на изделие равна

$$N_1 = G - J_y. \quad (7)$$

На изделие также действует сила трения между изделием и лотком

$$F_{тр1} = N_1 \times m, \quad (8)$$

где m – коэффициент трения.



а) $J = -m*a$; $J = J_x + J_y$; $N_1 = G - J_y$; $F_{тр1} = N_1 \times m$; $F = J_x - F_{тр1}$

б) $J = -m*a$; $J = J_x + J_y$; $N_2 = G + J_y$; $F_{тр2} = N_2 \times m$; $F = J_x - F_{тр2}$

Рисунок 2 – Силы, действующие на изделие

Максимальное значение m равно коэффициенту трения покоя $m_п$. Направление $F_{тр1}$ противоположно по направлению силе J_x, стремящейся сдвинуть изделие по лотку.

На рисунке 2,*б* сила J_y складывается с силой веса G, соответственно нормальная сила $N_2 = G + J_y$, а сила трения $F_{тр2} = N_2 \times m$.

Все вышеперечисленные силы переменны по фазе колебаний и времени, кроме силы G. Имеет место так называемая «игра сил», в результате которой изделие может лежать на лотке неподвижно (при малых силах J), может двигаться по лотку вперед или назад, может под-

прыгивать на лотке, может совершать несколько движений. Конкретное поведение изделия на лотке зависит от параметров изделия и лотка – массы, формы и размеров изделия, шероховатости поверхностей изделия и лотка, от параметров вибрации и конструкции лотка, в частности, частоты амплитуды и формы колебаний, угла наклона и жесткости рессор и т. п. Например, при малых углах наклона рессор α, движения изделия возможны только вдоль лотка, при больших α изделие будет подпрыгивать на лотке, а вдоль лотка двигаться не будет. Максимальная скорость перемещения изделия по лотку достигается в режиме проскальзывания изделия по лотку вперед с подпрыгиванием. Для этого подбирается оптимальные угол наклона рессор, частота, амплитуда колебаний так, чтобы время полета изделия было гарантированно меньше периода колебаний лотка, иначе процесс движения будет неустойчивым или, даже, изделие по лотку будет двигаться назад.

В современных вибропривода́х стараются ограничить мощность вибродвигателя и получить при этом достаточно большую амплитуду колебаний лотка. Особенно это касается раскачки больших лотков с тяжелыми предметами, например, кусками руды. В этом случае стараются работать в резонансном режиме или вблизи резонанса. Для этого устанавливают датчик амплитуды колебаний лотка или датчик скорости перемещения предметов по лотку и подбирают частоту колебаний. Понятно, что из-за множества влияющих факторов получить лучшие результаты можно только экспериментально, однако изначально для того, чтобы разработать и изготовить вибролоток, нужны ориентиры, которые можно получить при анализе сходных конструкций, а также при теоретическом исследовании и решении дифференциальных уравнений движения изделия по лотку.

С учетом вышеизложенного рассмотренные способ и устройство следует **считать непригодным для решения поставленной задачи**. Разработчиками принято решение о разработке такого способа и устройства вибродвигателя, в котором отмеченные выше недостатки будут устранены. Для этого следует:

- изменить гармонический закон изменения ускорения (5) на нелинейный;
- изменить направление вектора силы инерции (6) таким образом, чтобы исключить возможность эффекта "подпрыгивания" материала;
- считать целесообразным переход от режима с независимым возбуждением вибрации на режим с самовозбуждением (автоколебательный).

В СКБ ЮТ продолжаются работы по реализации найденного решения на практике.

Библиографический список

1. VI научно-практическая конференция «новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых» 12-14 апреля 2017 г. на базе СФНЦАРАН. [Электронный ресурс]. URL: .http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews[tt_news]=3504&tx_ttnews[backPid]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50 .
2. Сембенов Т.А. Разработка системы автоматизированного управления счетчиком 1000 зерен для биологических исследований (САУ С1000): Отчет (промежуточный)/ СКБ ЮТ СФНЦА РАН, науч. рук-ль Зазнобин А.М. № 77062782. – Краснообск, – 2018. – 27 с.
3. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2004. – 4 с.
4. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2001. – 5 с.
5. Масса 1000 зерен.© Зооинженерный факультет МСХА. [Электронный ресурс]. URL: http://www.activestudy.info/massa-1000-zeren/.
6. Принципы вибротранспортирования. [Электронный ресурс]. URL: https://mydocx.ru/7-79922.html.
7. Справочник по физике. Кухлинг К. – М.: Мир, 1985. – 520с.
8. Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин. – М.: Энергия, 1976. –104 с.
9. Деньгуб В.М., Смирнов В.Г. Единицы величин: Словарь-справочник. – М: Изд-во стандартов. 1990. – 240 с.
10. Борушек С.С., Волков А.А., Ефимова М.М. [и др.]. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
11. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
12. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. /издание переработанное и дополненное. – М: Издательство стандартов, 1989. – 352с.

УДК 636.087.7:637.54

Савиных Е.В., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ – БАД ИЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

В статье рассматривается введение в рацион кормления молодняка кур-несушек кормовой добавки кормовой добавки БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями) и БАД из зерна пшеницы (патока с дробиной) в количестве 3 % от общего рациона, что способствует улучшению качества и безопасности птицеводческой продукции.

Ключевые слова: БАД из зерна пшеницы, молодняк кур-несушек, качество, морфологические показатели тушек, показатели, рацион, безопасность, мясо, яйцо, микробиологические показатели, органолептическая оценка, физико-химические показатели.

Современная рыночная экономика предъявляет принципиально иные требования к качеству выпускаемой продукции. В настоящее время выживаемость любой фирмы, ее устойчивое положение на рынке товаров и услуг определяется уровнем конкурентоспособности. В свою очередь конкурентоспособность связана с двумя показателями – уровнем цены и уровнем качества продукции. Причем второй фактор постепенно выходит на первое место [4].

Качество продукции относится к числу важнейших критериев функционирования предприятия в условиях относительно насыщенного рынка и преобладающей неценовой конкуренции. Повышение технического уровня и качества продукции определяет темпы научно - технического прогресса и рост эффективности производства в целом, оказывает существенное влияние на интенсификацию экономики, конкурентоспособность отечественных товаров и жизненный уровень населения страны [2].

Поэтому, чтобы продукция была конкурентоспособной необходима постоянная, целенаправленная, кропотливая работа товаропроизводителей по повышению ее качества. Для этого существуют различные методы, и для каждого предприятия они индивидуальны [1,3,5-17].

На сегодняшний день на ООО «Птицефабрика Бердская» применяется технология получения экопродукции птицеводства по разработанной технологии. Биологически активные добавки, применяемые в технологии (пробиотики, пребиотики, симбиотики) защищены патентами РФ.

Целью работы является исследовать влияние кормовой добавки – БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями и патока с дробиной) на качество и безопасность птицеводческой продукции.

Объект исследования – молодняк кур-несушек кросса Хайсекс белый.

Предмет исследования – кормовая добавка БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями и патока с дробиной).

Экспериментальные исследования были проведены на базе ООО «Птицефабрика Бердская», анализ продукции птицеводства провели в ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет» на базе «Микробиологической и физико-химической лаборатории». Анатомическую разделку тушек и органолептические показатели мяса и яйца молодняка кур-несушек с целью выявления степени влияния кормовой добавки БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями и патока с дробиной) на качество продукции оценивали по методикам, описанным ГНУ ВНИТИП (1978,1998).

Формирование групп производили по принципу аналогов, в количестве 25 голов в каждой группе. Первая группа птиц (контроль) получала основной рацион (100 % ОР) по нормам ВНИТИП, вторая группа (опытная) – 97 % ОР и 3 % кормовой добавки БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями), третья группа (опытная) – 97 % ОР и 3 % кормовой добавки – БАД из зерна пшеницы (патока с дробиной). Продолжительность эксперимента составила 16 недель (112 суток), что соответствует требованиям для молодняка яичных линий.

Плотность посадки, условия содержания, фронт кормления и поение, параметры микроклимата, температурный и световой режимы, а также влажность – соответствовали требованиям ГНУ ВНИТИП (2003) и рекомендациями поставщиков кросса. Рационы кормления молодняка кур-несушек рассчитывали с учетом химического состава и питательности кормов на основе норм, рекомендованных ГНУ ВНИТИП (2003) и рекомендациями поставщиков кросса.

Результаты органолептической оценки мяса и бульона молодняка кур-несушек приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты органолептической оценки мяса и бульон молодняка кур-несушек

Наименование показателей	Характерные признаки мяса (тушек) птицы		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Внешний вид и цвет поверхности тушки	Сухая, беловато-желтого цвета с розовым оттенком	Сухая, беловато-желтого цвета с розовым оттенком	Сухая, беловато-желтого цвета с розовым оттенком
Подкожная и внутренняя жировая ткань	Бледно-желтого цвета	Бледно-желтого цвета	Бледно-желтого цвета
Мышцы на разрезе	Слегка влажные, не оставляют пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета	Слегка влажные, не оставляют пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета	Слегка влажные, не оставляют пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета
Консистенция	Мышцы плотные, упругие, при надавливании, образующаяся ямка быстро выравнивается	Мышцы плотные, упругие, при надавливании, образующаяся ямка быстро выравнивается	Мышцы плотные, упругие, при надавливании, образующаяся ямка быстро выравнивается
Запах	Специфический, свойственный свежему мясу	Специфический, свойственный свежему мясу	Специфический, свойственный свежему мясу
Прозрачность и аромат бульона	Прозрачный, ароматный	Прозрачный, ароматный	Прозрачный, ароматный

По результатам органолептической оценки вареного мяса и бульона кур-несушек опытной и контрольной групп установлено, что введение кормовой добавки БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями и патока с дробиной) в рацион птицы не оказало негативного влияния на органолептическую оценку мяса и бульона молодняка кур-несушек.

Необходимо отметить, что кормовая добавка БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями и патока с дробиной) положительно влияет на морфологический состав тушек молодняка кур-несушек, данные представлены в таблице 2.

Наибольший процент выхода морфологических частей тушек наблюдается у второй опытной группы (грудка – 42,63 %, голень – 20,74 %, крылья – 7,1 %, печень – 2,1 %), а самый наименьший у контрольной группы (грудка – 40,12 %, голень – 15,68 %, крылья – 6,72 %, печень – 2,04 %). По всем остальным показателям группы опытной птицы имели также лучшие результаты (количество фолликулов у второй опытной группы – 17, у третьей – 16 и у контрольной – 11). Результаты контрольного убоя птицы подтверждают положительный эффект от применения кормовых добавок – БАД в кормлении кур-несушек, а наилучший результат показала патока с отрубями.

Таблица 2

Морфологический состав тушек подопытных кур-несушек

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
1	2	3	4
Предубойная живая масса пти-	1637	1690	1650
Масса тушки без крови и пера, г	1420	1510	1470
Масса туши, г	1170±120,0	1230±35,0	1190±55,06
Процент выхода туши	71,48	72,78	72,12
Масса грудки, г	656,66±106,92	720,43±37,71	680,68±75,48
Процент выхода грудки	40,12	42,63	41,25
Масса голени, г	256,67 ±75,72	350,54±6,03	310,87±15,28
Процент выхода голени	15,68	20,74	18,84
Масса голов, г	53,33 ±5,77	68,46±5,49	60,43±5,44
Процент выхода голов	3,26	4,05	3,66
Шея, г	36,66 ±5,77	45,98±5,47	40,08±5,46
Процент выхода шей	2,24	2,72	2,43
Масса ног, г	43,33 ±5,77	45,54±5,78	44,32±0,28
Процент выхода ног	2,65	2,7	2,69
Масса крыльев, г	110±10,0	120±11,55	112±11,55
Процент выхода крыльев	6,72	7,1	6,79
Масса печени, г	33,33±11,54	35,5±0, 31	34,7±0, 35
Процент выхода печени	2,04	2,1	2,1
Масса сердца, г	10±0,0	15,23±0,32	10,65±0,08
Процент выхода сердца	0,61	0,9	0,65
Масса желудков, г	33,33±5,77	40,13±9,79	35,52±0,19
Процент выхода желудков	2,04	2,52	2,15
Масса железистых желудков, г	10±0,0	13,44±0,19	10±0,0
Процент выхода железистых	0,61	0,8	0,61
Количество фолликулов, шт	11,67±5,89	17,66 ±9,02	16,33±8,08
Кишечник, см	90,33±25,74	115,33±1,53	176,67 ±4,62
1 отр.	15,83±3,69	16,0±1,0	15,97±2,31
2 отр.	11,5±5,28	14,66±1,53	14,67±1,53

Результаты исследований физико-химических показателей белого, красного мяса и внутренних органов птицы представлены в таблицах 3, 4, 5.

Полученные результаты показали, что добавление кормовой добавки – БАД в рационы птицы способствовало увеличению содержания белков, как в мясе, так и во внутренних органах. Наибольшее содержание белка наблюдается в белом мясе третьей группы (26,11 %), чуть ниже у второй группы (25,93 %) и наименьший показатель оказался у контрольной группы (23,1 %).

Наибольшее различие по содержанию жира оказалось в красном мясе. Самое высокое содержание жира наблюдалось во второй опытной группе (4,21 %), на втором месте у третьей группы (4,1 %) и самый меньший показатель оказался у контрольной (3,5 %). Таким образом, можно предположить, что кормовая добавка – БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями) повышает энергетическую функцию в организме сельскохозяйственной птицы путем увеличения содержания уровня жира.

Важность баланса азота обязательна в белковом обмене в организме птицы, так как он необходим для построения мышечной ткани. По полученным результатам видно, что данный элемент по своему содержанию в опытных группах превосходит контрольную. Наибольшую

разницу можно наблюдать по результатам исследований красного мяса между второй опытной группой (3,9 %) и контрольной группой (3,3 %), промежуточный результат у третьей группы (3,77 %). Таким образом, можно предположить, что кормовая добавка – БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями) благотворно влияет на белковый обмен в организме сельскохозяйственной птицы путем увеличения содержания уровня азота.

Таблица 3

Физико-химические исследования белого мяса подопытных и контрольной групп птицы

№ п/п	Наименование показателя	Результат испытаний		
		1-я контрольная группа	2-я опытная группа	3-я опытная группа
1	Массовая доля фосфора, %	0,48±0,1	0,5±0,1	0,49±0,1
2	Массовая доля жира, %	1,20±0,1	1,60±0,1	1,35±0,1
3	Массовая доля белка, %	23,1±0,1	25,93±0,1	26,11±0,1
4	Массовая доля азота, %	3,7±0,1	3,87±0,1	3,74±0,1
5	Массовая доля хлористого натрия, %	0,19±0,1	0,19±0,1	0,19±0,1
6	Массовая доля нитрита натрия, %	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
7	Массовая доля влаги, %	75,4±0,1	75,41±0,1	75,40±0,1
8	Свинец, Мг/кг	0,005±0,001	0,004±0,001	0,004±0,001
9	Кадмий, Мг/кг	0,001±0,0003	0,001±0,0003	0,001±0,0003
10	Мышьяк, Мг/кг	0,006±0,002	0,005±0,002	0,005±0,001
11	Ртуть, Мг/кг	Менее 0,0025	Менее 0,0024	Менее 0,0024

Таблица 4

Физико-химические исследования красного мяса подопытных и контрольной групп птицы

№ п/п	Наименование показателя	Результат испытаний		
		1-я контрольная группа	2-я опытная группа	3-я опытная группа
1	Массовая доля фосфора, %	0,43±0,1	0,46±0,1	0,45±0,1
2	Массовая доля жира, %	3,50±0,1	4,21±0,1	4,1±0,1
3	Массовая доля белка, %	20,6±0,1	23,6±0,1	23,81±0,1
4	Массовая доля азота, %	3,3±0,1	3,9±0,1	3,77±0,1
5	Массовая доля хлористого натрия, %	0,16±0,1	0,16±0,1	0,16±0,1
6	Массовая доля нитрита натрия, %	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
7	Массовая доля влаги, %	72,2±0,1	72,71±0,1	72,7±0,1
8	Свинец, Мг/кг	0,006±0,001	0,005±0,001	0,005±0,001
9	Кадмий, Мг/кг	0,0015±0,0004	0,0010±0,0004	0,0010±0,0004
10	Мышьяк, Мг/кг	0,008±0,002	0,006±0,002	0,002±0,0006
11	Ртуть, Мг/кг	Менее 0,0025	Менее 0,0024	Менее 0,0024

По данным таблиц 3 - 5 видно, что его наибольшее содержание оказалось, как в белом, так и в красном мясе второй подопытной группы (белое мясо – 0,5 %, красное мясо – 0,46 %). Таким образом, можно сделать вывод, что благодаря введению в основной рацион кормовой добавки – БАД из зерна пшеницы (патока с дробиной) качество мясо увеличилось, следовательно, повысилось и качество готовой продукции.

Таблица 5

Физико-химические исследования внутренних органов подопытных и контрольной групп птицы

№ п/п	Наименование показателя	Результат испытаний		
		1-я контрольная группа	2-я опытная группа	3-я опытная группа
1	Массовая доля фосфора, %	0,71±0,1	0,75±0,1	0,74±0,1
2	Массовая доля жира, %	6,50±0,1	6,90±0,1	6,70±0,1
3	Массовая доля белка, %	17,5±0,1	18,8±0,1	19,81±0,1
4	Массовая доля азота, %	2,8±0,1	3,18±0,1	3,07±0,1
5	Массовая доля хлористого натрия, %	0,61±0,1	0,61±0,1	0,61±0,1
6	Массовая доля нитрита натрия, %	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
7	Массовая доля влаги, %	72,4±0,1	72,43±0,1	72,41±0,1
8	Свинец, Мг/кг	0,02±0,006	0,006±0,001	0,006±0,001
9	Кадмий, Мг/кг	0,0016±0,0004	0,0010±0,0004	0,0010±0,0004
10	Мышьяк, Мг/кг	0,07±0,02	0,004±0,002	0,002±0,0006
11	Ртуть, Мг/кг	Менее 0,0025	Менее 0,0024	Менее 0,0024

В опытных группах птицы наблюдается снижение содержания тяжелых металлов, таких как свинец (в белом мясе контрольной группы – 0,005 %, в опытных группах – 0,004 %), кадмий (в красном мясе контрольной группы – 0,0015 %, в опытных группах – 0,0010 %), мышьяк (во внутренних органах контрольной группы – 0,07 %, во второй группе – 0,004 %, в третьей группе – 0,002 %) и ртуть (в белом, красном мясе и внутренних органах контрольной группы менее 0,0025 %, в опытных группах менее 0,0024 %), что так же говорит о благотворном влиянии кормовых добавок – БАД из зерна пшеницы на качество и безопасность продуктов убоя сельскохозяйственной птицы.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что на повышение качества и безопасности белого, красного мяса и внутренних органов оказала влияние кормовая добавка – БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями), следовательно, ее использование в птицеводстве наиболее целесообразно.

В конце опыта было отобрано яйцо от контрольной, двух опытных групп и купленное в магазине в качестве образца для сравнения 4 группа, проведен морфологический анализ яйца, представленный в таблице 6.

Как видно из таблицы, скорлупа на яйцах белая, прочная, не поврежденная, чистая, без пятен крови и помета. Яйца полноценные пищевые, так как индекс формы в промежутке от 70 % до 78 % (на первом месте 2-я группа, затем 3-я и 1-я, самый меньший показатель у 4-й группы), а плотность яйца в промежутке от 1,0753 до 1,095 г/см^2 (во второй и третьей группе показатель чуть выше, чем в контрольной). По состоянию воздушной камеры, белка и желтка можно сделать вывод, что яйца диетические со сроком хранения 7 дней.

По массе яйца можно отнести ко 2-й и 3-й категории (на первом месте 3 группа, затем 1-я и 2-я, самый меньший показатель у 4-й группы).

По индексу белка (на первом месте 1 группа, затем 2 и самый меньший показатель у 3-й и 4-й группы) и желтка (в первой и во второй группе показатель чуть ниже, чем в третьей, в четвертой группе самый худший результат), а также единице Хау (на первом месте 3-я группа, затем 2-я, чуть меньше у контрольной группы и самые худшие показатели у 4-й группы) можно сделать вывод, что яйца свежеснесенные, так как норма у белка составляет 0,6-0,7, у желтка 0,40-0,45, а у единицы Хау 78-90.

Таблица 6

Результаты определения качества яиц

№ п/п	Показатели	Номер образцов											
		1-я контрольная группа			2-я опытная группа			3-я опытная группа			4-я опытная группа		
1.	Состояние скорлупы:												
	Цвет	белый											
	Цельность	не поврежденное											
	Чистота	Чистое, без пятен крови и помета											
	Толщина, мм	0,42±0,006			0,41±0,012			0,41±0,006			0,34±0,040		
	Масса, г.	7,57±0,46			7,57±0,23			7,14±0,14			6,95±0,15		
2.	Масса с точностью до 0,01 г	47,46±2,48			44,48±0,97			47,57±0,35			44,47±0,5		
3.	Диаметр яйца малый	4,0±0,00			4,0±0,06			3,9±0,06			3,4±0,12		
4.	Диаметр большой	5,4±0,21			5,1±0,00			3,9±1,19			4,6±0,31		
5.	Индекс формы яйца, %	74,7±2,91			77,7±1,07			74,9±1,10			72,8±3,46		
6.	Плотность, г/см^2	1,08±0,000			1,09±0,006			1,09±0,006			1,08±0,003		
7.	Высота воздушной камеры, мм	0,2-0,3			0,2-0,3			0,2-0,3			0,2-0,3		
8.	Состояние белка	Плотный, светлый, прозрачный											
9.	Состояние желтка	Прочный, едва видимый, но контуры не видны, занимает центральное положение и перемещается											
10.	Масса белка	27,25±0,70			26,90±0,26			30,37±0,54			26,19±0,83		
11.	Масса желтка	10,58±0,71			9,84±0,62			10,48±1,17			9,9±0,20		
12.	Высота белка	27±0,58			26±0,58			30±0,58			25±0,58		
13.	Высота желтка	1,4±0,15			1,7±0,32			1,3±0,06			1,2±0,1		
14.	Индекс белка	0,94±0,02			0,90±0,02			0,87±0,00			0,87±0,01		
15.	Индекс желтка	0,44±0,04			0,44±0,02			0,46±0,02			0,43±0,02		
16.	Срок хранения яиц	7 дней											
17.	Категория качества яйца	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3
18.	Единица Хау	70	75	75	86	70	77	93	94	90	73	67	69

В результате проведенных исследований по микробиологическому анализу яиц подопытных групп было выяснено, что образцы контрольной и опытных групп соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», так как содержание КМАФАнМ не более $1x10^2$, согласно испытаниям по ГОСТ 32149-2013, содержание БГКП не обнаружилось в 0,1 г, согласно испытаниям по ГОСТ 31747-2012, содержание патогенных, в т.ч. сальмонелл не обнаружилось в 125 г, согласно испытаниям по ГОСТ 32149-2013.

Таким образом, введение в рацион кормления молодняка кур-несушек кормовой добавки кормовой добавки БАД из зерна пшеницы (патока с отрубями) и БАД из зерна пшеницы (патока с дробиной) в количестве 3 % от общего рациона, способствует улучшению качества и безопасности птицеводческой продукции.

Библиографический список

1. Алейников А.Ф., Пальчикова И.Г., Обидин Ю.В., Гляненко В.С., Смирнов Е.С., Чугуй Ю.В., Швыдков А.Н. Установки для экспресс-оценки свежести мяса // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №4. – С. 74-77.

2. Степаненко Ж.Р., Ланцева Н.Н., Реймер В.А. Оптимальная технология выращивания мускусных утят в условиях Западной Сибири // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – № 5 - С. 44-48.
3. Ланцева Н.Н., Мотовилов К.Я. Перспективы использования кудюритов в рационах животных для повышения продуктивности и получения экологически чистой продукции // Природные минералы на службе человека (минеральная среда и жизнь): материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новосибирск. – 1999.
4. Ланцева Н.Н. Влияние различных высококремнистых добавок на качество яиц // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск. – 2004. – № 1 –С.70-74.
5. Кобцева Л.А., Мотовилов К.Я., Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Килин Р.Ю. Влияние кормовых добавок на снижение уровня токсичности комбикорма для цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2014. – № 6. – С. 14-21.
6. Ланцева Н.Н., Швыдков А.Н., Верещагин А.Л., Рябуха Л.А., Бычин Н.В., Барабошкин К.С., Мартыщенко А.Е., Чебаков В.П. Влияние технологии производства функциональных экопродуктов на свойства и качество скорлупы яиц кур-несушек // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – Ч. 14. – С. 3116-3120.
7. Ланцева Н.Н., Мартыщенко А.Е., Швыдков А.Н., Рябуха Л.А., Смирнов П.Н., Котлярова О.В., Чебаков В.П. Влияние функциональных свойств пробиотиков и фитобиотиков на показатели продуктивности цыплят-бройлеров // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – Ч. 7. – С. 1417-1423.
8. Мартыщенко А.Е., Мотовилов К.Я., Рябуха Л.А., Ланцева Н.Н., Швыдков А.Н. Влияние функциональных свойств фитобиотика Флорабис на показатели продуктивности цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 9. – С. 3-9.
9. Ланцева Н.Н. Изучение местных высококремнистых добавок // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск. – 2006. – № 4 – С.35-38.
10. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Смирнов Е.С., Чугуй Ю.В., Швыдков А.Н., Ниициевская К.Н., Сартаков В.Ю., Ярушин Т.В. Портативный цветовой анализатор качественных изменений мяса птицы // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 80-83.
11. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н, Бокова Т.И., Рябуха Л.А. Адаптация организма сельскохозяйственной птицы при использовании комплексных добавок и антибиотика долинк // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2016. – №4(41). – С. 75-82.
12. Ланцева Н.Н. Экспериментальное обоснование системы использования природных минералов – кудюритов в кормлении сельскохозяйственной птицы: автореферат дис. … д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2009. – 41 с.
13. Рябуха Л.А., Ланцева Н.Н. Продуктивность сельскохозяйственной птицы при скармливании комбинированных кормовых добавок // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – №8. – С. 14-25.
14. Рябуха Л.А., Ланцева Н.Н., Швыдков А.Н., Шевень М.Г. Влияние комбинированных кормовых добавок на содержание тяжелых металлов в скорлупе яиц и костной ткани сельскохозяйственной птицы // Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники: сб. тр. Всероссийской молодежной науч.-практ. конф. – Томск: ЮТИ ТПУ, 2015. – С. 391-395.
15. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А. Физиологическое обоснование использования пробиотиков, симбиотиков и природных минералов в бройлерном птицеводстве Западной Сибири. Комплексная характеристика молочно-кислой кормовой добавки: монография. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – Ч. 1. – 149 с.
16. Рябуха Л.А. Влияние комбинированных кормовых добавок на продуктивность сельскохозяйственной птицы: автореферат дис. … канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2014. – 22с.
17. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А. Физиологический статус сельскохозяйственной птицы при применении кормовых добавок и антибиотика // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3(250). – С. 40-46.

Savinich E.V., Lantseva N.N., Ryabukha L.A.,
Novosibirsk State Agrarian University

THE QUALITY AND SAFETY OF POULTRY PRODUCTS WITH THE INCLUSION OF FEED ADDITIVES – DIETARY SUPPLEMENTS OF WHEAT

The article deals with the introduction to the diet of young hens feed additives of dietary supplements of wheat grain (molasses with bran) and dietary SUPPLEMENTS of wheat grain (molasses with grain) in the amount of 3 % of the total diet, which improves the quality and safety of poultry products.

Keywords: dietary SUPPLEMENTS of wheat, young laying hens, quality, morphological indicators of carcasses, indicators, diet, safety, meat, egg, microbiological indicators, organoleptic assessment, physical and chemical indicators.

УДК 630.8

Мазалевский В.Б.[1,2],
[1]*Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,*
[2]*Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», Новосибирск*

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НАПИТКА ИЗ СЕМЯН СОСНЫ СИБИРСКОЙ

В статье рассмотрена микроструктура напитка из семян сосны сибирской – кедровых орехов. Установлено, что при использовании механической гомогенизации продукт в процессе хранения подвергается седиментации. Измерены диаметры образующихся жировых шариков и даны рекомендации по предотвращению седиментационных явлений.

Ключевые слова: семена сосны сибирской, кедровый орех, седиментация, гомогенизация, микроструктура.

Согласно основам государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года должно быть увеличено потребление дикорастущего сырья за счет местного производства, что будет способствовать уменьшению стоимости и повышению качества продукции из-за отсутствия длительного хранения и транспортировки [1].

Среди дикорастущих деревьев большое значение имеет сосна кедровая сибирская (Pinus sibirica), главным образом благодаря ее семенам – кедровым орехам.

Общая площадь кедровников России составляет 36,8 млн. га. В пределах Сибирского федерального округа кедровые леса занимают 28,9 млн. га, в том числе в Новосибирской области 42,9 тыс. га [2].

В ядре кедрового ореха содержится до 64 % жира и 19 % азотистых веществ. На долю углеводов приходится в среднем 15 %, в том числе несахароподобных – 12 %, минеральные вещества составляют 2 %, крахмалы, декстрины, пентозаны – не превышают 1 % [3].

Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний рекомендуемое соотношение омега 6 : омега 3 жирных кислот не должно превышать 2-3 : 1 [4]. Жирнокислотный состав липидов ядра кедрового ореха характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот и, особенно, полиненасыщенных – линолевой (класс омега-6) – 38,8 % – 46,7 % и линоленовой (класс омега-3) – 18,9 % – 23,7 %, следовательно, соотношение омега-6 : омега-3 жирных кислот составляет примерно 2:1 [5].

Белковые фракции кедровых орехов представлены альбуминами (39 %), глобулинами (35 %), глютелинами (19 %), проламинами (7 %). Усвояемость белков ядра кедрового ореха составляет 95 %, в сравнении с молочным белком по содержанию аминокислоты «изолейцин» и «триптофан» превосходит почти в 2 раза, по лизину и метионину в 1,5 раза. На долю незаменимых аминокислот в составе белка кедровых орехов приходится 70 %, преобладает аргинин, в повышенных количествах содержатся лизин, метионин, триптофан [6]. Принимая во внимание биологическую ценность и эффективность кедровых орехов, в Сибирском научно-исследовательском институте переработки сельскохозяйственной продукции СФНЦА РАН проводятся исследования, направленные на создание ассортимента продукции из кедрового сырья.

Целью данной работы является исследование микроструктуры напитка, полученного путем механической гомогенизации ядра кедрового ореха в воде.

Микроскопические исследования проводили с использованием микроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V8 (Германия).

Приготовленный напиток содержал 87 % воды, 2,2 % белка, 7 % жира, 3,2 % углеводов.

После хранения продукта в течение 1 суток был проведен микроскопический анализ напитка из ядер кедрового ореха.

Микроструктура напитка представлена на рисунках 1-3.

Данные рисунков 1-3 показывают, что при механическом воздействии на молоко, в данном случае при помощи гомогенизации, происходит изменение степени дисперсности и стабильности жировой фазы, а именно разделение напитка на три фракции:

– верхний жировой слой;

– средний слой;

– нерастворившийся осадок.

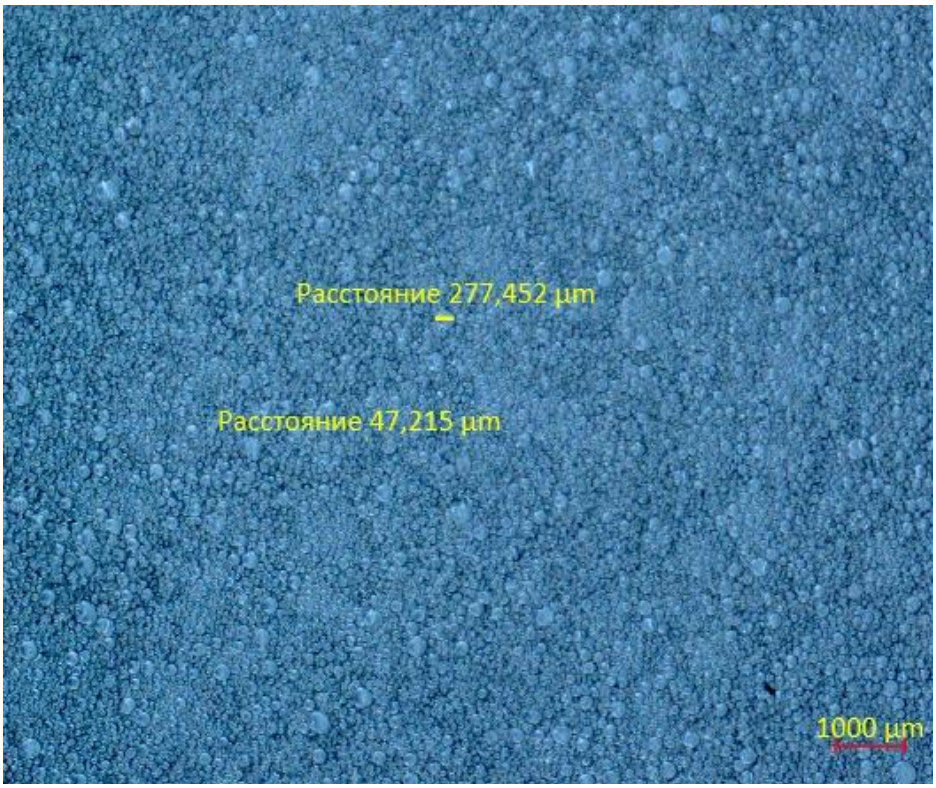


Рисунок 1 – Микроструктура верхнего жирового слоя

На рисунке 1 видно, что верхний жировой слой, образующийся на поверхности напитка после хранения в течение 1 суток, представляет собой скопление плотно прилегающих друг к другу жировых шариков. Разрешающая способность микроскопа позволяет рассмотреть шарики размерами от 47,2 до 277,5 мкм. Следует отметить, что отстоявшийся жир верхнего слоя не превратился в гомогенную непрерывную жидкость, а сохранил структуру в виде жировых капель, что дает возможность предположить наличие на их поверхности оболочечных веществ, препятствующих слиянию. Веществами, способными исполнять роль стабилизаторов эмульсии в семенах сосны сибирской, могут быть белки и фосфолипиды.

Образование поверхностного жирового слоя в напитке, а также данные химического анализа свидетельствуют о том, что наличие в рецептуре напитка лишь воды и ядер кедрового ореха приводит к дисбалансу между белковым и жировым компонентами. Поэтому необходимо вводить в рецептуру компонент, характеризующийся повышенным содержанием белка и невысоким содержанием жира. Например, таким компонентом можно выбрать жмых, полученный холодным прессованием ядер кедрового ореха. В этом направлении будут продолжены описываемые исследования.

Средний слой напитка, от уровня которого поднялись на поверхность крупные жировые шарики и опустились на дно нерастворившиеся частицы гомогенизированного кедрового ореха, представлен на рисунке 2.

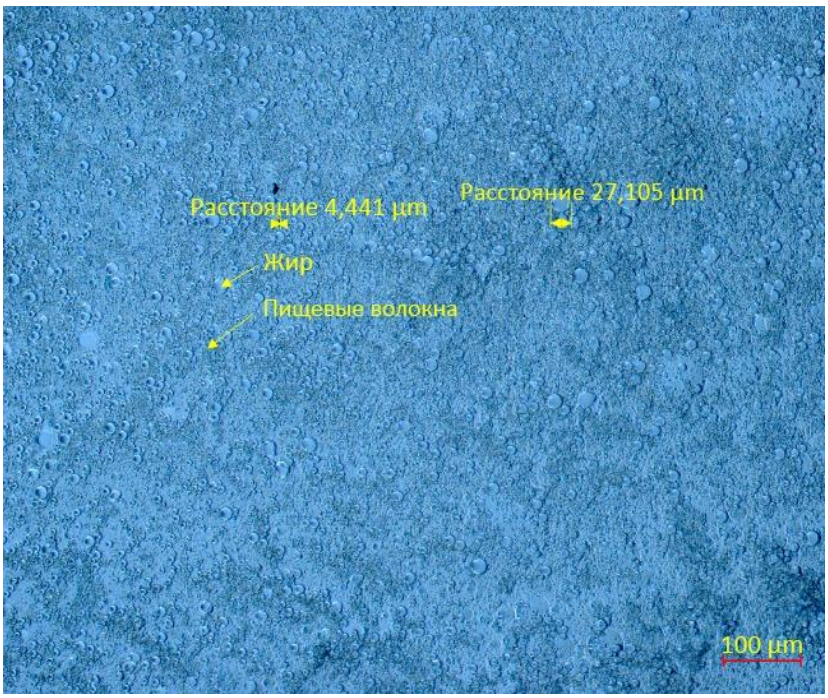


Рисунок 2 – Микроструктура среднего слоя

Данные рисунка 2 свидетельствуют о том, что размеры жировых шариков среднего слоя составляют 4,4 – 27,1 мкм, что значительно меньше, чем размеры жировых шариков из верхнего слоя. Кроме того они расположены значительно реже и между ними можно наблюдать также дисперсионную среду с включениями нерастворившихся частиц (пищевые волокна). Также в этом слое находятся вещества в виде истинного и коллоидного растворов.

Если удалить отстоявшийся жир и нерастворившийся осадок, то получающийся в таком случае продукт будет обладать приемлемыми техническими характеристиками. Поэтому целью дальнейших исследований будет сопоставление разных методов получения готового продукта: регулирование рецептуры и разделение полученной дисперсной системы на фракции.

Микроструктура слоя осадка представлена на рисунке 3.

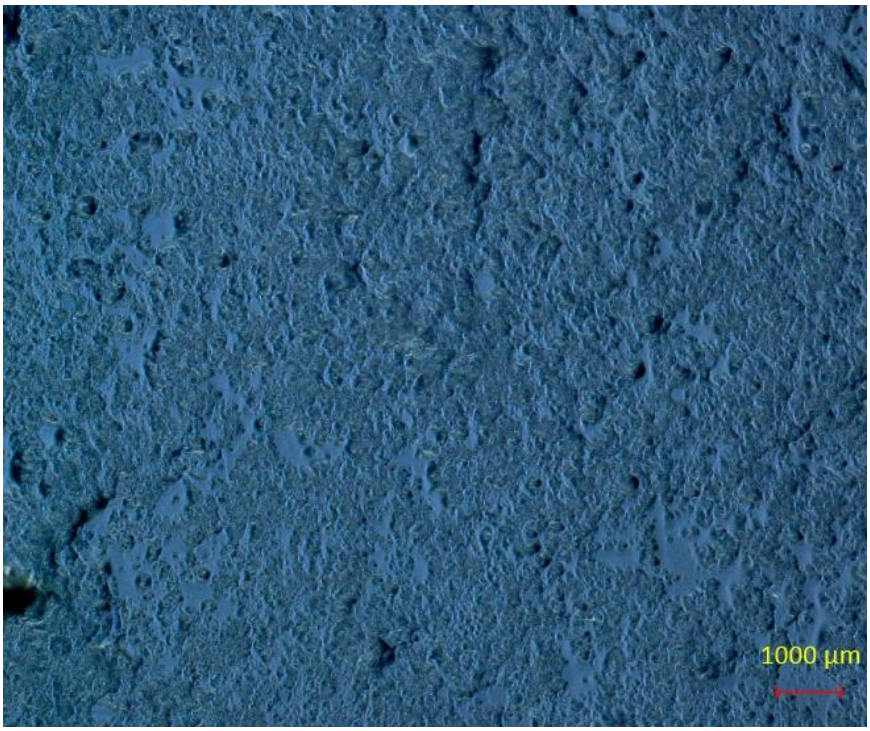


Рисунок 3 – Микроструктура осадка

На рисунке 3 заметно отсутствие жировых шариков, осадок представляет собой скопление нерастворившихся частиц, окруженных дисперсионной средой. Дальнейшие исследования могут быть направлены на применение более прогрессивных методов обработки семян сосны сибирской, способствующих более тонкому измельчению и, как следствие этого, более интенсивному переходу компонентов сырья в растворенное или коллоидное состояние.

Таким образом, проведенное исследование показало, что полученный путем механической гомогенизации ядра кедрового ореха напиток в процессе хранения расслаивается на три слоя: верхний жировой, средний и нерастворившийся осадок. Размеры жировых шариков составляют от 4,4 до 277,5 мкм. Верхний жировой слой содержит более крупные шарики с размерами 47,2 – 277,5 мкм. Средний слой – от 4,4 до 27,1 мкм.

Библиографический список

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. N 1873-р). ГАРАНТ.РУ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847/#ixzz4S2PoZvI2 (дата обращения: 16.09.2018).
2. Данченко А.М., Бех И.А. Перспективы освоения кедровых лесов Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. – Томск, 2009. – № 1. – С. 60-62.
3. Бех И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М. Кедр – жемчужина Сибири. – Томск: Печатная мануфактура, 2009. – 50 с.
4. Davis B.C., Kris-Etherton P.M. Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications // The American journal of clinical nutrition. – 2003. – № 78 (3 Suppl). – P. 640-646.
5. Егорова Е.Ю., Позняковский В.М. Пищевая ценность кедровых орехов Дальнего Востока // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2010. – №. 4. – С. 21-24.
6. Цапалова И.Э., Губина М.Д., Голуб О.В. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистных растений: Качество и безопасность / под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск.: Сибирское университетское издательство, 2005. – 213 с.

Mazalevsky V.B.[1,2],
[1]*Siberian Research and Technological Institute for Processing Agricultural Products of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region,*
[2]*Private educational institution of higher education of the Central Union of the Russian Federation Siberian university of consumer cooperation, Novosibirsk*

MICROSTRUCTURAL RESEARCH OF PINUS SIBIRICA BEVERAGE

The microstructure of the drink of seeds of Siberian pine - pine nuts is considered in the article. It was found that when using mechanical homogenization, the product undergoes sedimentation during storage. The diameters of the formed fat globules are measured and recommendations for the prevention of sedimentation phenomena are given.

Keywords: seeds of Siberian pine, pine nut, sedimentation, homogenization, microstructure.

УДК 66.0

Нициевская К.Н.,
Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА «КАПЕЛЬ» ДЛЯ АНАЛИЗА АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Проведен аминокислотный анализ растительного сырья на примере исследования семян амаранта и полуфабриката из семян амаранта с применением системы капиллярного электрофореза «Капель».

Ключевые слова: семена амаранта, системы капиллярного электрофореза «Капель».

В настоящее время отмечен активный интерес к методу разделения сложных смесей – капиллярному электрофорезу, который позволяет анализировать ионные и нейтральные компоненты различной природы с высокой экспрессностью и уникальной эффективностью. В основе капиллярного электрофореза лежат электрокинетические явления – электромиграция ионов и других заряженных частиц и электроосмос. Эти явления возникают в растворах при помещении их в электрическое поле, преимущественно, высокого напряжения. Если раствор находится в тонком капилляре, например, в кварцевом, то электрическое поле, наложенное вдоль капилляра, вызывает в нем движение заряженных частиц и пассивный поток жидкости, в результате чего проба разделяется на индивидуальные компоненты, так как параметры электромиграции специфичны для каждого сорта заряженных частиц. В то же время такие возмущающие факторы, как диффузионные, сорбционные, конвекционные, гравитационные и т. п., в капилляре существенно ослаблены, благодаря чему достигаются рекордные эффективности разделений [1].

Содержание аминокислот определяли с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель», модификации Капель-105М. В качестве объекта исследования взяты семена амаранта пищевого (сортосмесь). Амарант обладает приблизительно равным количеством жира и белка в семенах, что позволяет судить о высокой седиментационной устойчивости, получающихся пастообразных концентратов [2].

Технология производства полуфабриката из семян амаранта заключалась в следующих последовательных этапах: исходное сырье проверяется по предоставленной поставщиком документации (декларация соответствия), визуальная оценка на наличие посторонних примесей и загрязнителей → гидратация (предварительно отобранные по качеству и подготовленные к переработке семена смешивают с водой) → в механоакустическом гомогенизаторе, снабженном роторно-диспергирующим аппаратом в соотношении 1:3.

Под воздействием рабочих органов роторно - диспергирующего аппарата, создающего акустическое поле с интенсивностью 100–500 Вт/кг и механическим воздействием происходит измельчение бобов и гомогенизация их в водной среде, в результате чего образуется тонкая эмульсия со средним диаметром частиц до микронного размера с однородной пластичной консистенцией, устойчивой к расслоению. В процессе гомогенизации при создаваемом давлении и температуре обеспечивается пастеризация (92°–98°С) и дезодорация продукта.

Таблица 1

Аминокислотный состав семян льна и амаранта (P≥0,95)

№	Компонент	Концентрация в сухом веществе, %		
		Семена амаранта	Полуфабрикат из семян амаранта	
			60/20*	60/30**
1	Аргинин (Arg)	1,06±0,23	0,83±0,33	0,93±0,37
2	Лизин (Lys)	0,56±0,20	0,43±0,15	0,58±0,20
3	Тирозин (Tyr)	0,22±0,15	**0,40±0,12**	**0,46±0,14**
4	Фенилаланин (Phe)	0,22±0,20	**0,48±0,14**	**0,53±0,16**
5	Гистидин (His)	0,72±0,09	0,16±0,08	0,13±0,07
6	Лейцин+Изолецин (Leu+Ile)	1,02±0,34	**1,55±0,40**	**1,30±0,34**
7	Метионин (Met)	0,30±0,15	**0,35±0,12**	**0,46±0,15**
8	Валин (Val)	0,40±0,23	**0,54±0,22**	**0,52±0,21**
9	Пролин (Pro)	0,43±0,20	**0,65±0,17**	**0,67±0,17**
10	Треонин (Thr)	0,48±0,20	0,43±0,17	0,55±0,22
11	Серин (Ser)	0,94±0,20	0,77±0,20	0,92±0,24
12	Аланин (Ala)	0,44±0,17	**0,58±0,15**	**0,63±0,16**
13	Глутаминовая кислота (Glu)	1,37±0,20	0,03±0,01	0,82±0,28

Примечание: * – обработка при 60±2°С продолжительность 20 минут;
** – обработка при 60±2°С продолжительность 30 минут

Особая процедура получения пастообразных концентратов, в результате которой белок преобразуется в пептиды и в виде свободных аминокислот повышает пищевую ценность готового продукта. Аминокислотный состав семян амаранта и экспериментальных образцов полуфабрикатов из семян амаранта представлен в таблице 1.

Анализ данных таблицы показывает, что при температуре 60±2°С при обработке семян амаранта отмечено перераспределение аминокислотного скора, тем самым содержание аминокислот: тирозин (Tyr), фенилаланин (Phe), лейцин+изолецин (Leu+Ile), метионин (Met), валин (Val), пролин (Pro) и аланин (Ala) увеличивается в 1,5–2 раза, за счет снижения содержания других аминокислот (аргинин (Arg), лизин (Lys), гистидин (His), треонин (Thr), серин (Ser), глутаминовая кислота (Glu)), что объясняется перераспределением атомных связей углерода при механо-акустической обработке растительного сырья.

Библиографический список

1. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ». – СПб.: ООО «Веда», 2006. – 212 с.
2. Способ получения пастообразного концентрата из семян амаранта: пат. 2453127 Российской Федерации. № 2010146431/10; заявл. 15.11.2010; опубл. 20.06.2012. Бюл. № 17.

Nitsievskaya K.N.,
Siberian research and technological Institute of processing of agricultural products of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

THE USE OF CAPILLARY ELECTROPHORESIS «KAPEL» FOR THE ANALYSIS OF AMINO ACID COMPOSITION OF VEGETABLE RAW MATERIALS

Conducted the amino acid analysis of vegetable raw materials on the example of research of seeds of amaranth and semi-finished product from seeds of amaranth with application of system of capillary electrophoresis «Kapel» is carried out.

Keywords: amaranth seeds, system of capillary electrophoresis «Kapel».

УДК 681.20:665.5

Шувалов Г.В., Васильева Т.В.,
Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии, Новосибирск

ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье приведен анализ технического и нормативного обеспечения экспресс-анализа параметров нефтепродуктов.

Ключевые слова: экспресс-анализ, национальный стандарт, нефтепродукты.

Федеральным агенством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в 2015-2017 гг. была проведена большая работа по наведению порядка на рынке нефтепродуктов и недопущению в оборот фальсифицированного топлива, поставляемого нефтеперерабатывающими и нефтеснабжающими организациями.

По инициативе руководителя Росстандарта Абрамова А.В. была создана межведомственная отраслевая рабочая группа по противодействию незаконному обороту продукции нефтяной промышленности.

Для выявления масштабов нарушений и фальсификации топлива было проверено структурами и комиссиями Росстандарта более 30 тысяч автозаправочных станций, более 2 тысяч нефтебаз, около 240 мини-нефтеперерабатывающих заводов и 33 крупных нефтеперерабатывающих заводов.

По результатам проверок в таблице 1 представлен уровень нарушений среди АЗС в 2015-2017 гг.

Таблица 1

Нарушения качества топлива среди АЗС

Год	2015	2016	2017 январь-май
Проверено АЗС, шт.	3702	1536	103
Выявлены нарушения на АЗС, шт.	1573 (42,5 %)	274 (18 %)	41 (40 %)
Количество выявленных нарушений, шт.	717 (20 %)	184 (12 %)	22 (21 %)

Как видно из таблицы количество выявленных нарушений значительно, особенно по отклонению физико-химических показателей топлива от установленных норм технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

Из вышесказанного следует, что актуальной является подготовка необходимой нормативной и технической базы в области контроля качества сырья и продукции нефтяной промышленности. Поэтому в области совершенствования нормативной базы в 2016 году были разработаны и приняты для применения следующие предварительные национальные стандарты (ПНСТ) Российской Федерации:

- ПНСТ 154-2016 «Нефтепродукты. Восстановление показателей качества»;
- ПНСТ 155-2016 «Нефтепродукты. Применение методов испытаний для подтверждения качества»;
- ПНСТ 156-2016 «Нефтепродукты. Контроль качества при приемке на хранение».

Основным отличием этих стандартов следует считать то, что в них впервые в практику контроля качества нефтепродуктов введено понятие экспресс-методов испытаний и условия применения этих методов для подтверждения качества нефтепродуктов.

Для решения задач экспресс-контроля нефтепродуктов в Сибирском научно-исследовательском институте метрологии (ФГУП «СНИИМ») были разработаны экспресс-анализаторы качества нефтепродуктов для определения механических примесей и содержания воды [1].

Для определения содержания механических примесей в анализаторе СИМ-12 использован оптический метод.

Принцип действия анализатора основан на регистрации рассеянного на механических примесях в нефтепродуктах оптического излучения инфракрасного диапазона. Функциональная схема анализатора приведена на рисунке 1.

В состав функциональной схемы входят оптический датчик А1 и измерительный прибор А2. Контролируемый нефтепродукт наливают в кювету 1 и помещают ее в оптический датчик. Светоизлучающий диод (СИД) 2 через линзу 3 посылает в кювету световое излучение интенсивностью Jo инфракрасного диапазона. При этом луч света распространяется в прямом направлении и через линзу 4 воспринимается фотоприемником 5, а образованное на механических примесях рассеянное излучение через линзу 6 воспринимается фотоприемником 7.

Оптический датчик, приведенный на рисунке 2, выполнен в металлическом корпусе 6 цилиндрической формы.

Внутри корпуса установлены светоизлучающий диод 2 и два фотоприемника 3. Выводы светодиода и фотоприемника распаиваются на колодку. Также на колодку распаивается кабель 7, соединяющий датчик с измерительным прибором.

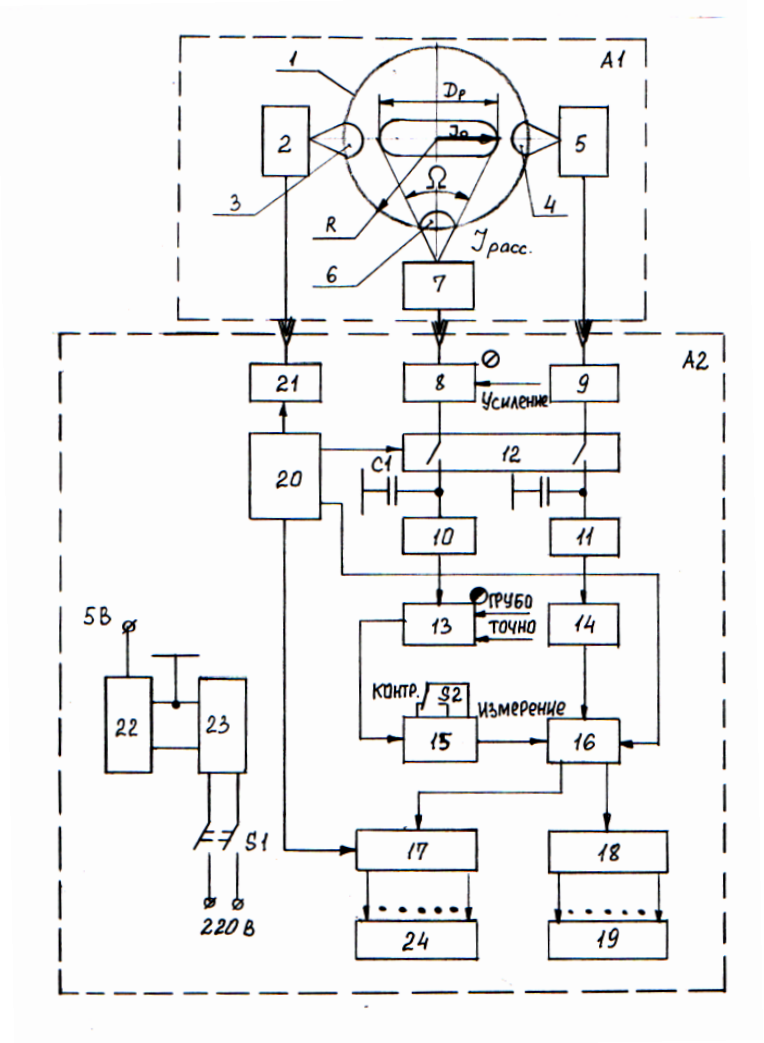


Рисунок 1 – Функциональная схема анализатора

В корпус устанавливается кювета 1. В кювете устанавливаются три линзы 4. Для совмещения оптической оси линз и светодиода (фотоприемников) кювета устанавливается на штифты 8. Для предохранения от загрязнений кювета закрывается крышкой 5.

Контролируемый нефтепродукт залить в кювету, не доливая до верхнего края кюветы 5-7 мм. Закрыть кювету крышкой. На индикаторе высветится значение массовой доли механических примесей в контролируемом нефтепродукте в процентах.

Для сокращения времени измерения массовой доли механических примесей в нефтепродуктах с большой вязкостью (более 5 сСт), например: автотракторные масла допускается масла растворять бензином-растворителем ТУ 384021-67.108-92.

Значение концентрации механических примесей в первоначальной пробе автотракторных масел определяют по формуле:

$$p_x = p_{изм} (1 + K_\eta \cdot K_V),$$

где $p_{изм}$ – измеренная концентрация механических примесей в разбавленных маслах;

$K\eta = \frac{\eta_1}{\eta_2}$ - относительная плотность растворителя и масла;

$K_Y = \frac{Y_1}{Y_2}$ - относительный объем растворителя и масла.

Контролируемый нефтепродукт наливают в кювету и помещают ее в первичный преобразователь (ПП), конструкция которого приведена на рисунке 2.

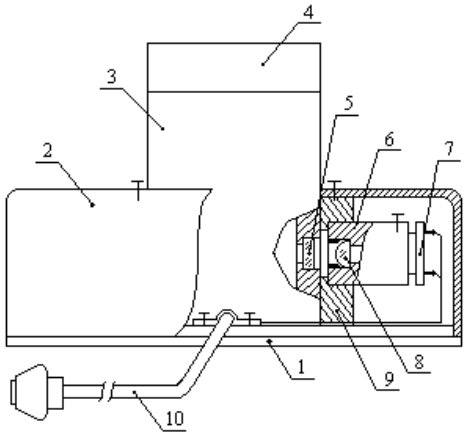


Рисунок 2 – Конструкция первичного преобразователя
1 – основание; 2 – кожух; 3 – кювета; 4 – крышка; 5 – светофильтр;
6 – держатель; 7 – втулка; 8 – светоизлучающий диод;
9 – направляющая; 10 – жгут

Конструкция анализатора СИМ-12 приведена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Экспресс-анализатор механических примесей в нефтепродуктах СИМ-12

Для определения содержания воды в нефтепродуктах разработан экспресс-анализатор СИМ-4, внешний вид анализатора представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Экспресс-анализатор содержания воды в нефтепродуктах СИМ-4

Таким образом, принятые в 2016 году предварительные национальные стандарты (ПНСТ) Российской Федерации, допускают применение экспресс-методов, в качестве которых могут быть использованы созданные ФГУП «СНИИМ» приборы для экспресс-анализа некоторых параметров нефтепродуктов.

Библиографический список
1. Шувалов Г.В., Селятицкий В.Г.,. Клековкина М.Г, Васильева Т.В. Экспресс- анализ некоторых параметров нефтепродуктов при их использовании // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 1. – С.114-116.

Shuvalov G.V., Vasilyva T.V.,
Siberian state scientific research Institute for Metrology, Novosibirsk

THE POSSIBILITY OF EXPRESS ANALYSIS OF PARAMETERS OF PETROLEUM PRODUCTS

The article presents the analysis of technical and regulatory support of Express analysis of petroleum products parameters.
Keywords: Express analysis, national standard, petroleum products.

УДК 57.08

Дмитриева Л.И., Шувалов Г.В.,
Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОЧАСТИЦ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕОДНОРОДНЫМ ПЕРЕМЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Методики исследования свойств микрочастиц находятся в стадии широкого обсуждения научным сообществом. В работе рассмотрен метод исследования частиц микронного размера при помощи измерительно-вычислительного комплекса «Биофизик», позволяющего изучать характеристики частиц в неоднородном переменном электрическом поле через их поляризацию в широком частотном диапазоне. В работе приведены результаты экспериментов, подтверждающие пригодность комплекса для исследования характеристик микрочастиц.
Ключевые слова: микрочастица, поляризуемость, объемная поляризация, дипольный момент, характеристики микрочастиц.

Исследование характеристик микрочастиц позволяет выявить структурные и функциональные нарушения у обследуемого объекта. Процесс исследования сложен в реализации, не имеет однозначного решения и требует комплексного методического подхода, объединяющего достижения различных научных областей. Современный уровень науки и технологий позволяет изучать функционирование и устройство микрочастиц через их динамику взаимодействия с окружающей средой. Существует подход, согласно которому изучаются свойства частиц подверженных воздействию переменного электрического поля. Благодаря методу можно изучить характеристики микрочастиц в переменном электрическом поле через их объемную поляризацию. Объемная поляризация в большей или меньшей степени характерна для всех без исключения веществ. Обусловлен процесс наличием в структуре атомов, ионов, молекул свободных и связанных положительных и отрицательных зарядов, перемещающихся под воздействием внешнего электрического поля. В результате перераспределения зарядов (поляризации) в частице возникают некомпенсированные заряды, что приводит к возникновению индуцированного дипольного момента и как следствие, смещению частицы от положения равновесия. Количественное описание поляризации достигается введением коэффициента пропорциональности a – поляризуемости, который связывает между собой отклик частицы и вызывающее его воздействие напряженность электрического поля. Распределение атомно-молекулярных структур в объеме частицы уникально. Поскольку структура и функция микрочастиц тесным образом связаны между собой, то этот факт делает возможным по поляризуемости исследуемого объекта судить как о его структуре, так и о его функционировании [1].

С целью измерения поляризуемости микрочастиц был разработан измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Биофизик». В состав комплекса входят: измерительная

ячейка, генератор напряжения, RC-коробка, персональная электронно-вычислительная машина, микроскоп, видеокамера. Для управления работой комплекса, а также для обработки полученных данных разработано специализированное программное обеспечение (ПО).

Уникальным компонентом ИВК является измерительная ячейка. С ее помощью создается неоднородное переменное электрическое поле, оказывающее влияние на нанесенный на измерительную ячейку объект изучения. Оператор, проводящий исследование, задает значения характеристик электрического поля, путем их задания в ПО комплекса. Расчеты значений поляризуемости производятся ИВК, без вмешательств со стороны оператора. По окончанию расчетов ПО формирует текстовый документ, в который занесены результаты проведенного исследования.

Значения поляризуемости микрочастиц определяются ПО комплекса путем расчета по уравнению:

$$\alpha_ч = \frac{12 \cdot \pi \cdot \eta_{ср} \cdot r_ч \cdot \vec{v}_ч}{\varepsilon_o \cdot \vec{\nabla} E^{\,2}}, \qquad (1)$$

где $r_ч$ – радиус частицы;

ε_o – диэлектрическая постоянная;

$\eta_{ср}$ – вязкость среды;

$\vec{v}_ч$ – скорость поступательного движения частицы в НПЭП по пути ее движения;

$\vec{\nabla} E^{\,2}$ – градиент квадрата напряженности электрического поля между электродами в измерительной ячейки.

Неизвестные значения уравнения, требующиеся для расчета поляризуемости, определяются комплексом при проведении эксперимента.

Согласно теории, существует еще один подход определения величины поляризуемости микрочастиц, в соответствии с которым, искомое значение определяется по уравнению:

$$\alpha_ч = 4 \cdot \pi \cdot r_ч^3 \; \varepsilon_{ср} \frac{\varepsilon_ч - \varepsilon_{ср}}{\varepsilon_ч + 2\varepsilon_{ср}}, \qquad (2)$$

где: $r_{кл}$ – радиус клетки;

$\varepsilon_{ср}$ – диэлектрическая проницаемость среды;

$\varepsilon_{кл}$ – диэлектрическая проницаемость клетки;

$\frac{\varepsilon^*_{кл} - \varepsilon^*_{ср}}{\varepsilon^*_{кл} + 2\varepsilon^*_{ср}}$ – фактор Клаузиуса-Мосотти.

Для расчета значения величины поляризуемости по уравнению (1) ИВК определяет значения радиуса исследуемых микрочастиц, скорость поступательного движения частицы в НПЭП по пути ее движения, градиент квадрата напряженности электрического поля между электродами в измерительной ячейке.

Для подтверждения корректности расчетов величины поляризуемости производимых комплексом согласно уравнению (1) были проведены эксперименты на ИВК «Биофизик». По итогу проведения экспериментов были рассчитаны значения поляризуемости частиц, которые сравнивались с рассчитанными теоретическими значениями поляризуемости, полученными в результате расчетов по уравнению (2).

В ходе выполнения экспериментов, в качестве объекта исследования была применена суспензия латексных частиц. Эксперименты проводились при заданных значениях напряжения от 5 до 9 В и заданных значениях частоты от 50 до 10000 кГц. В состав исследуемой суспензии входили микрочастицы полистирола, размер и скорость поступательного движения которых измерялись ИВК. В ходе выполнения работы было произведено 300 экспериментов.

По итогу проведения эксперимента было получено 65240 значений поляризуемости, рассчитанных по уравнению (1). Для каждой микрочастицы, поляризуемость которой была определена установкой, были произведены расчеты поляризуемости по уравнению (2). Полученные двумя способами значения поляризуемости для одной и той же частицы сравнивались. Расхождения в полученных результатах не превысили 16 %.

По окончанию проделанной работы были построены графики зависимости поляризуемости микрочастиц от их размера (рисунки 1, 2). На графиках изображены зависимости, полученные при расчете значений поляризуемости по уравнению (1), а также значения поляризуемости полученные по уравнению (2).

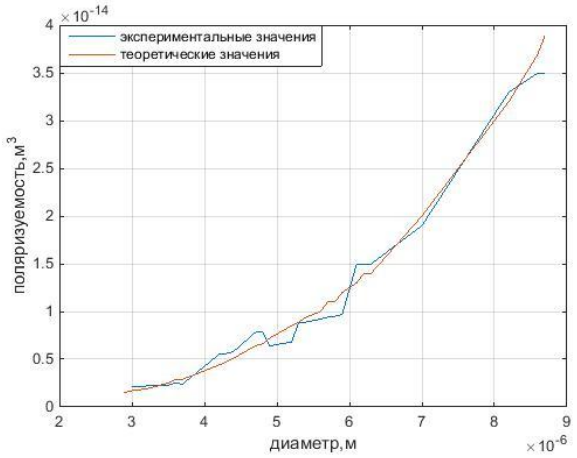


Рисунок 1 – Зависимость величины поляризуемости латексных частиц от диаметра при 2000 кГц, 9 В

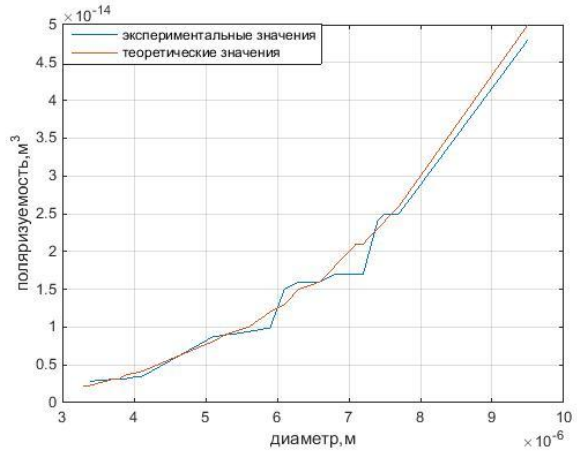


Рисунок 2 – Зависимость величины поляризуемости латексных частиц от диаметра при 6000 кГц, 9 В

Экспериментальным путем было установлено, что поляризуемость микрочастиц, находящихся под воздействием неоднородного переменного электрического поля, снижается с ростом напряженности электрического поля на частотах 300 кГц, 900 кГц, 3000 кГц, 4000 кГц, 9000 кГц. Графики зависимости поляризуемости микрочастиц от напряжения представлены на рисунках (рисунки 3, 4).

Согласно результатам, полученным в рамках проведенных исследований, можно сделать вывод о пригодности ИВК «Биофизик» для измерения поляризуемости микрочастиц. Также стоит отметить нежелательное использование данного комплекса для проведения измерений поляризуемости микрочастиц диаметром более 5,5 мкм при заданных значениях частоты 300 кГц, 900 кГц, 3000 кГц, 4000 кГц, 9000 кГц.

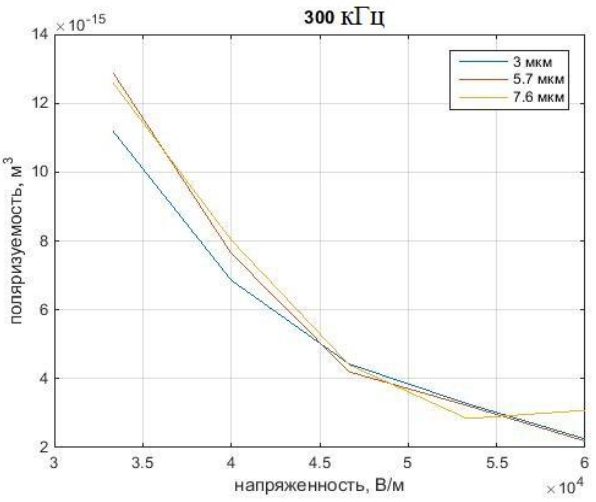


Рисунок 3 – Зависимость поляризуемости микрочастиц от напряженности НПЭП при частоте 300 кГц

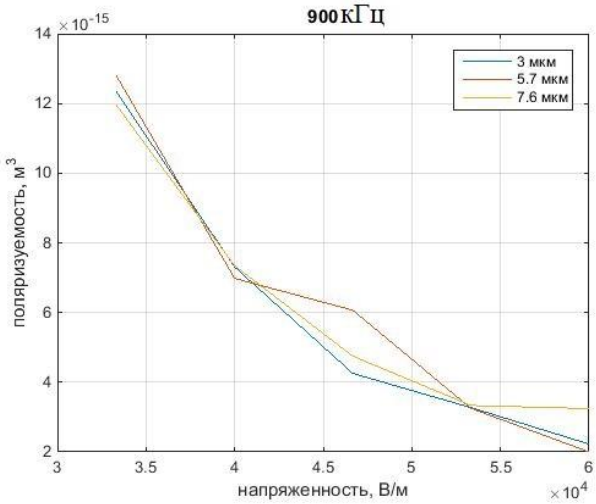


Рисунок 4 – Зависимость поляризуемости микрочастиц от напряженности НПЭП при частоте 900 кГц

Библиографический список

1. Генералов В.М., Кручинина М.В., Дурыманов А.Г., Медведев А.А., Сафатов А.С., Сергеев А.Н., Буряк Г.А., Курилович С.А., Громов А.А. Диэлектрофорез в диагностике инфекционных и неинфекционных заболеваний. – Новосибирск: «ЦЭРИС», 2011. – 172.

Dmitrieva L.I., Shuvalov G.V.,
Siberian State Research Institute of Metrology, Winner of the «Red Banner of Labour» award, Novosibirsk

RESEARCHING THE CHARACTERISTICS OF MICROPARTICLES EXPOSED TO NONUNIFORM ALTERNATING-ELECTRIC FIELD

Research techniques of bioparticle properties are being widely discussed by scientific society. The paper discusses the method of studying micron-sized particles with the help of the measuring and computing complex “Biophysicist”, which provides for studying the characteristics of particles in a non-uniform alternating electric field through their polarization in a wide frequency range. The paper presents the experimental results confirming the suitability of the complex for studying the characteristics of microparticles.

Keywords: microparticle, polarizability, volume polarization, dipole moment, characteristics of microparticles.

УДК 681.20:665.5

Шувалов Г.В.,
Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии,
Новосибирск

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье рассматриваются вопросы разработки и применения приборов контроля и мониторинга качества нефтепродуктов.

Ключевые слова: мониторинг, нефтепродукты, приборы.

Показатели качества топлива могут стать причиной выхода из строя техники или привести к значительным экономическим потерям, поэтому осуществление оперативного контроля качества нефтепродуктов в местах его реализации и использования и по другим показателям на сегодняшний день является актуальной задачей.

Для решения этих задач в Сибирском научно-исследовательском институте метрологии были разработаны измерительные приборы (анализаторы) для анализа параметров нефтепродуктов (таблица 1).

Таблица 1

Приборы для анализа нефтепродуктов

Наименование анализатора	**Определяемый параметр**	**Конструктивное исполнение**
Анализатор СИМ-5	Температура вспышки	
Анализатор СИМ-6	Содержание серы	
Анализатор СИМ-8	Измерение кинематической вязкости	
Анализатор СИМ-11	Температура застывания нефтепродуктов	

Структурная схема прибора СИМ-6 включает в себя следующие основные элементы (рисунок 1):

- кондуктометрические ячейки 8 и 9 с электродами 10, 11;

- горелка для сжигания топлива 14;
- аспиратор 12 для прокачивания SO2;
- дозатор 15;
- генератор озона 7 с компрессором 6;
- схема измерения 2 со схемой управления 3;
- блок питания 4.

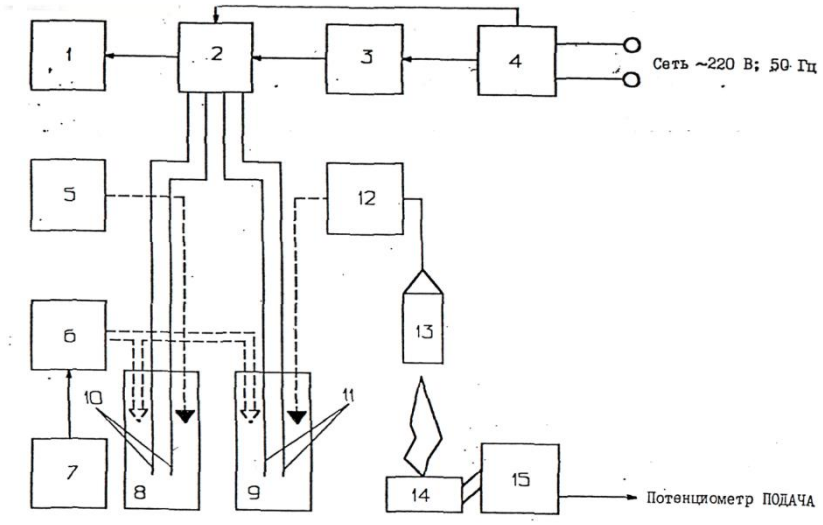


Рисунок 1 – Структурная схема анализатора СИМ-6

Функциональная схема анализатора СИМ-5 [2] приведена на рисунке 2.

В состав функциональной схемы входят нагревательный блок 1, блок электроники и управления 2.

Принцип действия анализатора СИМ-8 основан на измерении времени истечения контролируемого нефтепродукта через капилляр стеклянного вискозиметра с последующим расчетом значения кинематической вязкости.

Функциональная схема анализатора приведена на рисунке 3.

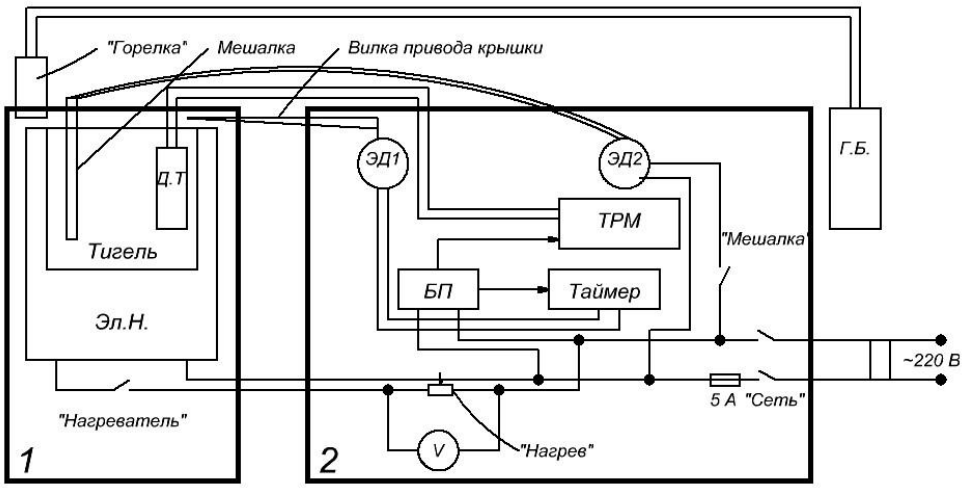


Рисунок 2 – Схема электрическая функциональная СИМ-5

Стеклянный вискозиметр ВПЖ-4-0,62, наполненный прозрачной жидкостью с температурой кипения выше 100º С и температурой вспышки не менее 145 ^{0} С (трансформаторное масло), размещается в термостате.

Нагрев жидкости в термостате осуществляется с помощью электронагревателя (ЭлН).

Для перемешивания нагреваемой жидкости и получения равномерного градиента температур по всему объему термостата используется компрессор (Комп). Воздух через шланг (Шл) поступает непосредственно в зону нагрева.

Регулирование и поддержание температуры термостата осуществляется с помощью микропроцессорного измерителя-регулятора ТРМ-10, который совместно с входным датчиком температуры (ДТ) позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры и отображение ее текущего значения на светодиодном цифровом индикаторе;
- регулирование температуры по пропорционально интегрально-дифференциальному (ПИД) закону;
- выдача информации об обрыве температурного датчика.

Параметры измерения и регулирования задаются при отключении питания в энергонезависимой памяти ТРМ-10.

Как указывалось выше, одним из недостатков стандартного метода является визуальная регистрация температуры застывания. Поэтому был предложен другой метод определения температуры замерзания, основанный на зависимости между диэлектрической проницаемостью и температурой нефтепродукта.

Физическое обоснование метода. Диэлектрическая проницаемость определяется через поляризацию

$$\varepsilon = 1 + \kappa$$

где κ – диэлектрическая восприимчивость.

С другой стороны диэлектрическая восприимчивость для изотропных жидких диэлектриков определяет связь между поляризацией среды и внешним электрическим полем

$$P = \kappa E$$

где P – поляризация диэлектрика (суммарный дипольный электрический момент единицы объема диэлектрика), E – напряженность электрического поля.

Для жидких неполярных диэлектриков ориентационная поляризация и зависит от температуры. При относительно высоких температурах, близких к температуре кипения, ориентационная поляризация диэлектриков зависит от температуры. Чем больше температуры, тем меньше поляризация из-за теплового движения. При понижении температуры фактор деполяризации уменьшается. Однако существует фактор, связанный с вращательной вязкостью органических молекул, который увеличивается при понижении температуры. Поэтому температурная зависимость поляризации жидких диэлектриков должна быть немонотонной. При замерзании вымораживаются вращательные степени свободы, поэтому поляризация становится независимой от температуры при кристаллизации. Соответственно, диэлектрическая проницаемость становится независимой от температуры ниже точки замерзания.

Данный метод измерения основан на экспериментальном определении зависимости диэлектрической проницаемости от температуры нефтепродукта.

Суть состоит в том, что в охлаждаемую среду (этиловый спирт) помещается нефтепродукт с известной температурой замерзания, охлаждается до температуры среды, и измеряется электрическая емкость данного нефтепродукта между обкладками плоского конденсатора. Среда охлаждается с помощью блока регулирования М11, который обеспечивает равномерное распределение температуры по среде, с помощью циркуляционного насоса. Емкость нефтепродукта измеряется при помещении в нефтепродукт измерительного конденсатора, емкость которого, в свою очередь меряется мостом переменного тока Р5083. На основе полученных данных можно определить диэлектрическую проницаемость нефтепродукта. Необходимо будет провести повторные измерения, используя другую марку нефтепродукта, для анализа зависимости для разных типов нефтепродукта. Далее строится зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и анализируется ее характер. В том случае если точка замерзания определяется изменением характером температурной зависимости

электрической емкости, которая позволяет судить о наступлении фазового перехода (замерзания), то можно использовать такой метод определения температуры замерзания.

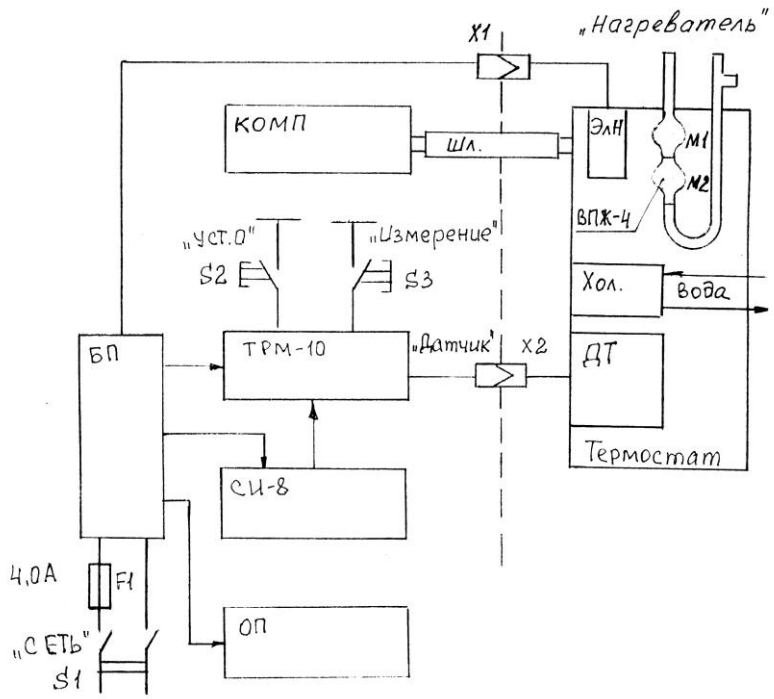


Рисунок 3 – Функциональная схема анализатора

Наибольший интерес к разработанным приборам проявляют предприятия, которые заинтересованы в контроле качества нефтепродуктов. В настоящее время лабораториями «КЛАН-1», укомплектованными разработанными приборами (рисунок 4), оснащены ряд организаций Новосибирской, Кемеровской, Красноярской и Курганской областей, а также стран СНГ (Республики Казахстан и Узбекистан).

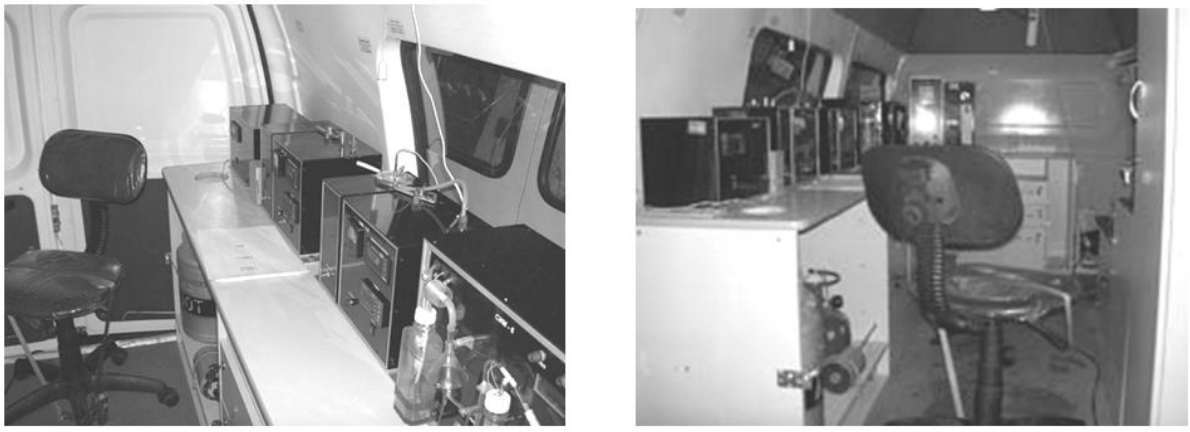


Рисунок 4 – Салон мобильной лаборатории «КЛАН-1» с анализаторами СИМ

Таким образом, выполненные во ФГУП «СНИИМ» разработки новых приборов для определения параметров нефтепродуктов позволили на их основе создавать измерительные комплексы контроля и мониторинга качества топлива.

Библиографический список

1. Шувалов Г.В. Опыт практического применения анализаторов СИМ-6 для определения серы в нефтепродуктах // Материалы 6-й международной выставки и научного конгресса «ГЕО-Сибирь – 2010». Новосибирск, 2010. – Т.5. – Ч.2.

2. Шувалов Г.В. Мишагин М.А.,. Бондарев А.В и др. Анализатор температуры вспышки нефтепродуктов // 2-я междун. науч.-техн. конф., 8-11 сентября 2004 «Энергетика, экология, энергосбережение, транспорт» Часть 2. / под ред. В.П. Горелова, Н.Н. Лизалека, В.В. Охотниковой. – Тобольск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2004. – С. 153-155.

Shuvalov G.V.,
Siberian state scientific research Institute for Metrology, Novosibirsk

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF CONTROL DEVICES AND MONITORING OF QUALITY OF PETROLEUM PRODUCTS

In article questions of development of devices of control and monitoring of quality of oil products are considered.
Keywords: monitoring, oil products, devices.

УДК 621.3

Буклагин Д.С.[1], Шмелев С.А.[2],
[1]Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московская обл., р.п. Правдинский,
[2]АО «КБточмаш им. А.Э. Нудельмана», Москва

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ

Обеспечение точности, быстроты и удобства измерений деталей часто является проблемой промышленного производства, так как требует применения широкого спектра стандартных и не стандартных средств измерений с различной точностью и приспособленностью к различным видам измерений. В статье рассмотрены существующие средства создания трехмерных измерительных систем, возможность их применения взамен стандартизованных механических средств измерений, позволяющих решать проблемы быстроты, точности и удобства измерений в различных областях промышленного производства.
Ключевые слова: система, точность, деталь, 3D измерения, машинное зрение, оптические измерения.

Выполнение требований к производству деталей необходимого качества в современной промышленности, в т.ч. и в сельхозмашиностроении, тесно связаны с проблемой применения средств измерений определенной точности и скоростью выполнения самих измерений. Кроме того, при производстве сложных деталей существует множество труднодоступных мест, для измерения которых приходится применять большое число нестандартных средств измерений, например, штангенинструментов.

Решение этих проблем требует от метрологической службы предприятия искать способы эффективного применения 3D измерительных систем для сравнения результатов измерений с заданной идеальной 3D моделью детали. В данной статье рассматриваются существующие средства измерений, создающие измеренные 3D модели и сравнивающие их с идеальными, позволяющие решить проблему быстроты и точности измерений.

Задача создания 3D измерительных систем связана с попытками разработки и использования машинного зрения. Можно сказать, что общий принцип работы систем машинного зрения заключается в том, что сигнал, полученный от аналоговой видеокамеры переводится в цифровую форму, которая представляет собой набор пикселей (точек) по перепадам яркости, которых компьютер вычисляет границы измеряемого объекта на плоскости. Намного труднее определять высоту, а также координаты нахождения каждой точки в трехмерном моделируемом пространстве. Для определения высоты, а также других размеров, в большинстве оптических приборов используется метод оптической триангуляции. Применение метода триангуляции позволяет достигать точности в 0,001 доли измеряемого расстояния [1, 2].

Схема прибора использующего метод триангуляции (рисунок 1) состоит из трех частей: излучатель 1, измеряемый объект 2 и приемник 3.

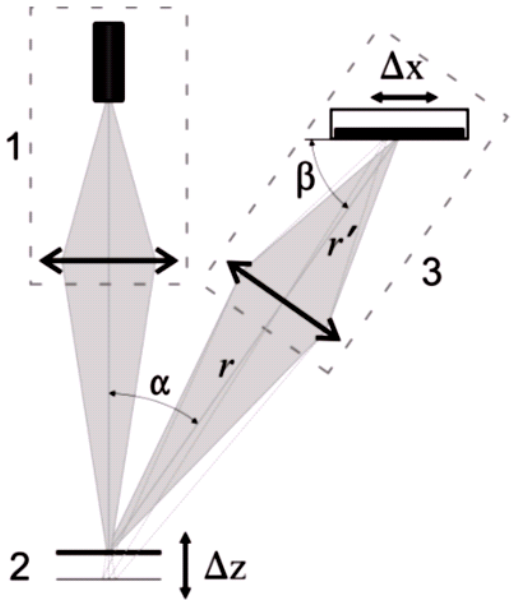


Рисунок 1 – Схема прибора использующего метод триангуляции

Излучатель 1 формирует изображение светового пятна на измеряемом объекте 2. Затем рассеянный измеряемым объектом световой луч попадает в фотоприемник 3. Фотоприемник фиксирует изображение рассеянного светового луча. Перемещение измеряемого объекта Δz, создает смещение светового луча в фотоприемнике Δx. Зависимость перемещения измеряемого объекта Δz, от смещения светового луча Δx, имеет следующий вид:

$$\Delta z = r \cdot \sin\varphi / \sin(\alpha - \varphi), \quad (1)$$

где $\varphi = \operatorname{arctg}(A \cdot \Delta x / (1 + B \cdot \Delta x))$, $A = \sin\beta / r'$, $B = -\cos\beta / r'$, r и r' – соответственно расстояния от измеряемого объекта 2 до объектива фотоприемника 3, и от объектива до фотоприемника [3].

В настоящее время 3D измерительные системы производятся многими российскими и зарубежными фирмами. Их применение позволяет в различной степени решать проблемы точности, удобства и быстроты измерений. В число наиболее известных мировых производителей входят такие фирмы как: SICK (Германия), Cognex (США).

Решения фирмы SICK широко применяются в различных организациях, как при считывании штрих кодов, так и в автомобильной промышленности при идентификации деталей и определения отклонений от их формы. Рассмотрим некоторые интересные решения и их характеристики.

В качестве одного из решений поставленных задач фирма SICK предлагает камеры Ranger и Ruler (таблица 1, рисунок 2) для измерений трехмерных параметров в скоростном режиме. Камеры формируют серию профилей измеряемого объекта, а трехмерное изображение обеспечивает данные о высоте и форме объекта. Камеры Ranger и Ruler являются приборами со схожими характеристиками. Однако камеры Ranger могут иметь различную комплектацию и имеют возможность подстраиваться под выполнения определенных задач непосредственно на месте, в то время как камеры Ruler настраиваются самой фирмой-изготовителем. Все это ведет к различным положительным и отрицательным последствиям. С одной стороны, устанавливая камеры Ranger можно выбрать только часть необходимых опций и более точно их настроить непосредственно на месте, но для правильной и точной их установки и наладки нужен высококвалифицированный персонал, содержание которого требует значительных затрат.

Таблица 1

Техническая характеристика камер серии Ruler E

Показатель	Ruler E1200	Ruler E600
Максимальная ширина профиля	1024	1536
3D разрешение по высоте	0,4 мм	0,2 мм
Пример поля зрения (H x W)	250x1200 мм	250x600 мм
Производительность	10000 3D профилей в секунду	
Размеры (L x H x D)	420 x 163 x 105 мм	
Степень защиты	IP 65	
Класс лазера	2M/2 (опция 3B)	
Опции	Измерение рассеяния, 3B лазер, подогрев	



Рисунок 2 – Внешний вид камер Ranger и Ruler

Изображение с нескольких подобных камер фирмы SICK можно объединять в одну 3D модель при помощи Sensor Integration Machine (рисунок 3), что при правильной их расстановке позволит измерять объект полностью, со всех сторон.

Исходя из данных (таблица 1), можно сделать заключение о том, что данные решения действительно предназначены для быстрых измерений и способны производить до 10000 профилей в секунду, при этом точность данных измерений достигает десятых долей миллиметра [4-7].



Рисунок 3 – Внешний вид блока объединения сигналов датчиков
Sensor Integration Machine (SIM)

Фирма SICK выпускает также датчики TriSpector1000 (таблица 2, рисунок 4) для единичных высокоточных 3D измерений. Данные датчики нельзя подключать в единую информационную систему, но они хорошо зарекомендовали себя для быстрых измерений в потоке [8].

Таблица 2

Техническая характеристика датчиков серии TriSpector

Показатель	TriSpector1008	TriSpector1030	TriSpector1060
Рабочая дистанция, мм	56-116	141-541	321-1121
Пример поля зрения, мм	65x15	270x100	540x200
Лазер	2M, видимый красный свет (660 нм)		
Производительность	2000 3D-профилей/с		
Разрешение 3D-профиля	790 точек (пикселей)		
Ширина при минимальной рабочей дистанции, мм	40	90	180
Ширина при максимальной рабочей дистанции, мм	75	330	660
Максимальный диапазон высоты, мм	60	400	800
Разрешение по высоте, мкм	20-50	40-280	80-670



Рисунок 4 – Внешний вид датчика TriSpector1000

Исходя из данных (таблица 2), можно сделать вывод, что производительность данных приборов во много раз ниже, чем у камер Ranger и Ruler, что в свою очередь свидетельствует о возможности измерений намного меньших размеров. Однако точность датчиков TriSpector1000 достигает уже сотых долей миллиметра, что в свою очередь соответствует точности штангенприборов и позволяет избавиться от их применения на производстве. Таким образом, фирма SICK представляет законченные решения, позволяющее контролировать качество деталей в потоке.

Кроме уже названной фирмы SICK существуют и другие фирмы, продвигающих свои решения на мировом рынке. Одной из таких фирм является компания Cognex, которая предлагает и внедряет 3D сканеры DS1000 (таблица 3, рисунок 5). Эти сканеры, по данным производителя, способны измерять изделия с микронной точностью [9, 10].

Таблица 3

Техническая характеристика сканеров DS1000

Показатель	DS925B	DS1050	DS1101	DS1300
Ближнее поле обзора (мм)	23,4	43	64	90
Дальнее поле обзора (мм)	29,1	79	162	410
Расстояние между инструментом и деталью (мм)	53,5	87	135	180
Диапазон измерения (мм)	25	76	220	725
Класс лазера	2м	2м	2м	2м
Разрешение X (мм)	0,0183 - 0,0227	0,059 - 0,090	0,079 - 0,181	0,101 - 0,457
Разрешение Z (мм)	0,002	0,004-0,014	0,010-0,052	0,016-0,265



Рисунок 5 – Внешний вид сканера DS1000

Как видно из представленных технических характеристик, сканеры DS1000 действительно обладают точностью до 2 мкм для измерений деталей по высоте, однако точность измерений по ширине достигает сотых долей миллиметра (что по точности соответствует измерениям штангенинструментом); видимо это также связано с разрешением оптической камеры и алгоритмом распознавания границ на плоскости.

Кроме широко применяемых в мировой практике устройств фирм SICK (Германия), Cognex (США) есть и другие производители 3D измерительных устройств, заслуживающие не меньшего внимания, такие как: РИФТЭК (Беларусь), ПРИЗМА (Россия), ИНКОМ (Россия) и другие.

Рассмотрим подробнее один из сканеров фирмы РИФТЭК, основанной в Беларуси, имеющей производство и в России. Лазерные сканеры серии РФ625 (таблица 4, рисунок 6) производят измерения 2D профилей и посредством перемещения детали производят измерения всей детали и построение 3D моделей [11].

Таблица 4

Основные технические характеристики сканеров серии РФ625

Показатель	Значение
Быстродействие	248 профилей/с в обычном режиме 491 профилей/с в режиме повышенной частоты
Максимальное быстродействие	1875 профилей/с
Линейность (погрешность), Z ось (по высоте)	±0,1% от диапазона (±0,05% от диапазона для сканеров с диапазоном 17/6-7/8 мм)
Линейность (погрешность), X ось (по ширине)	±0,2% от диапазона
Рабочий диапазон, Z ось	От 5 до 1400 мм
Рабочий диапазон, X ось	От 7 до 980 мм

Если подсчитать погрешность сканеров серии РФ625 в соответствии с таблица 4, то получается, что точность измерения профиля (размер по высоте и ширине) для многих моделей данной серии сравнима с измеренной штангенинструментом. Однако как в случаях со сканерами DS1000 и датчиками TriSpector1000, точность построения 3D модели будет сильно зависеть от равномерности поступательного движения измеряемой детали, ее вибрации и самого алгоритма сложения профилей в единую 3D модель, а это уже не зависит от самих датчиков.



Рисунок 6 – Внешний вид сканеров серии РФ625

Представленные в докладе 3D устройства дают возможность 100 % контроля каждой детали. В то время как многие предприятия, занимающиеся конвейерным производством, могут позволить себе только контроль выборки, который не позволяет говорить о стопроцентном контроле качества. В данном случае можно говорить о вероятности и статистических характеристиках распределения показателей качества изготавливаемой детали.

Таким образом, в настоящее время существует множество устройств, позволяющих решать значительный спектр задач, связанных с точностью, измерений не ниже точности измерений штангенинструментом, но обеспечивающих быстроту и удобство при массовом контроле деталей в промышленном производстве и позволяющих решить множество других задач на основе совершенствования средств и алгоритмов распознавания при 3D измерениях.

Библиографический список

1. Востропятов Н.А. Принципы машинного зрения // Реферат по читающим автоматам. [Электронный ресурс]. URL: http://www.studfiles.ru/preview/356491/ (дата обращения: 24.08.2017).
2. Метод триангуляции. [Электронный ресурс]. URL: http://www.laserportal.ru/content_536 (дата обращения: 24.08.2017).
3. Теория триангуляционного метода измерения. [Электронный ресурс]. URL: http://www.controlplast.ru/site/index.php?/rproducts/klaser/teoria-triangulyacia (дата обращения: 24.08.2017).
4. Лысенко О. Машинное зрение от SICK / IVP. Журнал «Компоненты и технологии»: научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – 2007. – № 1. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/mashinnoe-zrenie-ot-sick-ivp (дата обращения: 24.08.2017).
5. Обзор продукции. Машинное зрение. Новое измерение в машинном зрении. [Электронный ресурс]. URL: http://www.energoprime.ru/catalog-pdf/SICK/Машинное-зрение.pdf (дата обращения: 24.08.2017).
6. Product overview. Vision a new dimension in vision. 2D vision, 3D vision, Sensor Integration Machine. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sick.com/media/docs/3/83/883/Product_overview_Vision_en_IM0069883.PDF (дата обращения: 27.09.2017).
7. Product catalog 2014/2015. Vision. Vision sensors. Smart cameras. Hight-end cameras. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sick.com/media/docs/2/02/302/Product_catalog_Vision_en_IM0050302.PDF (дата обращения: 27.09.2017).
8. TriSpector1000. INTUITIVE 3D INSPECTION [Электронный ресурс]. URL: https://www.sick.com/media/docs/2/72/272/Product_information_TriSpector1000_Intiutive_3D_Inspection_en_IM0062272.PDF (дата обращения: 24.08.2017).
9. DS1000 - интеллектуальные 3D сканеры [Электронный ресурс]. URL: http://www.mallenom.ru/products/mashinnoe-zrenie/ds1000-3d-scanner/ (дата обращения 24.08.2017).
10. Cognex vision. Серия DS1000. Датчик перемещения 3D. Лазерная система определения профиля. [Электронный ресурс]. URL: http://sensotek.ru/images/Cognex/pdf/DS1000%20Datasheet%20(RUS)%20(1).pdf (дата обращения: 27.09.2017).
11. RIFTEK. Лазерные сканеры. Серия РФ625. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. URL: https://riftek.com/media/documents/rf625/manual/2D_Laser_Scanners_RF625_Series_rus.pdf (дата обращения: 16.11.2017).

УДК 631.8, 628.31

Липатов Е.И.[1,2], Шулепов М.А.[1], Буренина А.А.[2],
Полторацкая Т.Н.[3], Скакун В.С.[1], Печеницын Д.С.[1],
[1]Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск
[2]Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
[3]Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области, Томск

ЭКСИЛАМПЫ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ И СТИМУЛЯЦИИ РОСТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Ультрафиолетовое излучение эксиламп на длинах волн 222 и 282 нм (KrCl- и XeBr-эксилампы) эффективно обеззараживает сточную воду от яиц *Opisthorchis felineus* и патогенных микроорганизмов. При суммарной поверхностной облучения 0.25 Дж/см^2 количество яиц *O. felineus* уменьшалось в 6 и более раз. Установки обеззараживания сточных вод на основе KrCl- и XeBr-эксиламп позволят обеспечить эффективную работу районных очистных сооружений производительностью до 200 м^3 без производства больших объемов строительно-монтажных работ при умеренных затратах на оборудование.

Предпосевная обработка семян пшеницы излучением XeCl-эксилампы на длине волны 308 нм с оптимальной дозой 2.5 Дж/см^2 ускорила процесс колошения на 8 дней. При вдвое большей дозе аналогичного облучения проявился эффект подавления роста. Применение предпосевной УФ обработки семян может дать значительный экономический эффект за счет увеличения урожайности зерновых культур.

Ключевые слова: эксилампа, ультрафиолет, инактивация, микроорганизмы, яйца гельминтов, предпосевная обработка семян, стимуляции роста.

Введение

Защита окружающей среды от хозяйственной деятельности человека с каждым годом становиться все более актуальной задачей. Значительную опасность для здоровья будущих поколений оказывают микробиологическое и гельминтологическое загрязнение водных объектов вследствие сброса промышленно-бытовых сточных вод, не прошедших полный цикл очистки на очистных сооружениях [1]. Известно, что 12,3 % сточных вод не проходят полную биологическую очистку. При этом «очищенные» сточные воды не соответствуют нормативным требованиям более, чем на половину. В среднем по стране, не менее чем в 70 % случаев сброс сточных вод производится в открытые водоемы [2]. Таким образом, в водоемах в районах сброса сточных вод формируется эпидемиологическая опасность. Без принятия специальных мер по дезинвазии ситуация не изменится [3].

Ультрафиолетовое облучение (УФО) приводит к фотохимическим реакциям, в результате которых происходят нарушение репликации ДНК, повреждение клеточных мембран и органелл, что вызывает эффективную инактивацию микроорганизмов при воздействии излучением в диапазоне длин волн 250-290 нм [4, 5].

Недавние результаты по инактивации яиц *O. felineus* и *D. latum* при УФО на длине волны 222 нм [6] показали возможность использования эксиламп барьерного разряда для создания эффективных установок УФ доочистки сточных вод [7] путем применения комбинированного воздействия излучением на 222 нм и на 282 нм.

В данной работе мы сообщаем о некоторых результатах полевых исследований по УФ доочистки сточных вод с помощью установки на основе KrCl-эксилампы (222 нм, дегельминтизация) и XeBr-эксилампы (282 нм, дезинфекция) на действующих очистных сооружениях в пос. Аэропорт Мирненского сельского поселения Томского района.

Более длинноволновое излучение XeCl-эксилампы (308 нм) эффективно для стимуляции биологической активности семян культурных растений с целью положительного влияния на урожайность сельскохозяйственных культур, что является главным условием дальнейшего развития сельскохозяйственного производства [8]. Предпосевное УФО семян приводит к повышению проницаемости клеточных мембран, усиливает обмен веществ между клеткой и окружающей средой, активизирует гидролитические и окислительно-восстановительные процессы. Таким образом, длинноволновое УФО семян обеспечивает более быстрый доступ

воды и питательных веществ к зародышу в период их набухания, а также усиливает дыхание и ростовые процессы [8].

В настоящей работе мы сообщаем предварительные результаты полевого эксперимента 2018 г. по УФО XeCl-эксилампой (308 нм) на семена пшеницы (сорт «Ирень»). Было обнаружено сокращение времени между посадкой семян и процессом колошения (до 8 дней) для оптимальной поверхностной дозы облучения 2.5 Дж/см^2.

Воздействие излучения эксиламп на живые организмы

Воздействие ультрафиолетового излучения эксиламп на биологические системы на поверхности земли и в приповерхностных слоях водных объектов легко объяснить в терминах спектра солнечного света достигающего поверхности. Спектр поглощения ДНК лежит в УФ области вне спектра солнечного спектра, достигающего уровня моря (рисунок 1). Поэтому излучение УФ-С поддиапазона УФ области спектра, в том числе излучение KrCl- и XeBr-эксиламп (222 и 282 нм, соответственно), оказывает инактивирующее и угнетающее действие на биологические системы ввиду нарушения репликации ДНК и отсутствия естественных механизмов защиты. УФ излучение в диапазоне 300-350 нм в средних широтах России появляется в солнечном спектре в течение периода вегетации растений (май-август). Поэтому существует гипотеза [9] о стимулирующем действии УФ излучения данного диапазона, включая излучение XeCl-эксилампы (308 нм), на скорость прорастания семян различных растений.

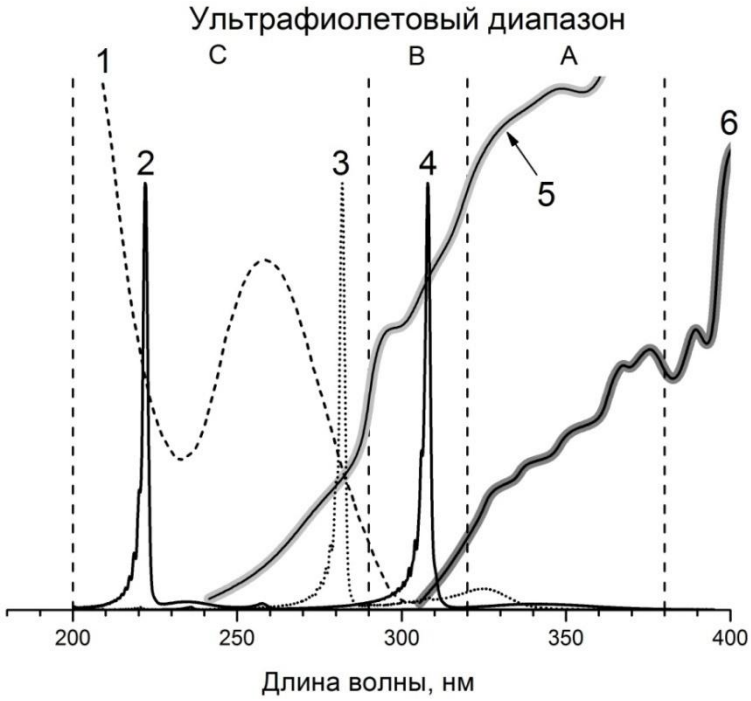


Рисунок 1 – Спектр поглощения молекулы ДНК – 1; спектры излучения KrCl-эксилампы – 2; XeBr-эксилампы – 3; XeCl-эксилампы – 4; спектры солнечного света на низкой околоземной орбите – 5 и на уровне моря на экваторе в полдень – 6.

Экспериментальные установки

Для доочистки сточных вод нами была спроектирована установка для дезинвазии сточных вод УДСВ-2, трехмерная модель которой приведена на рисунке 2. УДСВ-2 включает в себя две KrCl-эксилампы (1) со спектральным максимумом излучения на 222 нм, производящие дегельминтизацию сточной воды путем разрушения оболочек яиц гельминтов, и две XeBr-эксилампы (2) на 282 нм, инактивирующие патогенную микрофлору. Эксилампы помещены в герметизированный корпус. УФ излучение выводится из установки через кварцевые окна (3), расположенные на расстоянии 10 см от поверхности очищаемой воды. Интенсивность излучения на поверхности воды достигает 20 мВт/см^2. Для охлаждения эксиламп

используется окружающий воздух, проходящий через войлочный фильтр. Пониженное давление внутри установки создается вентиляторами (4), установленными на выходе из внутренних кварцевых колб коаксиальных эксиламп. Прокачиваемый таким образом очищенный воздух производит охлаждение эксиламп, насыщается озоном и по специальным патрубкам выбрасывается в очищаемую воду. Вентиляторы (5), установленные внутри корпуса, производят дополнительную циркуляцию воздуха.

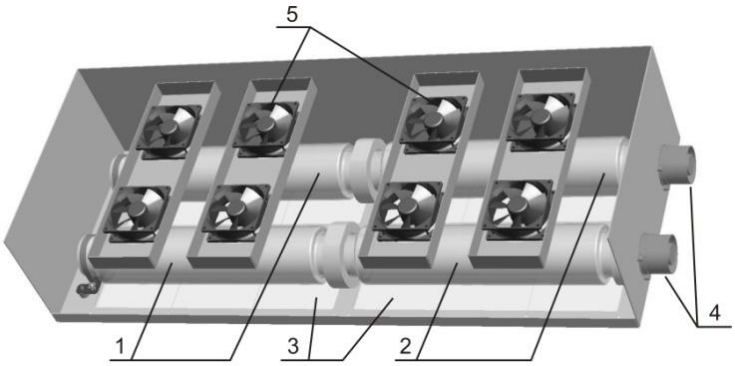


Рисунок 2 – Трехмерная модель установки для дезинвазии сточных вод УДСВ-2, содержащей две KrCl-эксилампы (1) и две XeBr-эксилампы (2), кварцевые окна для вывода УФ излучения (3), вентиляторы принудительного охлаждение внутренней поверхности колб (4) и наружной поверхности колб (5)

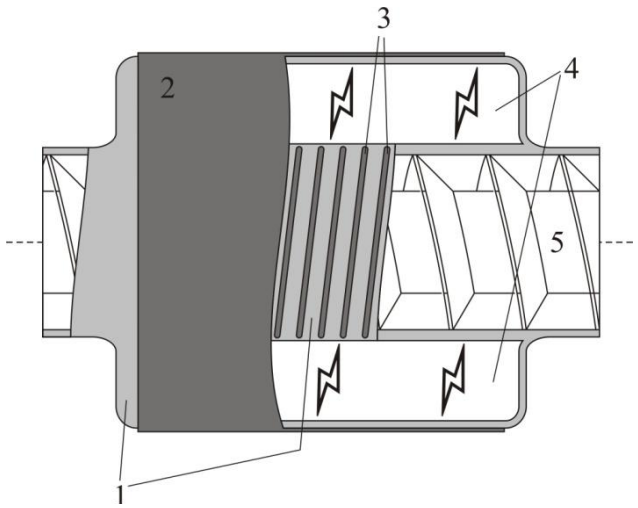


Рисунок 3 – Чертеж установки для предпосевной УФ обработки семян зерновых на основе XeCl-эксилампы, состоящей из кварцевых колб ∅ 80 и 40 мм (1), сплошного отражающего электрода из металлической фольги (2), полупрозрачного электрода из металлической проволоки (3), области импульсного барьерный разряда в Xe-Cl_2-смеси (4) и полимерного (полиамид) шнека для подачи зерна (5)

На рисунке 3 приведен чертеж основного элемента экспериментальной установки для предпосевного УФО семян зерновых культур. Установка содержит коаксиальную XeCl-эксилампу, состоящую из двух кварцевых колб с наружными диаметрами 80 и 40 мм (1), вставленных друг в друга. Пространство между колбами заполнено смесью Xe-Cl_2 и герметически отпаяно. Внешние (для смеси) электроды (2) и (3) обеспечивают горение импульсно-периодического барьерного электрического разряда в газовой смеси (4), порождающего УФ излучение со спектральным максимумом на 308 нм. Полимерный шнек производит подачу и УФО семян при их прохождении через внутреннюю колбу с регулируемой скоростью и, следовательно, регулируемой накопленной поверхностной дозой УФО облучения. Мы использовали дозы облучения от 0,2 до 5,0 Дж/$см^2$.

Инактивация яиц гельминтов излучением KrCl-эксилампы

Сточная вода для исследований была взята на выходе биофильтра районных очистных сооружениях пос. Аэропорт, Мирненское сельское поселение, Томский район, Томская область. Для исследований было взято три меры воды по 15 л. Одна из мер использовалась для контроля. Вода из двух мер подвергалась одновременной обработке KrCl- и XeBr-эксиламп. Общая поверхностная доза воздействующего излучения на двух длина волн (222 и 282 нм) составила около 0,25 Дж/см^2.

Обработанную воду исследовали на соответствие СанПиН 2.1.5.980-00 [10] при использовании метода исследования МУК 4.2.1884-04 [11] в Бактериологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Томской области.

В образцах забранной воды обнаружились яйца *Opisthorchis felineus*. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Количество яиц *O. felineus* в образцах №1 и №2, сохранивших свою целостность относительно количества яиц *O. felineus* в контрольном образце

Образец	Количество яиц *O. felineus*, шт.	Доля яиц *O. felineus* относительно контрольного образца, %
Контроль	59	100
№ 1	9	15
№ 2	5	8

Таким образом, умеренные дозы УФ облучения излучением KrCl- and XeBr-excilamps могут обеспечить снижение количества яйц *O. felineus* в сточной воде в 6 и более раз.

Предпосевная обработка семян зерновых излучением XeCl-эксилампой

Семена пшеницы сорта «Ирень» были высажены 23.06.2018 г. в серый подзолистый грунт в окрестностях д. Заварзино урочище Куташево Мирненское сельское поселение Томского района Томской области. Перед высадкой в грунт семена были разделены на 5 групп по 600-700 семян в каждой. 1-я группа была контрольной и не подвергалась УФО. Остальные группы со 2-й по 5-ю были повергнуты УФО XeCl-эксилампой на 308 нм с накопленной дозой 0,2; 0,6; 2,5 и 5 Дж/см^2, соответственно.

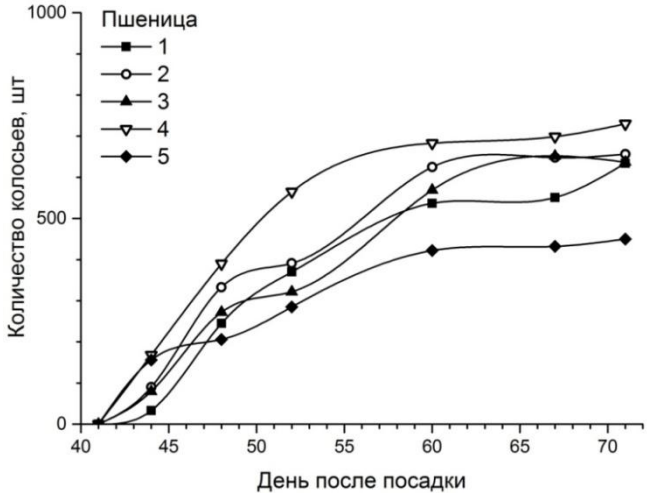


Рисунок 4 – Количество стеблей с колошением пшеницы сорта «Ирень», высаженной 23.06.2018 в окрестностях д. Заварзино Томского района Томской области, прошедшей предпосевную обработку семян излучением XeCl-эксилампы (308 нм) с различными поверхностными дозами облучения: 1 – контроль; 2 – 0,2 Дж/см^2; 3 – 0,6 Дж/см^2; 4 – 2,5 Дж/см^2; 5 – 5 Дж/см^2

К 8-му дню после высадки в грунт появились первые всходы. Визуально наблюдались небольшие отличия по высоте всходов в сторону увеличения от контрольной группы № 1 до группы с максимальной дозой УФО № 5. Между 41-м и 44-м днями после высадки в грунт появились первые колосья. Процесс колошения отображен на рисунке 4. Видно, что первоначально контрольная группа № 1 отставала по количеству колосьев, но к завершению процесса колошения сравнялась с группами № 2 и № 3 с дозами 0,2 и 0,6 Дж/см^2, соответственно. Группа № 4 с дозой 2,5 Дж/см^2 превосходила остальные по количеству колосьев в течение всего процесса колошения. Группа № 5 с максимальной дозой 5 Дж/см^2 изначально превосходила группы № 1, № 2 и № 3, но к завершению колошения показала худший результат.

Заключение

Таким образом, одновременное облучение сточной воды на выходе очистных сооружений пос. Аэропорт Мирненского сельского поселения Томского района излучением KrCl- и XeBr-эксиламп с суммарной поверхностной дозой 0,25 Дж/см^2 привело к уменьшению количества яиц *O. felineus* в сточной воде в 6 и более раз.

Предпосевное облучение семян пшеницы сорта «Ирень» излучением XeCl-эксилампы с поверхностной дозой 2,5 Дж/см^2 привело к ускорению процесса колошения не менее, чем на 8 дней. Вдвое большая доза привела к замедлению процесса колошения и подавлению всхожести семян пшеницы. Меньшие дозы облучения практически не дали результата.

Отметим, что приведенные данные имеют предварительный характер и требуют проверки. Мы планируем проведение всеобъемлющих исследований как по направлению дезинвазии сточной воды с целью ее безопасного сброса в открытые водоемы, так и по направлению стимуляции роста зерновых культур (пшеница, овес и др.) с целью увеличения урожайности в Томской области.

Авторы благодарят Журавлева В.П. и Журавлева А.В. за предоставленные семена пшеницы, а также Журавлева А.В. и Федонина А.А. за доступ к очистным сооружениям пос. Аэропорт Мирненского сельского поселения Томского района.

Библиографический список

1. Понамарев Н.М., Лунева Н.А., Новиков Н.А. Изучение санитарно-гельминтологического состояния объектов окружающей среды города Барнаула // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11. – С. 74.
2. Хроменкова Е.П., Димидова Л.Л., Думбадзе О.С. [и др.]. Эффективность дегельминтизации и дезинвазии сточных вод на очистных сооружениях канализации юга России // Теория и практика паразитарных болезней животных. – 2014. – № 15. – С. 334.
3. Болатчиев К.Х, Цекапибзева Ф.К., Ермакова Л.А. Санитарно-паразитологический мониторинг сточных вод в Карачаево-Черкесской республике // Теория и практика паразитарных болезней животных. – 2016. – № 17. – С. 89.
4. Астахова С.А., Матафонова Г.Г., Батоев В.Б. Инактивация патогенной микрофлоры ультрафиолетовым излучением эксилампы в присутствии пероксида водорода // Вестник РУДН. – 2008. – № 2. – С. 79.
5. Соснин Э.А., Липатов Е.И., Скакун В.С. [и др.]. Действие ультрафиолетового излучения и ультразвуковых колебаний на сточные воды / Современные научные исследования и инновации. – 2016. – №3. [Электронный ресурс].
6. Липатов Е.И., Соснин Э.А., Авдеев С.М. Инактивация яиц гельминтов узкополосным ультрафиолетовым излучением эксиламп // Российский паразитологический журнал. – 2016. – 35. – № 1. – С. 107.
7. Lipatov E.I., Sosnin E.A., Avdeev S.M., Tarasenko V.F. UV excilamp inactivation of helminth eggs in wastewater / Journal of physics: conf. series. – 2017. – 830. – 012154.
8. Пономарева Н.Е. Исследования влияния ультрафиолетового излучения на посевные качества семян томатов сорта «Розовый новичок» // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – 21. – № 1. – С. 29.
9. Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Панарин В.А., Чудинова Ю.В., Викторова И.А., Чеглоков А.Е. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян / Патент RU № 139005. Приоритетная дата 27.11.2013, опубликовано 27.03.2014, Бюл. № 9.
10. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000.
11. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 03.03.2004 г.

Lipatov E.I.[1,2], Shulepov M.A.[1], Burenina A.A.[2],
Poltoratskaya T.N.[3], Skakun V.S.[1], Pechenitsyn D.S.[1]
[1]Institute of High-current Electronics, Tomsk
[2]Tomsk State University, Tomsk
[3]Center for Hygiene and Epidemiology in the Tomsk Region, Tomsk

EXCILAMPS FOR DISINFECTING WATER AND STIMULATING GROWTH IN CROP PRODUCTION

Ultraviolet radiation of excilamps at wavelengths of 222 and 282 nm (KrCl and XeBr excilamps) effectively disinfects waste water from *Opisthorchis felineus* eggs and pathogenic microorganisms. With a total surface irradiation dose of 0.25 J/cm^2, the number of *O. felineus* eggs decreased in 6 or more times. Sewage disinfection plants based on KrCl- and XeBr excilamps will ensure the efficient operation of district wastewater treatment plants with a capacity of up to 200 m^3 without producing large volumes of construction and installation work at moderate equipment costs.

Presowing treatment of wheat seeds with XeCl-excilamp radiation at a wavelength of 308 nm with an optimal dose of 2.5 J/cm^2 accelerated the heading process by 8 days. At twice the dose of similar exposure, an effect of growth suppression was manifested. The use of presowing UV seed treatment can give a significant economic effect by increasing the yield of crops.

Keywords: excilamp, ultraviolet, pre-sowing seed treatment, growth stimulation, inactivation, microorganisms, helminth eggs.

УДК 621.791.92.

Лялякин В.П.[1], Аулов В.Ф.[1], Ишков А.В.[2], Трохин А.Ю.[3],
[1] Федеральный Научный Агроинженерный Центр ВИМ, Москва,
[2] Алтайский Государственный аграрный университет, Барнаул,
[3] ООО Комбайновый завод «РОСТСЕЛЬМАШ», Ростов

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ СОЛОМОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОМБАЙНОВ ООО «КЗ РОСТСЕЛЬМАШ»

В статье дается анализ методов упрочнения ножей соломоизмельчительного барабана зернового комбайна. Приводятся сравнительные результаты исследования на износостойкость, образцов из стали 65Г, упрочненных закалкой и борированием с нагревом токами высокой частоты. Изложены результаты полевых испытаний упрочненных ножей. На основании этих исследований предложена конструкция упрочняющего покрытия.

Ключевые слова: нож, износ, упрочнение, индуктор, токи высокой частоты, борирование.

На полях РФ работает большое количество современных зерноуборочных комбайнов, которые оборудованы соломоизмельчителем. Измельченная солома разбрасывается по полю, обеспечивая необходимые требования по минимальной его обработке и сохранения плодородия. Конструктивной особенностью соломоизмельчителя является высокая частота вращения (до 3600-3800 об/мин.) вала ротора, на котором монтируются ножи, количество которых может достигать от 36 до 80 штук. Ножи имеют следующие геометрические размеры: длина от 160 до 187 мм, ширина от 50 до 60 мм, толщина от 3 до 5 мм. конструкция ножей приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Кромки лезвий различных ножей соломоизмельчителей

Профили ножей имеют заточку как односторонюю так и двухстороннюю. Для изготовления ножей, в различных отраслях промышленности применяются следующие марки сталей: Х6ВФ, 8ХНФТ (ГОСТ 5960-73), 9Х5ВХ, 8Х6НФТ (ГОСТ 17315-71).

Твердость рабочей зоны ножей для измельчения соломы обеспечивается на уровне 50-60 HRC. Такая твердость может быть достигнута с помощью оптимизации химического состава, термообработки (закалка и отпуск).

Важными характеристиками являются также прочность (предел прочности при изгибе, $\sigma s_{изг}$, МПа, 1800-2150 Мпа), и сопротивление пластической деформации.

В условиях ООО "КЗ Ростсельмаш" при выпуске новых комбайнов у соломоизмельчителя используют ножи, изготовленные из стали 40 толщиной 5мм изготовленные по следующей технологии: вырубка, фрезерование режущих кромок, индукционная наплавка обратной стороны лезвия твердым сплавом ПГ-С27, термическая обработка. По этой технологии обеспечивается твердость режущей кромки на уровне 48-54 HRC.

Следует отметить, что операция по упрочнению 2х режущих кромок ножей (насыпка шихты, помещение заготовки в индуктор, извлечение из индуктора после наплавки) выполняется оператором вручную.

Целью статьи является исследования по обоснованию – технологии упрочнения ножей с использованием борирования при нагреве токами высокой частоты и разработки двухвиткового индуктора для упрочнения ножа одновременно в двух режущих фасок.

Для повышения эксплуатационных свойств режущих поверхностей ножей упрочняют различными способами [1, 2, 4].

Упрочнение изменением структуры всего объема металла достигается при термообработке. В промышленности с успехом используются различные диффузионные методы нанесения износостойких покрытий (методы ХТО): борирование, цементация, азотирование и другие виды двух- и более компонентного диффузионного насыщения. Одним из более эффективных методов является борирование. Толщина и структура полученных диффузионных покрытий зависит от химического состава стали и метода борирования. Основными преимуществами борирования являются: возможность изменения свойств поверхностного слоя, варьирование химического состава, создание желаемого сочетания свойств поверхности изделия и сердцевины. Борирование позволяет изменять градиент свойств покрытия в направлении от поверхности к сердцевине. Это достигается за счет химических реакций, протекающих на поверхности детали с бором, находящимся в атомарном состоянии [1, 3, 6]. В результате борирования износостойкость инструмента из легированных инструментальных сталей повышается в 3-4 раза. Общие недостатки борированных поверхностей – их выкрашивание и откалывание боридных слоев высокой твердости, опирающихся на более мягкую основу; трудность восстановления изношенных поверхностей из-за высокой твердости остатков боридных слоев. Для уменьшения хрупкости борированного слоя используют комплексное насыщение бором совместно с другими элементами – медью, никелем, хромом. Процесс проводят при температурах 1100-1300° С в течение нескольких часов.

Для оценки износостойкости упрочненных ножей использовали установку ИМ-01

Выбраны следующие режимы испытания.

- среднее контактное давление в зоне трения – 0,33 МПа;
- расход абразивного материала – 7,0 г/мин;
- длительность испытания – 30 мин, что при скорости вращения ролика 115 мин$^{-1}$ и его диаметре 50 мм соответствует пути трения 540 м.

В качестве абразивного материала использовались частицы кварца размеров 0,16-0,32 мм. Повторность испытания троекратная. Каждый образец перед испытанием взвешивался на весах AND GR 200 с точностью 0,1 мг до и после испытания.

Исследования твердости образцов выполнялась на твердомере ТК-2. Микротвердость измерялась на приборе КМТ-1. Исследования микроструктуры выполнялись на металлографическом микроскопе OLYMPUS GX51.

В качестве материалов для нанесения упрочняющего покрытия использовали порошок твердого сплава ПГ-С27, боратный флюс для индукционной наплавки П-0,66, сферический порошок карбида вольфрама, карбид бора.

На первом этапе были вырезаны из ножей стали 65Г образцы размером 40х60 мм, на которых наносился слой из шихты следующего состава: 90%- B_4C, и 10% флюс П-0,66. Слой шихты оплавляется токами высокой частоты мощностью 40 кВт в течение 120сек. Были проведены сравнительные испытания на износостойкость образцов закаленные в термической печи и упрочненные борированием.

Были определены среднее значение износа для испытанных образцов, которое для образцов упрочненных борированием составило 0,00615г., а для образцов закаленных в печи 0,0154г. Если принять относительный износ образца закаленного в печи за единицу, то относительная износостойкость борированного образца составляет 2,5 раза, т.е. настолько увеличивается износостойкость борирования.

Увеличение износостойкости образцов, упрочненных борированием можно объяснить наличием эвтектик с повышенной микротвердостью до 1000-1100HV , обладающих высокими износостойкими свойствами. Такие данные были получены при изучении микроструктуры упрочняющих покрытий и измерения микротвердости по подготовленным шлифам из исследуемых образцов.

С целью проектирования форм и конструкции упрочняющего покрытия были организованы производственные испытания комбайнов на уборке подсолнечника. На измельчитель-разбрасыватель были поставлены 4 контрольных ножа, упрочненных индукционной наплавкой с обратной стороны ножа относительно режущей кромки с односторонней заточкой. При наработке комбайна 47, 110, 162 и 225 га убранной площади, у каждого ножа определялся линейный и весовой износ. У исследуемых ножей наблюдается закономерное, постепенное увеличение весового износа и уменьшение размера ножа в зависимости от наработки. Также прослеживается практическое постоянство ширины ножа, измеренное на расстоянии 80- 100 мм от края, что свидетельствует о низкой интенсивности износа в этой зоне. Это можно объяснить уменьшением в 1,5-1,6 раза, скорости резания по длине лезвия ножа от 98 м/с до 61 м/с. Визуальный смотр ножей после наработки 225 га показал, что вплоть до расстояния 10 мм от его торца изношенная часть находится за пределами режущей кромки, что ухудшает режущие свойства ножа.

На основании анализа износа ножа в производственных условиях подготовлены предложения по конструкции упрочняющего покрытия. Необходимо уменьшить длину упрочненной зоны (расстояние от торца 65-70 мм не проводить упрочнение), ширину упрочняющих полосок сделать переменной постепенно увеличивая ее при приближении к торцу ножа до размеров 1,5–2 раза превышающего ширину лезвия, т. е. придать ей треугольную или криволинейную форму.

Выводы

1. Применение борирования при нагреве токами высокой частоты позволяет увеличить износостойкость ножей соломоизмельчителя барабана зернового комбайна в 2,5 раза по сравнению с упрочнением закалкой.
2. Использование конструкционных параметров нанесения упрочняющего слоя позволяет сократить затраты на технологический процесс упрочнения.
3. Применение двухвиткового индуктора позволит повысить производительность наплавки за счет проведения упрочнения одновременно по двум сторонам ножа.

Библиографический список

1. Аулов В.Ф., Ишков А.В., Иванайский В.В., Кривочуров Н.Т., Лялякин В.П. Влияния легирования бором на структуру сварочных швов для стали 65Г // Сварочное производство. – 2018.– №5. – С. 38 - 42

2. Лялякин В.П., Соловьев С.А., Аулов В.Ф. Состояние и перспектива упрочнения и восстановления деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методам // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т.115. – С. 96-101.

3. Аулов В.Ф., Иванайский В.В., Ишков А.В., Коваль Д.В., Кривочуров Н.Т., Соколов А.В. Получение износостойких композиционных боридных покрытий на стали 65Г при ТВЧ-нагреве. // Технология машиностроения. – 2015. – № 2. – С. 30-34.
4. Ишков А.В., Лялякин В.П., Аулов В.Ф., Кривочуров Н.Т., Иванайский В.В., Соколов А.В. Комбинированные функциональные покрытия для деталей сельхозмашин сложной формы: конструкция и технология получения // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. – 2015. – С. 59-60.
5. Верхотуров А.Д., Иванов В.И., Коневцов Л.А. Оценка эффективности формирования легированного слоя при ЭИЛ карбидами вольфрамосодержащих твердых сплавов // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 127. – С. 190-201.
6. Ишков А.В., Иванайский В.В., Кривочуров Н.Т., Максимов А.А., Мишустин Н.М. Влияние природы борирующего агента, флюсов и активаторов на характеристики покрытий, полученных при скоростном борировании легированных сталей // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 142-146.

Lyalyakin V.[1], Aulov V. [1], Ishkov A. [2], Trokhin A.[3],
[1]Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow,
[2]Altai State Agricultural University,
[3]Rostselmash Company, Rostov

THE INNOVATIVE TECHNOLOGY OF HARDENING THE KNIVES OF THE STRAW HARVESTERS, OOO «KZ «ROSTSELMASH»

In the article the analysis of methods of hardening the knives of the straw tion of the drum of a grain harvester. The comparative results of the study on the wear resistance of samples of steel 65G, hardened by quenching and boration with heating by high frequency currents. The results of field tests of hardened knives are presented. On the basis of these studies, the design of the reinforcing coating is proposed.

Keywords: knife, wear, hardening, inductor, high frequency currents, boration.

УДК 631.3

Медведько С.Н.[1], Марченко В.О.[2],
[1]Северо-Кавказская государственная зональная машиноиспытательная станция, Ростовская область, Зерноград,
[2] Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ХРОНОМЕТРА ИП-287 ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Универсальный хронометр ИП-287 (прибор) разработан сотрудниками Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинфармагротех» (КубНИИТиМ), в 2017 году представлен на испытание в Северо-Кавказскую МИС вместе с программным обеспечением для расчета эксплуатационно-технологических показателей «ЭТО(v-06)».

Прибор предназначен для измерения и фиксации временных интервалов операций (моментов начала и завершения), входящих в хронометрируемый (хронокарта) производственный процесс для оценки его показателей при испытаниях сельскохозяйственной техники (рисунок 1).

Прибор применялся при проведении эксплуатационно-технологических оценок во время испытаний почвообрабатывающих машин, зерноуборочного комбайна при уборке пшеницы, кукурузы на зерно, косилки для скашивания трав и посевного комплекса. На рисунке 2 представлен фрагмент ведения хронометража.

Результаты хронометража формируются в хронокарты, которые экспортируются при помощи USB-кабеля на ПК.

Анализ руководства по эксплуатации универсального хронометра ИП-287 и опыт его эксплуатации показал, что прибор обладает следующими достоинствами:

- компактность прибора;
- возможность корректировки кода технологической операции при ошибочном введении;

- возможно продолжение сеанса хронометража после выключения прибора и повторного включения;
- удобный интерфейс;
- по результатам испытаний время полного разряда аккумуляторной батареи прибора составило 8 ч 15 мин, что в полной мере обеспечивает проведение непрерывного хронометража в течение одной смены;
- для увеличения продолжительности работы прибора без зарядки, возможно применение внешнего аккумулятора большой емкости, не входящего в комплект прибора;
- коды основных операций соответствуют шифрам по ГОСТ 24055 -2016;
- прибор обеспечивает достоверность полученных данных.



Рисунок 1 – Универсальный хронометр ИП-287



Рисунок 2 – Ведение хронометража с помощью прибора ИП-287

Главным недостатком является отсутствие возможности отображать на дисплее данные о длине гона, ширине захвата, что затрудняет оперативно получать сведения о рабочей скорости и производительности за час основного времени. Значения этих величин необходимы для определения режима работы испытуемой машины.

Данный недостаток устраняет программное обеспечение «ЭТО(v-06)», представленная на испытания вместе с прибором ИП-287, которая производит расчет не только рабочей скоро-

сти и производительности за час основного времени, но и всех остальных эксплуатационно-технологических показателей. Эта программа предназначена для определения эксплуатационно-технологических показателей и баланса времени смены по результатам хронокарт в соответствии с требованиями ГОСТ 24055-2016 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки по контрольным сменам или технологическим циклам».

Главное окно программы «ЭТО(v-06)» приведено на рисунке 3. В левой верхней части поля (Агрегат) во вкладке «Новый агрегат» вводится наименование нового агрегата, указывается состав и его марка. По необходимости агрегат можно удалить, нажав на кнопку удалить текущий агрегат.

Во вкладке «Значения по НД» вводятся данные согласно требованиям технических условий машины, эксплуатационно-технологическую оценку которой проводим.

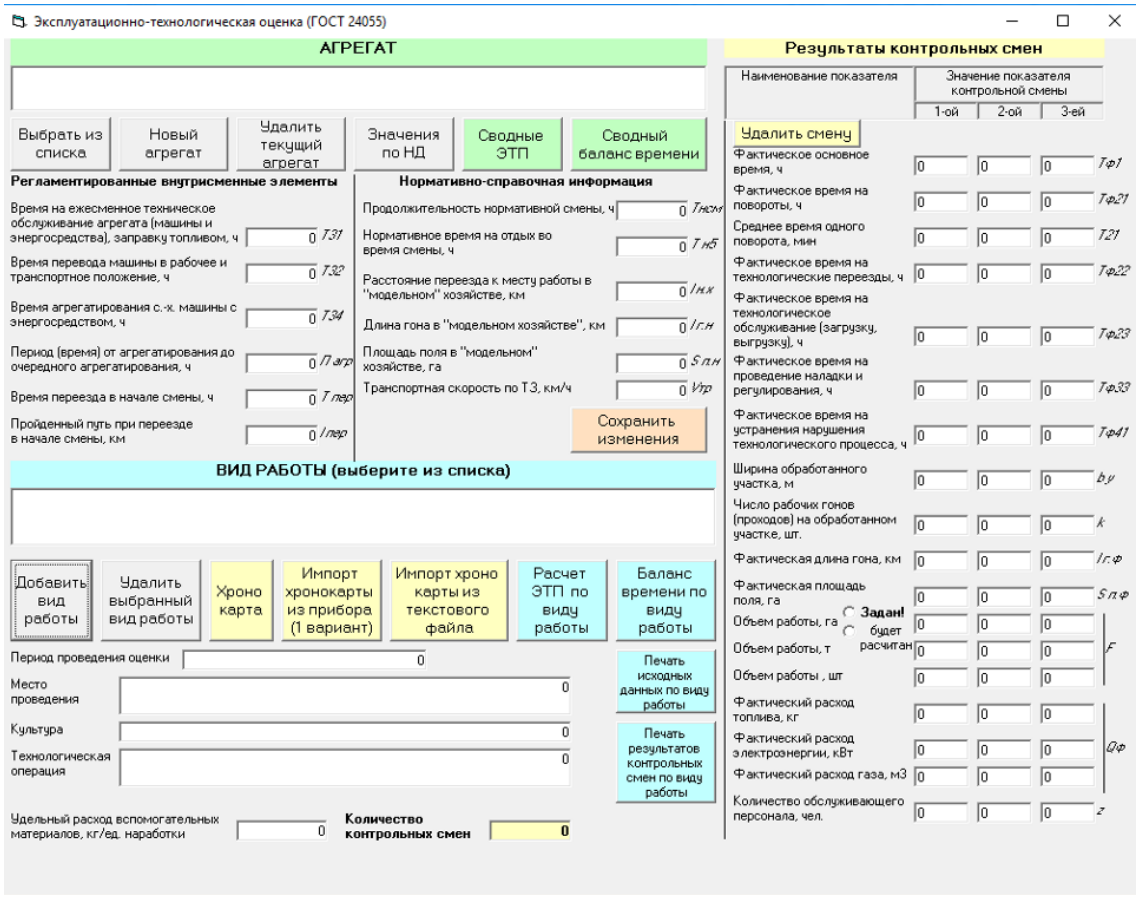


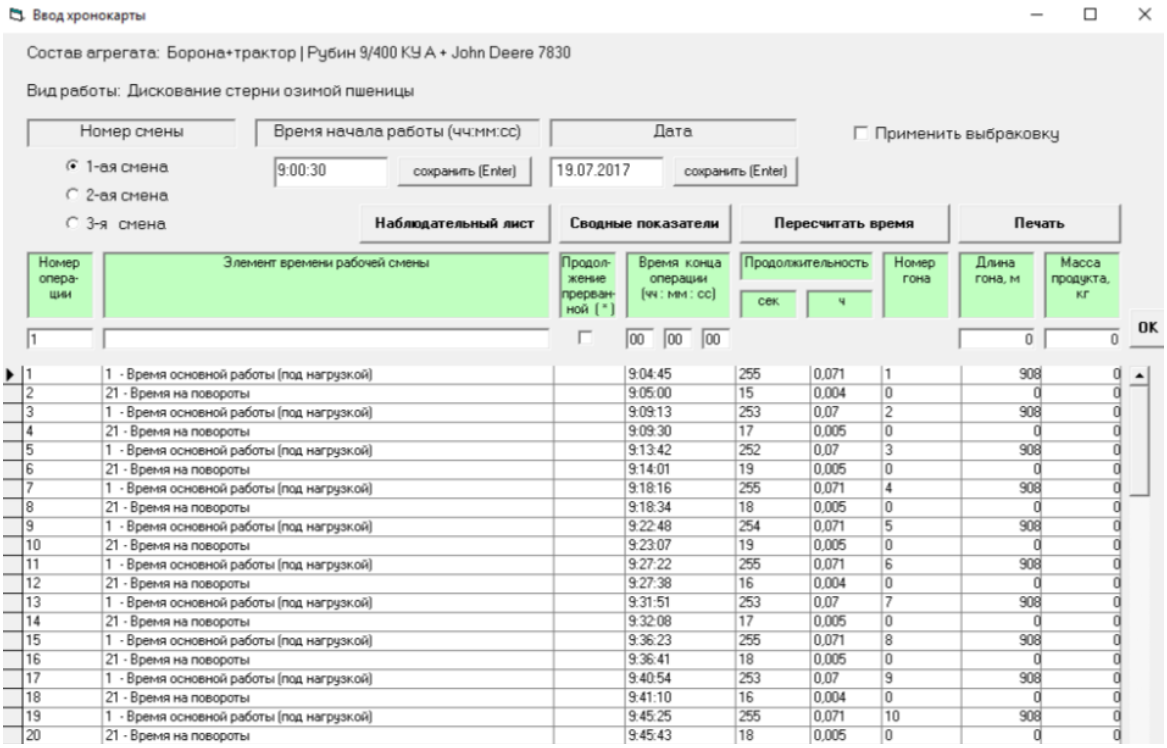
Рисунок 3 – Главное диалоговое окно программы «ЭТО(v-06)»

Для расчета производительностей за час технологического и сменного времени программой «ЭТО(v-06)» предусмотрено внесение дополнительной информации:

- регламентированные внутрисменные элементы времени;
- информация, идентифицирующая испытываемый объект, место и время проведения испытаний вносятся непосредственно в окно программы;
- нормативно-справочная информация.

Данные раздела «Хронокарта» (рисунок 4), как мы уже отметили, можно внести либо с помощью экспорта хронокарты из прибора ИП -287 в программу «ЭТО(v-06)», либо заполнить вручную.

Программой предусмотрено формирование наблюдательного листа, что позволяет значительно уменьшить время на формирование первичной документации. Во вкладке наблюдательный лист (рисунок 5) можно в ручную внести длину гона, время и произвести расчет скорости по 10 контрольным циклам.



1	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:04:45	255	0,071	1	908	0
2	21 - Время на повороты		9:05:00	15	0,004	0	0	0
3	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:09:13	253	0,07	2	908	0
4	21 - Время на повороты		9:09:30	17	0,005	0	0	0
5	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:13:42	252	0,07	3	908	0
6	21 - Время на повороты		9:14:01	19	0,005	0	0	0
7	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:18:16	255	0,071	4	908	0
8	21 - Время на повороты		9:18:34	18	0,005	0	0	0
9	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:22:48	254	0,071	5	908	0
10	21 - Время на повороты		9:23:07	19	0,005	0	0	0
11	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:27:22	255	0,071	6	908	0
12	21 - Время на повороты		9:27:38	16	0,004	0	0	0
13	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:31:51	253	0,07	7	908	0
14	21 - Время на повороты		9:32:08	17	0,005	0	0	0
15	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:36:23	255	0,071	8	908	0
16	21 - Время на повороты		9:36:41	18	0,005	0	0	0
17	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:40:54	253	0,07	9	908	0
18	21 - Время на повороты		9:41:10	16	0,004	0	0	0
19	1 - Время основной работы (под нагрузкой)		9:45:25	255	0,071	10	908	0
20	21 - Время на повороты		9:45:43	18	0,005	0	0	0

Рисунок 4 – Диалоговое окно вкладки «Ввод хронокарты» программы «ЭТО(v-06)»

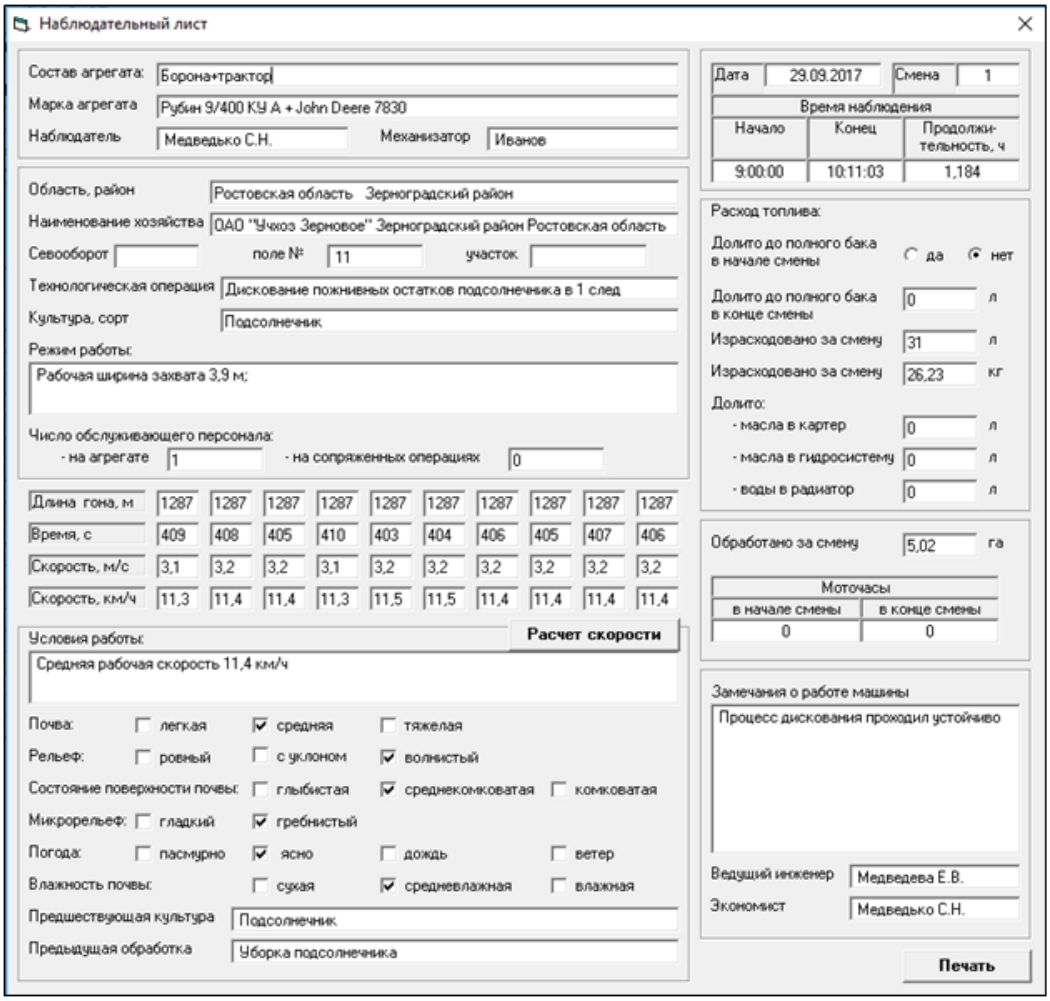


Рисунок 5 – Диалоговое окно вкладки «Наблюдательный лист» программы «ЭТО(v-06)»

После ввода всех необходимых значений в правой стороне главного окна программы (рисунок 3) формируются результаты контрольных смен, которые выводятся на печать нажатием соответствующей кнопки «Печать результатов контрольных смен по виду работы». Таким же образом можно распечатать исходные данные, расчет эксплуатационно-технологических показателей и баланс времени по виду работы.

Для проверки достоверности выходной информации эксплуатационно-технологических показателей и баланса времени смены был произведен расчет вручную (по трем машинам) по алгоритму программы «ЭТО (v-06)» согласно ГОСТ 24055-2016. Анализ полученных результатов показал, что эксплуатационно-технологические показатели и балансы времени смены, просчитанные программой «ЭТО (v-06)» и вручную либо совпадают, либо отличаются не более чем на 0,0001%, что объясняется погрешностью округлений. Следовательно, данные, полученные с использованием прибора ИП-287 и рассчитанные программой «ЭТО (v-06)», соответствуют требованиям ГОСТ 24055-2016 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки по контрольным сменам или технологическим циклам».

Библиографический список

1. ГОСТ 24055-2016 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки по контрольным сменам или технологическим циклам».
2. Протокол № 11- 44 -17 (4200012) приемочных испытаний универсального хронометра ИП-287 от 20 декабря 2017 года.

УДК 634.7:621:53.08

Минеев В.В.[1], Алейников А.Ф.[1,2], Ёлкин О.В.[1], Морозов В.Б.[1], Рихтер В.А.[1],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СПЕЛОСТИ ЯГОД

В статье рассматривается вариант аппаратурной реализации способа оценки спелости ягод, основанного на методе биоимпедансной спектроскопии и подтвержденного исследованиями, проведенными в СибФТИ СФНЦА РАН в 2017 году на ягодах смородины черной и облепихи.

Ключевые слова: плоды, ягоды, спелость, средства контроля, биологическая ткань, биоимпеданс.

Большое значение в повышении качества питания населения придают увеличению в рационе доли ягод, обладающих низкой калорийностью и содержащих много витаминов, микроэлементов, органических кислот, пектинов, глюкозидов, неорганических солей и других ценных веществ, которые существенно влияют на обмен веществ и жизнедеятельность организма [1]. Особенно важно потребление ягод в свежем виде. Для этого необходимо улучшать их биологическое свойство сохраняться в течение определенного периода без ухудшения товарных, пищевых и вкусовых качеств, без потерь массы, без поражения болезнями [2]. Качество ягод является результатом сложных физиологических и биохимических реакций, происходящих во время всего вегетативного цикла культуры.

Степень спелости (зрелости) при съеме урожая ягод – один из важных факторов, определяющих продолжительность хранения. Поздний съем ягод снижает урожай следующего года, а переспелые ягоды плохо хранятся [2]. Рано снятые плоды не успевают получить необходимый запас органических веществ и плохо дозревают при хранении, плоды же в оптимальной для сорта степени съемной спелости отличаются более низкой интенсивностью дыхания и его равномерным изменением при хранении [3].

Для оценки степени спелости ягод используется, например, метод определения съемной зрелости по разности общих и растворимых сухих веществ [2, С. 247-256]. Содержание общих сухих веществ определяют высушиванием, а растворимых – рефрактометром. По мере

повышения степени зрелости разность уменьшается. Недостаток метода – большие затраты труда и времени. Известна также методика определения съемной зрелости по твердости мякоти [2, С. 256-259]. По мере созревания твердость мякоти уменьшается, что обусловлено увеличением количества пектина. Для определения твердости мякоти используется пенетрометр. Однако использование этой методики ограничено, так как она применима только для ягод, содержащих мякоть. Более достоверные методики основаны на методах определения физиологических показателей, связанных с созреванием, таких как йодокрахмальная проба, отражение света поверхностью ягоды, ее флуоресценция, однако они требуют либо больших затрат труда и времени, либо использования дорогостоящего оборудования [3]. Наибольшего внимания заслуживают экспресс-методы анализа, использующие изменение проницаемости клеточных мембран при созревании, а в качестве информативных показателей – электрофизические параметры биологических тканей, среди которых наиболее перспективен метод биоимпедансной спектрометрии [4].

В результате исследований с использованием метода биоимпедансной спектрометрии, проведенных в СибФТИ СФНЦА РАН в 2017 году на ягодах черной смородины и облепихи, выявлено наличие связи электрофизических параметров растительных тканей ягод смородины и облепихи со степенью их спелости и выбран информативный параметр – коэффициент дисперсии поляризации ткани ягоды $K(z)$, определяемый как отношение модулей электрических импедансов, измеренных на двух частотах 1 кГц и 1 МГц [4]. Установлено, что после начала созревания, то есть в периоды, когда наблюдается рост содержания сухих растворимых веществ (ССРВ), наблюдается также и рост информативного показателя – коэффициента *K(z)*. При достижении ягодами облепихи съемной спелости его рост существенно замедляется и стабилизируется (рисунок 1). Для ягод смородины наблюдалась аналогичная динамика изменения коэффициента от *K(z)* даты сбора. Этот факт может использоваться для создания портативных инструментальных средств для экспресс-оценки степени спелости ягод.

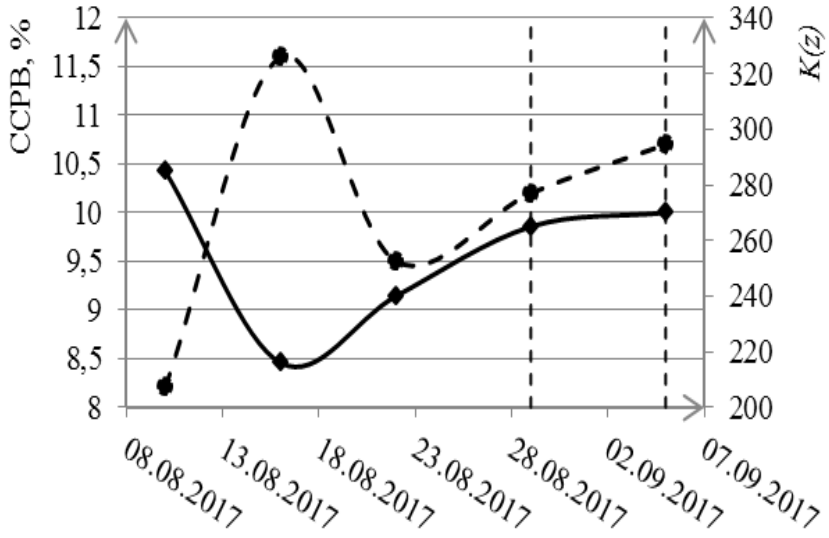


Рисунок 1 – Графики зависимостей ССРВ и коэффициента дисперсии поляризации ткани *K(z)* ягод облепихи сорта «Алтайская» от сроков сбора ягод:
—◆— значения коэффициента *K(z)*; – –●– – значения ССРВ; - - - - границы зоны спелости

В результате исследований выявлено также, что портативные инструментальные средства для экспресс-оценки степени спелости ягод отсутствуют на рынке РФ.

Целью работы является аппаратурная реализация предложенного в [4] способа определения спелости ягод в виде портативного прибора с возможностью его использования в полевых условиях.

В результате работы создано устройство, реализующее принцип оценки спелости ягод путем измерения коэффициента дисперсии поляризации ткани ягоды *K(z)*. Вариант функциональной схемы устройства представлен на рисунке 2, где для каждого функционального элемента приведены наименования применяемых микросхем.

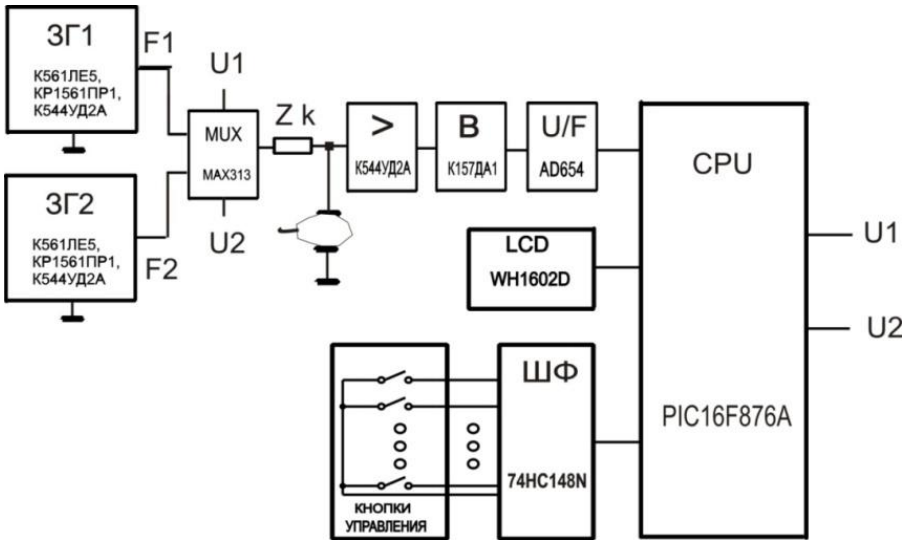


Рисунок 2 – Функциональная схема устройства для оценки спелости ягод: *ЗГ1, ЗГ2 – задающие генераторы синусоидального напряжения на частотах F1 и F2; MUX – мультиплексор; Z_k – ограничитель тока; > – инструментальный усилитель; B – амплитудный детектор; U/F – преобразователь «напряжение-частота»; CPU – микроконтроллер; LCD – буквенно-цифровой индикатор; ШФ – шифратор; U1,U2 – управляющие напряжения*

Вместо преобразователя «напряжение–частота» могут использоваться также и аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

Принцип действия устройства для оценки спелости ягод заключается в следующем. Управляющие напряжения *U1,U2* с выхода микроконтроллера *CPU* с помощью мультиплексора *MUX* задают ток в ягоде между электродами поочередно от двух генераторов синусоидального напряжения с частотами *F1* и *F2*. Величина тока определяется ограничителем тока Z_k. При протекании тока напряжение на электродах пропорционально модулю импеданса ткани, заключенной между этими электродами. Далее усиленные, выпрямленные и преобразованные в коды напряжения каждой частоты *F1* и *F2* поочередно поступают в микроконтроллер *CPU*, где вычисляется отношение кодов этих двух частот, то есть коэффициент дисперсии поляризации ткани ягоды *K(z)*. Результат вычисления отображается на экране буквенно-цифрового индикатора *LCD*. По полученному значению *K(z)* судят о спелости ягод. Для оперативного подключения к ягодам разработаны и изготовлены датчики импеданса в виде прищепок на базе неполяризующихся чашечковых электродов 9013E2372 производства фирмы «Alpine Biomed» (Германия). Для ягод с мякотью разработан вариант датчиков импеданса с игольчатыми электродами от измерителя влажности древесины «GANN HT 35» (Германия). Для уменьшения контактного сопротивления между чашечковыми электродами и поверхностью ягод используется электродный гель «Акугель-Электро» производства ООО «МедиКрафт» (Россия).

Работоспособность устройства была проверена с помощью экспериментального образца. Погрешность измерения коэффициента дисперсии поляризации ткани ягоды *K(z)*, которая определялась путем задания отношения сопротивлений магазином сопротивлений МСР63, не превысила ± 5%.

Предполагается следующий порядок работы с устройством в полевых условиях. После изменения окраски кожицы ягод и приобретения ими цвета, характерного для начала созревания, оператор с помощью устройства с периодичностью 2-3 дня осуществляет наблюдения

за изменением коэффициента дисперсии поляризации ткани ягоды *K(z)*. Когда его рост прекратится, ягода считается достигшей съемной спелости.

Использование устройства позволит уменьшить потери при механизированной уборке и хранении урожая ягод за счет определения оптимальных сроков их сбора.

Библиографический список

1. Короткий И.А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования: монография. – Кемерово, 2007. – 146 с.
2. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Рос. акад. с.-х. наук, Сев.-Кавк. зон. науч.-исслед. ин-т садоводства и виноградарства. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. – 299 с.
3. Родиков С.А. Методы и устройства анализа зрелости яблок. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 216 с.
4. Алейников А.Ф., Минеев В.В. Метод оценки зрелости ягод без их разрушения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – Т. 48. – № 2. – С. 72-80.

Mineev V.V.[1], Aleynikov A.F.[1,2], Elkin O.V.[1], Morozov V.B.[1], Richter V.A.[1],
[1]Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region
[2]Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

DEVICE FOR DIAGNOSTICS OF RIPENESS OF FRUIT

The article discusses the option of hardware implementation of the method of evaluating the ripeness of fruit based on the method of bioimpedance spectroscopy and confirmed by studies conducted in Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences in 2017 on the berries of black currant and sea buckthorn.

Keywords: fruits, berries, ripeness, control means, biological tissue, bioimpedance.

УДК 621.9.048

Иванов В.И.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований процесса электроискрового легирования (ЭИЛ) по установлению взаимосвязи энергетических параметров этого процесса и условий обработки. Рассмотрено влияние материала и размеров электрода, его температурного состояния на энергетические параметры процесса ЭИЛ при использовании установки «БИГ-5». Установлено, что параметры электродов оказывают влияние на количество импульсов верхнего уровня (повышенной энергии) и их суммарную энергию.

Ключевые слова: электроискровое легирование; электрические параметры; технологические параметры; энергетическая картина; установка; режим; электрод.

Развитие и применение цифровых технологий и использование на их основе различных методов обработки материалов требует наличия информации об основных управляемых параметрах этих методов и их влиянии на результаты их реализации. Это касается в полной мере и электроискрового метода нанесения металлопокрытий – электроискрового легирования (ЭИЛ), - известного и применяемого в машиностроительном и ремонтном производстве более 70 лет.

За прошедшие десятилетия изучены физические и химические основы этого метода и формирования электроискровых (ЭИ) покрытий, накоплен значительный опыт практического его использования, созданы многие образцы ручных, механизированных и автоматизированных установок, разработаны электродные материалы для нанесения функциональных покрытий. Наряду с этим, существуют проблемы, препятствующие более широкому и эффективному применению метода ЭИЛ. Сюда можно отнести ограниченность информации

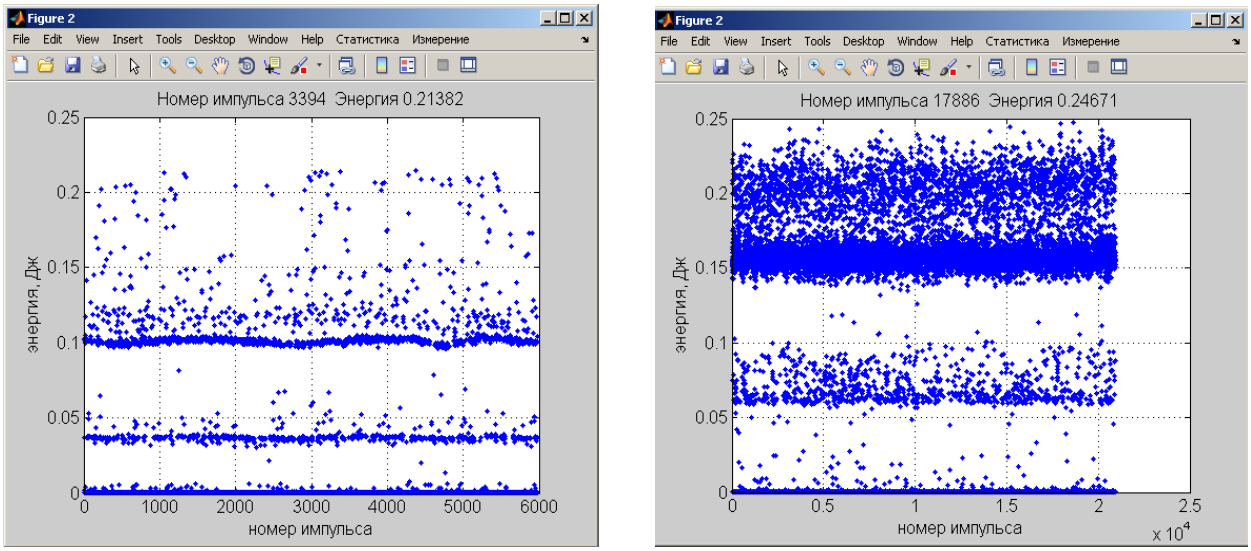
о взаимосвязи энергетических и технологических параметрах процесса ЭИЛ, несмотря на многочисленность публикаций в отечественной и зарубежной литературе. Отсутствие необходимых знаний об энергетических параметрах процесса ЭИЛ во взаимосвязи с условиями обработки не позволяет технологам-искровикам использовать в полной мере возможности этого метода, на производстве такое неудовлетворительное состояние энергетических исследований отражается в нестабильности процесса ЭИЛ и недостаточной эффективности ее применения.

Целью данных исследований являлось определение влияния материала и размеров электрода, его температурного состояния на энергетические параметры процесса ЭИЛ при использовании установки «БИГ-5» [1].

Методика выполнения исследований основана на техническом решении [2] и описана в [3]. Суть ее заключается в следующем: 1) автоматическая запись с применением компьютерной программы «LGraf» процесса ЭИЛ на выбранных электрическом режиме и условиях обработки (образец-катод, электрод-анод, обрабатывающее устройство и проч.), что является основой для последующей обработки; 2) определение параметров, характеризующих ЭИ процесс, по энергетическим картинам с помощью компьютерной программы «Matlab», адаптированной к процессу ЭИЛ; 3) определение параметров, характеризующих единичные импульсы, с помощью компьютерной программы «LGraf», также адаптированной к ЭИЛ.

Для пояснения в качестве примера приведем энергетические картины распределения искровых импульсов по величине энергии (рисунок 1), записанные на двух электрических режимах при ЭИЛ твердым сплавом Т15К6 стали 45 в течение 10 с (базовое время), при этом использовалась установка «БИГ-5». Отметим, что аналогичный характер имеют энергетические картины распределения искровых импульсов по их длительности.

Видно существенное различие этих картин по распределению искровых импульсов.



а б

Рисунок 1 – Энергетические картины процесса ЭИЛ на установке «БИГ-5» (катод – сталь 45, анод – Т15К6): а – режим 1 (энергия импульсов Е=0,11 Дж, частота импульсов $f_{имп}$=160 Гц); б – режим 5 (Е=0,11 Дж, $f_{имп}$=800 Гц)

Для дальнейшей обработки информации согласно этим картинам методикой исследований [3] принято выделять на них характерные зоны: нижнюю, среднюю и верхнюю. Отметим особенность выделения этих зон: низкоэнергетическая составляет до 20 % от максимальной энергии; высокоэнергетическая – не менее 70 %, остальное – среднеэнергетическая.

Программой экспериментальных исследований было предусмотрено установление влияния на энергетические параметры процесса ЭИЛ (максимальные значения энергии импуль-

сов и импульсного тока, удельные значения количества импульсов верхнего – высокоэнергетического уровня и их суммарной энергии) материала электрода, его размеров и температурного состояния.

Для ЭИЛ были использованы два различных по энергии электрических режима установки «БИГ-5»: №30 и № 70 (согласно паспортным данным E_{30} = 0,32 Дж и E_{70} = 10 Дж). Выбраны электроды из *разных материалов*: металлокерамические твердые сплавы ТТ21К9 {21(TiC+TaC) + 70WC + 9Co}, Т15К6 (15TiC + 79WC + 6Co), а также медь М1, различающиеся по свойствам в значительных пределах, – *разных размеров*, т. е. условно «короткий» и «длинный» – соответственно, соотношение диаметра электрода к его длине 1:4 и 1:13, – а также *разного температурного состояния* – условно «холодный» и «горячий», соответственно, без предварительного разогрева перед началом эксперимента и с предварительным разогревом при ЭИЛ на жестком электрическом режиме до покраснения его рабочего участка, примерно, 600° С.

Результаты исследований

Максимальная энергия импульсов ($E_{имп\ max}$, Дж). На этот параметр рассматриваемые переменные условия оказывают влияние в разной степени в зависимости от электрического режима. На режиме № 30 это влияние более заметно, различие достигает порядка 50 %. Причем наибольшее значение достигнуто при ЭИЛ твердым сплавом ТТ21К9. Повышение температуры электрода весьма незначительно отразилось в увеличении максимальной энергии импульсов на 30-м режиме, но на 70-м режиме это увеличение достигло 10 %.

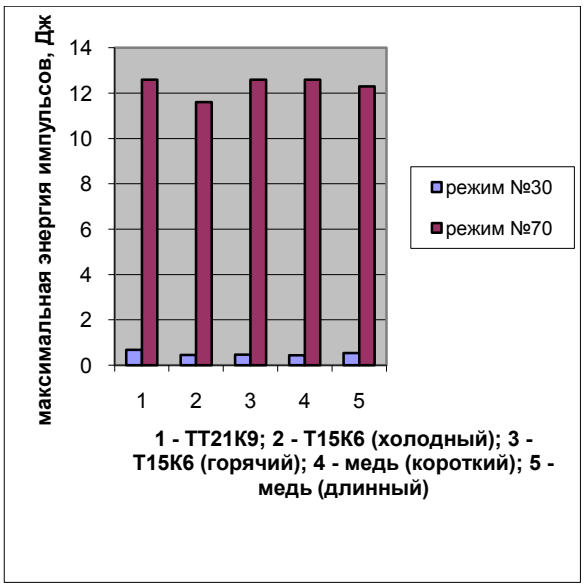
Максимальный импульсный ток ($I_{имп\ max}$, А). Сопоставление гистограмм (рисунки 2а и 2б) показывает их идентичность, что позволяет сделать вывод об одинаковом характере влияния рассматриваемых условий, как на максимальную энергию импульсов, так и на изменение максимального импульсного тока.

Удельное количество импульсов верхнего уровня ($n_{имп\ уд\ раб}$, 1/с). Из рисунка 2в видно, что этот параметр в большей степени зависит от рассматриваемых условий обработки, чем рассмотренные выше. Особенно это проявляется на режимах пониженной мощности, в частности, на среднем 30-м режиме установки. Наибольшее удельное количество импульсов отмечено при ЭИЛ твердым сплавом ТТ21К9 – 537 $с^{-1}$. Для сравнения: при ЭИЛ медью этот параметр находится в пределах 293-308 $с^{-1}$. Заметно проявлено влияние температурного состояния электрода: $N_{имп}$ «горячего» электрода превышает $N_{имп}$ «холодного» электрода более чем на 70 %. Длина электрода из меди заметного влияния здесь не оказала.

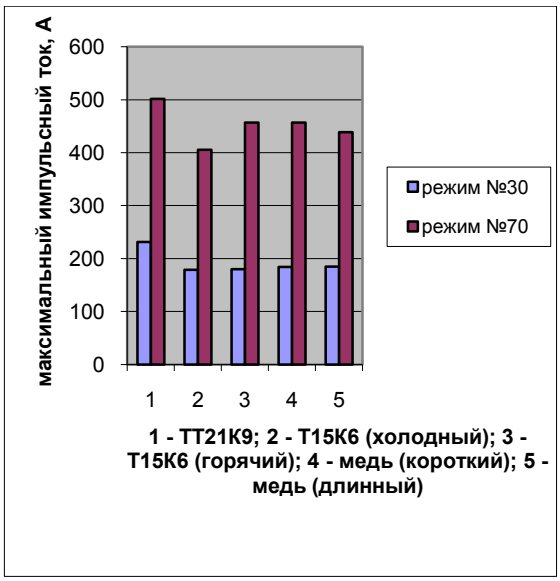
Удельная суммарная энергия импульсов верхнего уровня ($E_{\Sigma\ уд\ раб}$, Дж/с). На основании экспериментальных данных, отраженных на рисунке 2г, следует, что этот параметр в большей степени зависит от рассматриваемых условий более мягкого режима № 30, чем от мощного 70-го режима. Для сравнения: на этом режиме наиболее высокая удельная суммарная энергия импульсов верхнего уровня зафиксирована при ЭИЛ твердым сплавом ТТ21К9, она составляет 227 Дж/с; для Т15К6 – 86 Дж/с, для меди – 83-98 Дж/с. Увеличение температуры электрода повысило значение рассматриваемого параметра почти в 2 раза. Около 20 % дало приращение применение длинного медного электрода. Видно также различие степени влияния рассмотренных параметров при работе на разных энергетических уровнях.

Максимальная длительность импульсов ($t_{имп\ max}$, мкс). Как видно из рисунка 2д, наиболее высокое значение максимальной длительности импульсов при ЭИЛ сплавом ТТ21К9 – 345 мкс на 30-м режиме и 2420 мкс на 70-м режиме. Повышение температурного режима электрода Т15К6 не влияет на значение рассматриваемой характеристики на 30-м режиме, но очень незначительно его увеличивает на 70-м режиме: с 2350 до 2400 мкс. Изменение длины электрода на примере меди также не оказывает существенного влияния на максимальную длительность импульсов.

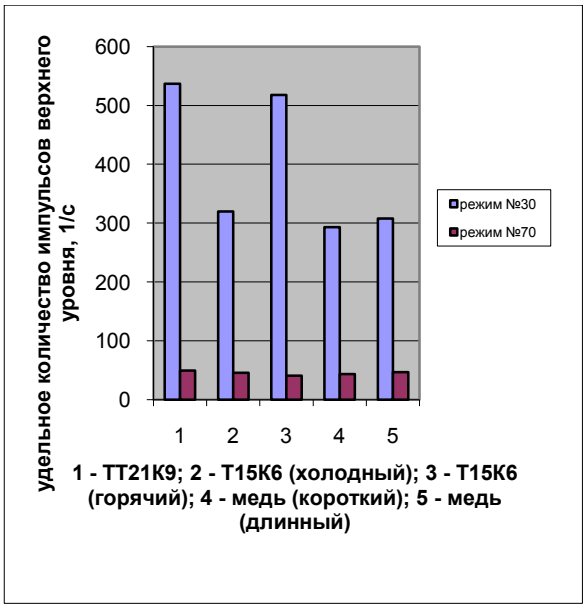
Результаты выполненных экспериментов обобщены в таблице 1.



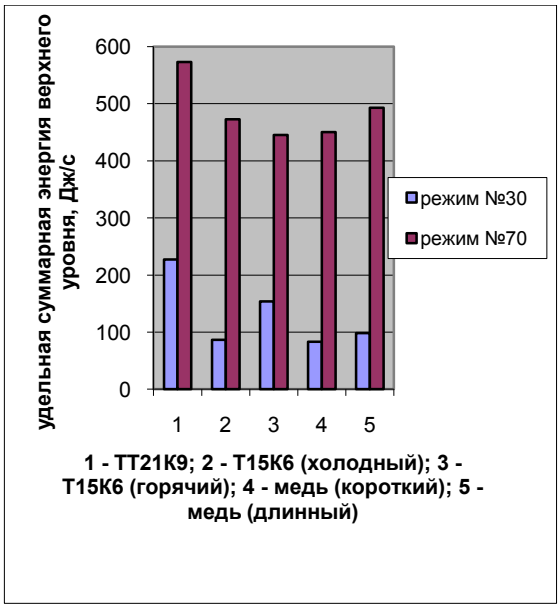
а



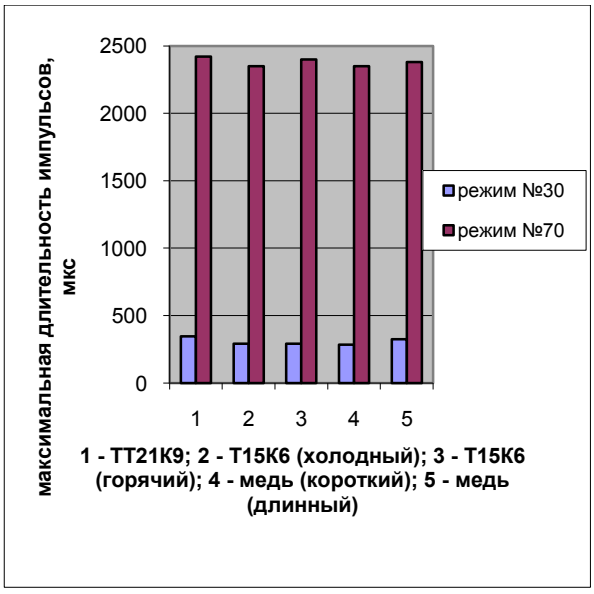
б



в



г



д

Рисунок 2 – Гистограммы влияния материала электрода, его длины и температурного состояния на энергетические параметры электрических режимов установки «БИГ-5»:
а – максимальная энергия импульсов, Дж;
б – максимальный импульсный ток, А;
в – удельное количество импульсов верхнего уровня, 1/с;
г – удельная суммарная энергия верхнего уровня, Дж/с;
д – максимальная длительность импульсов, мкс.

Таблица 1

Влияние характеристик электрода на энергетические параметры ЭИ процесса (использована установка «БИГ-5»)

Электрод	Влияние ≥30 % на энергетические параметры (влияет «+», не влияет «–»)				
	максимальная энергия импульсов	максимальный импульсный ток	максимальная длительность импульсов	удельное количество импульсов верхнего уровня	удельная суммарная энергия импульсов верхнего уровня
Материал	-	-	-	+	+
Длина	-	-	-	-	-
Температура	-	-	-	+	+

Видно, что параметры единичных импульсов не зависят от характеристик электродов, но последние оказывают влияние на результирующие энергетические характеристики процесса ЭИЛ, что, несомненно, отражается на интенсивности формирования покрытий.

Заключение

1. Экспериментальные энергетические исследования процесса ЭИЛ показали влияние материала электрода и его температурного состояния на удельное количество импульсов верхнего уровня (повышенной энергии) и их удельную суммарную энергию, при этом влияние длины электродов несущественно.

2. Использованная методика обладает комплексностью и позволяет исследовать как параметры единичных электрических импульсов, так и электроимпульсного процесса, в целом. Ее применение доступно не только для специалистов электрических специальностей, но полезно и для технологов.

Библиографический список

1. Иванов В.И., Гришко А.А. Электроискровая установка «БИГ-5» для универсального применения при упрочнении и восстановлении деталей и инструментов // Упрочняющие технологии и покрытия, – 2014, – № 6, – С. 20-23.

2. Черноиванов В.И., Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х., Поддубняк В.Я. Способ определения энергетической эффективности процессов обработки материалов электроискровым легированием / Патент РФ № 2482943 по заявке № 2011135300 от 24.08.2011.

3. Иванов В.И. Энергетические параметры процесса электроискровой обработки металлических поверхностей: методика определения параметров (на примере установки «БИГ-1») // Электронная обработка материалов, – 2015. – № 51 (1). С. 105-113.

Ivanov V.I.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

ENERGY RESEARCHES OF ELECTRO-SCRATICAL METHOD OF APPLICATION OF METAL COATINGS

The article presents the results of experimental studies of the process of electrospark alloying (ESA) to establish the relationship of the energy parameters of this process and processing conditions. The influence of the material and the size of the electrode, its temperature state on the energy parameters of the ESA process using the “BIG-5” installation is considered. It is established that the parameters of the electrodes affect the number of upper-level pulses (increased energy) and their total energy.

Keywords: electrospark alloying; electrical parameters; technological parameters; energy picture; installation; mode; electrode.

УДК 634.7: 62-791.2: 535.6

Алейников А.Ф. [1,2], Минеев В.В.[1], Чешкова А.Ф. [1], Гребенникова И.Г. [1], Чанышев Д.И. [1],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

ВЫБОР МЕТОДА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕМЛЯНИКИ

На основе литературных данных проанализированы существующие оптические методы ранней диагностики культурных растений. Установлено, что методы подсчета пикселей изображения в пространстве цветовых каналов красного, зеленого и синего цвета (R, G, B) предпочтительней других оптических методов обнаружения грибных болезней земляники. Представлена совокупность приемов нового метода ранней диагностики земляники садовой с использованием всех возможностей технических и программных средств к смартфону, с возможностью разработки и установки на нем специального программного приложения.

Ключевые слова: земляника садовая, грибная болезнь, ранняя диагностика, метод, смартфон, компьютерное зрение.

Рациональные нормы потребления плодов и ягод, отвечающих современным требованиям здорового питания, составляют 100 кг в год на человека (Приказ Минздрава № 614 от 19.08.2016).

В России производится недостаточное количество такой продукции для населения страны (рисунок 1) [1].

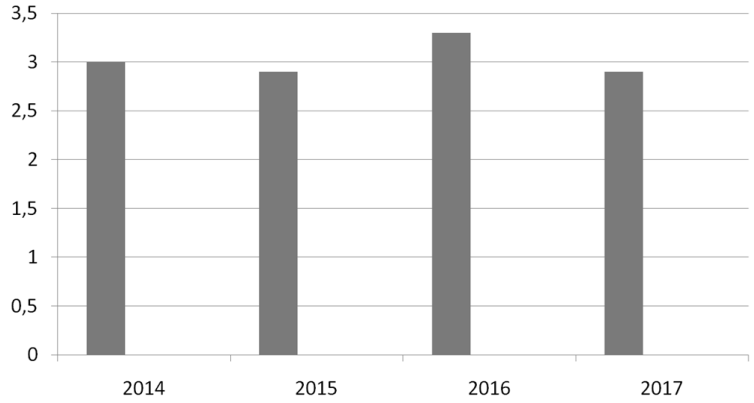


Рисунок 1 – Валовой сбор плодов и ягод в РФ, млн т.

Собственное производство плодово-ягодной продукции около, например, в Новосибирской области составляет 3 кг. Доля промышленного производства этой продукции составляет 29 % [1]. Сады же населения и мелкие крестьянские хозяйства не в состояния не в состоянии обеспечить необходимый объем производства плодов и ягод.

Земляника садовая, в связи с ее бесспорными преимуществами по сравнению с другими ягодными культурами, достаточно широко распространена в мире. В общемировом производстве ягод ее доля составляет свыше 70 % (рисунок 2) [2].

Земляники обладает обильным биохимическим составом, высокими вкусовыми качествами, большой питательностью, ценными лечебными свойствами и ярким привлекательным видом.

Однако почки, листья, корни, ягоды земляники повреждает более 20 видов возбудителей болезней и более 10 видов вредителей. Землянику садовую поражают свыше 30 грибных, вирусных и бактериальных болезней [3]. Большинство болезней (около 80 %) вызывается грибами [4]. Широко распространенны грибные болезни: мучнистая роса; серая гниль; белая, фитофторозная, черная, бурая плодовые гнили; белая, бурая, угловатая пятнистости [2].

При развитии грибных болезней резко снижается урожайность ягод до 60-70 % [5]. Кроме того, при поражении болезнями растение сильно ослабляется, вплоть его до полной гибели.

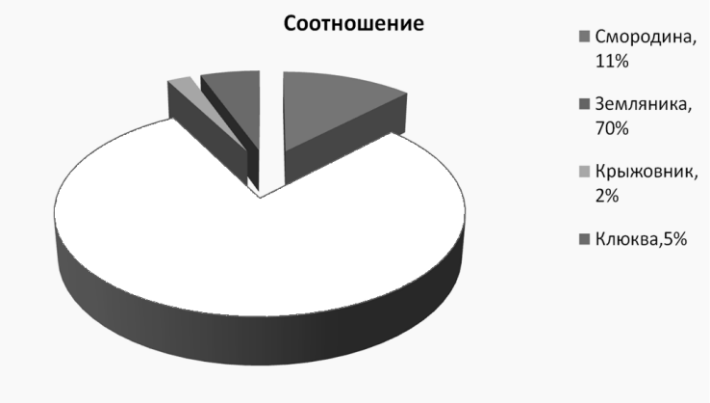


Рисунок 2 – Производство ягод в мире

В настоящее время в РФ наблюдение за болезнями растений в течение дня является необходимой трудоемкой процедурой при мониторинге плантаций ягод, да и вообще любых сельскохозяйственных угодий. Постоянное и внимательное наблюдение экспертов (макроскопический анализ) – это традиционный подход, применяемый на практике для выявления и идентификации болезней.

Но выявить грибные болезни на ранней стадии их развития, несмотря на характерные изменения цвета и формы пораженных участков, эксперту не всегда удается. Своевременная информация о здоровье растений и начале болезней может способствовать контролю заболеваний посредством надлежащих стратегий управления. Поэтому ранняя неинвазивная диагностика грибных болезней является весьма актуальной, в том числе и при производстве земляники.

В мировой практике для раннего неинвазивного обнаружения грибных болезней растений используют и другие, более достоверные, разнообразные оптические методы (рисунок 3).

В частности, в настоящее время представляет большой интерес видимое спектральное зондирование (400-700 нм) растений [6, 7].

В работе [7] на первой этапе предлагают получать данные со всех спектральных каналы средств космического зондирования для решения комплексной задачи определения групп сорняков, болезней и вредителей и их классификации, используя вегетационные индексов. При этом предложен подход, основанный на классической теории информации Шеннона.

На втором этапе используют байесовскую процедуру классификации с последовательным вводом информации каналов зондирования и уточняют виды классов в этих группах. Авторы этой работы утверждают о высокой эффективности, работоспособности и высокой надежности предлагаемых методов и созданного на их основе ими программно-технического комплекса.

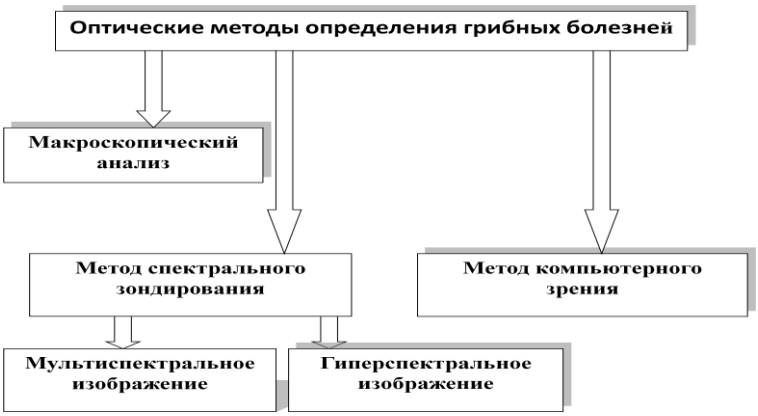


Рисунок 3 – Применяемые методы определения грибных болезней растений

Использование более широкого спектрального зондирования с получением мультиспектрального изображения (разделение длины волн на многочисленные полосы) и гиперспектрального изображение (более точное спектральное разрешение) позволяет с большой достоверно выявить и классифицировать разнообразные болезней растений [8-11]. Для диагностики болезней растений распространены методы прецизионного компьютерного зрения [12, 13], основы которого описаны в работах [14-16].

Методы спектрального космического зондирования способствуют полномасштабной реализации ранней диагностики комплекса заболеваний различных болезней культурных растений. Но и они требуют громадного объема гиперспектральных данных о посевах и применения специальных космических аппаратов. Применение мультиспектральных изображения для осуществления ранней диагностики болезней растений требует дорогостоящего и сложного оборудования (беспилотных летательных аппаратов – дронов, высокочувствительных гиперспектральных камер и др.) и разработки специального алгоритмического и программного обеспечения для конкретного вида болезней растений. Методы технического зрения предпочтительней выше рассмотренных ранних методов обнаружения болезней растений по следующим причинам.

Во-первых, грибные болезни создают специфические цветные пятна и их распределение на поверхности растения. Например, при гельминтоспориозе формируются ярко желтые пятна на листьях, которые со временем увеличиваются в размерах. Рассмотренные выше пятнистости садовой земляники имеют индивидуальные цветовые оттенки (красноватые, ржавобурые, оливковые и т. п.). Цвет же характеризуется тремя основными понятиями: насыщенность, яркость и тон. В колориметрической системе CIE Lab каждый цвет описан тремя числами, обозначающими его положение в трехмерной сфере («L» – указывает на уровень яркости цвета; значения «a» и «b» характеризует его оттенок [14].

Во-вторых, реализацию этого метода относительно легко осуществить и довести до конкретного потребителя. Общеизвестно, что портативная электронная техника является неотъемлемым спутником жизни современных людей.

Это объясняется многофункциональностью таких устройств. Например, смартфон способен заменить источник света, пульт управления для различной электротехники, строительный уровень, GPS-навигатор и т.п. Эволюция портативной электронной техники имеет высокие темпы и развивается путем создания специальных программных приложений для удовлетворения потребностей населения в различных областях его деятельности. Перспективным направлением является использование смартфонов в качестве средств измерений и диагностики [17]. Смартфон обладает всеми необходимыми средствами и возможностями для реализации методов технического компьютерного зрения, для ранней диагностики грибных заболеваний (рисунок 4).

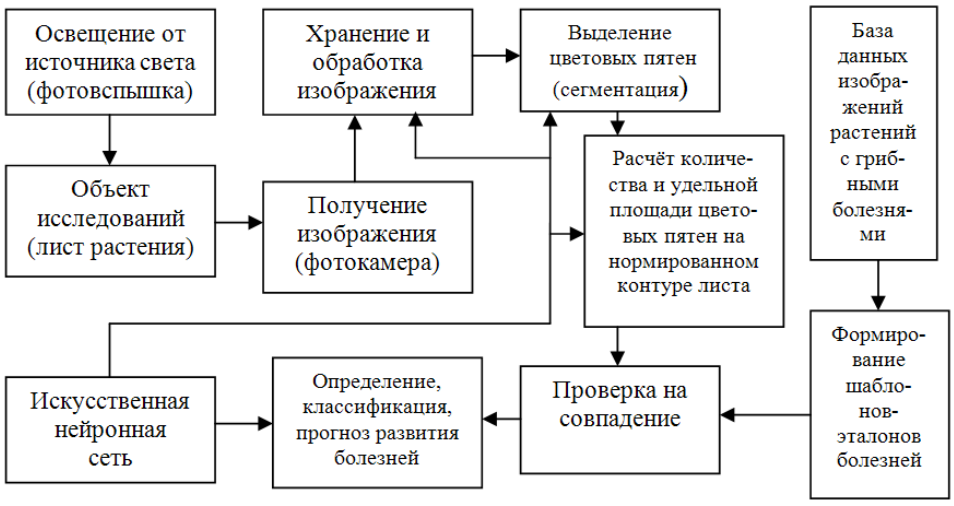


Рисунок 4 – Метод ранней диагностики грибных болезней

Библиографический список
1. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: http//barley-malt.ru/wp-content/uploads/2018/02/agronomycheskoe-soveschanye-ytogy-2017.pdf.
2. Линник Т.А. Повышение эффективности способов размножения сортов земляники садовой (Fragaria x ananassa Duch.), характеризующихся низкой усообразующей способностью: дис. ... канд. с.-х. наук. – Москва, 2014. – 141 с.
3. Трейвас Л.Ю., Каштанова О.Ф. Болезни и вредители плодовых растений: Атлас-определитель. 3-е изд., исп. и доп. – М.: ООО «Фитон XXI», 2016. – 352 с.
4. Диагностика болезней растений. [Электронный ресурс]. URL: http://www.activestudy.info/diagnostika-boleznej-rastenij/.
5. Maas I.L. Compendium of strawberry diseases // Am. Phytopathol. Soc., St. Paul. 1984. – 138 p.
6. Петрук В.А., Боровикова Т.В., Аполинарьева И.К. Интродукция сортов земляники крупноплодной в условиях лесостепи Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 6 (263). – С. 40-46.
7. Михайленко И.М., Воронков И.В. Методы обнаружения сорняков, болезней и вредителей растений по данным дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 3. – С. 72–83.
8. Polder G., van der Heijden G.W., van Doorn J., Baltissen T.A. Automatic de-tection of tulip breaking virus (TBV) in tulip fields using machine vision // Bio-syst. Eng. – 2014. – Vol. 117. – P. 35–42.
9. Moshou D., Bravo C., Oberti R., West J., Bodria L., McCartney A., Ramon H. Plant disease detection based on data fusion of hyper-spectral and multispectral fluorescence imaging using Kohonen maps // Real-Time Imaging. – 2005. – No 11 (2). – P. 75–83.
10. Rumpf T., Mahlein A.K., SteinerU., Oerke E.C., Dehne H.W., Plümer L. Ear-ly detection and classification of plant diseases with support vector machines based on hyper spectral reflectance // Comput. Electron. Agric. – 2010. – No 74 (1). – P. 91-99.
11. Mahlein A.K., Steiner U., Hillnhütter C., Dehne H.W., Oerke E.C. Hyper spectral imaging for small-scale analysis of symptoms caused by different sugar beet diseases // Plant Methods. – 2012. – No 8 (1). – P. 3.
12. Rong Zhou, Shun ‘chi Kaneko, Fumio Tanaka et al. Disease detection of Cer-cospora Leaf Spot in sugar beet by robust template matching // Computers and Electronics in Agriculture. – 2014. – Vol. 108. – P. 58–70.
13. Polder G., van der Heijden G., Jalink H., Snel J.F.H. Correcting and matching time sequence images of plant leaves using penalized likelihood warping and robust point matching. // Comput. Electron. Agric. – 2007. – Vol. 55 (1). – P. 1–15.
14. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
15. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Чугуй Ю.В., Воробьев В.В., Ярушин Т.В., Сартаков В.Ю., Макашев Ю.Д., Швыдков А.Н. Портативный анализатор цвета поверхности образцов биологической ткани // Сибирский научный вестник. – 2013. – № 17. – С. 171-175.
16. Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф., Воробьев В.В., Ярушин Т.В., Сартаков В.Ю., Макашев Ю.Д., Смирнов Е.С. Анализатор цветовых характеристик поверхностей // Судебная экспертиза: российский и международный опыт: материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. (г. Волгоград, 21-22 мая 2014 г.). – Волгоград: ВА МВД России, 2014. – С. 368-372.
17. Алейников А.Ф., Барилло Д.В. Определение качество продуктов с помощью смартфона // Пища, экология, качество: труды XIV междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 8-10 ноября 2017 г.). – Новосибирск: Золотой колос, 2017. – С. 36-40.

Aleynikov A.F. [1,2], *Mineev V.V.* [1], *Cheshkova A.F.* [1], *Grebennikova I.G.* [1], *Chanyshev D.I.* [1],
[1] *Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region*
[2] *Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

THE METHOD OF EARLY DIAGNOSIS OF MUSHROOM DISEASES OF THE WILD STRAWBERRY

The existing optical methods of early diagnostics of cultural plants are analyzed. It is established that methods of calculation of pixels of the image in space of color channels of red, green and blue color (R, G, B) more preferably than other optical methods of detection of diseases. It is established that methods of calculation of pixels of the image in space of color channels of red, green-blue color (R, G, B) more preferably, than other optical methods of diagnosis of mushroom diseases of a garden wild strawberry. Receptions of a new method of early diagnostics of a wild strawberry garden with use of all technical capabilities and software to the smartphone are described. Receptions of a new method of early diagnostics of a wild strawberry garden with use of all technical capabilities and software to the smartphone are described.

Keywords: wild strawberry, mushroom disease, early diagnostics, method, smartphone, computer sight.

УДК 535.24:577.34

Ракутько С.А., Ракутько Е.Н.,
Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Санкт-Петербург

МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

В статье рассматривается метод оценки стабильности развития растений по флуктуирующей асимметрии (ФА) оптической плотности (ОП) листьев и схемотехнические решения устройства для его реализации. Показано, что в качестве билатеральных признаков, по которым определяется величина ФА, могут выступать ОП половинок листа. Разработанный метод позволяет дать комплексную оценку энергоэкологичности светокультуры.

Ключевые слова: светокультура, лист, пигменты, флуктуирующая асимметрия, оптическая плотность, спектр поглощения.

Важнейшей задачей, стоящей в настоящее время перед АПК, является повышение эффективности производства. Она может быть решена только при радикальном снижение энергоресурсоемкости продукции, переходом на интенсивный путь развития с приоритетным внедрением в практику энергоресурсосберегающих и природоохранных мер.

Оптическое излучение (ОИ) является важнейшим микроклиматическим фактором в культивационных сооружениях [1]. Применение ОИ в условиях светокультуры выдвигает особые требования к эффективности использования энергетических и материальных ресурсов [2]. Все факторы окружающей среды (температура, освещенность, влажность и т.д.) оказывают большое влияние на рост и развитие растений. Соответствие уровней факторов требуемым значениям находит отражение в явлении стабильности развития растения. Стабильность развития представляет собой набор механизмов, которые позволяют обеспечить устойчивое развитие (поддержку фенотипа) живого организма, несмотря на изменения условий окружающей среды или генетические отклонения [3].

Мерой стабильности развития является величина флуктуирующей асимметрии (ФА) билатеральных (зеркальных) признаков. При отклонении условий окружающей среды от оптимальных наблюдаются небольшие отклонения значений биометрических параметров у симметричных структур растения – половинок листа, оппозитных листьев и т. д., носящие случайный характер. В качестве биометрических параметров обычно применяют линейные и угловые размеры, для определения которых используют измерительный циркуль, линейку и транспортир, что достаточно трудоемко. Более информативными являются оптические характеристики, отражающие физиологическое состояние растения. Так светопропускающая способность листьев напрямую зависит от содержания в них пигментов, которые в большой степени определяют физиологические процессы в растении.

Хлоропластам принадлежит большая роль в обмене веществ и энергии. Их высокую реактивность обусловливает белково-липоидная природа ламеллярно-гранулярной структуры и присутствие в них пигментов хлорофилла и каротиноидов. Поглощенная хлорофиллами энергия света, кроме восстановления углекислоты, может также использоваться на разнообразные биохимические процессы, в том числе на образование клеточных структур, биосинтез белковых веществ, вторичные превращения углеводов, поглощение элементов минерального питания и т. д.

Оптические свойства листьев определяют особенности поглощения падающего на них ОИ, влияющие на усвоение энергии потока, интенсивность фотосинтеза и адаптационных процессов в растениях. Условия окружающей среды влияют на геометрические размеры клеток, морфологию ассимиляционных тканей, содержание и соотношение основных пигментов фотосинтеза, организацию фотосинтетических мембран. В настоящее время структура спектра поглощения листьев растений, вопросы экологической и видовой изменчивости оптических свойств листьев установлены достаточно хорошо. Оценка содержания пигментов в рас-

тениях позволяет реализовать методики объективного экологического мониторинга светокультуры с выявлением факторов влияния различных компонент внешней среды.

Известны портативные устройства для измерения оптических характеристик листьев, работающие на принципе фиксации проходящего через лист или отраженного излучения. Однако их применение для оценки уровня ФА ограничено в силу недостаточной функциональности, поскольку при их конструировании и не преследовалась возможность оценки стабильности развития растений по массиву парных сравнений оптических характеристик листа.

На практике достаточно широко используют хлорофиллметр CCM-200, позволяющий по поглощению листа растения оценить содержание хлорофилла. Имеется опыт его применения для определения ФА листьев огурца [4] и томата [5], выращиваемых в светокультуре.

Цель данной работы – разработка метода оценки стабильности развития растений по ФА ОП листьев растений и схемотехнических решений устройства для его реализации.

В основе разрабатываемого устройства лежат положения абсорбционной спектроскопии и колориметрии, основанные на измерении количества света, поглощенного тканями листа. При пропускании через лист растения монохроматического света с начальной интенсивностью I_{λ_0}, вследствие частичного поглощения света в тканях, интенсивность прошедшего света уменьшится до I_λ. В соответствии с законами Бугера-Ламберта и Бера между поглощением света листом, его толщиной d и содержанием в тканях поглощающего вещества p существует зависимость, выражаемая уравнением

$$D_\lambda = \varepsilon_\lambda p d, \quad (1)$$

где ε_λ - коэффициент поглощения на длине волны λ,

D_λ - оптическая плотность листа на длине волны λ.

$$D_\lambda = \lg\frac{I_{\lambda_0}}{I_\lambda}. \quad (2)$$

Таким образом, определив по соотношению интенсивностей потоков ОП листа, зная его толщину и поглощающие свойства тканей, можно рассчитать концентрацию поглощающего свет вещества.

Для наших целей в таких вычислениях нет необходимости, практически важно, что ОП листа прямо пропорциональна концентрации поглощающего вещества, т.е. пигментов. В более общем случае можно записать, что ОП листа в спектральном диапазоне λ является функцией от концентрации пигментов

$$D_\lambda = f_\lambda(p). \quad (3)$$

Практически вместо интенсивностей удобно измерять потоки излучения. Измерения падающего и пропущенного потока для каждого диапазона проводят дважды, на левой и правой половинах для каждого i-го листа.

Значения ОП для левой и правой половин листа

$$D^L_{\lambda i} = \lg\frac{F^L_{\lambda i_0}}{F^L_{\lambda i}}, \quad D^R_{\lambda i} = \lg\frac{F^R_{\lambda i_0}}{F^R_{\lambda i}}. \quad (4)$$

Величина флуктуирующей асимметрии

$$\Phi A_\lambda = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{\left|D^L_{\lambda i} - D^R_{\lambda i}\right|}{(D^L_{\lambda i} + D^R_{\lambda i})}. \quad (5)$$

Таким образом, стабильность развития растения можно характеризовать показателями ΦA_λ, величину которого формирует неравномерность ОП на обеих сторонах i-го листа. Причиной последней является разница концентрации пигментов p_i^L и p_i^R. В итоге, неравномерность распределения пигментов Δp_i на симметричных структурах листа взаимосвязана с показателем стабильности развития растения S.

$$S = f(\Phi A_\lambda) = f(f(D^L_\lambda - D^R_\lambda)) = f(f(f(p_i^L) - f(p_i^R))) = f(\Delta p_i). \quad (6)$$

На рисунке 1 показаны спектры поглощения хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов, а также спектры излучения узкополосных цветных светодиодов (СД).

Задачей аппаратной части устройства является формирование векторов падающих на лист потоков $F^L_{\lambda i_0} = \{F^L_{bi_0};\ F^L_{gi_0};\ F^L_{ri_0}\}$, $F^R_{\lambda i_0} = \{F^R_{bi_0};\ F^R_{gi_0};\ F^R_{ri_0}\}$ и пропущенных сквозь лист потоков $F^L_{\lambda i} = \{F^L_{bi};\ F^L_{gi};\ F^L_{ri}\}$, $F^R_{\lambda i} = \{F^R_{bi};\ F^R_{gi};\ F^R_{ri}\}$ для каждой половины каждого измеряемого листа в синем b, зеленом g и красном r спектральных диапазонах (рисунок 2).

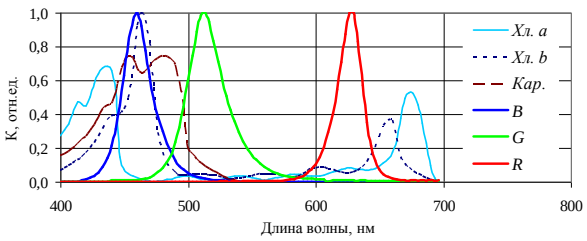


Рисунок 1 – Спектры поглощения пигментов и излучения СД

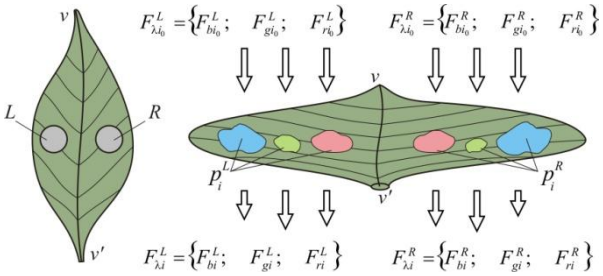


Рисунок 2 – Формирование массивов исходной информации

Составные части экспериментального образца устройства скомпонованы в блок измерений (рисунок 3). Основой является полая интегрирующая сфера с диффузно отражающей внутренней поверхностью. В ее входное отверстие поочередно подают световой поток от осветителя (режим калибровки), либо поток, прошедший через исследуемый образец (режим измерения). Освещенность внутренней поверхности измеряют фотоэлементом, прижатым к выходному отверстию сферы.

Осветитель крепится на прижимном устройстве таким образом, что, когда лист растения оказывается прижатым между ним и фотометрическим шаром с должным усилием, срабатывает микропереключатель, выдающий сигнал на считывание уровня облученности.

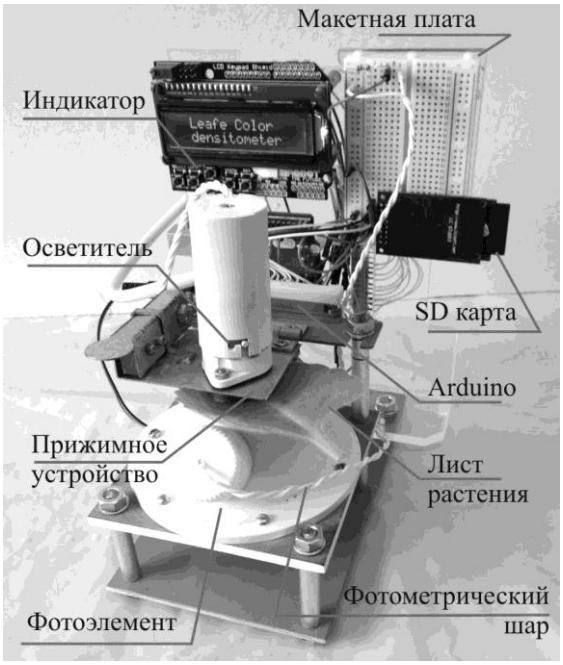


Рисунок 3 – Блок измерений

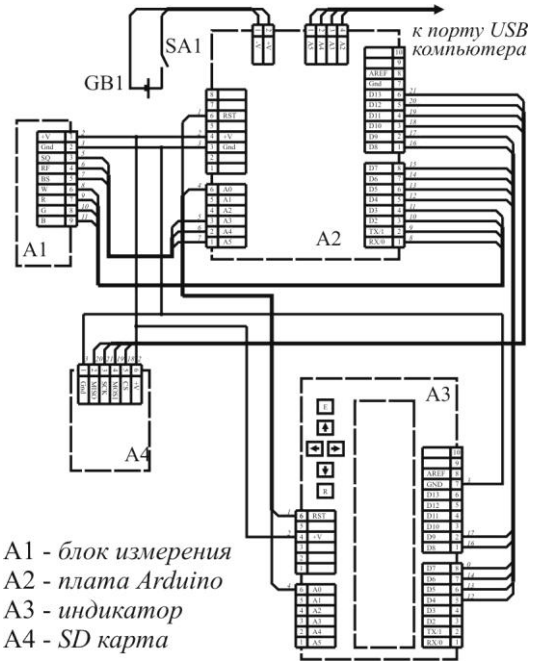


Рисунок 4 – Схема соединений

На рисунке 4 показана схема соединений устройства: A1 – блок измерения; A2 – плата контроллера Arduino Uno; A3 – цифровой индикатор LCD Keypad Shield, совмещенный с блоком клавиатуры; A4 – плата внешней памяти на SD карте. Для крепления навесных электронных компонентов использована макетная плата.

Источником излучения являются сверхяркие СД: в синем (*b*) диапазоне - BL-L502UBC, пик излучения на λ=470 нм, световой поток 2…5 кд; в зеленом (*g*) – BL-L502 PGC, пик излучения на λ=525 нм, световой поток 2…5 кд; в красном (*r*) - L-1503 SRC-F, пик излучения на λ=640 нм, световой поток 3,5…4 кд.

Разработка управляющей программы велась в среде программирования Arduino IDE. Использованы стандартные библиотеки для жидкокристаллического дисплея LiquidCrystal.h и карты памяти SD.h. После включения питания запускается цикл работы программы. Предусмотрено два рабочих режима – измерение ОП и измерение ФА ОП в трех спектральных диапазонах. Последний отличается тем, что измерения проводят дважды – на левой и правой половине листа растения и программно вычисляют величину ФА.

Необходимый режим работы задают с клавиатуры. Прежде всего прижимают осветитель к входному отверстию сферы. При срабатывании микропереключателя прижимного устройства программа поочередно выдает на соответствующие цифровые выходы микроконтроллера сигналы, включающие цветные СД. После стабилизации показаний производится считывание сигналов с фотоэлемента. Тем самым определяются потоки, падающие на лист. Затем между осветителем и входным отверстием сферы помещают лист. Теперь при срабатывании микропереключателя и попеременно включаемых цветных СД программа определяет поток, прошедший через лист. Путем математической обработки вычисляются значения ОП и ее ФА для отдельных спектральных диапазонов. Полученные значения отображаются на индикаторе и записываются на карту памяти, откуда в дальнейшем могут быть экспортированы в Excel для статистической обработки.

Испытания устройства проводили на растениях кабачка (*Cucurbita pepo var. Giromontina*), выращенных в лаборатории энергоэкологии светокультуры института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства в феврале 2018 г. Кабачек является травянистым однолетним овощным растением рода тыква. В свежем состоянии его плоды используют начиная с весны (тепличные кабачки) и до самой осени (открытый грунт). Кабачок светолюбив, как и для других растений, на параметры роста и интенсивность фотосинтеза влияет уровень облученности. Известно, что при низком уровне облученности происходящие морфологические изменения максимизируют использование света за счет увеличения площади поверхности листьев, межузличных расстояний, уменьшения толщины листьев. При этом увеличивается размер хлоропластов и количество хлорофилла в них. Выявлено влияние спектра излучения на морфологию растения - толщину листьев и количество хлоропластов. Найдено, что синий свет вызывает изменения в составе хлоропластов, обеспечивая более высокое отношение Chl a / Chl b [6].

Растения кабачка выращивали под источниками света (ИС) с различным спектром. Процентный состав спектра по диапазонам (синий, зеленый, красный, дальнекрасный): ИС1 – син:зел:кр:дк=25 % :24 % :48 % :3 %; ИС2 – син:зел:кр:дк=18 % :22 % :39 % :21 %.

Наиболее существенные спектральные различия заключаются в том, что ИС2 имеет значительно большую долю дальнекрасного потока при сниженном потоке в синем и красном диапазонах.

Измеряли ОП сформировавшихся парных семядолей (парных первых зеленых листьев) у растений в фазе появления второго настоящего листа. Всего было взято по 38 растений, выращенных под каждым ИС. Средние значения измеренных параметров и среднеквадратичные отклонения для величин ОП семядолей показаны в таблице 1.

Проверка закона распределения значений ОП, выполненная с использованием критериев согласия Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка и Лиллиефорса показала, что характер распределения выборок описывается нормальным законом. С учетом этого проверка гипотезы о различии средних значений для различных ИС производилась по *t*-критерию. Расчеты показали, что различия в ОП в спектральных диапазонах статистически значимы для различных ИС.

Результаты исследований показали, что чувствительность разработанного устройства, стабильность и точность измерений достаточны для того, чтобы зафиксировать различия в ОП листьев растений, выращенных под различным спектром излучения.

Таблица 1

Результаты измерений

Диапазон измерения	ИС1			ИС2		
	ОП		ФА	ОП		ФА
	$\overline{X}$	σ		$\overline{X}$	σ	
Синий (*b*)	3,39	0,13	0,0136	3,18	0,12	0,0224
Зеленый (*g*)	1,36	0,09	0,0248	1,27	0,08	0,0333
Красный (*r*)	2,00	0,14	0,0267	1,84	0,14	0,0267

Определяемая величина ФА может быть включена в комплексный показатель *энергоэкологичности* светокультуры как свойства технологического процесса выращивания растений в искусственно созданных условиях культивационного сооружения соответствовать требованиям энергоэффективности и экологичности по критерию эффективности использования потоков энергии на производство биомассы растений, оцениваемое по близости к наилучшим доступным технологиям светокультуры. Повышение энергоэкологичности светокультуры достигается применением научного анализа и интеллектуальных алгоритмов управления светокультурой как многоуровневой системой, включающей энергетические, технологические и биологические объекты [7].

Разработанное устройство может быть рекомендовано к использованию при энергоэкоаудите светокультуры, при ускоренной оценке эффективности применяемых источников света, в научных исследованиях.

Библиографический список

1. Ракутько С.А. Оптимизация электротехнологических процессов оптического облучения в АПК // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: сб. тр. VI междунар. науч.-техн. конф. – Саранск, 2008. – С. 129–132.

2. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Оценка энергоэффективности источников оптического излучения для растений с позиций прикладной теории энергосбережения // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 359-366.

3. Debat, V. and David, P. 2001. Mapping phenotypes: canalization, plasticity and developmental stability. T. Ecol. and Evol. 16(10), – P. 555–561.

4. Rakutko S.A., Rakutko E.N., Avotins A., Berzina K. Irradiation level affects fluctuating asymmetry value of bilateral traits of cucumber in juvenile phase // Agronomy Research. – 2018. – Vol. 16. – № 3. – P. 854-861.

5. Rakutko S.A., Alsina I., Avotins A., Berzina K. Manifestation of effect of fluctuating asymmetry of bilateral traits of tomato growing in industrial greenhouses. Engineering for Rural Development 17th International Scientific Conference. Jelgava, 2018. – P. 186-191.

6. Hoffmann, A.M., Noga, G. and Hunsche, M. 2015. Acclimations to light quality on plant and leaf level affect the vulnerability of pepper (*Capsicum annuum L.*) to water deficit. Journal of Plant Research. 128(2): – P. 295–306.

7. Ракутько С.А. Энергоэкологичность как свойство искусственной биоэнергетической системы светокультуры // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 2 (95). – С. 77-89.

Rakutko S.A., Rakutko E.N.,
Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production –
branch of Federal Scientific Fgroingineering Center VIM, Saint-Petersburg

METHOD AND DEVICE FOR ASSESSING THE STABILITY OF PLANT DEVELOPMENT

The article deals with the method for assessing the stability of plant development by the fluctuating asymmetry (FA) of the optical density (OD) of plants leaves and the design of the device for its implementation. It is shown that

OD of the halves of the leaf can be used as the bilateral traits on which the FA value is calculated. The developed method allows to give a comprehensive assessment of energy-ecological compatibility of indoor plant lighting.

Keywords: indoor plant lighting, leaf, pigments, fluctuating asymmetry, optical density, absorption spectrum.

УДК 631.15:636.2.034:004

Клименок И.И.,
Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА СИБИРИ

Показан анализ факторов, определяющих продуктивность и срок использования коров на молочных фермах Сибири. На основе детального изучения и обобщения передового опыта, результатов научных исследований, типовых проектов обоснованы прогрессивные технологии содержания, кормления, поения и доения животных, перспективные системы удаления и использования навоза.

Приведены принципиальные изменения в содержании технологических факторов производства молока. Показана логическая последовательность возрастающего влияния факторов селекции, качества кормов, условий содержания и человеческого на степень реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров.

Обоснована эффективность замены человеческого влияния искусственным интеллектом (селекционные и кормленческие компьютерные программы), то есть функционального превращения компьютерной программы в производительную силу в современных технологиях производства молока.

В сравнительном аспекте установлена целесообразность использования отечественных компьютерных программ в силу их бóльшей погрешности и на порядок меньшей стоимости.

Ключевые слова: молочное скотоводство, корова, корма, кадры, комфорт, компьютерные программы.

В настоящее время молочное скотоводство Сибири базируется на разведении пород молочного скота, обоснованных породным районированием, в том числе и в Новосибирской области [1].

Независимо от породной принадлежности и форм собственности, основными факторами, определяющими продуктивность коров на молочной ферме, являются коровы, корма, кадры и комфорт для животных. Так, на ферме со среднегодовым удоем на одну голову 3000 кг корма должны быть качественными, коровы – любой породы, даже местной селекции, кадры – любой квалификации и комфорт или условия содержания – любой коровник.

Для коров с годовым удоем 5000 кг требования к факторам выше: корма должны задаваться в виде сбалансированного рациона, коровы – породные с высокой молочной продуктивностью, кадры – специалисты и рабочие с определенным опытом в животноводстве, а условия содержания – в типовом механизированном коровнике с учетом климатической зоны и соответствующими параметрами микроклимата согласно зоогигиеническим нормам.

На таких фермах специалисты обязаны владеть информацией не только о породных качествах разводимых на ферме животных и их потребности в питательных веществах, но и смежных дисциплинах: физиологии сельскохозяйственных животных, генетики, анатомии и т.д.

В настоящее время на фермах с такой продуктивностью, налаженным зоотехническим учетом и наличием квалифицированных кадров внедряются и успешно работают программы «Selex», позволяющие в реальном времени отслеживать эффективность использования селекционных приемов в молочном стаде, а также рассчитывать оптимальные рационы кормления животных разных половозрастных групп с учетом их физиологического состояния и заданной продуктивности [2].

Однако вступление России в ВТО вызвало необходимость применять международные требования к генетической оценке животных.

Так, если в России при оценке быка-производителя учитываются три показателя – молоко, жир и белок, то согласно требованиям ВТО к ним добавляются: сыропригодность молока,

содержание соматических клеток в нем, 18 линейных параметров, крепость копытного рога, легкость отелов, стрессоустойчивость, устойчивость к заболеваниям и т. д.

На ферме с годовым удоем 7000 кг корма скармливаются в виде сбалансированных полнорационных кормовых смесей для животных каждой половозрастной группы с учетом заданной продуктивности и физиологического состояния.

Так, программа «Кормовые рационы» предназначена для расчета рационов крупного рогатого скота при сбалансированности всех питательных веществ в рационе для следующих групп животных молочного и молочно-мясного направления продуктивности: лактирующих коров, сухостойных коров, нетелей, ремонтных телок, ремонтных бычков, молодняка на откорме, быков-производителей.

Аналогичным образом разработана программа селекционно-племенной работы, позволяющая вести автоматизированную систему учета продуктивных качеств животных.

На такой ферме круглогодовое стойловое содержание в современных помещениях, соответствующих всем зооветеринарным требованиям с доением коров на хорошей доильной установке, программное обеспечение которой позволяет управлять процессом воспроизводства стада.

Отличительная особенность таких ферм – один управленец, остальные – исполнители, а информационное обеспечение является ведущим фактором технологии производства молока.

На фермах с удоем 9000 кг и более коров содержат в современных коровниках с новейшими технологиями доения, позволяющими управлять здоровьем животных при беспривязном содержании и однотипном кормлении полнорационными кормовыми смесями.

Принципиальное отличие подобных ферм – постоянная потребность в новой информации и независимом консультанте.

Использование на таких фермах роботизированных доильных установок позволяет автоматизировать все процессы технологии производства молока по единой программе, согласно которой обслуживающий персонал выступает наладчиком технологического оборудования, а сам процесс производства молока от его получения до расфасовки в зависимости от конечной продукции – молоко питьевое или йогурт, творог, сметана, кефир и т.д. – полностью исключает человеческий фактор.

Решению проблем, связанных с адаптацией животноводства к новым требованиям, способствует Региональная информационно-аналитическая система (РИАС), в которой реализован системный подход к решению селекционно-племенных задач по всем направлениям работы с животными и охватывает все организации, осуществляющие племенной вид деятельности.

Ее объединяющим элементов является программа «Регион», обеспечивающая интеграцию с другими информационными системами: база данных импортного скота, база данных свода Базы Крупного Рогатого Скота, 1С (программа бухгалтерского учета), программа управления доением, базы данных «Selex» других хозяйств, селекционно-племенной план.

Все вышеизложенное – это не плод научной фантазии, а практические разработки ООО Регионального Центра «Плинор», успешно использующиеся в молочном скотоводстве Удмуртии и Ленинградской области.

Это как раз один из тех факторов, позволивших получить в 2011 году удой на фуражную корову 7533 кг, а по 29 племенным хозяйствам Ленинградской области – 8606 кг.

В настоящее время молочное скотоводство нашего региона находится у самого края – быть или не быть. Есть и хорошие примеры. Так МСХ Красноярского края ежегодно для работы племенной службы выделяет более 100 млн. рублей, а племенные хозяйства реализуют животных внутри края и за его пределы более чем на 120 млн. рублей. Выгода очевидна. И она может быть значительнее при более широком внедрении информационных технологий, поскольку используемые в настоящее время программы «Selex» уже не только устарели, но в связи с изменившимися условиями являются первым маленьким звеном в информационном обеспечении отрасли.

К сожалению, кадровое обеспечение молочного скотоводства региона оставляет желать лучшего, и не столько из-за его недостаточности, сколько из-за несоответствия подготовки

специалистов в вузах. Не решим эти проблемы – будем довольствоваться импортными продуктами животного происхождения, полученными с использованием ГМО.

Библиографический список
1. Солошенко В.А., Клименок И.И. Создание новых типов молочного скота и эффективность их разведения в условиях Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 12. – С. 35-37.
2. Лукьянов К.И., Солошенко В.А., Клименок И.И., Юдин Н.С. Мировые тенденции в селекции молочного скота // Генетика и разведение животных. – 2015. – № 3. – С. 63-69.

Klimenok I.I.,
Siberian research and design institute of technology of livestock production of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

PROBLEMS OF INFORMATION SUPPORT DAIRY CATTLE BREEDING OF SIBERIA

The analysis of the factors defining efficiency and term of use of cows on dairy farms of Siberia is shown. On the basis of detailed studying and generalization of the best practices, results of scientific researches, standard projects progressive technologies of contents, feeding, a poyeniye and milking of animals, the perspective systems of removal and use of manure are proved. Basic changes in the content of technology factors of production of milk are given.

The logical sequence of the increasing influence of factors of selection, quality of forages, conditions of keeping and genetic potential of dairy efficiency of cows, human on extent of realization, is shown.

The efficiency of replacement of human influence by artificial intelligence that is functional transformation of the computer program into productive force in modern production technologies of milk is proved.

In comparative aspect the expediency of use of domestic computer programs owing to them is established to an error and much smaller cost.

Keywords: dairy cattle breeding, cow, stern, shots, comfort, computer programs.

УДК 631

Назаров А.Н., Попелова И.Г.,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

О ТОЧНОСТИ ПОДСЧЕТА РАСТЕНИЙ В РЯДОВЫХ ПОСЕВАХ КУЛЬТУР

Рассмотрена проблема методического характера, присутствующая при проведении снопового анализа, определении полевой всхожести и ряда других показателей, проявляющаяся в невозможности расположить учетную рамку на дробном числе рядов.

Для минимизации ошибки предложено варьировать целое число рядов в рамке в пределах заданных повторностей.

Разработаны алгоритм оптимизации и прикладная программа, позволяющие автоматизировать выбор целого числа рядов в пределах учетной рамки и комбинировать их расположение при заданном числе повторностей на культурах рядового посева для любого сочетания междурядья, размера рамки и числа повторностей.

Ключевые слова: рядовой посев, междурядье, рамка, число рядов, ошибка, повторность, алгоритм, программа.

Постановка проблемы. Согласно действующим нормативным документам на методы испытаний сельскохозяйственной техники определение относительной полевой всхожести [1], характеристики культуры [2], засоренности посевов [3] проводится с применением единого методического подхода в три этапа:

- рядосимметричное (боковые стороны рамки параллельны направлению рядов) наложение квадратной (реже прямоугольной) рамки различного размера на поверхность поля при заданном числе повторностей;
- подсчет растений (и/или сорняков) на каждой элементарной площадке;
- выполнение статистических расчетов и пересчет числа растений на 1 м^2.

Выполнение этих операций сопряжено с вероятными ошибками исполнителей, характер которых различен (при наложении рамки, при подсчете или вырезании). Наиболее сущест-

венной представляется ошибка методического характера, возникающая из-за того, что в поперечном направлении в заданных пределах рамки теоретически необходимо, а практически весьма затруднительно учесть дробное число рядов.

Результаты исследований. Например, при наложении рамки размером 0,5×0,5 м на широко распространенное междурядье сеялок 15 см точное (в пределах допустимой ошибки опыта) число рядов – 3,33. Но в этом случае физически расположить рамку можно лишь на три или четыре ряда (рисунок 1).

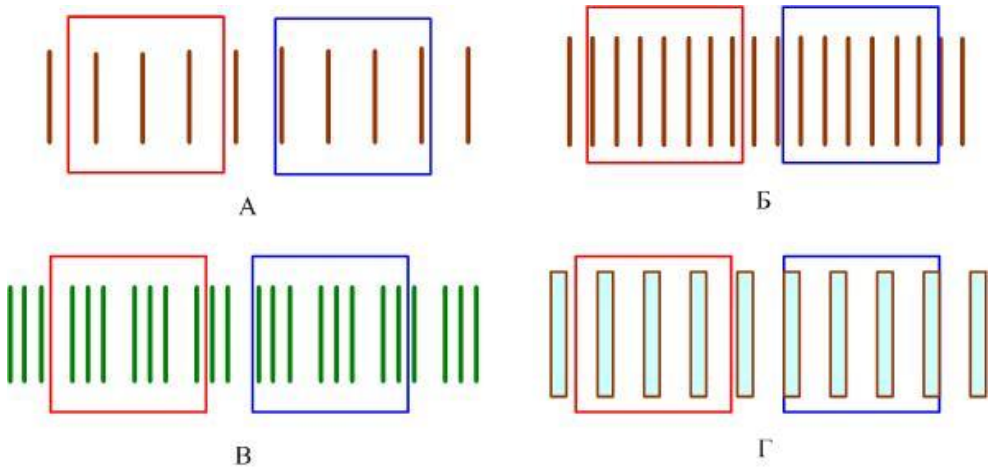


Рисунок 1 – Схематическое пропорциональное расположение рамок размером 0,5×0,5 м в рядовом посеве при междурядьях 15 см (А) и 7,5 см (Б), при ленточном посеве (В – ширина посевной ленты 10 см, междурядье 20 см) и полосовом посеве (Г – ширина полосы 5 см, междурядье 15 см)

Нормативная документация не оговаривает взаимное расположение рядов растений и рамки при заданном числе повторностей, полагаясь, вероятно, на то, что исполнитель непроизвольно (случайно) выберет необходимое число рядов в рамке. На практике, вероятнее всего, схема отбора является устоявшейся в конкретной агрономической лаборатории за многие годы, и не вызывает каких-либо вопросов. Поэтому определение указанных выше показателей проводится с выявленной методической ошибкой, а масштабы некорректно представляемых массивов данных трудноопределимы.

Очевидно, что разнообразие культур рядового посева, технологий их возделывания, а также конструкционные особенности сеялок различного назначения (в первую очередь – формируемое междурядье) и производителей предопределяют широкий разброс значений одного из принимаемых к расчетам параметрам – междурядья культур.

К тому же, наряду с этим, в нормативной документации присутствует весьма существенное разнообразие сочетаний размеров рамки и числа повторностей (таблица 1).

Таблица 1

Параметры способов наложения рамки в рядовых посевах

Определяемый показатель	Размеры рамки, м×м	Число повторностей	Нормативный документ
Характеристика культуры, в том числе: - предварительная урожайность, т/га	 0,5×0,5	 10	ГОСТ 28301-2015
Число растений (густота насаждений) для культур, шт/м^2: - зерновые; - травы и другие мелкосеменные; - лен при высеве с междурядьем 7,5 см;	 0,5×1,0 0,5×0,5 0,667-0,30	 6 6 6	ГОСТ 31345-2007
Засоренность посевов и почвы сорняками, %	0,5×0,5 1×1	5 5	ГОСТ 20915-2011

Элементарные расчеты показывают, что для большинства наиболее распространенных междурядий в пределах одной рамки размером 0,5×0,5 м (площадью 0,25 м^2) невозможно обеспечить удовлетворительное качество выполнения опыта (таблица 2, рисунок 2).

Таблица 2

Расчетные данные при размещении рамки в рядовом посеве

Наименование показателя	Междурядье, см					
	7,5	12,5	15,0	19,0	21,0	25,0
Точное число рядов в рамке, м	6,67	4,00	3,33	2,63	2,38	2,00
Целое число рядов, шт.	6 или 7	4	3 или 4	2 или 3	2 или 3	2
Максимальная ошибка, %	-10,0 +4,9	- -	-9,9 +20,1	-24,0 +14,1	-16,0 +26,0	- -
Длина рядов в рамке, м	3,33	2,00	1,67	1,32	1,19	1,00

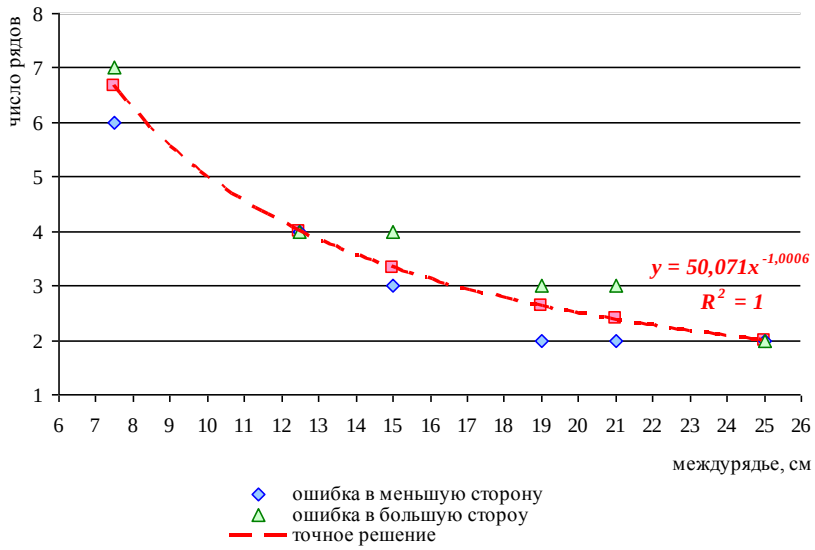


Рисунок 2 – Расчетные данные расположения рамки

Аналогичные соотношения справедливы и для рамки размером 1×1 м, хотя увеличение размера рамки (масштабирование) приводит к уменьшению ошибки.

Высокие значения возможных ошибок (до 1/5 от точного значения) для наиболее распространенного размера рамки, требуют разработки методического подхода, позволяющего минимизировать их влияние.

Основная идея оптимизации заключается в комбинировании целых чисел рядов в рамке при заданном числе повторностей, при этом рамка по ширине располагается симметрично направления рядов. Алгоритм оптимизации, основанный на очевидных и несложных вычислениях, представлен на рисунке 3.

Параметром оптимизации служит комбинация целых чисел рядов в рамке при заданном числе повторностей, а проверочными критериями – сумма рядов и их суммарная длина в данных повторностях.

При анализе культур, высеянных ленточным или полосовым способами, необходимо предварительное проведение элементарных расчетов для определения значения междурядья, принимаемого при расчетах:

- для ленточного посева – рассчитать среднее междурядье из расстояний между рядками ленты и межлентового расстояния;

- для полосового посева – в качестве междурядья принимать значение суммы межполосового расстояния и ширины полосы.

Результаты расчетов по оптимизации числа рядов при расположении рамки площадью 0,25 м^2 в пяти повторностях приведены в таблице 3.

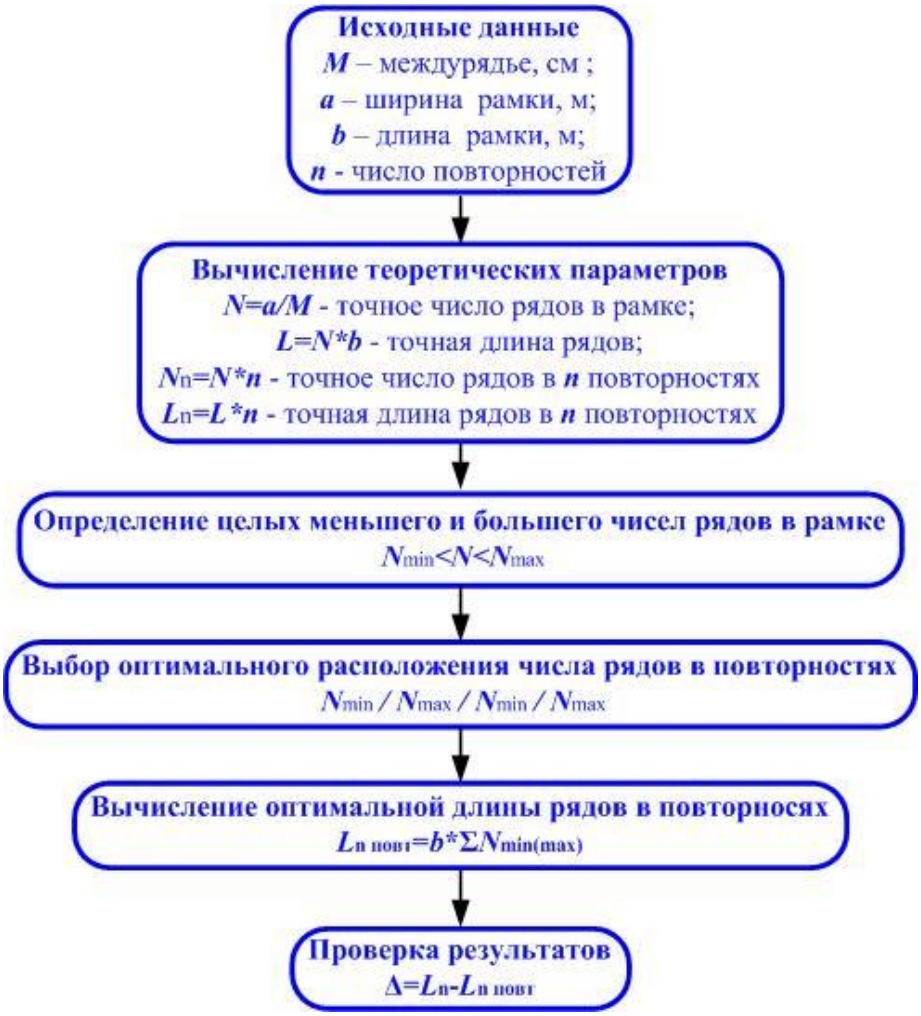


Рисунок 3 – Схема алгоритма оптимизации

Таблица 3

Результаты оптимизации расположения рамки

Наименование показателя	Междурядье, см			
	7,5	15,0	19,0	21,0
Порядок расположения рамки в пяти повторностях, рядов/раз	6 / 2; 7 / 3	3 / 3; 4 / 2	2 / 2; 3 / 3	2 / 3; 3 / 2
Средняя длина рядов в рамке, м	3,3	1,7	1,3	1,2
Остаточная ошибка, %	-0,9	+1,8	-1,5	+0,8

В таблице 2, в связи с четкостью и однозначностью расположения рамки для междурядий 12,5 и 25,0 см, эти варианты исключены из дальнейшего рассмотрения. Хорошее совпадение результатов таблицы 3 с данными таблицы 2 и пренебрежительными значениями остаточной ошибки (в пределах ошибки опыта) позволяет успешно использовать данные рекомендации.

Положения алгоритма оптимизации реализованы в виде прикладной компьютерной программы «Ряды и рамка» [4], предназначенной для автоматического расчета целого числа рядов в пределах учетной рамки и выбора (комбинации) их расположения при заданном числе повторностей на культурах рядового (узкорядного, обычного, широкорядного, ленточного) и полосового посевов при любых сочетаниях размеров рамки, междурядья и числа повторностей (рисунок 4).

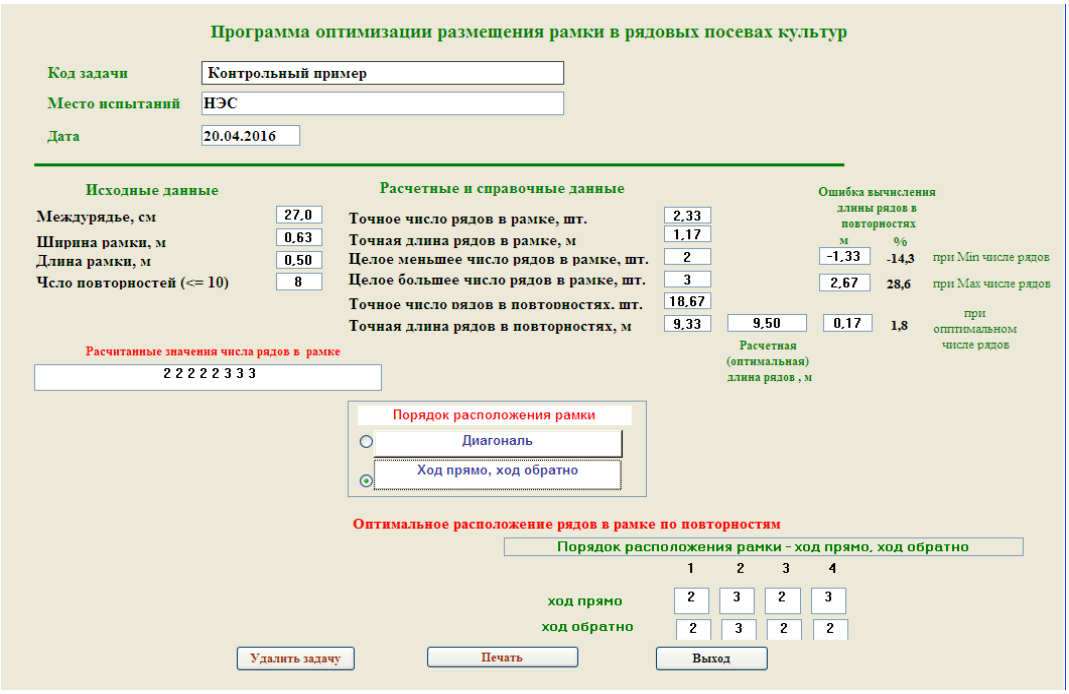


Рисунок 4 – Рабочее окно программы «Ряды и рамка»

После введения исходных данных (междурядье, ширина и длина рамки, число повторностей) программа рассчитывает и представляет результаты вычислений (целые числа рядов в рамке и порядок чередования большего и меньшего их значений) для последующего рядосимметричного наложения рамки как по «диагонали» участка, так и при способе «ход прямо, ход обратно». В качестве справочных данных рассчитываются ошибки обоих максимальных (с меньшим и большим числом рядов) и рекомендуемого оптимального вариантов числа рядов в рамке.

Выводы. Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- в действующих нормативных документах присутствует методическая ошибка, игнорирование которой может приводить к существенной погрешности величины определяемых показателей при проведении снопового анализа, определении относительной полевой всхожести и ряда других показателей;

- путем оптимизации числа рядов в рамке при заданном числе повторностей возможна минимизация данной ошибки;

- предложенные алгоритм и прикладная программа будут способствовать уменьшению выявленной методической ошибки (для любого сочетания размера рамки и междурядья), повышению точности определяемых показателей и развитию методов полевого эксперимента;

- область применения предлагаемой методики – агротехнические исследования различного уровня, в том числе в системах сортоиспытания и испытаний сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний. Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – III. – 54 с.

2. ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. Введ. 2010-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – III. – 36 с.

3. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – III. – 24 с.

4. Попелова И.Г., Назаров А.Н. «Программа оптимизации размещения рамки в рядовых посевах культур (Ряды и рамка)». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 201766086 от 28 сентября 2017 г.

Nazarov A.N., Popelova I.G.,
The Novokubansky branch of FSBSF «Rosinformagrotech», Novokubansk

THE ACCURACY OF COUNTING PLANTS IN ORDINARY CULTURES

Considers the problem of methodical nature, which is present when conducting snopove analysis, determination of germination and the number of indicators, manifested in the inability to position the frame accounting for the fractional number of rows.

To minimize errors proposed to vary the integer number of rows in a frame within the set of replicates.

The developed algorithm of optimization and the application program, allowing them to automate the selection of a number of series within the accounting framework and to combine their location at a given number of replications on the crop row sowing for any combination of aisle, frame size and number of replications.

Keywords: ordinary sowing, row spacing, frame, number of rows, error, repeat, algorithm, program.

УДК 664:621.865.8

Коноваленко Л.Ю.,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
Московская обл., р.п. Правдинский

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассматриваются современные информационные технологии для управления производством пищевой продукции, позволяющие предприятиям сократить трудозатраты и добиться высокого качества продукции. Представлены инновационные разработки немецкой компании CSB-System (прибор CSB-Image-Meater для классификации свиных туш и технология RFID для бесконтактного считывания информации и сохранения данных), а также робототехника для пищевой промышленности ведущих мировых производителей.

Ключевые слова: перерабатывающие предприятия, автоматизация, информационные технологии, технология радиочастотной идентификации, робототехника.

В современных условиях жесткой конкуренции между предприятиями пищевой промышленности одним из способов выживания является повышение эффективности работы производств за счет автоматизации и управления предприятием на основе использования последних достижений информационных технологий.

Крупные компании отрасли часто в качестве информационных систем (ИС) используют Microsoft Dynamics AX, которая имеет успешные отраслевые внедрения. Средние и мелкие предприятия пищевой промышленности в качестве систем управления предприятием выбирают «1С: Предприятие» [1].

Опыт работы многих предприятий пищевой отрасли подтвердили высокую эффективность информационных технологий немецкой компании CSB-System. Одной из разработок компании является технология RFID (радиочастотной идентификации), предназначенная для бесконтактного считывания информации и сохранения данных. Аналогична технологии идентификации животных, используемой в животноводстве. Индикаторы (ID) позволяют идентифицировать объекты, на которых они установлены. Каждый ID является маркировкой, присвоенной исключительно для одного конкретного объекта. Экономически выгодное использование этих меток начинается с момента сообщения со всеми данными интегрированной системы ERP. Каждому конкретному ID присвоено в базе данных столько информации, сколько производитель считает необходимым, которая может быть связана с дальнейшими показателями. В свою очередь, отдельно взятая RFID-метка (транспондер) может непрерывно посылать записанный на нем ID - в этом случае речь идет об активных RFID метках. Пассивные транспондеры передают сохраненные на них данные только после индуцированного в антенне электромагнитного сигнала (команды). Таким образом, вся информация, начиная

от товарного входа, через производство и до комплектации отдельных партий и артикулов, обрабатывается непосредственно на месте ее возникновения. Такое непрерывное управление информацией не несет дополнительных затрат, так как технология транспондеров полностью заменяет обработку данных вручную [2].

Для предприятий мясной отрасли перспективно использование прибора CSB-Image-Meater для классификации свиных туш Прибор состоит из: видеокамеры, компьютера с изображением карты анализа, монитора, принтера, устройства управления, контроля и оценки, интерфейсов.

По линии распиловки свиных туш измеряются 11 переменных величин. Данные измерений, при помощи центрального компьютера, пересчитываются в оценку постности мяса туши. Процесс классификации включает в себя: фиксирование свиных полутуш; получение фотоснимка; присвоение номера убойного животного; анализ фотоснимка; выделение измеряемых участков; архивация данных и снимка. При помощи математического метода устройство CSB-Image-Meater рассчитывает процентное соотношение таких ценных частей, как окорок, лопаточная часть, грудинка и котлетная часть. Вес соответствующих частей туши также рассчитывается и высвечивается на экране (рисунок 1).

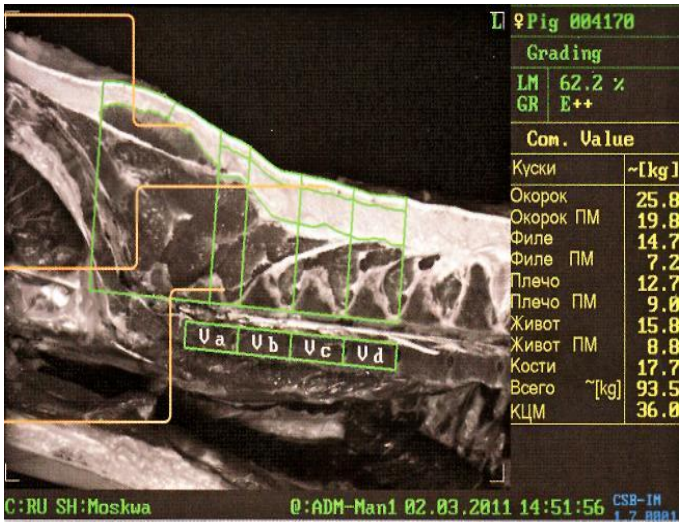


Рисунок 1 – Анализ фотоснимка на мониторе устройства CSB-Image-Meater

Максимальная скорость классификации – 1500 свиных туш в час. Такой анализ гарантирует точное определение категории и торговой стоимости мясной продукции [3].

Данные инновационные решения компании CSB-System используются на крупных перерабатывающих предприятиях Европы, а также нашли применение на крупнейшем и самом высокотехнологичном мясоперерабатывающем предприятии России – ЗАО «Свинокомплекс «Короча» АПХ «Мираторг». Особенностью предприятия является уникальный для России уровень роботизации и глубины переработки.

За последние десять лет, уровень использования роботов удвоился почти во всех странах. По данным Международной федерации робототехники (IFR) наибольшее количество промышленных роботов используется в Японии и Корее: на 10000 сотрудников приходится 300 роботов. Дальше следует Германия – более, чем 250 роботов на 10000 сотрудников, из которых практически половина занята именно в пищевом производстве [4].

Промышленные роботы способны успешно заменить человека там, где требуется тяжелый физический труд, в условиях с повышенной температурой и влажностью, вибрацией, шумом, загрязненным воздухом. Представляют собой высокоэффективное решение с санитарно-гигиенической точки зрения. Повышают эффективность энергопотребления, производительность и качество выпускаемой продукции.

В основном, роботы, используемые на предприятиях пищевой промышленности, задействованы в процессах фасовки, упаковки и паллетирования (рисунок 2) [5].

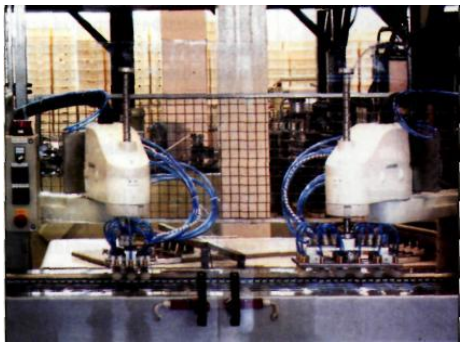


Рисунок 2 – Роботизация процессов производства пищевой продукции

Исходя их конструктивных особенностей в пищевой промышленности широко используются scara-роботы (небольшие четырехосевые роботы), антропоморфные (шестиосевые промышленные роботы, напоминающие по строению человеческую руку) и так называемые дельта-роботы. Благодаря появлению дельта-роботов, уникальной конструкции с тремя поступательными и одной вращательной степенями свободы, производственный сектор получил первые скоростные системы с видеоуправлением для сортировки легких продуктов, ускорил работу упаковочных линий и повысил их общую эффективность (рисунок 3).



а



б



в

Рисунок 3 – Современные виды промышленных роботов:

а – шестиосевой робот для распиловки туш фирмы Kuka (Германия); *б* – scara-роботы для манипуляции кондитерскими изделиями фирмы Mitsubishi Elektric (Япония); *в* – дельта-роботы для упаковки пищевой продукции фирмы ABB (Швеция)

В таблице 1 представлены некоторые марки роботов для работы на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности и их спецификация [6, 7].

Таблица 1

Робототехника для пищевой и перерабатывающей промышленности

Марка	Назначение	Изготовитель
KR 30 KR 60 KR 180-2 PA Arctic	Для работы на мясоперерабатывающих предприятиях, для разделки туш Паллетоукладчик для работы при низких температурах (до минус 30 ºС)	Kuka (Германия)
KeMotion	В упаковочной индустрии для погрузочных работ и пакетирования	Keba (Австрия)
Scara LS-Roboter	Для работы в агрессивных средах	Epson (Германия)
TP 80	Для упаковочной индустрии. Сверхбыстрый, свыше 200 захватов минуту.	Stäubli (Швейцария)
IRB 260	Для упаковочной индустрии	ABB (Швеция)
M-710 iC	Для паллетирования	Fanuc (Япония)
RH-12SDH RH-20SDH	Для упаковочной индустрии, для точной и быстрой сортировки, укладки	Mitsubishi Electric (Япония)
A 1800 A1600V	Для паллетирования, грузоподъемность 140 кг	Okura (Япония)
MR 10	Для упаковки мелкоштучных упаковок и ячеек с яйцами в коробки и ящики	Moba (Нидерланды); Motoman (США) - дочерняя компания компании Yaskava (Япония)

Библиографический список

1. IT-технологии, серверное и сетевое оборудование в пищевой промышленности [Электронный ресурс]. URL: http://www.karma-group.ru/food_industry (дата обращения: 05.09.2018).
2. Коноваленко Л.Ю. Опыт использования роботов при переработке сельскохозяйственного сырья: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 76 с.
3. Классификация свиных туш с помощью CSB-Image-Meater / Проспект фирмы CSB-System. – 2014. – 2 с.
4. Темпы роста использования роботов увеличиваются во всем мире. = Einsatzrate von Robotern steigt weltweit // Lebensmitteltechnik. – 2013. – No 3. – P. 17.
5. Роботы для пищевой промышленности = Robotics and the food your market [Электронный ресурс]. URL: http://www.staubli.com/roboter (дата обращения: 20.09.2018).
6. Рука об руку с роботом = Hand in Hand mit dem Roboter // Lebensmitteltechnik. – 2012. – No 5. – P. 20-21.
7. Максимов Д.А., Захаров А.Н. Тенденции развития мясоперерабатывающего оборудования // Все о мясе. – 2013. – № 3. – С. 10-12.

Konovalenko L.Yu.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex,
Pravdinsky v. of Moscow region

INFORMATION TECHNOLOGY – THE BASIS OF EFFECTIVE PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

The modern information technology to manage food production, enabling businesses to reduce labor costs and to achieve high quality products. Presented innovative German company developing CSB-System (device CSB-Image-Meater to classify pig carcasses and RFID technology for contactless reading of the information and data storage), and robotics for the food industry's leading manufacturers.

Keywords: processing plants, automation, information technology, RFID technology, robotics.

УДК 631.3/62.51

Ершова И.Г., Поручиков Д.В.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

РАЗРАБОТКА РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ОВОЩЕХРАНИЛИЩА

В статье рассматривается разрабатываемое резервное питание блока управления энергоресурсосберегающей системы овощехранилища путем прямого преобразования тепловой энергии в электрическую с использованием термоэлектрического генераторного модуля. Разработанный с использованием термоэлектрического модуля электрического регулятора прямой преобразователь тепловой энергии в электрическую позволяет получить электроэнергию при аварийных ситуациях и использовать его в преобразователе низкопотенциального источника энергии.

Ключевые слова: термоэлектрический модуль, овощехранилище, резервное питание блока управления, теплообменник, преобразование энергии.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет сегодня собой одну из глобальных мировых проблем, успешное решение которой, по-видимому, будет иметь определяющее значение не только для дальнейшего развития мирового сообщества, но и для сохранения среды его обитания. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии [1, 2].

Для аварийных случаев разработано устройство для прямого преобразования тепловой энергии в электрическую с использованием разработанного электрического регулятора с твердым наполнителем и электронагревателем [3], которое применяется в разработанной энергоресурсосберегающей установке на базе теплового насоса на низкопотенциальном источнике энергии грунта [4].

Основные элементы разработанного устройства – это газовый отопительный котел, термоэлектрические генераторные модули (ТГМ), контур отопления, электрический регулятор, потребитель, аккумулятор и элементы автоматики (рисунок 1) [5].

Корпус отопительного котла, он же горячий теплообменник (ТО), необходим для установки ТГМ и холодного ТО. ТГМ устанавливаются между холодным и горячим ТО. Холодный ТО охлаждается теплоносителем контура отопления, а горячий ТО – нагревается от корпуса отопительного котла. При включении данного устройства газовая горелка начинает работать, при этом нагреваются горячий ТО и теплоноситель контура отопления.

Горячий ТО в результате теплообмена нагревает горячие спаи термоэлектрического генераторного модуля (ТЭМ). Теплоноситель контура отопления отапливает объект, охлаждает холодный ТО и холодные спаи ТЭМ.

Горячие спаи ТЭМ нагреваются от горячего ТО, а холодные спаи ТЭМ охлаждаются в результате теплообмена с холодным ТО. Температура холодного ТО контролируется теплоносителем контура отопления.

Холодный ТО 4 изготовлен из алюминия, так как он обладает высокой теплопроводностью. Электрический регулятор ТЭМ регулирует поток теплоносителя контура отопления.

Электромагнитный клапан служит для подачи необходимого газа в горелку 2. Аккумулятор 15 служит для накопления электроэнергии при работе данного устройства и ее использование потребителем при нерабочем состоянии устройства.

Разработанное устройство для прямого преобразования тепловой энергии в электрическую энергию работает следующим образом.

Электромагнитный клапан приводится в действие, и газ поступает в горелку, которая начинает работать. Начинает циркулировать теплоноситель контура отопления, при этом электрический регулятор контролирует подачу требуемого количества теплоносителя в ТО.

При этом теплоноситель контура отопления в результате теплообмена охлаждает холодный ТО 4, холодные спаи ТЭМ 3 и поступает в электрический регулятор 11, процесс повторяется.

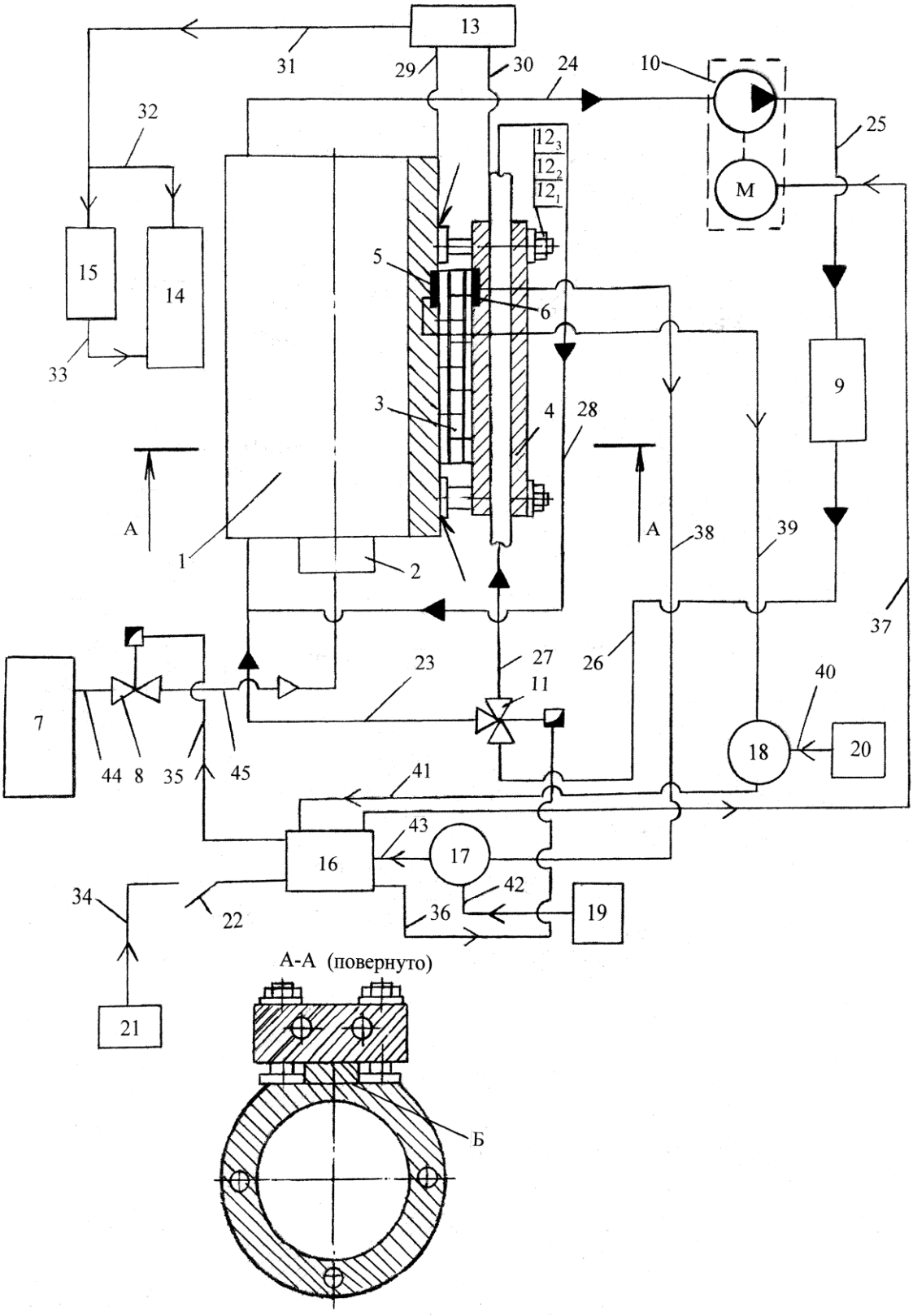


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства

Температура горячих и холодных спаев ТЭМ контролируется датчиками температуры и элементами автоматики.

На горячих спаях ТЭМ происходит поглощение теплоты от горячего ТО, а с холодной стороны отводится теплота теплоносителем контура отопления за вычетом электроэнергии, полученной на внешней нагрузке.

На внешней нагрузке в преобразователе напряжения 13 создается напряжение, равное термоЭДС, за вычетом падения напряжения и внутреннего сопротивления, электроэнергия подается потребителю 14 и в аккумулятор 15 и происходит накопление электроэнергии. Полученная электроэнергия в аккумуляторе 15 используется потребителем 14 при нерабочем состоянии устройства.

Количество полученной электроэнергии зависит от количества ТЭМ, разности температур между спаями. В связи с этим потребитель сам определяет необходимое количество ТЭМ.

Таким образом, разработанное устройство можно использовать в котлах для отопления овощехранилищ в осенне-зимнее время и для получения электрической энергии.

Библиографический список

1. Бородин И.Ф. Источники энергии и энергосбережение // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 3-й междунар. науч.-техн. конференции. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. – Ч. 3. – С. 3-17.
2. Васильев Г. П., Шилкин Н.В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах // АВОК. – 2003. – № 2. – С. 52-60. Режим доступа: http://www.abok.ru.
3. Ершова И.Г. Электрические регуляторы теплового насоса в системе поддержания микроклимата картофелехранилища: дис. … канд. техн. наук. – М., 2012. – С. 67-69.
4. Пат. 109507 РФ, МПК F03G6/00. Энергоресурсосберегающая установка / И. Г. Васильева, В. Н. Тимофеев; патентообладатель – Васильева И.Г. – № 2011119127/06; заявл. 12.05.2011; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29. – 9 с.: ил.
5. Пат. 118406 РФ, МПК F25B21/02. Устройство для прямого преобразования тепловой энергии в электрическую / В.Н. Тимофеев, И.Г. Васильева и др.; патентообладатель – Тимофеев В.Н. – № 2012104070/06, заявл. 06.02.2012; опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20. – 2 с.: ил.

Ershova I., Poruchikov D.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

DEVELOPMENT OF BACK-UP POWER SUPPLY UNIT OF ENERGY-RESOURCE-SAVING INSTALLATION FOR STORING VEGETABLES

In article describes about development of back-up power supply unit of energy-resource-saving installation for storing vegetables. The authors used direct conversion of thermal energy into electrical energy with the thermoelectric generator module. So we receive the electric power at emergency situations and use it in a low-potential source of energy.

Keywords: thermoelectric module, vegetable store, backup power supply control unit, heat exchanger, energy conversion.

УДК 579.842.11 + 579.68

Сагындыков У.З., Аубакирова К.М., Мейрамкулова К.С., Темирбекова А.Ж.,
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ВОД МИКРООРГАНИЗМАМИ ПУТЕМ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

В статье рассмотрено влияние антропогенных факторов на загрязнение сточных вод. Объект исследований – пробы вод из скважины, перосъемочного и охладительного цехов ПК «Ижевский» Акмолинской области Республики Казахстан. Для очистки вод использована методика фотохимической очистки. Показано, что метод очистки уменьшает микробную обсемененность проб воды.

Ключевые слова: сточные воды, антропогенные факторы, загрязнение, микробная обсемененность, фотохимическая очистка.

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в нашей республике.

В хозяйственной деятельности современное общество потребляет все немалые количества воды, большая часть которой в результате становится загрязненной.

При их попадании в окружающую среду экологии наносится огромный ущерб, и поэтому они подлежат обязательной очистке.

Антропогенные факторы загрязнения сточных вод достаточно разнообразны и приводят к наличию в них механических, химических и биологических примесей, которые подлежат удалению очистными сооружениями. Как правило, они содержатся в стоках комплексно, в различных концентрациях, что существенно усложняет решение проблемы очистки сточных вод.

Механическими примесями являются в большинстве случаев песок, различные мелкие твердые частицы отходов промышленного или сельскохозяйственного производства [1].

Предприятия по переработке птиц являются одними из крупнейших потребителей воды среди отраслей. Количество воды, расходуемой на некоторых птицефабриках, колеблется в довольно широких пределах.

Для сточных вод птицефабрик характерны не только высокие концентрации загрязняющих веществ, но и их нестабильность по составу и количеству микроорганизмов, в том числе и кишечных палочек [2].

Материалы и методы исследования

Нами были использованы отбор проб вод из скважины, перосъемочного и охладительного цехов ПК «Ижевский» Акмолинской области Республики Казахстан.

Для определения обсемененности вышеуказанных вод была использована питательная агаровая среда, где добавлялась в 15-20 г агар-агара 1 л воды после нагрева стерилизовывали 30 минут при 1 атм. После чего агаризованная питательная среда была разлита по чашкам Петри, и проводился поверхностный посев отобранных материалов.

Для очистки вод из разных источников была использована методика фотохимической очистки. Исследования проводились в лабораториях факультета естественных наук Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева.

Обсуждение результатов исследования

По плану наших исследовании был произведен отбор проб вод из скважины, перосъемочного и охладительного цехов в ПК «Ижевский» Акмолинской области РК. Результаты исследования до и после очистки фотохимическим путем показаны ниже в таблицах 1-4.

Таблица 1

Характеристика колоний микроорганизмов, образовавшейся на питательной среде неочищенной воды из разных источников в ПК «Ижевский»

Источник	Характеристика колоний					
	форма	размер, см	цвет	форма края	поверхность	Количество колоний
Скважина	-	-	-	-	-	-
Перосъемочный цех	круглая	0,1-0,2	белый	ровный	гладкая	∞
Цех охлаждения	круглая	0,1-0,4	белый	ровный	гладкая	∞

Исходя из данных таблицы 1, обнаружено большое количество колоний в перосъемочном и охладительном цехах до очистки. При микроскопировании была обнаружена, в основном, кишечная палочка.

Далее фотохимическим путем были очищены аналогичные воды скважин и цехов ПК «Ижевский» по трем временных интервалах, и исследована обсемененность вод микробами. Результаты очистки по интервалам времени приведены в таблицах 2-4.

Таблица 2

Характеристика образованных колоний микроорганизмов на питательной среде из разных источников вод предприятия ПК «Ижевский» (фотохимическая очистка в течение 10 мин.)

Источник	Характеристика колоний					
	форма	размер, см	цвет	форма края	поверх-ность	количест-во коло-ний
Скважина	-	-	-	-	-	-
Перосъемочный цех	круглая	0,1-0,5	белый	ровный	гладкая	более 1500
Цех охлаждения	круглая	0,1	желтый	ровный	морщи-нистая	более 800

Таблица 3

Характеристика образованных колоний микроорганизмов на питательной среде из разных источников вод предприятия ПК «Ижевский» (фотохимическая очистка в течение 20 мин.)

Источник	Характеристика колонии					
	форма	размер, см	цвет	форма края	поверх-ность	количе-ство ко-лоний
Скважина	-	-	-	-	-	-
Перосъемочный цех	круглая	0,1	белый	неровный	выпуклая, плоская	более 250
Цех охлаждения	круглая	0,1-0,4	белый	ровный	гладкая	менее 800

Таблица 4

Характеристика образованных колоний микроорганизмов на питательной среде из разных источников вод предприятия ПК «Ижевский» (фотохимическая очистка в течение 30 мин.)

Источник	Характеристика колонии					
	форма	размер, см	цвет	форма края	поверх-ность	количе-ство ко-лоний
Скважина	-	-	-	-	-	-
Перосъемочный цех	круглая	0,2-0,4	белый	ровный	гладкая	менее 30
Цех охлаждения	круглая	0,1-0,4	белый	ровный	гладкая	менее 300

Выводы

Как видно из полученных данных, после очистки воды фотохимическим способом обсемененность микроорганизмами уменьшается на несколько порядков, особенно после обработки в течение 30 минут.

Библиографический список

1. Загрязнение сточных вод: проблемы очистки сточных вод. [Электронный ресурс]. URL: http://www.flotenk.ru/articles/problema-zagryazneniya-okruzhayushchey-sredy-stochnymi-vodami-i-ee-reshenie/.
2. Василенко В.В Сфинктеры пищеварительной системы. [Электронный ресурс]. URL:. http://www.gastroscan.ru/handbook/118/3200 .

Sagyndykov U.Z., Aubakirova K.M., Meyramkulova K.S., Temirbekova A.Zh.,
Euroasian national university of L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

DESTRUCTION OF MICROORGANISMS AT PHOTOCHEMICAL PROCESSING OF SEWAGE

In article influence of anthropogenic factors on pollution of sewage is considered. Object of researches – tests of waters from the Izhevsk poultry farm (city of Akmolinsk). For purification of waters the technique of photochemical cleaning is used. For purification of waters the technique of photochemical cleaning is used. It is shown that the method of cleaning destroys microorganisms in water tests.

Keywords: sewage, anthropogenic factors, pollution, microorganisms, photochemical cleaning Keywords: sewage, anthropogenic factors, pollution, microorganisms, photochemical cleaning.

УДК 631.36:636.085.15

Буклагин Д.С.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московской обл., р.п. Правдинский

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ

Возрастающие требования к качеству продукции сельского хозяйства обусловливают необходимость развития методов, приборов и оборудования для оценки, контроля качества продукции сельского хозяйства на всех этапах производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Знание количества клетчатки в кормах и пищевых продуктах позволяет оптимизировать питательность и стоимость корма, сбалансировать питание и как результат - снизить риски различных заболеваний, поэтому контроль содержания клетчатки в пищевых продуктах и кормах является актуальной задачей. Для измерения содержания клетчатки в кормах и пищевых продуктах имеются как специализированные приборы (для однокомпонентного анализа), так и для одновременного измерения нескольких основных показателей качества сельскохозяйственной продукции, кормов и сырья, в том числе содержания клетчатки. Среди приборов для многокомпонентного анализа получили распространение аналитические приборы, основанные на методе ИК-спектроскопии, имеющие точность измерения на уровне методов химического анализа. При этом не требуется применения химических реактивов и расходных материалов. (*Цель исследования*) Дать анализ современных методов измерения содержание клетчатки, как одного из основных компонентов, характеризующих качество сельскохозяйственной продукции, кормов и сырья с использованием современной инструментальной базы. (*Материалы и методы*) Использовался метод информационно-логического анализа отечественной и зарубежной научно-технической информации, а также материалы изучения рынка приборной базы для измерения содержания клетчатки. (*Результаты и обсуждение*) Показали, что эффективным методом инструментального анализа является спектроскопия в ближней инфракрасной области, позволяющая получать информацию об основных компонентах, в том числе клетчатки содержащейся в сырье и готовой продукции в течение 1 минуты без сложной пробоподготовки, что особенно важно при контроле качества в условиях производства. Определили, что для обеспечения необходимой точности измерения содержания компонентов в анализируемых образцах, ИК-анализаторы используют сетевую технологию обновления и контроля калибровок с возможностью адаптации калибровочных моделей по собственным образцам. (*Выводы*) Выявили, что развитие приборов для измерения содержания клетчатки идет в направлении повышения уровня автоматизации ручных и химических операций при проведении лабораторных исследований и межлабораторных сличений результатов, увеличения количества одновременно анализируемых образцов (до 24). Развитие ИК-анализаторов направлено на сокращение времени анализа, повышение точности измерения и количества измеряемых компонентов для чего используются встроенные стандарты измерения, единые, обновляемые через Интернет, калибровки.

Ключевые слова: анализ, измерение, погрешность, образец, клетчатка, продукция, качество, контроль, градуировка.

Введение. Знание количества клетчатки в кормах и пищевых продуктах позволяет оптимизировать питательность и стоимость корма, сбалансировать питание и как результат – увеличить продуктивность и снизить риски различных заболеваний, поэтому контроль содержания клетчатки в пищевых продуктах и кормах является актуальной задачей. Клетчатка – это самая грубая часть растения, сплетение растительных волокон, и как измеряемый параметр

охватывает сходные компоненты с различными функциональными группами и определяется только методом прикладных исследований. Существует несколько разновидностей и определений клетчатки. Например, сырая клетчатка определяется как «Остатки растительных клеток после экстракции путем кислотного и щелочного гидролиза», диетическая клетчатка определяется как «Остатки растительных клеток, устойчивых к пищеварительным ферментам человека» [1].

По количеству клетчатки корма резко различаются. Больше всего ее в соломе – 36-42 %, в сене – 20-30 %. Мало клетчатки в зерне и очень мало в корнеклубнеплодах – от 0,4 до 2 %. Чем больше клетчатки в корме, тем ниже его питательность. Это связано с тем, что клетчатка переваривается хуже, чем другие питательные вещества.

С целью улучшения оценки кормов Ван Соест П. предложил с помощью детергентов разделять клетчатку на две фракции: нейтрально-детергентную (НДК) и кислотно-детергентную (КДК). В зарубежной практике это показатели NDF и ADF, применяется также показатель ADL (кислотно-детергентный лигнин) [2]. Под НДК понимают сумму структурных углеводов клеточной стенки, состоящих из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина, а под КДК – целлюлозу и лигнин. Количество КДК в кормах ниже количества НДК, т. к. в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы.

НДК включает гемицеллюлозу, целлюлозу, лигнин, одревеснevший азот и нерастворимую золу. Чем ниже содержание НДК, тем больше корма может потребить животное. КДК объединяет целлюлозу, лигнин и нерастворимые соли. Этот состав нерастворим в кислотном детергенте. Чем ниже процент КДК, тем больше животное способно потребить и переварить корма. При разработке норм кормления животных, как правило, учитывается соотношение количества НДК и КДК в кормах.

Традиционные методы определения сырой клетчатки предусматривают достаточно сложную обработку образца с применением горячих реагентов. Например, определение содержания сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману основано на последовательной обработке навески испытуемой пробы растворами кислоты и щелочи, озолении и количественном определении органического остатка весовым методом в виде массовой доли в % или в граммах на 1 кг сухого вещества.

Эти процессы являются потенциальными источниками погрешностей или небезопасны, поэтому ведущие фирмы значительное внимание уделяют автоматизации методов определения клетчатки в составе исследуемых образцов.

Кроме специализированных приборов для измерения клетчатки в настоящее время разработано достаточно большое количество приборов, позволяющих измерять и анализировать несколько основных компонентов, определяющих качество сельскохозяйственной продукции, кормов и сырья, в том числе содержание клетчатки. Как правило, это аналитические приборы, основанные на методе ИК-спектроскопии позволяют определять такие показатели как влажность, белок, клейковина, клетчатка и другие. [1].

Метод инфракрасной спектроскопии сегодня является единственным методом, позволяющим проводить измерения с точностью, сопоставимой с классическими методами химического анализа. При этом анализ занимает 1-3 минуты и не требуется применения химических реактивов и расходных материалов. Поскольку экспресс-анализ качества продукции методом ИК-спектроскопии не является прямым методом, ошибка метода может находиться в интервале от 1 до 1,5 % от величины ошибки при определении компонентов химическим методом.

В основе метода ИК-спектроскопии, как отмечалось ранее, лежит связь спектра инфракрасного излучения с составом образца. Энергия излучения при прохождении через образец возбуждает вращательные и колебательные движения в молекулах. Часть энергии поглощается образцом причем поглощение происходит на тех частотах, которые совпадают с колебаниями в молекулах вещества. В результате интенсивность на этих частотах резко падает, и на спектрах наблюдаются полосы поглощения, число которых, их положение, ширина и форма определяются структурой и химическим составом образца, а интенсивность полос зависит от концентрации соответствующего компонента. Для определения количественного

содержания компонента в образце необходимо построить градуировочную (калибровочную) модель, то есть определить зависимость между интенсивностью поглощения и концентрацией компонента. Эта модель строится на основе измерения спектров образцов с известной концентрацией и их математической обработке.

Цель исследований. Дать анализ современных методов измерения содержания клетчатки, как одного из основных компонентов, характеризующих качество сельскохозяйственной продукции, кормов и сырья.

Материалы и методы. Использовался метод информационно-логического анализа отечественной и зарубежной научно-технической информации, а также материалы изучения рынка приборной базы для измерения содержания клетчатки.

Результаты и обсуждение. К числу последних разработок компании «ЭКАН» (Россия) относятся анализаторы ИНФРАСКАН 3150 (модернизация ИНФРАСКАН 1050) и ИНФРАСКАН 210 (рисунок 1, таблица 1), предназначенные для экспресс определения показателей качества зерновых, зернобобовых, масличных культур, кормов и сырья для их производства и других веществ путем измерения оптических характеристик специально подготовленных проб анализируемых образцов в ближней инфракрасной области спектра. Такие приборы широко применяются в аналитических лабораториях, элеваторах и зерноприемных пунктах, селекционных центрах, НИИ, комбикормовых заводах, предприятиях масложировой промышленности, контрольно-аналитических лабораториях ЦСМ и других организациях и предприятиях, связанных с исследованиями, оценкой качества и сертификацией зерновых, масличных культур, комбикормов и т. п.

Таблица 1

Техническая характеристика анализаторов ИНФРАСКАН

	ИНФРАСКАН 3150	ИНФРАСКАН 210
Спектральный диапазон, нм	1400...2400	
Анализируемые продукты	зерновые, зернобобовые, масличные культуры, корма и сырье для их производства	зерновые, зернобобовые, масличные культуры, корма и сырье для их производства
Определяемые показатели качества	Влага, белок (протеин), жир (масличность), количество клейковины, качество клейковины, белизна, зольность, клетчатка, кальций и др.	
Диапазон измерений сырой клетчатки, %	2-25	
Погрешность измерения сырой клетчатки, %	0,8-2,5 В зависимости от диапазона измерений показателя	
Объем (масса) анализируемой пробы, мл (г)	70	100
Время установления рабочего режима, мин.	30	
Габаритные размеры, мм	540*270*345	450×280×290
Масса, кг	25	21
Потребляемая мощность, ВА	300	100

Для анализаторов ИНФРАСКАН разработано значительное количество калибровок для расчета определяемых показателей по градуировочным уравнениям для различных культур и компонентов.



а) б)

Рисунок 1 – Анализаторы, ИНФРАСКАН 1350 (а) и ИНФРАСКАН 210 (б)

Программное обеспечение позволяет дистанционно (посредством сети ИНТЕРНЕТ) обновлять калибровки, установленные на приборе и разрабатывать новые калибровочные уравнения. При разработке калибровок применяются различные методы математической обработки и анализа статистических данных (линейная регрессия, PCR – регрессия на главные компоненты, PLS – метод наименьших квадратов) [3, 4].

Все анализаторы серии ИНФРАСКАН зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений: анализаторы 1050 и 3150 зарегистрирован под № 62251–15, анализатор ИНФРАСКАН-210 – № 46403-11.

Для измерения содержания влаги, белка, жиров/масел, золы, клетчатки, крахмала и других параметров в зерновых и масличных культурах, муке, кормах, пищевой и другой сельскохозяйственной продукции компанией Perten Instruments выпускается универсальный инфракрасный анализатор DA 7250 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Экспресс-анализатор DA 7250 компании Perten Instruments

Анализатор предварительно откалиброван для широкого применения. Диапазон измерения содержания клетчатки в зависимости от культуры составляет 2,2-21 %. Время измерений-6 с. Калибровки охватывают широкий спектр продуктов и параметров и построены из глобальной базы данных, которая включает в себя сотни тысяч образцов. Прибор может работать с применением современных средств создания отчетов в веб-интерфейсе для просмотра данных из любой точки мирового пространства с использованием веб-браузера.

Широкую гамму инфракрасных анализаторов зерна и масличных культур серии **Infratec и NIRS** для зерновых и мукомольных производств, семеноводческих хозяйств и пищевой промышленности выпускает компания Foss (Дания) [4, 5].

Отличительной особенностью приборов компании Foss является наличие системы самодиагностики**,** которая исключает получение ошибочных данных в случае возникновения технических проблем, а так же уникальные калибровочные модели**,** включающие в себя огромную базу данных-свыше 50 000 образцов из разных климатических зон, более 7000 приборов Infratec объединены в глобальную сеть. Это обеспечивает необходимую точность измерения

параметров зерна, независимо от его температуры и региона происхождения без необходимости в постоянной настройки прибора и корректировки калибровок.

Анализатор Infratec 1241 (рисунок 3)-это стационарный лабораторный прибор для определения всех основных физико-химических параметров зерна и масличных культур, в том числе клетчатки. Измерение параметров занимает одну минуту, точность сопоставима с результатами анализов арбитражными методами и составляет для основных параметров < 3 %. Infratec 1241 имеет множество интерфейсов для вывода результатов анализа, модульную конструкцию, что позволяет расширить его возможности. Прибор зарегистрирован в Государственном Реестре РФ, где успешно работают более 100 таких приборов.



а) б)

Рисунок 3 – Анализаторы Infratec 1241 (а) и **NIRS^{TM} DA1650** (б)

NIRS DA1650 (рисунок 3) – это анализатор на основе отражения и пропускания(для жидких образцов) в ближнем ИК-диапазоне с длиной волны 1100-1650 нм. Работает под управлением программного обеспечения ISIskan NOVA с использованием сенсорного экрана и поддерживающего современные технологии калибровки, а также сетевые возможности. Прибор, подключенный к Интернет, может получать удаленное управление, техническое обслуживание и поддержку.

В анализаторе NIRS DS2500 (рисунок 4) реализована новая технология предисперсионного монохроматора, обеспечивающего работу прибора в полном спектральном диапазоне от 400 до 2500 нм. Имея минимальное значение соотношения сигнал/шум, прибор позволяет выполнять анализ сложных веществ, таких как аминокислоты, а также другие вещества с низкой концентрацией, требующей высокой точности измерения.

NIRS DS2500 может поставляться предварительно откалиброванным – с глобальными или региональными калибровками для многих типов кормов и кормовых ингредиентов. Глобальные калибровки FOSS основаны на обширных наборах образцов из разных регионов и стран, собранных за многие годы. Это означает, что они надежны, не требуют обслуживания и просты в использовании. Поддержка калибровок осуществляется с помощью дистанционного сетевого ПО.

Анализатор зерна Infratec™ NOVA (рисунок 4) является одним из лучших анализаторов цельного зерна, использующего технологию ИК-спектроскопии для одновременного определения множества параметров в широком диапазоне зерновых и масличных культур. В приборе выполняются измерения в режиме пропускания в нижнем диапазоне длин волн от 400 до 1050 нм. Более высокий уровень энергии света в нижнем диапазоне обеспечивает более глубокое проникновение в зерно, поэтому измеряется не только поверхность, но и внутренняя часть зерна, что повышает точность и скорость анализа образцов.

Как и другие анализаторы Foss анализатор Infratec™ NOVA использует калибровочную базу Infratec, сетевую технологию обновления калибровок и контроля характеристик, что обеспечивает необходимую точность измерения содержания компонентов в анализируемых образцах. Погрешность измерения клетчатки с помощью анализаторов Foss составляет 0,8-1,0 %.



а) б)

Рисунок 4 – Анализаторы NIRS DS2500 (а) и Infratec™ NOVA (б)

Для контроля качества широкого спектра сельскохозяйственной продукции и сырья и для научных исследований значительный интерес представляют NIR-анализаторы NIR Flex N-500 и NIRMaster Pro компании BUCHI (Швейцария) [6, 7].

Спектрометр NIR Flex N-500 (рисунок 5) выпускается в нескольких модификациях; позволяет получить точные результаты анализа при контроле качества. Используется при выполнении научно-исследовательских работ в области производства продуктов питания человека, кормов для животных и др. Оснащается пятью измерительными ячейками для анализа различных типов образцов (порошки, твердые вещества, таблетки, жидкости, гелеобразные субстанции и гранулы), что обеспечивает максимальную производительность.



а) б)

Рисунок 5 – Анализаторы NIR Flex N-500 (а) и NIRMaster Pro(б)

В отличие от других спектрометров в приборе имеется два источника света, обеспечивающих непрерывную работу прибора при отказе одной лампы. Оптическая часть прибора состоит из двух кристаллических клиньев, и поляризация луча изменяется из-за фазового сдвига, возникающего при перемещении одного клина, имеется оптимальное соотношение сигнал-шум, высокая точность определения длин волн, защита от внешних воздействий.

Для контроля качества и определения содержания питательных веществ в комбикормах, кормах для домашних животных, мукомольной продукции и хлебобулочных изделиях в условиях производства компания BUCHI выпускает спектрометр NIRMaster (рисунок 5). В конструкции спектрометров FT-NIR BUCHI используется интерфейс, взаимодействующий с информационными системами, что обеспечивает гибкий и безопасный обмен данными при полной прозрачности результатов. Использование специальной программы обеспечивает централизованное управление несколькими спектрометрами в пределах глобальной или локальной сети. Экономия времени анализа достигается за счет одновременного измерения не-

скольких компонентов в образце и применения разработанных калибровок. Диапазон измерения клетчатки для различных кормов – 0,5-32 %.

Группой компаний «ЛЮМЭКС» (Россия) разработаны аналитические приборы и создано современное методическое обеспечение для анализа напитков, пищевых продуктов, кормов и комбикормов на основе измерения спектров с использованием Фурье-преобразования в ближней ИК-области спектра [8, 9].

Специализированнй БИК-анализатор для зерновых культур – «ИнфраЛЮМ® ФТ-40» (рисунок 6) предназначен для проведения количественного экспресс-анализа цельного зерна различных культур без предварительной пробоподготовки, а также идентификации зерна на принадлежность (не принадлежность) его к характерной группе продукции. За одно измерение в течение полутора минут, можно определить комплекс таких показателей как содержание белка, жира, крахмала, клетчатки, клейковины, влажность, стекловидность и др.

Благодаря быстроте и точности анализа достигается значимый экономический эффект на всех стадиях производства, транспортировки и хранения зерна, при составлении мукомольных партий и кормовых смесей. Анализ зерна производится путем измерения спектров пропускания в ближней инфракрасной (БИК) области и их обработки с использованием методов множественного регрессионного анализа.

Градуировочные образцы анализируются стандартными химическими (референтными) методами для определения в них значений показателей, затем производится регистрация их спектров и рассчитывается градуировочная модель, связывающая спектральные данные со свойствами образца.



а) б) в)

Рисунок 6 – Анализаторы компании «Люмэкс»: «ИнфраЛЮМ ФТ-40» (а), «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» (б) и «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» с просыпным модулем (в)

Анализатор «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» (рисунок 6) – стационарный лабораторный прибор предназначен для экспресс-анализа состава и качества широкого спектра сельскохозяйственной и пищевой продукции, кормов и сырья. Применяется для количественного анализа или идентификации крупно- и мелкодисперсных твердых (зерно, мука и т.п.), пастообразных (или жидких) образцов продукции путем измерения их спектров поглощения в ближней инфракрасной области с последующей обработкой с использованием методов множественного регрессионного анализа. В анализаторе, как и в других приборах, реализован современный высокоточный метод измерения спектров с использованием Фурье-преобразования.

Большинство типов проб анализируются без подготовки. Некоторые твердые несыпучие пробы (подсолнечный жмых, соевый шрот) или пробы в сильнопоглощающих оболочках (семена подсолнечника) необходимо предварительно измельчить. «ИнфраЛЮМ ФТ®-12» сконструирован так, чтобы максимально упростить подготовку пробы и увеличить точность анализа. Диапазон измерения клетчатки-5-30 % (в зависимости от культуры и вида кормов).

Инфракрасный анализатор «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» (рисунок 6) с просыпным модулем – стационарный лабораторный прибор (включен в Госреестр СИ РФ № 53237-13), предназначен для проведения экспресс-анализа цельного зерна пшеницы, ячменя, ржи, овса, тритикале,

кукурузы, сои и др. сельскохозяйственных культур по основным показателям качества (белок, влажность, клейковина, жир, клетчатка и т.п.) без предварительной пробоподготовки.

Принцип работы «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» с просыпным модулем основан на регистрации спектров поглощения образца с использованием метода Фурье-преобразования с последующей обработкой с использованием методов множественного регрессионного анализа. «ИнфраЛЮМ® ФТ-12» с просыпным модулем измеряет спектр на нескольких сотнях длин волн. Это значительно улучшает точность анализа за счет большего объема и высокой точности обрабатываемой информации.

Наличие просыпного модуля, отсутствие пробоподготовки и наличие сенсорного монитора позволяют упростить работу с анализатором. Большой объем измеряемого образца (0,5 л) обеспечивает получение максимально достоверных и воспроизводимых результатов. Градуировочные модели для этого анализатора от выше приведенных анализаторов отличаются незначительно.

С помощью новых инфракрасных анализаторов SpectraStar XT (рисунок 7), разработанных фирмой Unity Scientific можно определять такие показатели, как влага, протеин, клетчатка, жир, зола, крахмал и другие (в том числе аминокислоты в сырье). Имеется пакет калибровок более чем на 70 различных видов комбикормового сырья, что покрывает весь диапазон сырья, используемого для производства кормов [10, 11].



Рисунок 7 – Инфракрасный анализатор SpectraStar 2600 XT

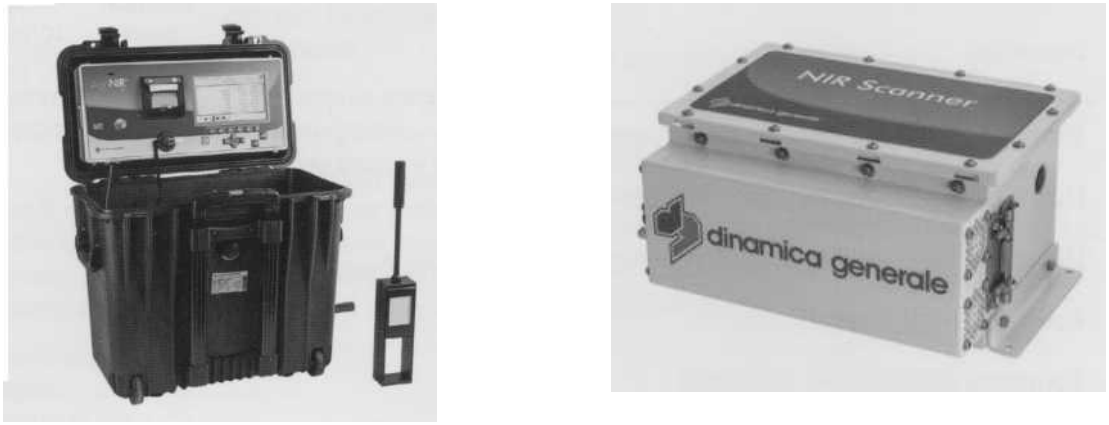
Анализаторы SpectraStar серии XT разработаны для анализа размолотых и неразмолотых, жидких и пастообразных продуктов, откалиброваны по стандартам отражения NIST (Американский Национальный Институт Стандартов). Модель SpectraStar 2600XT работает в расширенном диапазоне до 2600 нанометров, что увеличивает точность определения таких показателей, как аминокислоты, лигнин, протеин и клетчатка.

Время анализа всех показателей составляет около одной минуты. Результаты анализа наглядно отображаются на экране и автоматически запоминаются прибором, что позволяет без дополнительных действий оператора сравнивать результаты анализа нескольких последних образцов, передавать результаты анализа по сети или распечатывать на принтере.

Фирмой «Symmetron» (Италия) разработаны экспресс-анализаторы для различных групп кормов AgriNIR и NIR Smart Sensor, основанные на методе инфракрасной спектроскопии [12].

Экспресс-анализатор AgriNIR™ (рисунок 8) предназначен для высокоточного анализа кормов и зерна, который за одну минуту измеряет массовую долю влаги (сухого вещества), сырого протеина, клетчатки (КДК и НДК) и других показателей.

Анализатор NIR Smart Sensor предназначен для анализа качества кормов и зерна при их уборке в режиме реального времени и устанавливается непосредственно на сельскохозяйственные машины. Сенсор за несколько секунд измеряет массовую долю влаги (сухого вещества), крахмала, сырого протеина, клетчатки (КДК и НДК) и других показателей кормового сырья. Имеет связь с интерфейсом ISOBUS и большинством виртуальных терминалов.



а б

Рисунок 8 – Экспресс-анализаторы для кормов (а) AgriNIR и NIR Smart Sensor (б)

Новинкой в линейке NIR–анализаторов компании Bruker Optics (Германия) является **спектрометр Tango** (рисунок 9). Прибор выполнен в компактном корпусе и может поставляться с сенсорным управляющим компьютером. Анализатор может быть выполнен с модулем диффузного отражения Tango-R (для исследования твердых образцов) или с модулем кюветного отделения Tango-T (для анализа жидкостей).

Анализ образцов осуществляется в режиме реального времени с помощью оптоволоконных датчиков, которые погружаются непосредственно в реактор, трубу или устанавливаются над конвейером, что является важным преимуществом данного прибора. Один спектрометр поддерживает до шести различных датчиков. Спектрометр может быть удален от места установки датчика на расстояние оптоволокна до 200 м (зависит от образца и вида датчика). Таким образом, метод FT-NIR позволяет перейти от выборочного к тотальному контролю входного сырья и продукции [13, 14].



Рисунок 9 – Спектрометр Tango компании Bruker Optics

Анализатор сочетает в себе высокое качество и универсальность с интерфейсом, доступным на 10 языках. В приборе используется надежный, хорошо зарекомендовавший себя в предыдущих моделях спектрометров интерферометр RockSolid, не требующий настройки, обеспечивающий высокоточные результаты и перенос калибровок.

Для обеспечения максимального обзора монитор вращается вокруг оси и наклоняется под любым углом, его даже можно положить сверху на спектрометр. Выбор продукта при анализе производится нажатием на соответствующую иконку на сенсорном экране. Количественный анализ выполняется по готовым калибровкам, без разработки метода, имеется возможность адаптации калибровочных моделей по собственным образцам. ПО совместимо со сканером штрих-кодов.

Анализатор применяется при анализа образцов по ГОСТ Р 32749-2014 Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области.

Выводы. В результате проведенного анализа выявлено, что для измерения содержания клетчатки разработано значительное количество специализированных и универсальных (многокомпонентных) приборов. Анализ рынка средств измерений клетчатки, применяемых в технологиях контроля качества сельскохозяйственной продукции и сырья, показал доминирование приборов зарубежного производства.

Развитие специализированных приборов для измерения содержания клетчатки идет в направлении повышения уровня автоматизации ручных и химических операций при проведении лабораторных исследований и межлабораторных сличений результатов, увеличения количества одновременно анализируемых образцов (до 24).

Одним из эффективных методов инструментального анализа является спектроскопия в ближней инфракрасной области, позволяющая получать информацию о многих компонентах, в том числе клетчатки, содержащихся в сырье и готовой продукции в течение минуты без сложной пробоподготовки, что особенно важно при контроле качества в условиях производства.

Развитие ИК-анализаторов идет в направлении сокращения времени анализа, повышения точности измерения и количества измеряемых компонентов, для чего используются встроенные стандарты измерения, единые обновляемые через Интернет-калибровки.

Библиографический список

1. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С. Методы и инструменты контроля качества сельскохозяйственной продукции. – М.: Росинформагротех, 2017. – 292 с.
2. Три системы оценки структурности корма: сырая и структурная клетчатка, показатель структуры корма и NDF, ADF, ADL. [Электронный ресурс]. URL: https://soft-agro.com/krs-na-otkorme/tri-sistemy-ocenki-strukturykorma-syraya-i-strukturnaya-kletchatka-pokazatel-struktury-korma-i-ndf-adf-adl.html (дата обращения: 30.08.2018).
3. Приборы экспресс-анализа и лабораторное оборудование: проспект ООО «ЭКАН». – 16 с.
4. Infratec 1241. Анализатор зерна и муки: проспект ООО «Фосс Электрик». – 9 с.
5. Infratec™ NOVA. Анализатор зерна и муки: проспект ООО «Фосс Электрик» – 9 с.
6. Настольные БИК-Фурье-анализаторы BUCHI NIRFlex N500. [Электронный ресурс]. URL: http://phct.ru/nastolnye-bik-fure-analizatory-niflex-n500/l (дата обращения: 24.05.2017).
7. NIRSolutions. Максимальная эффективность: проспект компании BUCHI. – 24 с.
8. Приборы и лабораторное оборудование для агропромышленного комплекса: проспект ГК «ЛЮМЭКС», Москва». – 4 с.
9. Аналитическое оборудование: каталог. М.: ЛЮМЭКС-ЦЕНТРУМ, 2015-2016. – 160 с.
10. Инфракрасный анализатор: проспект ООО «Викомп». – 2 с.
11. Инфракрасный анализатор SpectraStar 2600XT. [Электронный ресурс]. URL: http://www.vicomp.ru/index.php/catalog/nir/spectrastar-2600xt (дата обращения: 30.05.2017).
12. Ферма будущего. Технологические решения для сельского хозяйства: проспект фирмы Symmetron. – 15 с.
13. Терпугова П. Экспресс-контроль качества сырья и комбикормов на производстве // Комбикорма. – 2013. – № 1. – С. 56-58.
14. TANGO – лабораторный Фурье-спектрометр ближней инфракрасной области (FT-NIR). [Электронный ресурс]. URL: http://www.millab.ru/equipments/3343_ft-nir-spektrometry-bruker-tango/ (дата обращения: 01.06.2017).

Buklagin D.S.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky Township, Moscow Region

METHODS AND DEVICES FOR DETERMINATION OF FIBER CONTENT

Increasing demands on the quality of agricultural products necessitate the development of methods, instruments and equipment for evaluation, quality control of agricultural products at all stages of production, processing and storage of agricultural products, raw materials and food. Knowing the amount of fiber in feed and food products allows you to optimize the nutritional value and cost of feed, to balance nutrition and as a result - to reduce the risks of various diseases, so the control of fiber content in food and feed is an urgent task. To measure fiber content in feed and food products are available as specialized devices (for single-component analysis), and for simultaneous measurement of several key indicators of the quality of agricultural products, feed and raw materials, including fiber content. Among devices for multi-element analysis is a proliferation of analytical instrumentation based on the method of IR-spectroscopy with the

accuracy of the measurement-level methods of chemical analysis. It does not require the use of chemical reagents and consumables. (The purpose of the study) to analyze modern methods of measurement of fiber content as one of the main components characterizing the quality of agricultural products, feed and raw materials using modern tools. (Materials and methods) we Used the method of information and logical analysis of domestic and foreign scientific and technical information, as well as materials of market research instrument base to measure fiber content. (Results and discussion) Showed that an effective method of instrumental analysis is near infrared spectroscopy, which allows to obtain information about the main components, including fiber contained in raw materials and finished products for 1 minute without complex sample preparation, which is especially important for quality control in production conditions. Determined that to ensure the necessary accuracy of measurement of concentration of components in the analyzed samples, the infrared analyzers use network technology upgrade and control calibrations with the possibility of adaptation of calibration models according to their own samples. (Conclusions) Revealed that the development of devices for measuring fiber content is in the direction of increasing the level of automation of manual and chemical operations in laboratory studies and interlaboratory comparisons of results, increasing the number of simultaneously analyzed samples (up to 24). The development of IR analyzers is aimed at reducing the analysis time, increasing the measurement accuracy and the number of measured components, which uses built-in measurement standards, unified, updated via the Internet, calibration.

Keywords: analysis, measurement, error, sample, fiber, products, quality, control, calibration.

Секция 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АПК

УДК 631.171: 621.23

Докин Б.Д.[1], Ёлкин О.В.[1], Алетдинова А.А.[2],
[1]Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный технический университет

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В УСЛОВИЯХ СИБИРИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассмотрены методические подходы выбора альтернативных технологий и технических средств возделывания и уборки зерновых культур в зависимости от ресурсного обеспечения сельхозтоваропроизводителей в различных почвенно-климатических зонах Сибири. Для рассматриваемого варианта технологий и технических средств при заданном уровне интенсификации и урожайности определены себестоимость производства зерновых культур и затраты труда на единицу продукции в рамках экономико-математической модели, применяемой для обоснования структуры машинно-тракторного парка.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, себестоимость, урожайность, уровень интенсификации.

В марте 2016 г. на заседании Президиума и Коллегии научно- технического совета Минсельхоза России определены основные направления « Прогноза научно- технического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 года». Президент Российской Федерации В.В. Путин издал Указ от 21июля 2016 года за №350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». В указе Правительству Российской Федерации поручено в 6-месячный срок разработать и утвердить «Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025годы». Правительство не смогло и не сможет решить эту задачу. По заданию Правительства РФ эту задачу смогут решить зональные институты агрономического, экономического и инженерного профиля. У Россельхозакадемии и МСХ РФ есть такой опыт подключения к работе различных зональных институтов.

В 1994 году перед разработкой «Системы технологий и машин для сельскохозяйственного производства России и малотоннажной переработки сельхозпродукции» эти ведомства издали документ «Принципы построения, методика разработки и управления, федеральный и региональный аспекты» по инициативе академиков РАСХН и сотрудников зональных НИИ РАСХН. Было выделено финансирование головным институтам: ВИМ и ВНИИМЖ; и зональным институтам: НИПТИМЭСХ (г. Пушкин), ВНИПТИМЭСХ (г. Зерноград), ДальНИИМЭСХ (г. Благовещенск), СибИМЭ (г. Новосибирск). В результате были разработаны федеральные и региональные регистры технологий и технических средств для комплексной механизации сельскохозяйственного производства. За последние десятилетия изменился общественный строй и экономика, появились энергонасыщенные тракторы, кормо- и зерноуборочные комбайны, широкозахватные посевные комплексы. Это потребовало разработку новых методических подходов к обоснованию технологического и технического обеспечения производства продукции растениеводства.

Цель исследований – разработка методических подходов выбора вариантов технологий и структуры МТП для различных типов товаропроизводителей в зависимости от уровня их ресурсного обеспечения и конкретных почвенно-климатических условий.

Исследователи-агрономы СибНИИСХ, АНИИЗиС, Красноярского НИИСХ и др. обычно оценивают технологии по урожайности сельскохозяйственных культур и, если приводят экономические показатели (затраты, прибыль, доход), то лишь те, что относятся к отдельным видам обработки почвы. Уровень урожайности, безусловно, является необходимым, но недостаточным показателем для оценки эффективности той или иной технологии [1].

По этому поводу почетный академик ВАСХНИЛ, профессор ТСХА В.И. Эдельштейн в свое время считал: «Технология без биологии слепа, без механизации – мертва, но все решает неумолимая экономика» [2].

Каждый сельхозпроизводитель выбирает тот или иной вариант технологий и технических средств, для производства зерна в зависимости от ресурсного обеспечения и наличия кадров механизаторов. Можно работать с простейшими технологиями, имея недорогой машинно-тракторный парк (МТП) и низкую себестоимость зерна, но это все потребует большего количества механизаторов и при этом будет самый низкий уровень производительности труда. Энергонасыщенная техника потребует финансовых вложений, но зато обеспечит повышение производительности труда в два-три раза.

Поэтому принцип необходимости и достаточности при выборе технологий и технических средств соблюдается, если известен уровень урожайности зерновых культур, себестоимости их производства и затраты труда (чел.-ч./т). Для любого варианта технологий и технических средств при заданном уровне интенсификации и урожайности можно определить себестоимость производства зерновых культур (тыс. р./т) и затрат труда (чел.-ч/т) в рамках экономико-математической модели при обосновании структуры МТП.

Результаты сравнения технологий возделывания зерновых культур, например, у товаропроизводителей с разным ресурсным обеспечением показали:

- если товаропроизводитель может потратить деньги только на протравливание семян (100 р. на га посевов зерновых) и имеет 3,5-4,0 чел. на 1 тысячу га зерновых, то ему следует применять экстенсивную технологию;

- если товаропроизводитель имеет средства на удобрения и защиту растений от сорняков и болезней на сумму не мене 5 тыс. р. на га и количество механизаторов от 2,4-3,0чел. на 1 тыс. га зерновых, то он может работать по нормальной технологии;

- если товаропроизводитель располагает средствами на удобрения и химизацию не менее 10 тыс. р. на га и имеет механизаторов 2,4-3,0 чел. /тыс. га, то он может работать, по интенсивной технологии на базе отвальной вспашки или глубокого рыхления;

- если он имеет средства не менее 10 тыс. р. на га и количество механизаторов 2,1-1,7 чел. на 1 тыс. га, то должен переходить на ресурсосберегающие технологии на базе минимальной или нулевой обработки почвы.

Еще в 1983 г. Докин Б.Д. СибИМЭ СО РАСХН [3] предложил метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ для обоснования структуры МТП, согласно которому оценку и выбор средств механизации для той или иной работы или комплекса работ необходимо производить с учетом условия, что затраты на технику должны покрываться сокращением числа занятых механизаторов и потерь сельскохозяйственной продукции.

В 2009 году Докин Б.Д. и Ёлкин О.В. (СибИМЭ) опубликовали методику проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ [4]. Для реализации этого метода совместно СибИМЭ и СибФТИ СО Россельхозакадемии в 2013 году был разработан программный комплекс «Агро».

Принцип формирования годовых комплексов полевых работ заключается в следующем: составляется базисный план выполнения полевых работ в течение года тракторами общего назначения. Затем этот объем начинает выполнять трактор, например, класса 3. От общего объема полевых работ первый трактор заберет на каждой технологической операции объем, равный производительности МТА с этим трактором на данной сельскохозяйственной операции. Таким образом, получился первый годовой комплекс полевых работ. По такому же принципу второй трактор наберет второй годовой комплекс полевых работ. Новый годовой комплекс полевых работ будет соответствовать полному выполнению всего объема полевых

работ. Затем следующие тракторы классов 5 и 8 наберут свои годовые комплексы полевых работ в соответствии с производительностью МТА на этих же сельскохозяйственных операциях. Для каждой технологии и соответствующего МТП определяются экономические показатели. Для пропашных тракторов строится свой базисный план выполнения полевых работ в течение года. Формирование годовых комплексов полевых работ ведется по такому же принципу. Схема формирования годовых комплексов полевых работ показана на рисунке 1. Если раньше годовые комплексы полевых работ оценивались по величине эксплуатационных затрат на один условный эталонный гектар (у. э. га) в р., то после уточнения методики выбора альтернативных вариантов ресурсосберегающих технологий производства зерна вводится дополнительный показатель – потребность в кадрах механизаторов на 1 га посевов зерновых.

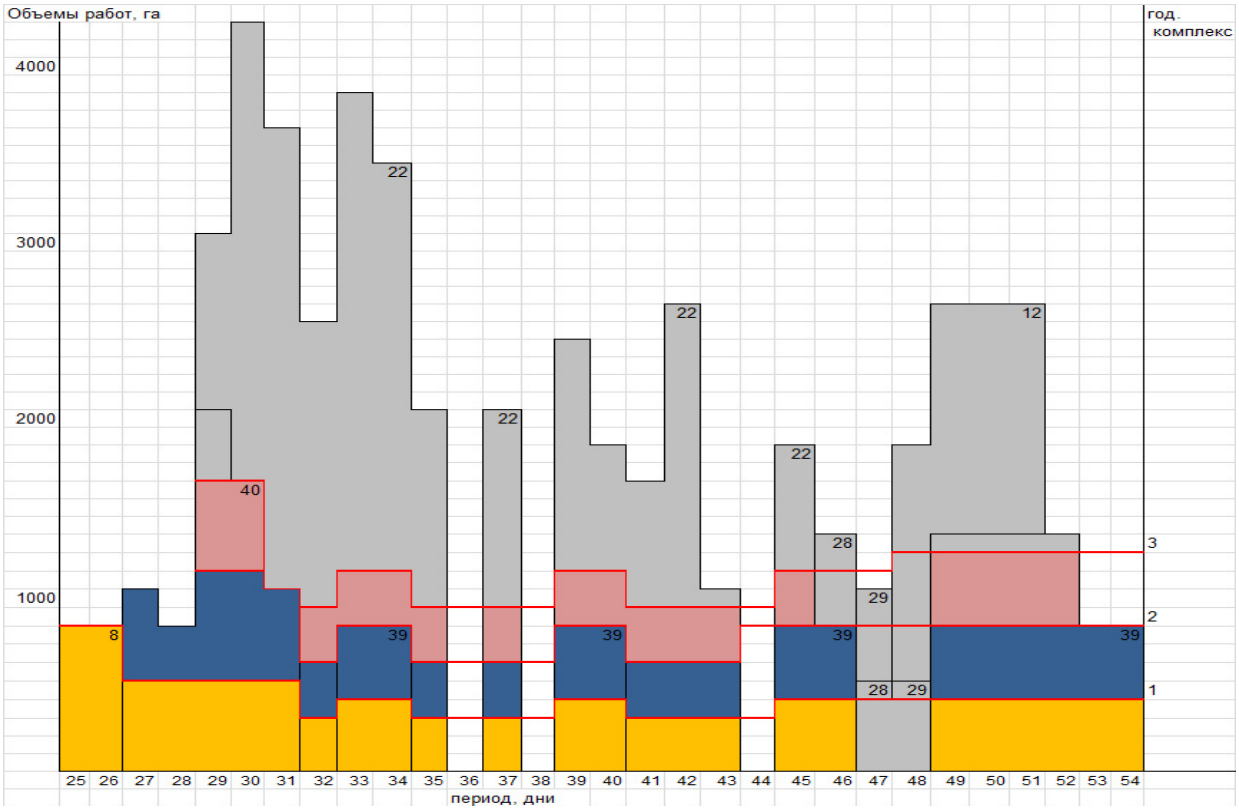


Рисунок 1 – Распределение годовой загрузки для К-744Р1 по экстенсивной технологии

Для модельного хозяйства лесостепной зоны со структурой посевных площадей: площадь пашни – 11600 га, зерновые – 5906 га, однолетние травы – 1751 га, многолетние травы – 2268 га, пары – 1735 га был обоснован состав МТП для классической интенсивной технологии на базе отвальной вспашки. Результаты приведены в таблице 1 [5, 6].

Таблица 1

Стоимость МТП, эксплуатационные затраты и потребность в механизаторах при интенсивной технологии на базе отвальной вспашки

Показатели	Тип трактора		
	К-744Р1	МТЗ-1822.3	ДТ-75М
Стоимость МТП, млн. р.	102,36	72,85	67,98
Эксплуатационные затраты, млн.р.	33,88	25,17	21,85
Потребность в трактористах, чел.	14	17	26

Переход к ресурсосберегающим технологиям на базе минимальной обработки почвы позволяет снизить потребность в трактористах в 1,7-2,5 раза (таблица 2).

Таблица 2

Стоимость МТП, эксплуатационные затраты и потребность в механизаторах при ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки

Показатели	Тип трактора		
	К-744Р1	МТЗ-1822.3	«Джон Дир»9430
Стоимость МТП, млн. р.	65,73	61,84	61,26
Эксплуатационные затраты, млн. р.	16,99	13,15	25,67
Потребность в трактористах, чел.	6	10	2

Таким образом, на основании принципа необходимости и достаточности выбор технологий необходимо производить с учетом показателей урожайности, себестоимости производства единицы продукции и потребности в кадрах механизаторов. Преимущества имеют ресурсосберегающие технологии на базе минимальной обработки почвы. Переход к ресурсосберегающим технологиям позволяет снизить стоимость МТП в 1,5 раза по тракторам класса 5.

Потребность в кадрах механизаторов при производстве зерна в условиях Сибири можно сократить с помощью трех методических подходов:

– за счет применения более энергонасыщенной техники;

– за счет перехода к ресурсосберегающим технологиям на базе минимальной и нулевой обработок почвы;

– за счет организационно-технологических мероприятий.

Библиографический список

1. Докин Б.Д., Мартынова В.Л., Ёлкин О.В. Методика обоснования зональной системы ресурсосберегающей машинных агротехнологий и машин для производства основных видов продукции растениеводства: методическое пособие. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 42 с.

2. Лачуга Ю.Ф. Сельскохозяйствнному производству – новые знания // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 3. – С.3-8.

3. Докин Б.Д. Зональная система машин для комплексной механизации растениеводства в рамках агропромышленного комплекса (на примере Западной Сибири) : дис. … д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1983. – 351 с.

4. Докин Б.Д., Ёлкин О.В. Методика проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей IV междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 1. – С. 249–252.

5. Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Мартынова В.Л., Пискарёв А.В. Выбор технологии производства зерна в Сибири // Сельский механизатор, – 2016. – № 5. – С. 20-21.

6. Докин Б.Д., Мартынова В.Л., Ёлкин О.В., Никифорова А.А. Как сократить потребность в кадрах механизаторов // Сельский механизатор, – 2017. – №8. – С. 20-21.

Dokin B.D.[1,2], Elkin O.V.[1], Aletdinova A.A.[2],
[1] Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region,
[2] Novosibirsk State Technical University

THE SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL DOCUMENT-MANAGEMENT OF PRODUCTION OF CROP PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF SIBERIA WITH USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES

The article considers methodological approaches to the selection of alternative technologies and technical means for cultivating and harvesting grain crops depending on the resource provision of agricultural producers in various soil and climatic zones of Siberia. For the considered variant of technology and technical means for a given level of intensi-

fication and yield, the cost of production of grain crops and labor costs per unit of output are determined within the framework of the economic and mathematical model used to justify the structure of the machine and tractor fleet.

Keywords: machine-tractor park, prime cost, yield, level of intensification.

УДК 631.2:007

Борисова Л.В., Димитров В.П.,
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ ЗЕРНОКОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

В статье рассматриваются некоторые аспекты моделирования предметной области «Техническое обслуживание зернокомбайнов». Сложность рассматриваемой предметной области и присущий ей высокий уровень неопределенности предопределяют использование подхода, основанного на теории нечетких множеств. Приводится краткая классификация высказываний, на основе которых формируется база нечетких продукционных правил, а также иллюстрации для каждого типа высказываний.

Ключевые слова: зернокомбайн, техническое обслуживание, нечеткие модели, лингвистические переменные, нечеткие высказывания.

Зерноуборочный комбайн является сложной мехатронной системой, функционирующей в постоянно меняющихся внешних условиях. В этом случае достаточно трудно создать математическую модель процесса принятия решений (ПР) по технологическому обслуживанию комбайна, при наличии различного рода неопределенностей, которая была бы адекватной условиям уборки. Указанные трудности при разработке модели ПР состоят в том, что сложные условия работы уборочной техники затруднительно поддаются точному количественному описанию. При этом значительная составляющая информации о технологическом обслуживании машины обычно представляется в словесной (лингвистической) форме [1].

При разработке информационных интеллектуальных систем поддержки принятия решений (экспертных систем) одними из важнейших научных задач является структуризация и формализация знаний изучаемой проблемной области (т.е. описание знаний по техническому обслуживанию в виде какого-либо формализма) [2].

В данной работе среди множества задач технического обслуживания комбайнов рассматривается задача технологической настройки в полевых условиях.

Основными этапами при разработке интеллектуальной информационной системы являются: описание характерных особенностей задачи; определение основных и вспомогательных понятий для описания знаний; поиск структур для формализации знаний, составление правил, содержащих знания, и их оценка [3].

Этап концептуализации предметной области характеризуется описанием основных отношений: 1) между внешними признаками среды и параметрами регулировки рабочих органов машины и 2) между регулировочными параметрами и характеристиками качества уборки с помощью нечеткой системы (рисунок 1). Конкретные предпосылки (входы) и заключения (выходы) можно рассматривать как нечеткие множества A и B на пространствах X и Y.

На этапе идентификации предметной области необходимо характеризовать рассмотренные множества внешних признаков среды – ВПС, множества регулируемых параметров, а также параметров технического состояния машины – ПРМ и множества критериев качества выполнения уборочных работ – ККУ с помощью лингвистических переменных (ЛП) (например, <Полеглость хлебной массы, %>, <Зазор жалюзи верхнего решета очистки, мм >, <Потери свободным зерном в полове, %>).

Лингвистическое описание рассмотренных основных групп признаков исследуемой предметной области предусматривает определение числа значений (термов) лингвистических переменных, описание базового, а также расширенного терм-множества для каждой ЛП, построение функций принадлежности.

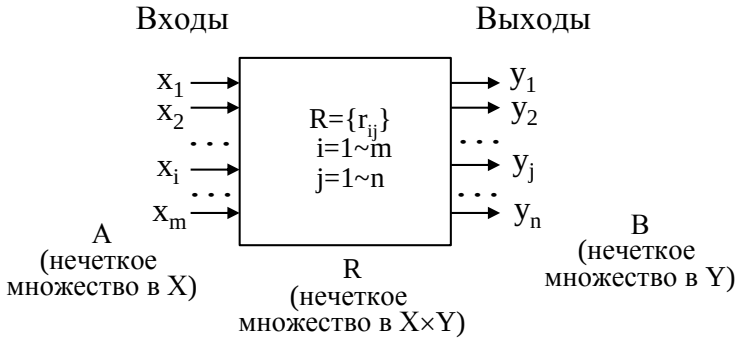


Рисунок 1 – Представление отношений «внешние признаки» – «параметры регулировочные», «параметры регулировки» – «характеристики качества уборки», с помощью нечеткой системы

На этапе формализации знаний необходимо сформировать нечеткие экспертные высказывания, характеризующие входные и выходные нечеткие ситуации. Для изучаемой предметной области присущи высказывания видов [4]:

а) <β есть α>, б) <β есть mα>, в) <β_X есть α_{X1} и есть α_{X2}>,

г) $< \beta_X \;\; есть \;\; \alpha_{X_{ji}} \; И \;\; \beta_Y \;\; есть \;\; \alpha_{Y_{ji}} \; И ... И \; \beta_Z \;\; есть \;\; \alpha_{Z_{ji}} >$.

Например, «Зерно сухое», «ЧВВО очень высокая», «Потери свободным зерном в полове большие». При этом формируются для входных и выходных нечетких ситуаций нечеткие переменные с функциями принадлежности соответственно

$$\mu_{X_{ji}}(x), \;\; \mu_{Y_{ji}}(y), \;\; \mu_{Z_{ji}}(z), ..., \mu_{V_{ji}}(v),$$

$$x \in X, \;\; y \in Y, \;\; z \in Z, \;\; ...u \;\; v \in V).$$

Применительно к рассматриваемой проблемной области рассмотрим содержательные аспекты приведенных выше типов.

Первый вид высказываний (а) является наиболее простым и конкретизирует значение лингвистической переменной (β) (либо для регулировочного параметра, либо для внешнего фактора среды) в виде утверждения (α). При этом α является нечеткой переменной.

Например, может иметь место высказывание, характеризующее условия уборки <полеглость высокая>, < уклон поля большой>, <высота установки режущего аппарата низкая>.

В высказывании <зазор жалюзи верхнего решета очистки, 8 мм > значение 8 мм является четкой оценкой ЛП β: < зазор жалюзи верхнего решета очистки >.

Второй вид высказываний – (б) формализуется в виде <β есть mα>, <β есть Qα>, <Qβ есть mα>, <mβ есть Qα>. В указанных выражениях m – модификатор (в лингвистической форме выражается как: незначительный, средний, очень и т.п.), а Q - квантификатор (в лингвистической форме выражается как: несколько, немного, много, очень много и т.п.). Например, <зазоры жалюзи верхнего и нижнего решет несколько малы>, <скорость машины немного превышает номинальную>;

С помощью операций композиции: конъюнкции «И», дизъюнкции «ИЛИ», импликации «ЕСЛИ, …, ТО» и т. д. формируются сложные высказывания. Например, «Если урожайность менее 50 ц/га, и стеблестой влажный, и полеглость высокая, то частота вращения молотильного барабана выше номинальной ».

Для изучаемых задач актуально использование *правил для оценки истинности* [5].

Пусть β_x и β_y – лингвистические переменные, определенные на множествах X и Y. При этом их значениями являются – α_{X1} и α_{Y1} с соответствующими нечеткими множествами

$C_{X1} = \{<\mu_{X1}(x)/x>\}$ и $C_{Y1} = \{<\mu_{Y1}(y)/y>\}$.

Для оценки истинности высказываний, рассмотренных выше сложных видов, их необходимо привести к наиболее простому виду (а) в соответствии с выражением [5]:

$<\beta_X$ есть α_{X1} и β_Y есть $\alpha_{Y1}> \rightarrow <(\beta_X, \beta_Y)$ есть $\overleftrightarrow{\alpha}_{X1} \cap \overleftrightarrow{\alpha}_{Y1}>$.

Знак $\rightarrow$ является знаком подстановки.

При этом выражение $\overleftrightarrow{\alpha}_{X1} \cap \overleftrightarrow{\alpha}_{Y1}$ ($\cap$ - знак операции пересечения) рассматривается как значения ЛП (β_{X1}, β_{Y1}) с соответствующим нечетким множеством $C_{\cap} = \overleftrightarrow{C}_{X1} \cap \overleftrightarrow{C}_{Y1}$. $\overleftrightarrow{C}_{X1}$ и $\overleftrightarrow{C}_{Y1}$ - представляют собой цилиндрические продолжения нечетких множеств C_X и C_Y:

$$\overleftrightarrow{C}_{X1} = \{< \overleftrightarrow{\mu}_{X1}(x, y) / x\} \quad \overleftrightarrow{C}_{Y1} = \{< \overleftrightarrow{\mu}_{Y1}(x, y) / y\},$$

где $(x, y) \in X \times Y$, и $(\forall x \in X)(\forall y \in Y) \quad [\overleftrightarrow{\mu}_{X1}(x, y) = \mu_{X1}(x); \overleftrightarrow{\mu}_{Y1}(x, y) = \mu_{Y1}(y)]$.

Как было показано ранее [6] задачи технологического обслуживания (предварительная настройка рабочих органов уборочной машины и корректировка регулировок) являются задачами принятия решений в нечетких условиях. При этом имеется несколько выходных параметров (конечное множество регулировочных параметров и критериев качества работы). Для упрощения постановки задачи будем считать, что наблюдаются несколько параллельных процессов с одним (конкретным) выходным параметром.

Экспертная информация, характеризующая отношения регулируемых параметров и факторов внешней среды может быть формализована с помощью системы правил вида:

$$\tilde{L} = \begin{cases} \tilde{L}_1: & < ЕСЛИ \quad \tilde{A}_1, & ТО \quad \tilde{B}_1 >, \\ \tilde{L}_2: & < ЕСЛИ \quad \tilde{A}_2, & ТО \quad \tilde{B}_2 >, \\ \ldots & & \\ \tilde{L}_m: & < ЕСЛИ \quad \tilde{A}_m, & ТО \quad \tilde{B}_m > \end{cases}$$

где A_j, $j = \overline{1, m}$ – высказывания вида (в). Например, $\tilde{A}_{43}$:< урожайность пшеницы ниже 40 ц/га и полеглость хлебостоя средняя> .

В словесном выражении эмпирическое правило, отражающее взаимосвязь между входами (значения внешних факторов уборки) и выходами (значениями регулировочных параметров) может выглядеть как:

«ЕСЛИ урожайность пшеницы примерно 40 ц/га, **И** засоренность высокая,
И хлебостой влажный, **И** соломистость низкая,
ТО частота вращения молотильного барабана ниже номинальной».

Завершающим этапом процесса моделирования (для задачи предварительной настройки) является построение схемы дедуктивного вывода на основе modus ponens [4]:

$$\tilde{L}_j: \quad < ЕСЛИ \quad \tilde{A}_j, \quad ТО \quad \tilde{B}_j >;$$
$$\tilde{A}', \quad - истинно;$$
$$\tilde{B}' \quad - истинно.$$

и проверка истинности правил вывода с учетом выражения.

$$\mu_{mp}^{(1)}(1) = \min\{1, [1 - \mu_{W_1}(w') + \mu_{V_1}(v')], \ldots, [1 - \mu_{W_m}(w') + \mu_{V_m}(v')]\}.$$

Следуя [5] отмечаем, что число высказываний в рассматриваемой системе соответствует количеству базовых значений выходной ЛП (числу выходных нечетких ситуаций). Поэтому данную систему экспертных высказываний можно считать неизбыточной и непротиворечивой нечеткой системой.

Истинностью нечеткого правила modus ponens для рассматриваемой схемы вывода является нечеткое множество $T_{mp}(\tilde{L}_j, \tilde{A}', \tilde{B}')$, определяемое выражением

$$T(\tilde{A}'/\tilde{A}_j) \to T(\tilde{B}'/\tilde{B}_j).$$

Здесь $T(\tilde{A}'/\tilde{A}_j)$ – истинность высказывания $\tilde{A}'$ относительно $\tilde{A}_j$;

$T(\tilde{B}'/\tilde{B}_j)$ – истинность высказывания $\tilde{B}'$ относительно $\tilde{B}_j$ [5].

Для рассматриваемой нечеткой системы экспертных высказываний степенью истинности правила modus ponens является величина $\mu_{mp}(1)$. Она характеризует степень соответствия базовых значений выходного признака обобщенному значению входов (нескольких входных признаков) в системе экспертных высказываний $\tilde{L}_j$.

Таким образом, формальное представление нечетких экспертных высказываний [7], характеризующих различные ситуации в полевых условиях, позволяет создать базу знаний экспертной системы (ЭС), которая предназначена для эффективного выполнения работ по технологическому обслуживанию комбайнов. Эффективность использования экспертной системы подтверждает тем, что база знаний, построенная на основе нечетких продукционных правил (а также машина вывода решений ЭС) адекватно отражают условия функционирования зернокомбайнов при уборке различных зерновых культур.

Библиографический список

1. Димитров В.П. Об организации технического обслуживания машин с использованием экспертных систем // Вестник ДГТУ. – 2003. – Т. 3. – № 1 (15). – С. 33 – 43.
2. Димитров, В.П., Борисова Л.В. Совершенствование информационной службы по использованию комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 4. – С. 25-28.
3. Димитров В.П., Борисова Л.В. Экспертная система для технологической регулировки зернокомбайнов // Сельский механизатор. – 2011. – № 12. – С. 6-7.
4. Zadeh L. Knowledge representation in fuzzy logic / An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, The Springer International Series in Engineering and Computer Science. New York: Springer, 1992. – Vol. 165. – P. 1–27.
5. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
6. Димитров, В.П., Борисова Л.В. Особенности моделирования процесса принятия решений при технологической регулировке машин / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 4.– С. 2-4.
7. Борисова Л.В., Димитров В.П., Нурутдинова И.Н. О методике представления нечетких экспертных знаний // Вестник Донского государственного технического университета. – 2014. – Т. 14. – № 4 (79). – С. 93-102.

Lyudmila Borisova, Valery Dimitrov,
Don State Technical University, Rostov-on-Don

SOME ASPECTS OF CREATION OF THE KNOWLEDGE BASE ON THE BASIS OF INDISTINCT STATEMENTS

In article some aspects of modeling of subject domain «Maintenance of combine harvesters» are considered. The complexity of the considered subject domain and high level of uncertainty inherent in her predetermine use of the approach based on the theory of indistinct sets. Short classification of statements on the basis of which the base of indistinct productional rules and also illustrations for each type of statements is formed is given.

Keywords: combine harvesters, maintenance, indistinct models, linguistic variables, indistinct statements.

УДК 631.1

Буклагин Д.С.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московской обл., р.п. Правдинский

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Описаны современные лазерные датчики и технологии, на базе которых разрабатывается новое или совершенствуется существующее измерительное оборудование для испытаний сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: испытания, лазерные технологии, измерение, датчик, погрешность, скорость движения.

При испытаниях сельскохозяйственной техники довольно часто приходится измерять такие показатели как пройденное расстояние, скорость движения, тормозной путь, профиль почвы и другие показатели, необходимые для инженерно-технологической оценки машин [1]. В последние годы для этих целей разработаны и начали применяться бесконтактные приборы, основанные на лазерных и оптических методах измерений, имеющие более высокую точность измерений, чем широко распространенные и применяемые в настоящее время. Так в Новокубанском филиале Российского научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса разработаны устройства для определения рельефа и микрорельефа участка поля дискретными измерениями расстояний в заданных координатами направлениях с применением интегрированного лазерного дальномера Leica DISTO D8, имеющего прикладную программу для информационного соединения и одновременной передачи данных по каналу Bluetooth на Notebook [2].

Рассмотрим лазерные и оптические датчики, производимые российской фирмой ООО «ПТП «Сенсорика-М» (рисунок 1). При разработке этих датчиков использовались последние достижения в области математических алгоритмов обработки сигналов, а также оригинальные технические решения, созданные совместно со специалистами Института общей физики РАН [3].



а б

Рисунок 1 – Общий вид оптического ИСД-3
(а) и лазерного ИСД-5 (б) датчиков скорости движения

Принцип работы лазерного датчика основан на освещении движущегося объекта и регистрирации отраженного сигнала оптической системой. Это может быть линза и фотодетектор (ФД). При движении ФД будет регистрировать сигнал, частота которого пропорциональна скорости. Характерное значение этой частоты определяется линейным размером области регистрации ФД и временем пересечения этой области элементом объекта. Для увеличения точности измерений необходимо сузить спектр частот, генерируемый движущимся объектом.

Для лазерных датчиков – это просто создание интерференционной картины, т. е. периодической модуляции освещенности объекта в пределах лазерного пучка (это область детек-

тирования). Это возможно, благодаря свойству когерентности лазерного излучения – все фотоны в пучке сфазированы. Если разделить исходный пучок на два пучка и свести их под углом друг к другу, то получим пространственный фильтр (рисунок 2).

Тогда интенсивность отраженного сигнала будет промодулирована с частотой «период освещенности» – «скорость его пересечения». При этом, чем больше число созданных периодов, тем уже спектр сигнала, и единичный перепад профиля или яркости объекта будет генерировать не один импульс, а множество (цуг) импульсов, число которых определяется количеством периодов интерференционной картины.

Например, при диаметре пучка на объекте 5 мм и периоде интерференции 0,05 мм получаем 100 штрихов интенсивности, которые определяют точность измерений. По данным разработчика для достижения точности измерения 0,1 % достаточно иметь 20-30 штрихов.

Техническая характеристика оптического (ИСД-3) и лазерного (ИСД-5) датчиков скорости движения представлена в таблице 1.

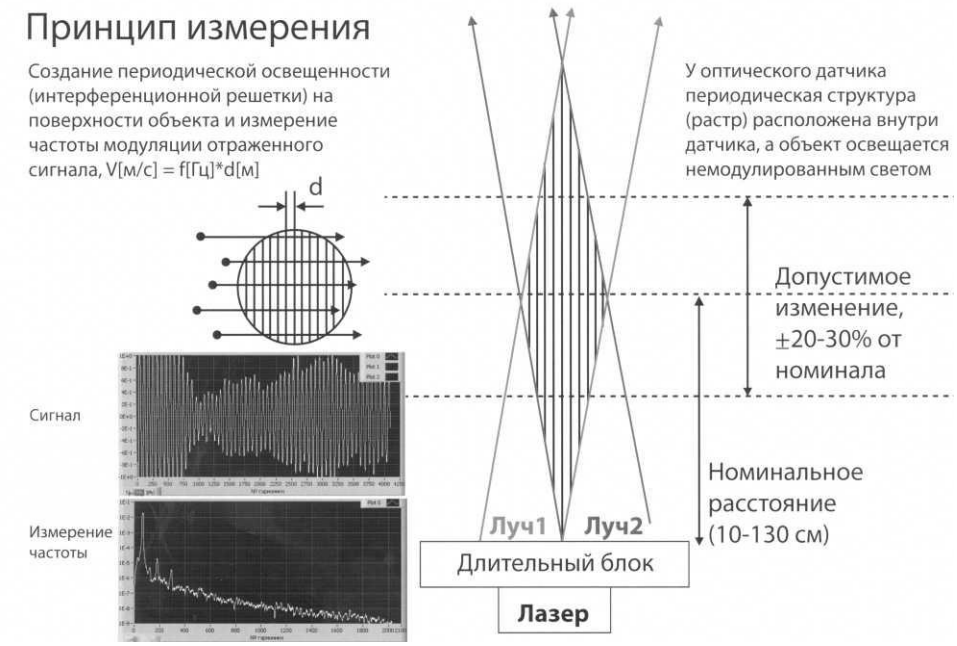


Рисунок 2 – Общий принцип измерения расстояния лазерным датчиком

При обработке сигналов используются современные микросхемы и микроконтроллеры с сигнальными процессорами, что позволяет измерять скорость с высокой частотой и реализовывать различные выходные сигналы – аналоговые, частотные, цифровые. Оба типа датчиков измеряют пройденный путь по измеренной скорости (интеграл скорости по времени).

Выпускается широкая линейка оптических и лазерных датчиков с номинальными расстояниями до объекта от 15 до 130 см и диапазоном измеряемых скоростей от 0,01 до 100 м/с для самых различных применений в промышленности и на транспорте. Лазерный и оптический датчики внесены в Госреестр СИ.

В последние годы в измерительной технике значительное распространение получили лазерные триангуляционные датчики и сканеры, предназначенные для бесконтактного измерения и контроля профиля поверхности, положения, перемещения, размеров, распознавания технологических объектов, измерения уровня сыпучих материалов и жидкостей, построения 3D моделей [4, 5].

В основу работы лазерного датчика положен принцип оптической триангуляции. Излучение полупроводникового лазера фокусируется объективом на объекте (рисунок 3). Рассеянное на объекте излучение входным объективом собирается на CMOS-линейке. Перемещение объекта вызывает соответствующее перемещение изображения. Встроенный процессор сигналов рассчитывает расстояние до объекта по положению изображения светового пятна на CMOS-линейке.

Таблице 1

Техническая характеристика датчиков скорости движения

Параметры	ИСД-3	ИСД-5
Принцип измерений	Оптический растровый	Лазерный интерференционный
Диапазон измеряемых скоростей	0,1-450 км/час	0,01-50 м/с
Точность измерения скорости, %	<±0,2	±0,2
Абсолютная точность измеряемой длины, %	<± 0,15	<± 0,15
Частота измерений, Гц	20-75	20-100
Номинальное расстояние от оптики датчика до поверхности (допустимый диапазон), см	30±10, 60±20, 90±30, 150±50	5±2, 10 ± 3, 15 ± 5, 30 ±10, 60 ±20 и 130 ±400
Питание, В	9-36 (импульсный преобразователь, изолированный)	
Потребляемая датчиком мощность, Вт	3,6-20	0,3-1
Диапазон рабочих температур датчика, °С	-20…+60	
Вес датчика + магнитный крепеж, г	300+100	(50/200)+50
Размеры датчика, см	5,5× 20	6x4,5x3 (мини) 12x10x3,5 (стандарт)



Рисунок 3 – Конструкция лазерного триангуляционного датчика

В основу работы лазерного сканера положен тот же принцип оптической триангуляции. Излучение полупроводникового лазера формируется в виде линии и проецируется на объект. Рассеянное на объекте излучение объективом собирается на двумерной CMOS-матрице. Полученное изображение контура объекта анализируется сигнальным процессором, который рассчитывает расстояние до объекта (координата Z) для каждой из множества точек вдоль

лазерной линии на объекте (координата X). Сканеры характеризуются началом рабочего диапазона по координате Z, рабочим диапазоном по координате Z, рабочим диапазоном по координате X в начале рабочего диапазона и в конце рабочего диапазона.

Фирмой ООО «РИФТЭК» (Республика Беларусь) выпускаются лазерные датчики семи моделей (РФ602, РФ603, РФ605, РФ607 и др.) более 50 модификаций (в зависимости от базового расстояния и диапазона измерений) и лазерные сканеры серии РФ625 22 модификаций.

Для примера в таблице 2 представлена техническая характеристика малогабаритного лазерного триангуляционного датчика серии РФ602.

Таблица 2

Техническая характеристика лазерных датчиков серии РФ602

РФ602	20/10	20/25	30/50	50/100	65/250	105/500
Базовое расстояние X, мм	20	20	30	50	65	105
Диапазон, мм	10	25	50	100	250	500
Максимальная частота обновления данных, Гц	9400					
Линейность, % (от диапазона)	±0,05					
Разрешение, % (от диапазона)	0,01 (для цифрового выхода)					
Температурный дрейф	0,02 % диапазона / С					
Источник излучения	Полупроводниковый лазер					
Мощность излучения, мВт	≤0,95					
Вес (без кабеля), г	40					

На основе лазерных технологий создаются сортировальные машины, в том числе для исследования статистических показателей различных сельскохозяйственных культур.

Так 3D лазерная измерительная машина, разработанная фирмой ООО «РИФТЭК», предназначена для бесконтактного измерения геометрических параметров семян подсолнечника, и представляет собой автономный программно-аппаратный комплекс.

В основу работы машины положен принцип 3D лазерного сканирования объекта с последующим получением 3D компьютерной модели и определения из этой модели геометрических параметров. Устройство машины представлено на рисунке 4 [6].

Машина содержит стол 1, на котором установлена рамная конструкция 2 с направляющей 3. На направляющей 3 установлена каретка 4, несущая лазерный сканер 5. Каретка 4 приводится в движение шаговым двигателем 6 посредством шарико-винтовой пары. В крайних положениях каретки 4 установлены концевые выключатели. На раме 2 установлен блок индикации 7. На боковой панели машины установлен разъем питания 8 и два сетевых гнезда 9 для подключения Ethernet. Подключение машины к ПК 10 осуществляется через сетевой коммутатор 11.

Лазерное излучение 12 сканера 5 формируется в виде линии 13 и проецируется на стол 1, на котором расположены контролируемые объекты. Длина лазерной линии соответствует ширине стола. Полученное изображения контура (профиля сечения) объектов, расположенных на столе, анализируется сигнальным процессором сканера, который рассчитывает расстояние до объекта (координата Z точек) для каждой из множества точек вдоль лазерной линии на объекте (координата X точек).

Установленный на каретке лазерный сканер перемещается вдоль стола 1, направление перемещения формирует координату Y. Через определенные фиксированные линейные интервалы вдоль координаты Y, задаваемые шаговым приводом, лазерный сканер определяет координаты точек профиля объектов (X, Z). В результате получают 3D компьютерную модель отсканированной области в виде облака точек с известными координатами (X,Y,Z). Требуемые геометрические параметры объектов рассчитываются из полученной 3D модели.

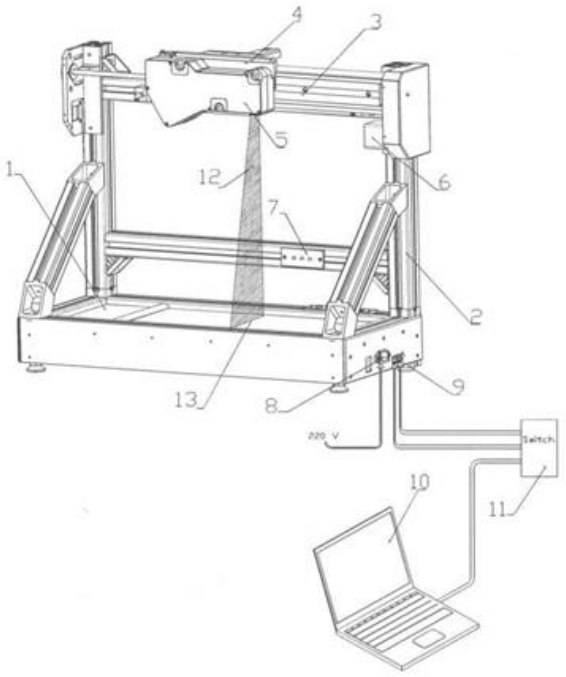


Рисунок 4 – Устройство 3D лазерной измерительной машины
для анализа семян подсолнечника

Цикл измерения геометрических параметров полностью автоматизирован, и работа с машиной сводится к работе с программой. Пример рабочего окна программы представлен на рисунке 5.

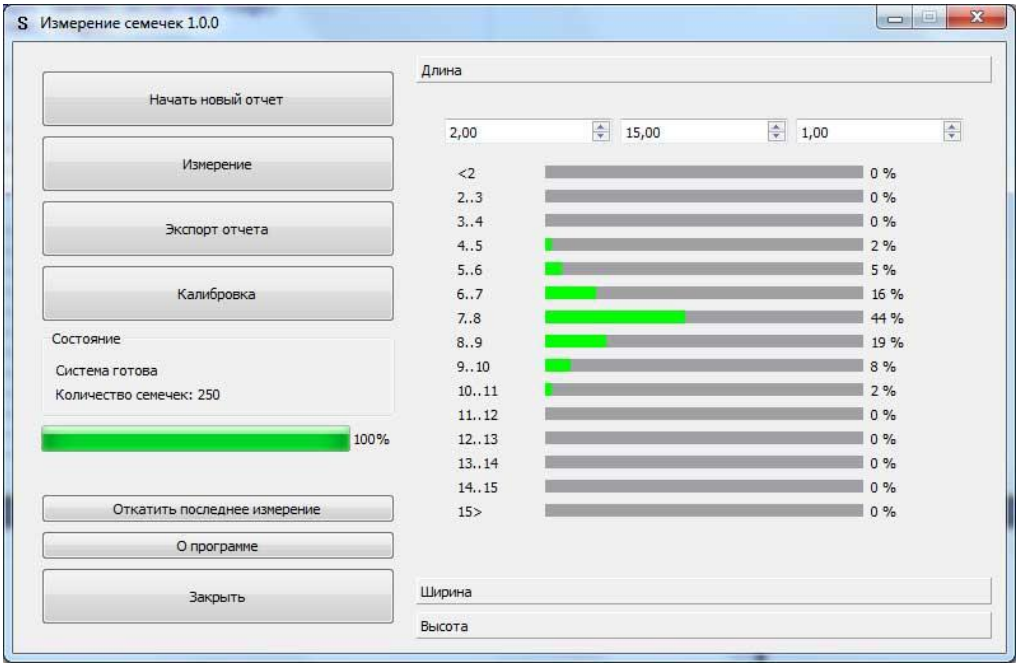


Рисунок 5 – Рабочее окно программы для анализа семян подсолнечника
на лазерной измерительной машине

Таким образом, оценивая перспективы использования лазерных технологий для целей испытания сельскохозяйственной техники, можно отметить следующие направления их применения – измерение расстояний и скоростей движения, испытание тормозных систем, измерение профиля почвы, создание лабораторных сортировальных машин, классификаторов и др.

Библиографический список
1. Буклагин Д.С. Новые измерительные системы: направления и возможности применения при испытаниях сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 5. – С. 30-35.
2. Киреев И.М, Коваль З.М., Зимин Ф.А. Устройства для определения рельефа и микрорельефа участка поля // Измерительная техника. – 2014. – № 8. – С. 24-26.
3. Датчики скорости, длины и пройденного пути: листок-каталог. М.: ПТП «СЕНСОРИКА-М». – 34 с.
4. Оптико-электронные приборы и системы для измерения геометрических величин: каталог продукции. Минск: ООО «РИФТЭК». – 2017. – 24 с.
5. Буклагин Д.С., Шмелев С.А. Трехмерные измерительные системы и возможность их применения в промышленности // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 1-1 (67). – С. 38-43.
6. 3D лазерная измерительная машина серии РФ1020SS. Руководство по эксплуатации. Минск, 2012. – 11с.

Buklagin D.S.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky Township of Moscow Region

LASER TECHNOLOGY FOR TESTING OF AGRICULTURAL MACHINES

Modern laser sensors and technologies on the basis of which new or improved existing measuring equipment for testing agricultural machinery and ensuring high reliability of the results can be developed are described.
Keywords: testing, laser technology, measurement, sensor, error, speed.

УДК 629.113.004

Гребенников А.С., Гребенников С.А.,
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов

ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ИСХОДНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ С РЕСУРСОМ

В статье исследуется характер изменения технического состояния аккумуляторных батарей и взаимосвязь их ресурса с неравномерными физико-химическими свойствами отдельных элементов. Рассмотрены методы и устройства, направленные на снижение начальной неоднородности параметров одних и тех же элементов аккумуляторной батареи. Представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований влияния на ресурс показателей одних и тех же элементов в составе батареи. Доказано, что критерием оценки ресурсных возможностей батареи является неравномерность физико-химических параметров, входящих в ее состав, уменьшение ее величины экспоненциально увеличивает срок ее службы.
Ключевые слова: грузовые автомобили, тракторы, эксплуатация, аккумуляторная батарея, ресурс, неравномерность, совершенствование обслуживания.

Аккумуляторная батарея (АКБ) является накопителем энергии и источником всевозможных электропитающих установок (ЭПУ) на объектах связи, энергетики, транспорта, сельскохозяйственной техники и промышленных предприятий. Она состоит из множества последовательно соединенных одноименных элементов – аккумуляторов. В частности, ее назначение в обычных мобильных транспортных средствах (МТС) с бензиновыми и дизельными двигателями внутреннего сгорания (ДВС) – обеспечение надежного его запуска и работы приборов электрооборудования при недостаточной мощности штатного генератора. Бензиновые ДВС оснащаются одной шестиячеечной 12-ти вольтовой свинцово-кислотной батареей, а дизельные двигатели – двумя, соединенными последовательно. В троллейбусах устанавливаются две 12-вольтовые литиевые АКБ, а в трамваях – щелочные.

В перспективных моделях МТС, движители которых представлены комбинированными силовыми установками или электродвигателями (электромобили), АКБ включает в себя сотни последовательно-параллельно соединенных ячеек-элементов, стоимость которых является определяющей на 70 % и более для данного вида транспорта. Транспортное средство на электрическом приводе, кроме часто используемых в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве грузовых электрокаров, является достаточно новой технологиче-

ской системой, которая только сейчас выходит на широкий рынок. Производство и использование электромобилей для населения пока не стало массовым, в связи с отсутствием в мире и, в частности, в России достаточной научно-технической базы об опыте их эксплуатации: развитии зарядной инфраструктуры; влияния на окружающую среду.

На данный момент парк электромобилей России в основном сосредоточен в Москве и Санкт-Петербурге и представлен несколькими моделями ведущих автопроизводителей, технические характеристики которых представлены в таблице 1. Разрабатываются и проходят опытную эксплуатацию троллейбусы с дополнительной аккумуляторной питающей установкой, запас хода которых рассчитан на 25 и 75 км (г. Энгельс, Саратовской области). На тысячи единиц ведется счет в городах России маломощные сегвеи (скутеры, самокаты) на электрической тяге мощностью 2 кВт.

Ежегодно в автомобильном и машинотракторном парках России заменяется и утилизируется около 45 млн. АКБ, эксплуатационные затраты на которые составляют значительную часть в себестоимости перевозок и сравнимы только с затратами на шины. Велики простои автотракторной техники из-за отказов АКБ.

Таблица 1

Характеристика парка электромобилей России

Показатели электромобилей различных фирм	Mitsubishi i-MiEV	Nissan Leaf	Tesla Model S	Lada Ellada	Renault Twizy	BMW I3
Число электромобилей	249	189	167	93	15	8
Мощность двигателя, кВт	67	79	188	59	12,5	125
Крутящий момент, Н*м	180	254	420	214	57	250
Запас хода, км	50	140	362	140	80	130
Максимальная скорость, км/ч	130	135	225	140	100	150

Из всех основных агрегатов и систем МТС, обеспечивающих надежность эксплуатации, АКБ является наименее прогнозируемой как по сроку службы, так и по затратам на поддержание ее работоспособности. Независимо от конструктивного исполнения АКБ (свинцово-кислотных, щелочных, никель-кадмиевых, литий-ионных, гелиевых) их ресурс имеет значительную вариацию при идентичных режимах эксплуатации [1].

Применительно к свинцово-кислотным АКБ, находящимся в круглогодичной работе на грузовиках, автобусах и такси, сроки работоспособности батарей одного наименования исчисляются от нескольких месяцев до 6,5 лет (рисунок 1) при гарантии производителя 18–24 месяца или 60–90 тыс. км пробега МТС. Такой диапазон рассеивания ресурса (надежности) одноименных АКБ, согласующийся с нормальным законом распределения, никоим образом не сказывается на их потребительной стоимости – она одинакова для всей их совокупности.

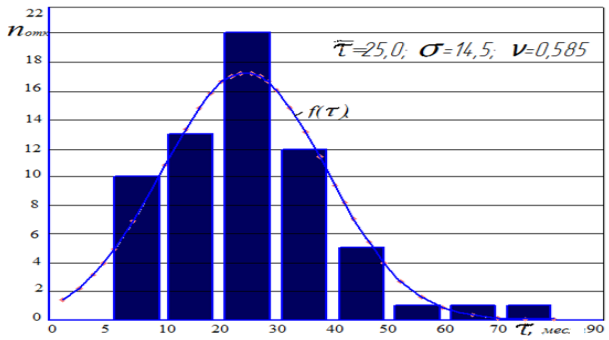


Рисунок 1 – Гистограмма срока τ эксплуатации однотипных АКБ (в месяцах) на автобусах г. Москвы (данные МАДИ-ТУ): σ, ν – соответственно, среднеквадратичное отклонение и коэффициент вариации ресурса АКБ

Основная причина ресурсных колебаний эксплуатации АКБ – значительная разница в качестве изготовления отдельных элементов АКБ на стадии производства. Практика эксплуатации свидетельствует: из-за производственно-технологических отклонений исходных геометрических параметров и электрохимических свойств материалов одноименных деталей при поточном методе комплектования ячеек «банок» АКБ в процессе их циклирования (заряда-разряда) наблюдается, так называемый, «разбаланс ячеек», характеризующийся различиями их значений напряжений, внутренних сопротивлений и емкостей, которые достигают 10 % и более (рисунок 2). В результате взаимодействия неоднородных по своим электрохимическим характеристикам ячеек в составе АКБ осуществляется их переполюсовка: обладающая меньшей емкостью ячейка, становится потребителем энергии от смежных с ней аккумуляторов. При этом создаются условия недопустимого перезаряда одних и глубокого разряда других ячеек АКБ, что снижает потенциальное значение отдаваемой емкости в нагрузку, увеличивается ток саморазряда и ряд других отрицательных необратимых изменений (оползание активной массы намазки, коррозия и сульфатация пластин), приводящих к потере работоспособности АКБ.

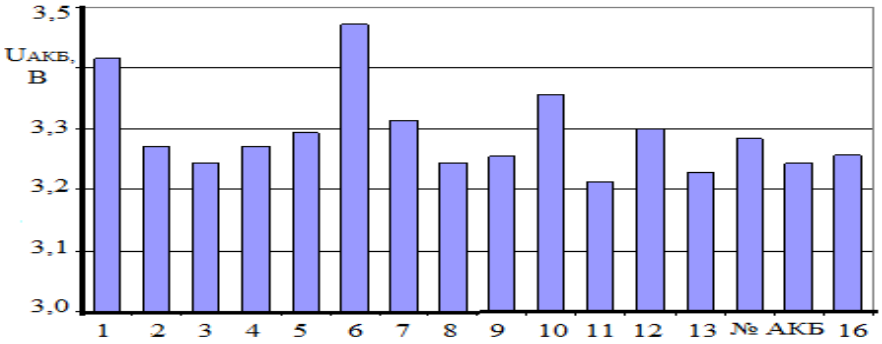


Рисунок 2 – Значения напряжений U по 16 ячейкам литий-ионной АКБ при разряде [7]

Решением проблемы – неравномерность емкостей отдельных аккумуляторов в составе батарей) – занимаются давно: ведутся разработки способов снижения ее влияния на технико-экономические показатели АКБ. Практическая их реализация направлена на нивелирование разбаланса ячеек при работе АКБ путем шунтирования избыточных напряжений на отдельных ее элементах различными устройствами ([5, 7], патенты RU № 2156533, № 2013842, GB № 2293060). Подобная балансировка элементов АКБ дает положительный эффект, но приводит к значительному расходу электрической энергии при заряде АКБ и снижению ее ресурса (числа циклов заряда-разряда). При этом на шунтирующих резисторах ячеек АКБ выделяется значительное количество тепла, которое отрицательно влияет как на ресурс АКБ, так и электронные устройства, питающиеся от нее. Для свинцово-кислотных батарей оптимальная рабочая температура составляет 25° С, ее увеличение на каждые 10° С химические процессы, включая и коррозию решеток, ускоряются, нелинейно сокращая срок службы батареи. Например, батарея VRLA при температуре 25° С может работать до 10 лет, а при температуре 33° С – не более 5 лет, а при температуре 42° С – всего лишь 1 год.

Более эффективным является направление, связанное с идентичным воспроизводством отдельных элементов в составе АКБ – тщательным входным контролем всего поступающего сырья, используемых материалов и комплектующих. Необходима идентичность технологических операций, достичь которую возможно при высокой степени автоматизации и единого а ее изготовления одним производителем. Например, турецкая фирма «Инджи Акю» (iNCi AKU) разработала единый производственно-технологического цикл с высокой степенью автоматизации «Эксмет» (Exmet Ca-Ca), суть нововведений которого заключается в непрерывном изготовлении свинцовой решетчатой ленты аккумуляторных пластин на прокатном стане. Толщина ленты контролируется с точностью до 50 мкм, которая последовательно проходит этапы растягивания, перфорации и обмазки свинцово-кальциево-оловянной пастой с последующим делением на ячейки. Полученная при прокате и растягивании кристаллическая

структура ленты более устойчива к коррозии, чем обычные литые решетки, а благодаря равномерной «бесконечной» обмазке они отличаются друг от друга по массе не более чем на 4 г, что при общеизвестной технологии недостижимо.

Независимо от способа балансировки или «выравнивания» электротехнических свойств ячеек аккумуляторных батарей, вопрос для потребителя остается открытым: каковы потенциальные ресурсные возможности АКБ при конкретно сложившейся в процессе ее производства неравномерности электротехнических свойств отдельных ее элементов. Эти знания также важны для обоснования создаваемой в городах и мегаполисах инфраструктуры зарядных станций для электромобилей, которым предсказывают большое будущее, как за рубежом, так и в нашей стране [4, 6]. Суть этой задачи состоит в оптимизации структуры станций зарядок по их типу. По мировому опыту типовых зарядочных станций АКБ три. Первые два отличаются по способу зарядки АКБ: медленная – по времени длится до 8 часов и более; быстрая, позволяющая на 90 % зарядить АКБ за 20–30 минут. Их достоинства и недостатки известны. Зарядные станции третьего типа обслуживают электромобили за несколько минут путем замены их пакета батарей на заранее заряженные. Поскольку последний тип зарядных станций производит для электромобилей обезличенную замену АКБ с неизвестной неравномерностью емкостей отдельных ее аккумуляторов (в составе батареи), то пробег электромобиля в пределах одного цикла зарядки и ресурс дальнейшей ее эксплуатации для клиента-водителя неизвестен. Поэтому работа зарядных станций подобного типа, должна оказывать услуги на договорных началах с клиентами и замену АКБ производить на определенные, кратковременные сроки эксплуатации с обязательным возвратом прежних, «родных» электромобилю АКБ. В связи со сказанным, аналитическое и экспериментальное обоснование зависимости ресурса АКБ от исходной неравномерности электротехнических свойств отдельных аккумуляторов в составе батарей является одной из важнейших задач научного и экономического плана в области развития электротранспорта.

Исследования выполнены в рамках госбюджетной работы в лаборатории кафедры ОПБС СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Оценка ресурсных возможностей свинцово-кислотных АКБ осуществлялась по числу циклов «заряда–разряда» и снижению емкости на партии из 43 единиц одной модели и даты выпуска, в которых регистрировались исходные показатели электро-химических параметров (напряжения, плотности электролита, емкости) их ячеек. Электрическая емкость полностью заряженной батареи определялась при 20-часовом разряде батарее на стенде по регламентируемой в нормативных документов европейских и российских (ГОСТ Р 959–2002, ГОСТ Р 53165-2008. ГОСТ Р МЭК 60896-21-2013) производителей. Разряд батарей проводили током до конечного регламентированного разрядного напряжения 10,5 В. Ресурсом АКБ считали срок ее службы до наступление момента времени, когда отдаваемая емкость составляла 80 % от номинальной.

Исследовались одиночные шестиячеечные (12 В) АКБ и сдвоенные, соединенные последовательно (24 В), с различными сочетаниями показателями неравномерности, некоторые батареи с интенсивным ухудшением показателей оценки после первого этапа испытаний разбирались для весовой и геометрической оценки комплектующих электродов-пластин. Исходные и текущие показатели неравномерность параметров АКБ оценивалась как разность максимального и минимального их значений, например, для наиболее объективного показателя плотности электролита по «банкам», характеризующего изменения технического состояния батарей, $\Delta\rho = \rho_{\max} - \rho_{\min}$.

Основные испытания выполнялись на стенде; часть АКБ эксплуатировалась на автобусах одинаковой модели, работающих на одном маршруте, при этом дизельные двигатели оснащались АКБ с примерно одинаковыми их характеристиками, но имеющими различия по коэффициенту неравномерности $\delta_\rho = \dfrac{\rho_{\max} - \rho_{\min}}{\rho_{ср}}$, где $\rho_{ср}$ - средняя плотность электролита по всем элементам АКБ. Качественную оценку изменения уровня работоспособности АКБ

также оценивали по критерию резервной емкости полностью заряженной батареи, которая определялась временем (в минутах) ее разряда током в 25 А для при температуре 25-27 °С.

В исследуемой группе АКБ разница в плотности электролита по отдельным ее составляющим элементам достигала 0,04 г/см^3, что соответствует δ_ρ=0,032...0,033. Только 65 % АКБ соответствовали рекомендуемому допуску по разности плотности электролита между отдельными элементами δ_ρ < 0,01 г/см^3; 18% имели идентичные значения (отклонения не регистрировались ареометром).

На рисунке 3 показано изменение значений плотности электролита по ячейкам и коэффициента его неравномерности АКБ 6СТ-182 во время зарядки при проведении контрольно-испытательного цикла.

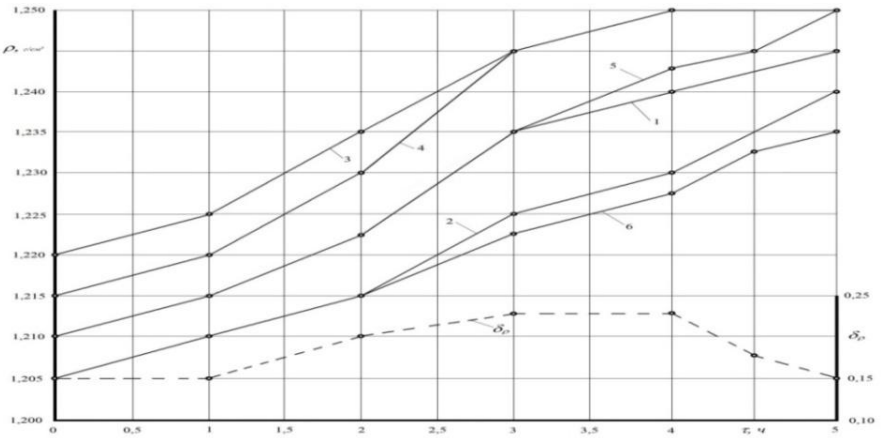


Рисунок 3 – Изменение значений плотности ρ электролита по ячейкам и коэффициента δ_ρ их неравномерности АКБ 6СТ-182 от времени τ зарядки

По результатам теоретических и экспериментальных исследований установлено.

1. Базируясь на законе действующих масс, в соответствии с которым интенсивность саморазряда АКБ в процессе эксплуатации *l* увеличивается [2], снижение емкости *C* аккумулятора

$$\overline{C} = \overline{C}_0 \cdot e^{bl}, \qquad (1)$$

где $\overline{C}_0$ – интенсивность саморазряда аккумулятора, приведенная к началу ее эксплуатации;

b – коэффициент интенсификации саморазряда АКБ.

2. В соответствии с (1) емкость АКБ в долях от номинальной (первоначальной, исходной) в процессе эксплуатации при многократных циклах заряда – разряда уменьшается по экспоненциальной зависимости (рисунок 4), с которой согласуются и экспериментальные данные авторов [1, 3].

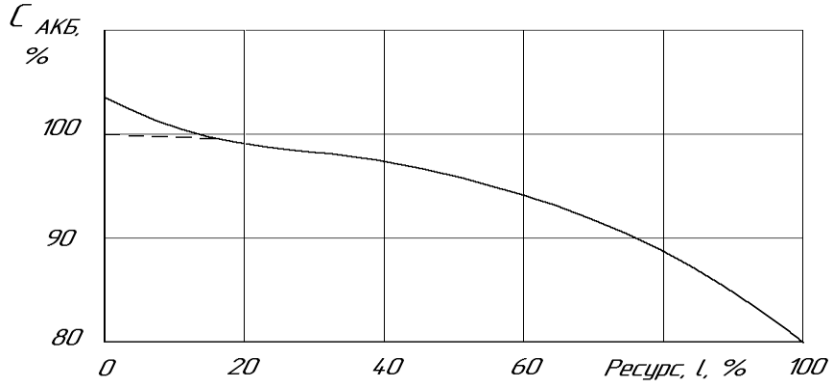


Рисунок 4 – Изменение емкости $C_{АКБ}$ аккумуляторной батареи в процессе эксплуатации *l*

$$C_{АКБ} = 1 - \overline{C}_0 \cdot e^{bl}. \quad (2)$$

3. Достижение наибольших значений ресурса в АКБ возможно только с деталями и ячейками, имеющими строго идентичные номинальные размеры, которые и обеспечивают 100 % ресурса изделия. Любые исходные макро- и микрогеометрические отклонения от номинальных размеров решеток и физико-химического состава намазок экспоненциально увеличивают интенсивность их изнашивания (коррозии, сульфатации, оползание активной массы положительного электрода и др.), снижая ресурс по зависимости

$$L_{АКБ} = L_и - A \cdot e^{b_н}, \quad (3)$$

где $L_и$ - максимальный 100 % потенциальный ресурс АКБ при идентичном исполнении всех геометрических и физико-химических свойств ее ячеек;

A – коэффициент, характеризующий конструктивные особенности АКБ;

$b_н$ – коэффициент интенсификации снижения ресурса АКБ, зависящий от исходной неравномерности показателя δ_ρ плотности электролита по ячейкам.

4. Уменьшение исходной неравномерности структурных и электротехнических свойств ячеек в составе АКБ экономически обосновывается увеличением их ресурсных возможностей по нарастающей экспоненте.

5. Указанные в документах и рекомендациях нормативы, предписанные фирмами-производителями АКБ без учета фактически полученной неравномерности физико-химических свойств и структурных параметров во взаимосвязанных ее элементах на практике часто не соответствуют действительным; ресурсные их возможности даны с погрешностью до 50 %.

Библиографический список

1. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 с.

2. Гребенников С.А., Гребенников А.С. Изменение технического состояния элементов электрооборудования автомобиля // Научное обозрение, 2015, – № 4. – С. 85-91.

3. Кочуров А.А., Гумелёв В.Ю., Шевченко Н.П. Теоретические основы решения проблемы увеличения сроков службы аккумуляторных батарей при хранении и повышения эффективности способов их восстановления: монография / под общ. ред. А.А. Кочурова. – Рязань: РВВДКУ. – 2012. – 252 с.

4. Об оборудовании автозаправочных станций зарядными колонками для транспортных средств с электродвигателями // Официальный сайт Правительства России. – 2015. – 31 августа. [Электронный ресурс]. URL: http://government.ru/dock/19447/ (дата обращения: 17.12.2016).

5. Сердечный Д.В., Томашевский Ю.Б. Определение параметров балансировочного процесса многоэлементных литий-ионных аккумуляторных батарей //Актуальные проблемы электронного приборостроения: матер. МНТК АПЭП-2016. – Саратов: ООО «Амирит», 2016. – Т. 2. – С. 531-537.

6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года / Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 г., № 1734-р (в редакции от 11.06.2014).

7. Moore S.W. A Review of Cell Equalization Methods for Lithium Ion and Lithium Polymer Battery Systems/ S.W. Moore, P.J. Schneider // SAE Publication 2001-01-0959, 2001. – P. 1-5.

Grebennikov A.S., Grebennikov S.A.,
Saratov state technical University named after Y. A. Gagarin, Saratov

DEPENDENCE OF THE RESOURCE OF BATTERIES FROM THE INEQUALITY OF THE ORIGINAL ELECTROTECHNICAL PROPERTIES OF THEIR ELEMENTS

The nature of changes in the technical state of storage batteries and the relationship between its resource and the uneven physical and chemical properties of its individual cells are studied in the article. The methods and devices aimed at reducing the initial no uniformity of the parameters of the same battery elements are considered. The results of analytical and experimental studies of the effect on the resource of the indices of the same elements in the composition of the battery are presented. It is proved that the criterion for estimating the resource capabilities of a battery is the unevenness of the physicochemical parameters included in its composition the decrease in its magnitude exponentially increases its service life.

Keywords: trucks, tractors, operation, battery elements, resource, inequality, service improvement.

УДК 631.3.05(047.31)

Киреев И.М., Коваль З.М.,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА

В статье показаны причины, не позволяющие обеспечить теоретически точный высев семян пропашных культур в технологическом процессе работы посевного агрегата с высевающими аппаратами точного высева.

Результатами исследований установлено, что рациональные технологии посева семян пропашных культур в определенной степени обеспечиваются режимом работы высевающего аппарата по распределению семян в рядок с учетом их размерно-массовых характеристик, оптимальный выбор которых возможно определить в лабораторных условиях способом их пневмотранспортирования и единичной регистрацией датчиком.

Ключевые слова: точное земледелие, семена, высевающий аппарат, распределение проростков семян растений, норма высева, технология, двойники, пропуски, сеялка точного высева.

Развитие нового направления агрономической науки, получившей название точное земледелие, обеспечивает создание перспективных технологий производства растениеводческой продукции. В комплексе технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур важная роль принадлежит посеву. Главная задача размещения семян на поле – получение максимальной урожайности при минимальных затратах на возделывание культуры. Эту задачу стремятся решить применением сеялок точного высева, которые должны обеспечить равномерное распределение заданного количества семян по площади поля и заделку семян на оптимальную для данных условий глубину. Норма высева семян в точных технологиях назначается по условию получения программируемого урожая. Выбор новых машинных технологий для возделывания сельскохозяйственных культур осуществляется по результатам их испытаний, приобретающим в настоящее время особую значимость.

Так, например, распределение проростков растений в ряду по сеялке точного высева в соответствии с [1] определяется на каждом проходе сеялки в трехкратной повторности на отрезках 2,5 м. Вдоль учетных отрезков рядков с проростками растений устанавливается рейка с делениями 1 см и проводятся измерения расстояний между растениями с нарастающим итогом. Первое растение, от которого проводится измерение, принимается за ноль. Данные записываются в форму Б.12 (приложение Б) и обрабатываются по методике в соответствии с 6.3.6.1 [1].

Результатами оценки высева семян являются статистические характеристики выборки распределения растений на участке:

- среднее расстояние между растениями, см;
- среднее квадратическое отклонение;
- коэффициент вариации, %;
- фактическое среднее число растений на метре погонном;
- фактическая норма высева семян, тысяч штук на 1 га.

Приведенные выше данные не показывают количественные характеристики технологического процесса работы сеялки точного высева по распределению растений в рядке и, в частности, по числу пропусков и двойников, а разброс промежутков между растениями в нормальной области их распределения.

Такая оценка распределения проростков семян кукурузы проводилась при испытании агрегата МТЗ-82+УПС−8 с пневматическим ВА при высеве семян кукурузы - высевающий диск с 30 отверстиями диаметром 4,5 мм. Рабочая скорость движения агрегата МТЗ-82+УПС−8 при высеве семян находилась в пределах 8,1–8,2 км/ч. Установочная норма высева семян кукурузы была 74,3 тысячи штук на гектар с нормой высева 5,2 штук на погонный метр. Ширина междурядий 70 см. Дата проведения испытаний 04.05.2018 г. Место испытаний НТЦ 6(1). Сорт кукурузы НК «Термо». Фрагменты процесса измерения расстояний между проростками растений кукурузы в ряду показаны на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 – Фрагмент измерений расстояний между проростками растений кукурузы в ряду

Распределения проростков растений семян кукурузы по экспериментальным данным приведены в графической форме на рисунке 2 [2].

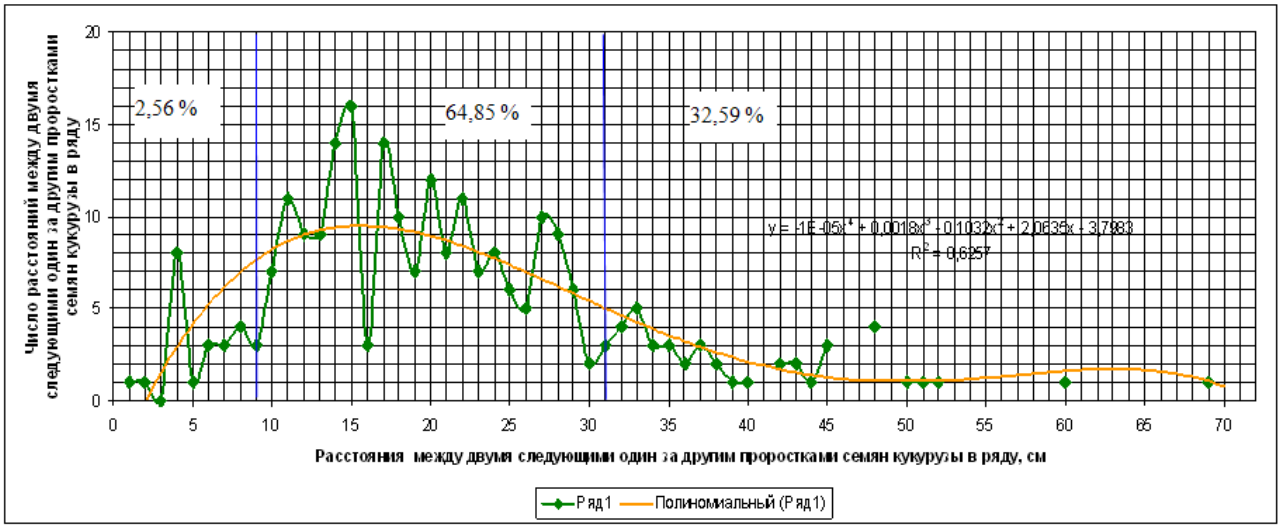


Рисунок 2 – График зависимости числа расстояний между двумя следующими один за другим проростками семян кукурузы в ряду от расстояний между двумя следующими один за другим проростками семян в ряду, см

Из данных рисунка 2 следует, что двойники проростков семян кукурузы на площади их посева агрегатом МТЗ-82+УПС−8, в соответствии с ГОСТ31345 [1], составляют 2,56 %, а пропуски − 32,59 %. Норма высева составляет 64,85 %, при которой различие расстояний между двумя следующими один за другим проростками семян в ряду находится в пределах от 10 до 30 см с изменяющимся их числом от 2 до 16.

Отличие показателей распределения семян в рядок (рисунок 3) обусловлено многими трудно учитываемыми факторами. Среди которых распределение семян в рядок ВА возможно оценить при их испытании в лабораторных условиях на стендовом оборудовании.

Потребность в таком стендовом оборудовании испытывают система МИС и НИИ, занимающиеся разработкой ВА. В конструкции стендового оборудования важным является выбор метода и средства единичной регистрации семян пропашных культур для оценки их распределения ВА в рядок на основе их классификации, приведенной на схеме (рисунок 3).

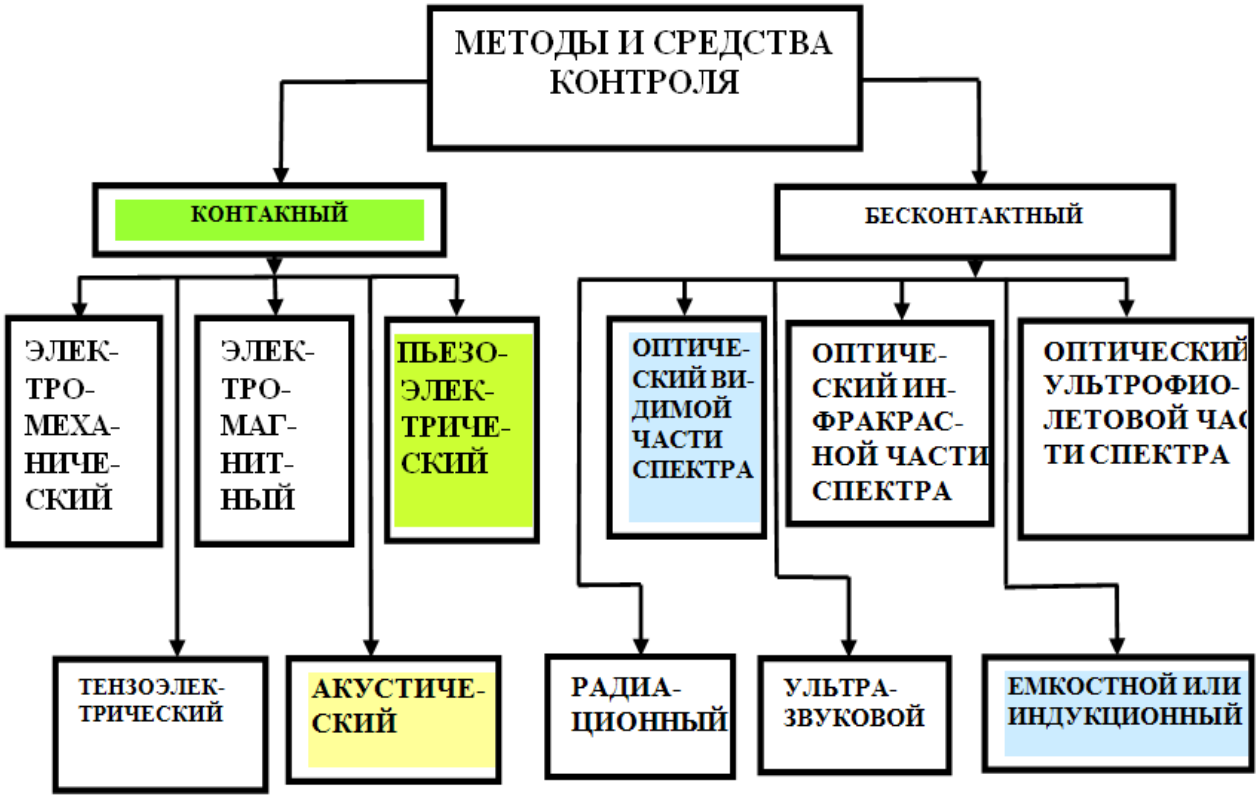


Рисунок 3 – Классификация методов и средств контроля высева

Методы и средства контроля высева семян высевающими аппаратами (рисунок 4) не в полной мере соответствуют современным требованиям точного земледелия в части достоверности определения показателей технологического процесса работы ВА, включают в себя дорогостоящие датчики и аппаратуру с ограниченными возможностями по регистрации семян, имеющих неправильную форму (с переменной площадью проекции).

Исследование приведенных на рисунке 3 методов и средств контроля высева семян показывает, что пьезоэлектрический, емкостный и оптический датчики обеспечивают надежное срабатывание только на одиночные, в пределах разрешающей способности каждого типа датчиков, семена в потоке [3].

Основным недостатком известных способов с контактными датчиками высева (электромеханическими, акустическими и пьезоэлектрическими) является забивание семяпроводов зерном, обусловленное падением скорости семян после их отражения от контактной поверхности датчика высева. Кроме того, при взаимодействии семян с поверхностью датчика, их неправильная форма создает электрические импульсы значительно различающиеся по амплитуде, что обуславливает трудность их регистрации и обработки.

С целью устранения указанных выше недостатков и для исключения появления ложных вторичных импульсов в работе предложен пневматический способ уноса воздушным потоком семян, отраженных от механоконтактной поверхности датчика семян, реализуемый с применением устройства, схема которого приведена на рисунке 4.

Угол наклона приемной площадки датчика 3 к направлению падения семян определяется с учетом упругого их отскока [4-7]. Для обоснования параметров датчика рассмотрено ударное взаимодействие семени с его приемной поверхностью.

Такая конструкция наиболее оптимальна для технологического процесса транспортирования семян в устройстве. Семена в таком устройстве при упругом взаимодействии с приемной поверхностью датчика и отражаются в направлении уноса воздушным потоком в инерционный сборник семян.

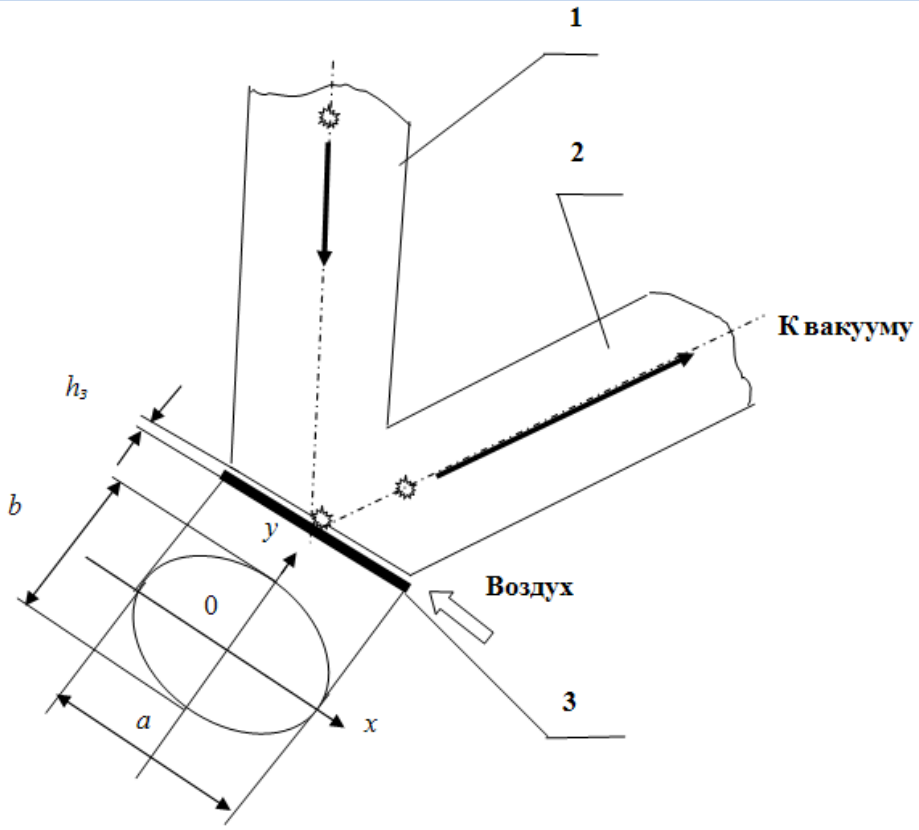


Рисунок 4 – Схема устройства с механоконтактной поверхностью датчика:
1 – направляющая трубка; 2 – трубка для уноса семян; 3 – приемная площадка датчика; $h_з$ – зазор между устройством и площадкой датчика; a, b – большая и малая полуоси эллипса, образованного соединением трубок

В качестве датчика контроля высева семян (рисунок 5) принят электроакустический прибор (микрофон) 1, заключенный в корпус 2 с приемной пластиной для упругого взаимодействия семян и передачи создаваемых при этом акустических колебаний на мембрану прибора, а образуемые при этом электромагнитные колебания (электрические сигналы) для преобразования (3,5 мм аудиоджек) передаются на ПК.



Рисунок 5 – Общий вид датчика контроля высева семян:
1 – микрофон; 2 – корпус приемной пластиной; 3 – кронштейн для крепления

Общий вид пневматического устройства с датчиком контроля высева семян для обеспечения транспортирования семян из высевающего аппарата и их единичной регистрации показан на рисунке 6.

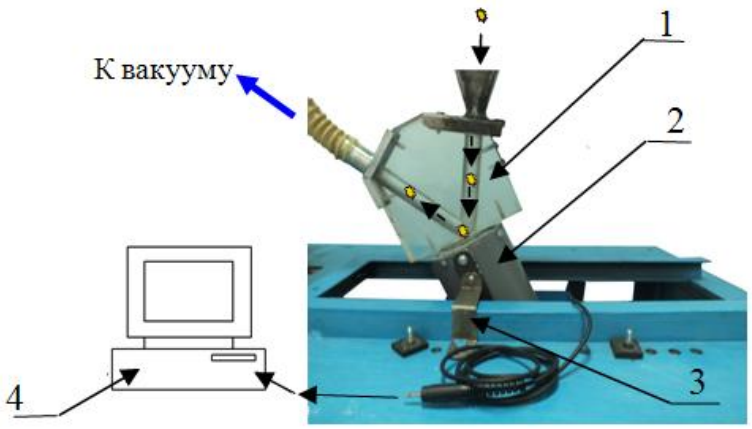


Рисунок 6 – Пневматическое устройство с датчиком единичной регистрации семян:
1 – пневматическое устройство; 2 – датчик контроля высева семян; 3 – кронштейн для крепления; 4 – ПК

С применением разработанного пневматического устройства с датчиком единичной регистрации семян (рисунок 6) проведены исследования моделирования режимов работы высевающего аппарата по распределению семян кукурузы в рядок для рабочей скорости движения 6,41 км/ч (1,78 м/с) при норме высева семян 5 штук на погонный метр.

Общий вид колебаний, с промежутками времени между ними, характеризующими процесс моделирования ВА по распределению семян в рядок показан на мониторе ПК (рисунок 7).

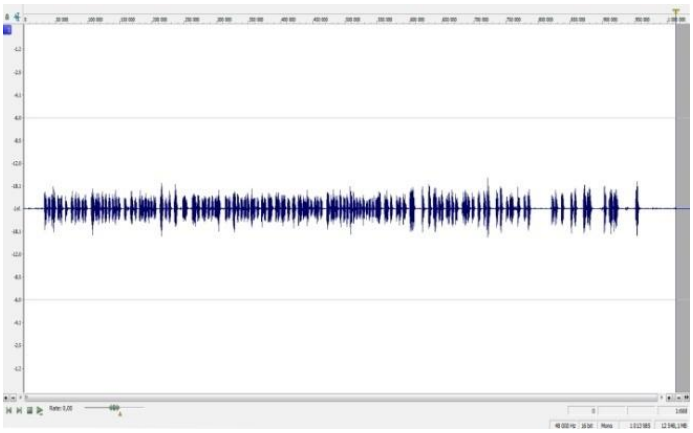


Рисунок 7 – Общий вид монитора ПК с изображением колебаний и промежутков времени между ними, характеризующими процесс моделирования ВА
по распределению семян в рядок

Графическая зависимость расчетного числа интервалов между двумя следующими один за другим семенами кукурузы в ряду от расчетных расстояний между двумя следующими один за другим семенами кукурузы в ряду приведена на рисунке 8.

Из приведенных на рисунке 8 данных следует, что двойники при высеве семян кукурузы в рядок составляют 28,48 %, а пропуски − 2,37 %.

Такие результаты свидетельствуют о том, что двойники обусловлены размерно-массовыми характеристиками семян пропашных культур, а пропуски – работой ВА.

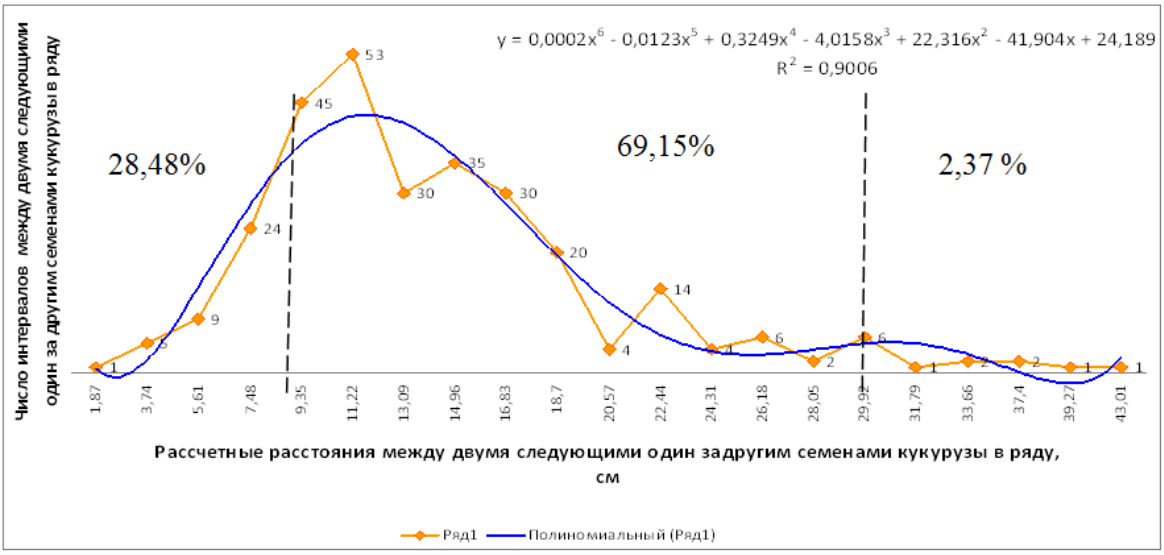


Рисунок 8 – Графическая зависимость числа интервалов между двумя следующими один за другим семенами кукурузы в ряду от расчетных расстояний между двумя следующими один за другим семенами кукурузы в ряду

Вывод

При программировании урожая при возделывании сельскохозяйственных культур необходимо использовать качественный семенной материал по результатам испытаний распределений семян в рядок ВА на стендовом оборудовании.

Библиографический список

1. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2008. – 57 с.
2. Коваль З.М. Оценка технологического процесса высева семян по распределению проростков кукурузы и подсолнечника // Техника и оборудование для села. – 2018. – №. 8 – С. 11-16.
3. Исследование, разработка, изготовление и испытание электронного преобразователя пропашных и других культур в поток электрических импульсов: отчет о НИР (промежуточный): ГР 80032803 / УССР Кировоградский институт сельскохозяйственного машиностроения; рук. Надольный Г.Е.; исполн.: Бровченко А.М., [и др.]. 1985. – С. 8–15. – инв. № 059649.
4. Никитин Е.М. Теоретическая механика: учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 607 с.
5. Киреев И.М., Коваль З.М. Результаты испытаний стендового оборудования для оценки качества работы высевающих аппаратов // Повышение эффективности использования ресурсов в растениеводстве и животноводстве: сб. науч. тр. XIII международной науч.- практ. конф. – Тамбов: ВИИТИН, 2007. – Ч.1. – С. 56-65.
6. Федосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов. – 16-е изд., испр. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2016. – 543 с.
7. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. – 25- е изд. – М.: АСТ Астрель. 2006. – 509 с.

Kireev I.M., Koval' Z. M.,
The Novokubansky branch of FSBSF «Rosinformagrotech», Novokubansk

MODELING OF THE WORKING PROCESS OF SOWING APPARATUS FOR APPLICATION RATIONAL TECHNOLOGIES OF SEEDERS OF EXACT SEEDING

The reasons which aren't allowing to provide theoretically exact seeding of seeds of row crops in technological process of operation of the sowing unit with the sowing devices of exact seeding are shown in article.

By results of researches it is established that rational technologies of crops of seeds of row crops are to some extent provided with an operating mode of the sowing device on distribution of seeds in a row taking into account their dimensional and mass characteristics which optimum choice it is possible to determine in laboratory conditions by way of their pneumotransportation and single registration by the sensor.

Keywords: precision farming, seeds, sowing apparatus, the distribution of the sprouts of the seeds plants, seeding rate, technology, counterparts. omissions, seeder of exact seeding.

УДК 631.348.45

Киреев И.М., Коваль З.М.,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Для получения информационных сведений о рациональных технологиях защиты растений с применением штанговых опрыскивателей предложен метод моделирования рабочего процесса щелевых распылителей рабочей жидкости и разработано стендовое оборудование. Сравнительной оценкой по основному критерию опрыскивания – медианно-массовый диаметр (ММД) капель, при проведении лабораторных агротехнических исследований щелевых распылителей жидкости в технологическом процессе опрыскивателя и в составе стендового оборудования, установлена возможность получения в лабораторных условиях, информационных сведений о количественных показателях целевого осаждения капель на объекты, а также − теряемых в крупных и мелких каплях.

Ключевые слова: стендовое оборудование, моделирование, технология, распылитель, опрыскивание, медианно-массовый диаметр (ММД) капель.

В соответствии со стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 разработка и внедрение рациональных и экологических технологий применения средств химической защиты сельскохозяйственных растений для получения безопасных продуктов питания является инновационным развитием внутреннего рынка продуктов и услуг. В связи с Указом № 642 на современном рынке развивающейся наземной техники опрыскивания растений повышаются агротехнические и экологические требования к технологиям ее применения.

Современная техника, имеющая систему навигации GPS, автоматическое управление секциями штанги, расходом рабочей жидкости и каплями с цветовой кодировкой на автономном мониторе (самые мелкие, очень мелкие, мелкие, средние, крупные, очень крупные, самые крупные, крайне крупные), все равно не решает вопрос качества технологического процесса опрыскивания. Водные растворы пестицидов (в аэрозольном полидисперсном состоянии из-за несовершенных технологий использования химического метода с широко применяемыми штанговыми опрыскивателями) в большинстве своем непредсказуемо распространяются в атмосфере, проникают в почву и растениеводческую продукцию.

Технологическая проблема обусловлена тем, что рекомендуемая дисперсность факелов распыла рабочей жидкости для режимов работы распылителей в составе опрыскивателей основана на статических сведениях, приведенных в каталогах, и не соответствует показателям технологического процесса. В технологическом процессе опрыскивателя воздействие встречного напора воздуха на факел распыляемой жидкости приводит к коагуляции капель и изменяет их дисперсное распределение.

Агротехнические показатели по плотности распределения капель/см^2 на объектах обработки и основному критерию опрыскивания – ММД полидисперсных капель в зависимости от технологических режимов функционирования опрыскивателей (скорости передвижения, высот расположения распылителей над различными объектами обработки, давления жидкости и применяемых типов распылителей, условий применения) ограничены трудоемкими испытаниями на машиноиспытательных станциях (МИС).

Штанговые опрыскиватели ограничены скоростью движения агрегата (не более 12 км/ч) и высотой расположения штанги над объектами обработки (50 см) для применения высокопроизводительных и ресурсосберегающих современных технологий защиты растений. Не выполняется главный критерий социальной значимости при применении химического метода, заключающийся в одновременном выполнении агротехнических и экологических показателей. Не определяется агротехнический показатель – число N капель/см^2, которое при применении инсектицидов и фунгицидов в технологическом процессе должно находится в пределах $50 \leq N \leq 200$, а гербицидов − $40 \leq N \leq 100$ капель/см^2 [1].

Получение таких информационных сведений об агрономических и экологических показателях для рациональных технологий применения распылителей весьма трудоемко, а порой и невозможно даже для широко применяемых штанговых опрыскивателей. Рекомендации по технологическим режимам работы распылителей опрыскивателей практически отсутствуют по причине того, что существующие полевые методы и средства оценки характеристик распыляемой жидкости трудоемки, а лабораторные − носят статистический характер и не моделируют технологии работы распылителей [3, 4]. Из-за отсутствия приборной и методической базы не оцениваются потери пестицидов, содержащиеся в мелкодисперсном аэрозоле, имеющего место при полидисперсном распыливании жидкостей малообъемного (МО) опрыскивания растений.

Поэтому наиболее надежные результаты по распределению жидкости, плотности и размерам капель на объектах обработки можно получить моделированием технологических режимов функционирования распылителей, воздействуя на факел распыла жидкости воздушным потоком. Воздействие на факел распыленной жидкости потоком воздуха приводит к изменению формы факела и траекторий частиц в направлении действия воздушного потока с сепарацией оседаемых капель на объекты обработки. Возможность применения воздушного потока в целях сепарации капель струи распыленного топлива по размерам исследована учеными [2].

Для решения существующей технологической проблемы по получению информационных сведений по агротехническим и экологическим показателям в технологиях применения пестицидов предложен метод моделирования рабочего процесса распылителей опрыскивателей и разработано стендовое оборудование, схема которого приведена на рисунке 1.

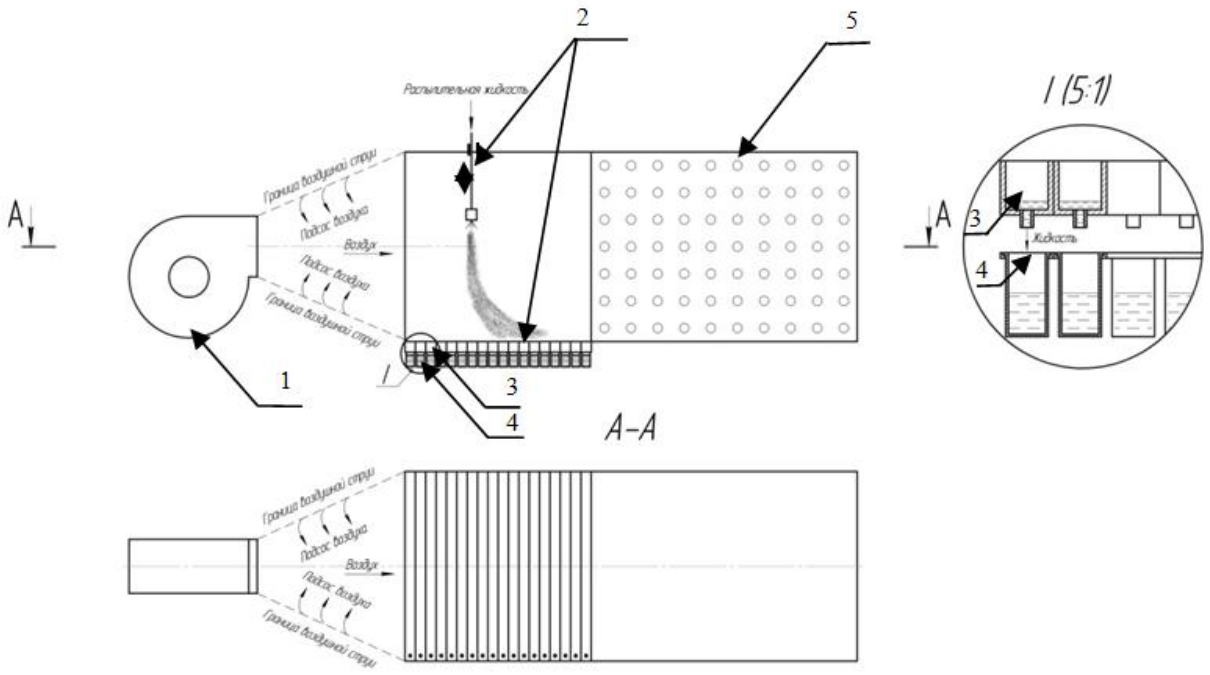


Рисунок 1 – Схема стендового оборудования для моделирования технологий распылителей опрыскивателей

1 – вентилятор; 2 – корпус устройства с распылителем и оборудованием для сбора капельной жидкости: 3 – желобки; 4 – мерные стаканчики; 5 – решетчатый корпус для снижения скорости воздушного потока

Устройство для моделирования процесса работы распылителей опрыскивателей состоит из вентилятора с плоским соплом 1 для создания воздушного потока в области факела распыла жидкости (равного скорости движения опрыскивателя), корпуса устройства с распылите-

лем жидкости, желобками и мерными стаканчиками 2 для поперечного сбора капельной жидкости, корпуса устройства 3 для снижения скорости воздушного потока за распылителем.

На схеме рисунка 1 полувысота воздушной струи $\delta_{гр}$, м, на расстоянии x, м, от сопла вентилятора до распылителя в корпусе 2 определяется по формуле [4, 5]

$$\delta_{гр} = (2,4\frac{ax}{\delta_0}+1)\delta_0, \quad (1)$$

где a = 0,09 ÷ 0,12 – коэффициент структуры струи;

δ_0 – половина ширины плоского сопла вентилятора, м.

В формуле (1) методом последовательного приближения, задаваясь значением δ_0, определяется как расстояние от сопла вентилятора по оси струи до распылителя x, м, так и размеры сечения плоского сопла. Расход воздуха в начальном сечении сопла вентилятора $G_{возд.с}$, м^3/с, характеризующий его производительность, определяется произведением начальной скорости истечения U_o, м/с, на площадь плоского сопла $(2\delta_0)^2$, м^2, вентилятора

$$G_{возд.с} = U_0(2\delta_0)^2, \quad (2)$$

Относительный расход воздушной струи $\overline{q}_{отн}$ во входном сечении корпуса устройства с распылителем определяется по уравнению[4, 5]

$$\overline{q}_{отн} = 1,2\sqrt{\frac{ax}{\delta_0}+0.41} \quad (3)$$

Расход воздушного потока $G_{возд.расп}$. м^3/с, в сечении корпуса устройства с распылителем определяется по уравнению

$$G_{возд.расп.} = G_{возд.с}\cdot\overline{q}_{отн}, \quad (4)$$

где $G_{возд.с}$, – расход воздуха в сечении сопла вентилятора, м^3/с.

Для каждого технологического режима определяются: площадь S, см^2, на которую оседает капельная жидкость, по формуле

$$S = Ш\cdot L, \quad (5)$$

где $Ш$– расстояние между распылителями на штанге опрыскивателя, см;

L – расстояние, см, на которое перемещается распылитель в технологическом процессе штангового опрыскивателя за одну секунду;

$G_{жс}$ – количество жидкости, мм^3/см^2·с

$$G_{жS} = \frac{\sum_{j=1}^{m} G_{жj}1000}{S}, \quad (6)$$

где $G_{жj}$ – количество капельной жидкости, собранной в стаканчике, мл/с;

j – номер мерного стаканчика;

m – число мерных стаканчиков;

Основной критерий опрыскивания вычисляется по формуле

$$ММД = 985\sqrt[3]{Q}, \text{ мкм},$$

где Q – количество жидкости, мм^3;

Расход капельной жидкости $G_{лаб.}$, дм^3/га, вычисляется по формуле [6]

$$G_{лаб} = \frac{G(дм^3/мин)\cdot 60000}{\upsilon(км/ч)\cdot Ш(см)}, (дм^3/га), \quad (7)$$

где G – количество капельной жидкости при осаждении на площади S, см^2, за одну минуту: $G = G_{жс}$(дм^3/см^2)·S(см^2)·60, дм^3/мин;

υ – скорость передвижения опрыскивателя, км/ч;

G_n − потери капельной жидкости, дм^3/га по разности расхода жидкости, проходящей через сопло распылителя G'_c, и осажденной в желобках $G_{лаб}$

$$G_n = G'_c - G_{лаб}, \quad (8)$$

Концентрация C_p, г/с, не оседающего на площади S,см^2, аэрозоля вычисляется по формуле

$$C_p = \frac{G_n \cdot \upsilon \cdot ш}{3600} \quad (9)$$

Общий вид стендового оборудования приведен на рисунке 2.

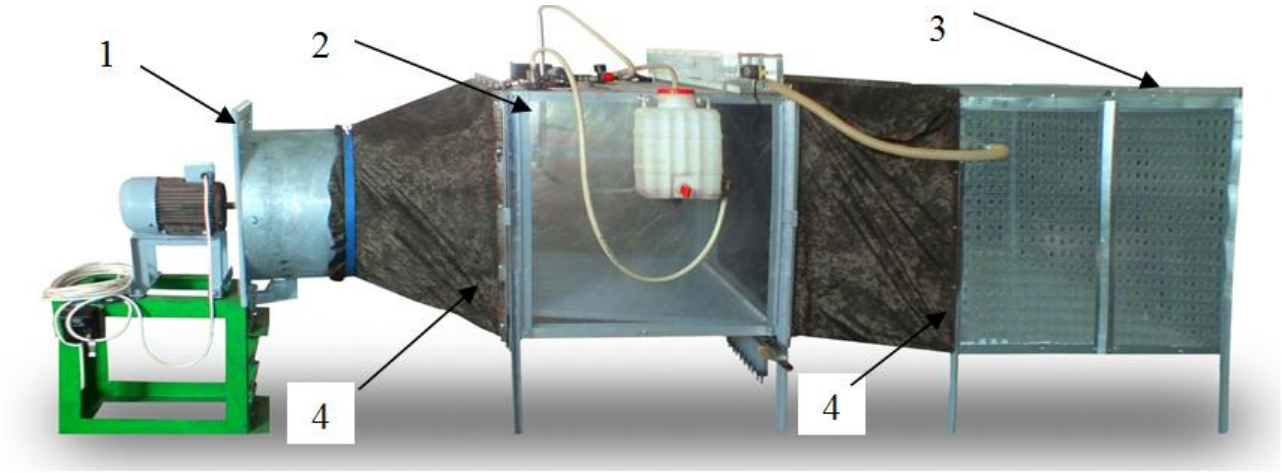


Рисунок 2 – Общий вид стендового оборудования

1 – модуль для создания воздушного потока с требуемыми характеристиками; 2 – модуль для распыления жидкости и улавливания оседаемых капель в поперечном и продольном направлениях для получения данных о распределении жидкости по ширине опрыскивания и условном распределении классовых размеров капель в области объекта обработки; 3 – модуль с отверстиями для снижения скорости воздушного потока и распределения мелкодисперсного аэрозоля в воздушно-капельном потоке с возможностью определения его массовой концентрации в единице объема;
4 – кожух соединительный

Технологический процесс моделирования работы распылителей опрыскивателей в стендовом оборудовании (рисунок 2) осуществлялся следующим образом.

В рабочей камере 2 (рисунок 2) оборудованием 2 (рисунок 1) для возвратно-поступательного движения распылителя обеспечивалась и фиксировалась рабочая высота его расположения над желобками 3. В устройстве вентилятором 1, оборудованным плоским соплом, создавался воздушный поток, входящий в начальное сечение рабочей камеры 2.

В рабочей камере 2 (рисунок 2) вентилятором 1 (рисунок 1) обеспечивался воздушный поток для моделирования скоростных режимов движения распылителя, скорость которого на оси в области факела распыла жидкости на определенном расстоянии x, от плоского сопла равна скорости движения опрыскивателя. Насосом производилась подача жидкости в распылитель с заданным давлением. Скорость воздушного потока, давление и расход жидкости через распылитель определялись электронными средствами. Распределение капельной жидкости, образованной при классовом осаждении капель, определялось объемным методом с применением мерных стаканчиков. Время проведения опыта определялось секундомером. С учетом опытных данных экспериментально-расчетным методом определялись показатели моделируемых технологий распылителей опрыскивателей.

Результаты экспериментально – расчетных показателей технологий распылителей опрыскивателей, осуществленных с использованием стендового оборудования, сравнивались по основному критерию ММД капель [6], полученного в результате лабораторных агротехнических исследований распылителя жидкости в составе опрыскивателя (рисунок 3).



Рисунок 3 − Общий вид штангового опрыскивателя при опрыскивании предметных карточек

Средние значения ММД капель определялись методом сканирования 34 карточек, располагаемых по ширине опрыскивания, с последующим преобразованием полученных графических файлов в формат BMP и обработкой по специально разработанной программе ROv-03.

В таблице 1 и на графике (рисунок 4) приведены экспериментально – расчетные показатели моделирования технологического процесса с применением щелевых пластиковых сопел распылителей жидкости (производство «Lechler» LU-03AD-03, синего кода цвета; LU-04AD-04, красного кода цвета), в стендовом оборудовании в сравнении с аналогичными данными исследований распылителей жидкости в составе опрыскивателя.

Приведенные в таблице 1 ММД капель, полученные моделированием распылителей на стендовом оборудовании и при исследовании распылителей жидкости в составе опрыскивателя, имеют отличие в пределах от 8 % до 33 %, в зависимости от применяемого сопла распылителя и скорости воздушного потока (движения опрыскивателя). Меньшие значения ММД капель по результатам экспериментально – расчетных показателей при моделировании технологических процессов распылителей жидкости на стендовом оборудовании обусловлены ошибками потерь капельной жидкости, как это видно из графических распределений капельной жидкости на рисунок 4. Кроме того, отличие ММД капель обусловлено также ошибками определения технологических показателей (скорости движения опрыскивателя, скорости воздуха в области факела распыляемой жидкости, давления жидкости и др. факторами). В целом, сравнительные показатели результатов проведенных исследований свидетельствуют о возможности моделирования распылителей для рациональных технологий опрыскивателей.

При моделировании технологий распылителей жидкости в составе стендового оборудования впервые показана возможность определения потерь жидкости в капельной форме, которая, например, для приведенных в таблице 1 давлений жидкости в магистрали и скоростей воздуха (равным скоростям движения опрыскивателя), составляют от 23 % до 60 %.

Данные в таблице 1, иллюстрируемые графическими распределениями капельной жидкости (рисунок 4) характеризуют классовое распределение капель, по которому можно определить дисперсные показатели качества опрыскивания по диаметрам капель/см^2, которые при применении инсектицидов и фунгицидов в технологическом процессе должны находится в пределах $80 \le D \le 360$ мкм и $100 \le D \le 360$ мкм соответственно [1]. Капли растворов пестицидов размером более 360 мкм из-за несовершенных технологий оседают на почву, проникают в растения и в остаточном количестве в растениеводческую продукцию.

Таблица 1

Результаты экспериментально-расчетных показателей моделирования технологического процесса щелевых пластиковых сопел распылителей жидкости (производство «Lechler» LU-03AD-03, синего кода цвета; LU-04AD-04, красного кода цвета) на стендовом оборудовании с данными исследований распылителей в составе опрыскивателя

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя				
1	Сопло (тип, код цвета)	LU-03, AD-03; синий			LU-04, AD-04; красный	
2	Высота расположения сопла распылителя над желобками, м (см)	0,6 (60)				
3	Давление жидкости в магистрали, МПа (Бар)	0,3 (3)		0,35 (3,5)	0,4 (4)	0,2 (2)
4	Скорость воздушного потока в области распыла жидкости, м/с (км/ч)	1,94 (7)	2,83 (10,2)	2,92 (10,52)	1,97 (7,1)	2,94 (10,6)
5	Количество оседающей капельной жидкости, $мм^3/см^2$	1,324	0,638	0,877	1,294	1,083
6	Площадь, на которую оседает капельная жидкость, $см^2$	9700	14150	14600	9800	14700
7	Расход жидкости по количеству ее осаждения в желобки, $дм^3$/га	95,19	66,9	94,81	93,93	117,9
8	Количество жидкости, с учетом ее расхода через сопло распылителя при заданном давлении в Бар, $дм^3$/га	154,32	66,9	149,38	235,19	163,0
9	Потери жидкости по разности ее количества, прошедшего через сопло распылителя и осажденного в желобки, $дм^3$/га (%)	59,14 (38,22)	78,29 (53,92)	54,57 (36,53)	141,3 (60,06)	45,06 (27,65)
10	Медианно-массовый диаметр (ММД) капель по результатам опытных данных в стендовом оборудовании, мкм	1082	848	943	1073	1011
11	Скорость движения опрыскивателя, км/ч (м/с)	7 (1,94)	10,2 (2,83)	10,52 (2,92)	7,1 (1,97)	10,6 (2,94)
12	ММД капель по результатам лабораторных исследований распылителя жидкости в составе опрыскивателя, мкм	1184	644	901	1592	1193
13	Отличие ММД капель при лабораторных исследованиях распылителя жидкости в составе опрыскивателя и опытных данных в стендовом оборудовании, %	8,66	31,68	4,66	32,6	15,22
14	Время проведения опыта, с	60	75	70	80	45
15	Расположение желобков	Перпендикулярно направлению воздушного потока				

Вывод

Конструктивно-технологическое исполнение разработанного стендового оборудования и измерительно-расчетные показатели моделируемых технологий распылителей опрыскивателей обеспечивают получение информационных сведений о ресурсосберегающих, агротехнических и экологических технологиях применения опрыскивателей при защите растений и растениеводческой продукции.

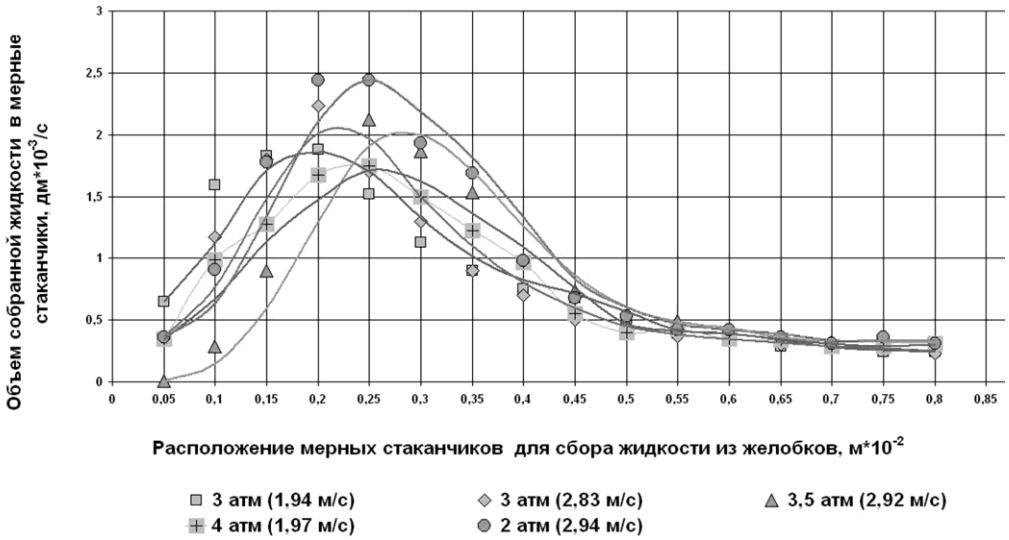


Рисунок 4 – Классовые распределения капельной жидкости в продольном направлении при поперечном расположении желобков по опытным данным, приведенным в таблице 1

Библиографический список

1. Веретенников Ю.М., Лысов А.К. Как отрегулировать опрыскиватель, проверить качество опрыскивания // Защита растений. – 1993. – № 9. − С. 48-51.
2. Евстигнеев В.В., Еськов А.В., Клочанов А.В. Комплекс контроля дисперсного состава капель струи распыленного топлива // Ползуновский вестник. – 2006. – № 4. – С. 58-64.
3. ГОСТ ИСО 5682-1-2004. Оборудование для защиты растений. Оборудование распылительное. Часть 1. Методы испытаний распылительных насадок. – Введ. 01–01–2008. – М.: Межгосударственный Стандарт: Стандартинформ. 2009. – 14 с.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975. – 559 с. с ил.
5. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960, 715 с.
6. ГОСТ Р 53053-2008. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний – Введ. 01–01–2009. – М.: Национальный Стандарт Российской Федерации: Стандартинформ. 2009. – 42 с.

Kireev I.M., Koval' Z.M.,
The Novokubansky branch of FSBSF «Rosinformagrotech», Novokubansk

MODELING OF THE WORKING PROCESS OF ATOMIZERS LIQUID FOR TECHNOLOGICAL OPERATING MODES OF SPRAYERS

For obtaining information data on rational technologies of protection of plants with use of boom sprayers a method is proposed of modeling of working process of slot-hole atomizers of working liquid is offered and a bench equipment is developed.

Comparative assessment by the main criterion of spraying of median mass diameter (MMD) of drops, when carrying out laboratory agrotechnical researches of slot-hole sprays of liquid in technological process of the sprayer and as a part of the bench equipment, has established is a possibility of receiving in laboratory vitro, information data on quantitative indices of target sedimentation of drops on objects and also − in large and small lost drops.

Keywords: stand equipment, modeling, technology, atomizer, spraying, median mass diameter (MMD) drops.

УДК 629.114

Кривцова Т.И., Кривцов С.Н., Скребнев К.С.,
Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ НА НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

В статье рассмотрено применение динамического метода для диагностики бензинового двигателя и влияние характерных неисправностей двигателя с искровым зажиганием на неравномерность вращения коленчатого

вала. Исследовалось влияние изменения угла опережения зажигания, пропусков воспламенения, а также изменение искрового промежутка на свече зажигания.

Ключевые слова: неравномерность вращения, динамический метод, диагностика.

Неравномерность вращения коленчатого вала является ценным диагностическим параметром, поскольку обусловлена не только работой кривошипно-шатунного механизма, но и цикличностью рабочих процессов в цилиндрах, на которые влияет и техническое состояние. Это справедливо как в отношении двигателей с искровым зажиганием, так и дизелей [1, 2, 3].

С увеличением пробега техническое состояние цилиндров автомобильного двигателя изменяется. Этому способствует, как изнашивание основных сопряжений, так и нарушение основных регулировочных параметров. Многие из неисправностей представляется возможным выявить, используя внутрицикловые изменения угловой скорости коленчатого вала.

В данной работе нами исследована неравномерность вращения коленчатого двигателя B20 автомобиля Honda CR-V в лаборатории технической диагностики кафедры «Автомобильный транспорт» ИРНИТУ. Данный двигатель оснащен микропроцессорной системой управления двигателем и инжекторной системой питания.

Данные при экспериментах были получены с помощью приборного комплекса, структурная схема которого приведена на рисунке 1.

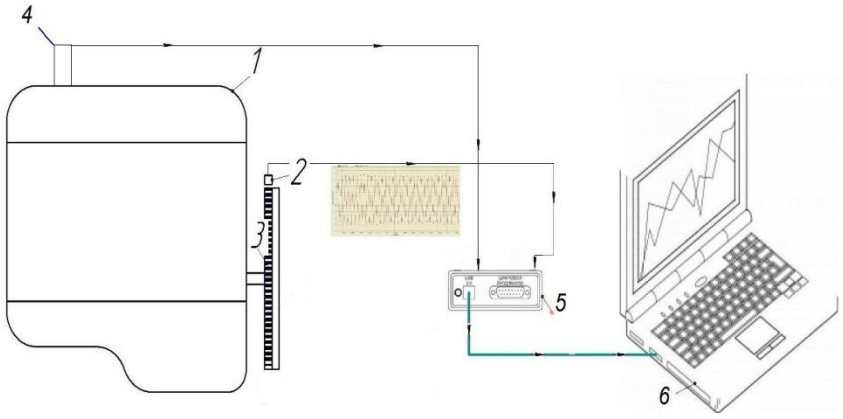


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного комплекса
1 – двигатель, 2 – индуктивный датчик, 3 – зубчатый венец маховика, 4 – свеча зажигания первого цилиндра, 5 – АЦП, 6 – персональный компьютер

Для определения угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя использовался индуктивный датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя. Датчик закреплен на картере двигателя вблизи зубчатого венца маховика (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расположение датчика на двигателе

Привязка к углу поворота коленчатого вала осуществляется посредством обработки данных с датчика угловых меток (с индуктивного датчика, установленного напротив зубчатого венца маховика, рисунок 3). Для определения порядка работы цилиндров использован синхроимпульс высоковольтного провода первого цилиндра.

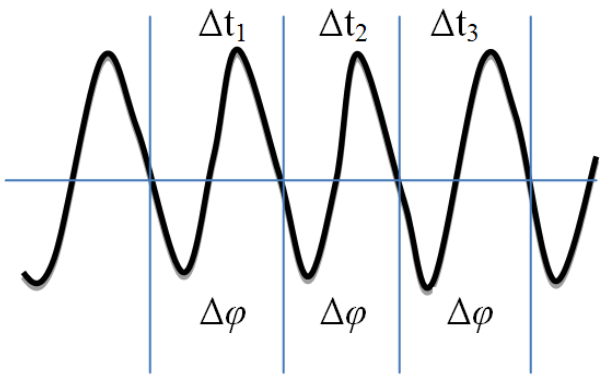


Рисунок 3 – Обработка сигнала с индуктивных датчиков угловых меток

Программная обработка сигнала с индуктивного датчика предусматривает выполнение следующего алгоритма:

1. поиск среднего (или нулевого) значения сигнала в массиве данных;
2. определение моментов пересечения сигналом среднего (или нулевого) значения на канале по заднему фронту;
3. определение угловых Δφ и временных Δt промежутков, причем Δφ = const, Δt = var;

Угол Δφ определяется по выражению:

$$\Delta\varphi = \frac{360}{z} \quad (1)$$

где z – количество меток на один оборот.

4. фиксация значений давления в цилиндре в выбранном угловом интервале.

Фильтрация массива полученных значений угловой скорости и углового ускорения производилась методом скользящего среднего. Например, данные угловой скорости подвергаются фильтрации следующим образом [4]:

$$\omega_i = \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} \omega_{i,k} \quad (2)$$

где i – угловой интервал поворота коленчатого вала;

k – количество точек скользящего усреднения.

При экспериментах исследовалось влияние изменения угла опережения зажигания, пропусков воспламенения, а также изменение искрового промежутка на свече зажигания на неравномерность вращения коленчатого вала. Изменение угла опережения зажигания осуществлялось поворотом модуля зажигания до пределов, при которых система управления двигателем не обеспечивала его оптимальное значение. Изменение искрового промежутка и пропуск воспламенения для наглядности имитировался для третьего цилиндра.

Результаты представлены на рисунках 4 и 5.

Рост угла опережения зажигания свыше оптимального (кривая 2 на рисунке 4) вызывает увеличение средней угловой скорости коленчатого вала, относительно его оптимального значения (кривая 1 на рисунке 4), а уменьшение – соответственно снижение средней угловой скорости. Так при оптимальном угле опережения зажигания экстремум угловой скорости (максимум) коленчатого вала при работе первого цилиндра двигателя ω_{max} расположен в районе девяноста градусов угла поворота коленчатого вала, при позднем и раннем угле опережения зажигания значение максимальной угловой скорости ω_{max} изменяется соответственно (рисунок 4).

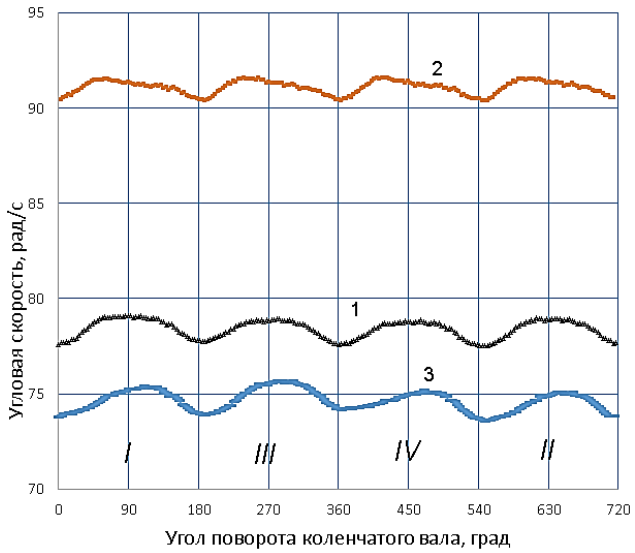


Рисунок 4 – График зависимости угловой скорости коленчатого вала двигателя В20 от угла поворота коленчатого вала:
1 – угол опережения оптимальный; 2 – угол опережения зажигания ранний;
3 – угол опережения зажигания поздний

Характер изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя В20 при изменении искрового промежутка в сторону увеличения до 25 % практически не сказывается на приращении угловой скорости от минимума до максимума (рисунок 5), в то время как снижение зазора свечи зажигания влияет более выраженно. Это обстоятельство обусловлено снижением мощности искры. Пропуск воспламенения (например, вследствие отсутствия искры на электродах свечи зажигания) вызывает значительное колебание угловой скорости. Экстремум угловой скорости для участка коленчатого вала, соответствующего расширению газов в цилиндре с пропуском воспламенения отсутствует. В то же время система управления двигателем стремится поддерживать среднюю угловую скорость на прежнем уровне.

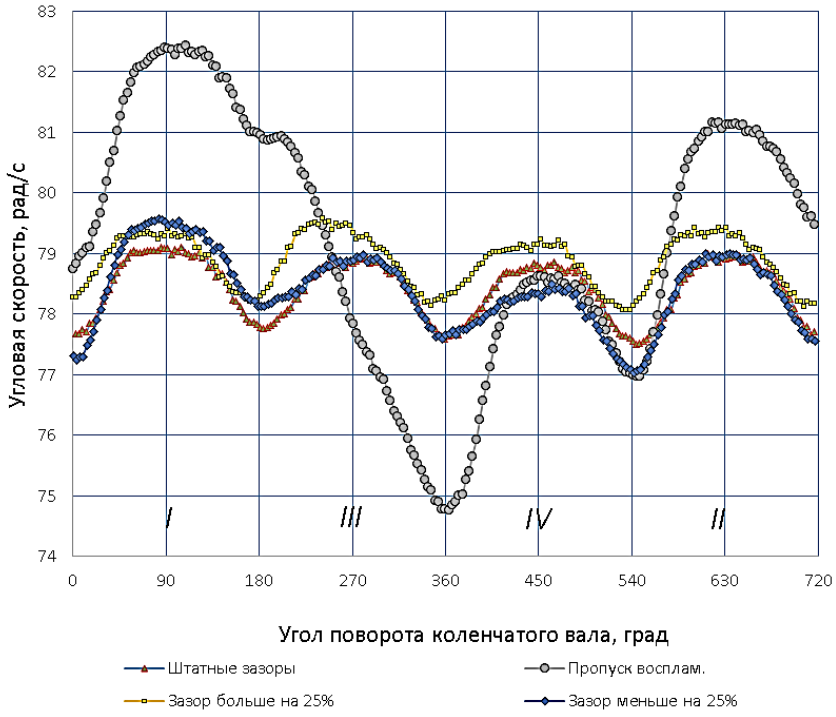


Рисунок 5 – График зависимости угловой скорости коленчатого вала двигателя В20 от угла поворота коленчатого вала при изменении технического состояния системы зажигания

Таким образом, установлено, что неисправности в системе зажигания приводят к внутрицикловым изменениям угловой скорости коленчатого вала, причем изменяются не только приращения угловой скорости, но и ее фазовые экстремумы (максимумы).

Библиографический список
1. Гребенников С.А., Федоров Д.В., Гребенников А.С. Диагностирование ДВС по показателям угловой скорости коленчатого вала // Известия ВолГТУ – 2012. – Т. 4. – № 12 (99). – С. 64-67.
2. Кривцов С.Н. Повышение информативности диагностирования технического состояния цилиндров дизельного двигателя в режиме холостого хода // Вестник ИрГТУ. – 2015. – № 11. – С. 100-106.
3. Кривцов С.Н., Сосненко Д.А. Обоснование диагностических параметров дизельного двигателя при диагностировании дизельного двигателя динамическим методом в режиме холостого хода // Автомобиль для Сибири и Крайнего Севера. Конструкция, эксплуатация, экономика: материалы 90-й междунар. науч.-техн. конф. – Иркутск: ИРНИТУ, 2015. – С. 64-71.
4. Гребенников С.А., Петров М.Г., Гребенников А.С. Снижение погрешности определения внутрицикловых значений угловой скорости коленчатого вала при диагностировании двигателей внутреннего сгорания // Вестник СГТУ. – 2013. – № 2 (71). – С. 126-131.

Krivtsova T.I., Krivtsov S.N., Skrebnev K.S.,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk

THE INFLUENCE OF SPARK IGNITION ENGINES TYPICAL TROUBLES TO ANGULAR CRANKSHAFT SPEED VARIATION AT IDLE

The article deals with the application of the dynamic method for the diagnosis of spark ignition engine and the effect of typical engine faults with spark ignition on the angular crankshaft speed variation. The influence of the change in the ignition advance, cylinder misfire, ignition gaps, as well as the change in the spark gap on the spark plug was studied.
Keywords: angular speed variation, diagnosis, dynamic method.

УДК 621.436

Крохта Г.М., Хомченко Е.Н.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ДВУМЯ УРОВНЯМИ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ

В статье приводится анализ нагрузочных режимов, характерных для дизельных двигателей, эксплуатирующихся в условиях сельскохозяйственного производства. С целью повышения экономичности предлагается применение двигателя с двумя уровнями постоянной мощности, что позволит использовать корректорный участок внешней скоростной характеристики в более широком диапазоне нагрузок.
Ключевые слова: двигатель постоянной мощности, уровень номинальной мощности, нагрузочный режим, удельный эффективный расход топлива, газотурбинный наддув.

Тенденцией современного сельскохозяйственного машиностроения является постепенное повышение мощности двигателей самоходных машин с целью увеличения их производительности [1, 2]. Так, например, удельная мощность универсально-пропашного трактора МТЗ-82 тягового класса 1,4 составляет 15,4 кВт/т. Аналогичный показатель более современного трактора МТЗ-922 такого же класса составляет 16,3 кВт/т. В настоящее время в мировой практике наибольшее распространение получили тракторы с удельной мощностью от 20 кВт/т [2]. В то же время наблюдается снижение среднегодовой загрузки двигателей машинно-тракторных агрегатов. Это объясняется наличием средне- и малоэнергоемких операций, при которых двигатель загружен не более, чем на 85 % от номинальной мощности. Сюда относят операции, связанные с внесением удобрений, приготовлением кормов, транспортные работы и т. д. Доля подобных операций в годовом объеме может достигать 65-70 % [3]. Следует отметить, что даже при выполнении более энергоемких работ, необходимо резервиро-

вать часть мощности на преодоление возникающих в процессе движения сопротивлений, зависящих от состава почвы и для преодоления инерции при разгоне.

Известно, что неполная загрузка двигателя повышает расход топлива в условиях эксплуатации и увеличивает затраты сельхозпроизводителей на горюче-смазочные материалы. Таким образом, возникает проблема значительного недоиспользования мощности двигателей тракторов, приводящая к перерасходу топлива, что обусловлено условиями сельскохозяйственного производства и общими тенденциями развития тракторостроения.

Подавляющее большинство производимых на сегодняшний день дизельных двигателей форсированы с помощью газотурбинного наддува. Такой подход позволяет снижать их удельный вес, повышать коэффициент запаса крутящего момента и экономичность в области больших нагрузок. К сожалению, на частичных нагрузках двигатели с газотурбинным наддувом менее экономичны по сравнению с безнаддувным вариантом. Одной из причин ухудшения экономичности является снижение индикаторного (η_i) и механического КПД ($\eta_м$). На величину η_i оказывает влияние коэффициент избытка воздуха (α), а на величину $\eta_м$ – сопротивление, создаваемое турбокомпрессором [4].

На наш взгляд, наиболее целесообразным способом увеличения загрузки для достижения режимов с высокими значениями η_i и $\eta_м$ является применение двигателей постоянной мощности (ДПМ), которые характеризуются высоким коэффициентом приспособляемости ($K_м$=1,35-1,45) [5]. Для достижения характеристики постоянной мощности необходимо выполнить следующее условие:

$$N_e = c \cdot G_T \cdot \eta_i \cdot \eta_м = const, \quad (1)$$

где c – постоянный коэффициент;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч.

В результате анализа литературных источников установлено, что произведение $\eta_i \cdot \eta_м$ с повышением нагрузки на корректорном участке внешней скоростной характеристики может незначительно изменяться в ту или иную сторону. Таким образом, для поддержания $N_e = const$ с понижением частоты вращения коленчатого вала (работа на корректорном участке) необходимо обеспечить $G_T = const$, согласно уравнению 1.

Применение ДПМ обеспечивает гораздо более полное использование мощностных ресурсов, заложенных в моторно-трансмиссионную установку трактора, а высокое значение коэффициента приспособляемости позволяет более широко использовать корректорный участок внешней скоростной характеристики. Кроме того, работа на корректорном участке исключает вибрацию рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД), приводящую к рассогласованию режимов топливо- и воздухоподачи. В совокупности это приводит к значительной экономии топлива [5].

Отметим, что выход на режим ДПМ может осуществляться только при условии достижения двигателем номинальной мощности. В процессе эксплуатации такая мощность достигается при выполнении наиболее энергоемких сельскохозяйственных операций, на долю которых приходится не более 35 % годового объема работ. При меньших нагрузках обеспечить режим ДПМ можно с помощью автоматического уменьшения уровня номинальной мощности, развиваемой двигателем. Подобный способ работы двигателя был разработан на кафедре механизации сельского хозяйства и инновационных технологий Новосибирского ГАУ [3]. На рисунке 1 представлена его типичная скоростная характеристика.

На участке характеристики от холостого хода до некоторого значения мощности, условно названного предельным ($N_e^{пр}$) (участок *OB*), двигатель работает с частично или полностью отключенным турбокомпрессором (ТКР) с целью уменьшения его негативного влияния на экономичность в области низких нагрузок. В точке *B* происходит автоматическое включение ТКР. Точка *B* – точка на регуляторной ветви внешней скоростной характеристики, где удельные расходы топлива с наддувом и без наддува равны. Положение точки *B* может кор-

ректироваться, например, в зависимости от температуры окружающей среды. Подача топлива в точке *К* ограничивается касанием винта поверхности призмы и соответствует значению первого уровня мощности.

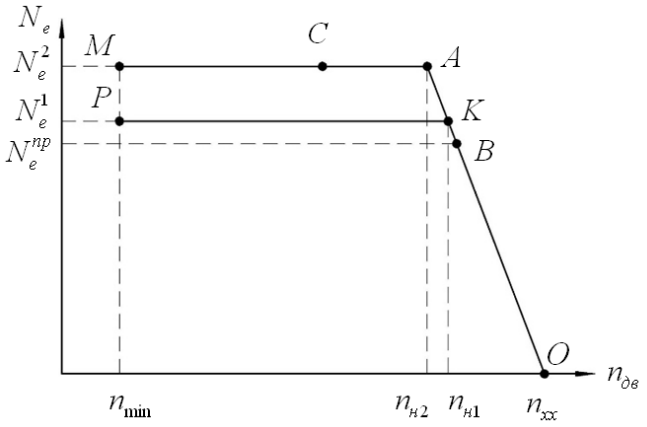


Рисунок 1 – Типичная внешняя скоростная характеристика двигателя с режимом ДПМ на двух уровнях номинальной мощности

При дальнейшем возрастании нагрузки выше номинального значения первого уровня мощности работа двигателя осуществляется на корректорном участке (участок *КР*). В точке *Р* двигатель развивает максимальный крутящий момент для первого уровня мощности. Конкретное значение крутящего момента в точке *Р* определяется эксплуатационными требованиями и конструктивными возможностями двигателя. При дальнейшем увеличении нагрузки происходит автоматическое переключение корректора на второй уровень мощности. Подача топлива возрастает, частота вращения коленчатого вала увеличивается, что сопровождается переходным процессом с конца корректорного участка первого уровня (исходная точка *Р*) на корректорную ветвь второго уровня мощности (*С* – текущее значение). Положение точки *С* на корректорном участке ВСХ определяется величиной и характером внешних возмущений, передаваемых на коленчатый вал двигателя, и от соотношения величин первого и второго уровней мощности. Дальнейшая работа двигателя осуществляется на корректорном участке *АМ* второго уровня мощности. Давление наддува на втором уровне также регулируется в соответствии с нагрузочным режимом и температурой окружающей среды.

Для реализации предложенного алгоритма работы была разработана функциональная схема системы автоматического регулирования, представленная на рисунке 2.

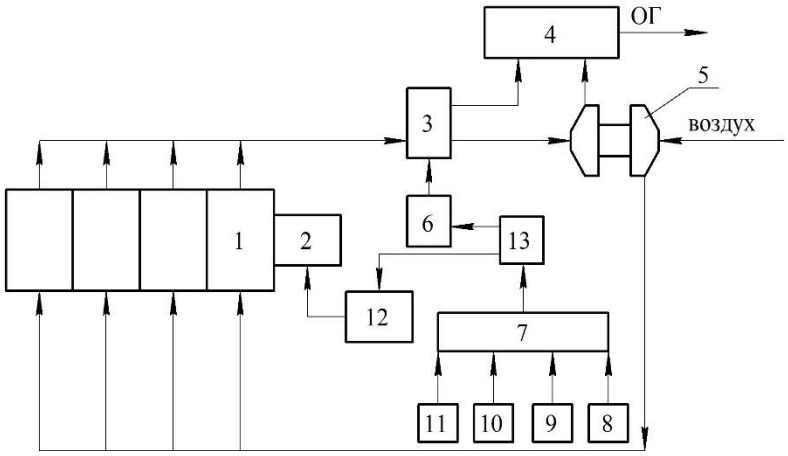


Рисунок 2 – Функциональная схема системы автоматического регулирования для обеспечения двухуровней мощности

Система включает в себя двигатель 1 с ТНВД 2; клапан перепуска газов 3; глушитель 4; турбокомпрессор 5; силовой элемент управления клапаном перепуска газов 6; электронный блок управления (бортовой компьютер) 7; датчики: температуры окружающей среды 8, давления наддувочного воздуха 9, частоты вращения коленчатого вала 10, степени загрузки двигателя 11; силовой элемент переключения уровней номинальной мощности 12; гидроэлектрораспределитель 13.

Система работает следующим образом. На холостом ходу и при частичных нагрузках по измеренным значениям степени загрузки, частоты вращения коленчатого вала, температуры окружающей среды и давления воздуха во впускном коллекторе электронный блок управления 7 формирует сигнал, который подается на гидроэлектрораспределитель 13 и далее, на силовые элементы 6 и 12, которые открывают клапан 3 перепуска газов мимо турбины и переводят призму корректора ТНВД 2 в положение, соответствующее первому уровню мощности.

По мере увеличения степени загрузки до значения $N_e^{пр}$ (мощность, при которой удельные расходы топлива с перепуском и без перепуска газов равны) электронный блок 7 формирует сигнал, который передается на гидроэлектрораспределитель 13, управляющий работой силового элемента 6 перепускного клапана 3, в результате чего турбокомпрессор включается. Одновременно с этим при нагрузках, равных $N_e^{пр}$ и выше, осуществляется регулируемый перепуск газов для поддержания оптимального давления наддува.



а б



в г

Рисунок 3 – Оборудование для обеспечения режима ДПМ на двух уровнях номинальной мощности:

а – устройство для регулирования давления наддува (патент РФ № 2534833); б – регулятор ТНВД с датчиком степени загрузки двигателя и регулированием уровня развиваемой мощности; в – электрогидрораспределитель; г – электронный блок управления и информационное табло состояния системы

В случае, когда степень загрузки по крутящему моменту превышает максимальное значение, развиваемое на первом уровне мощности, управляющий сигнал с электронного блока 7 поступает на гидроэлектрораспределитель 13, и с его помощью силовой элемент 12 переводит призму корректора ТНВД 2 в положение второго уровня мощности. При этом возрастает крутящий момент двигателя, что позволяет преодолевать возросшее сопротивление.

С целью экспериментальной проверки целесообразности применения алгоритма, реализуемого функциональной схемой, для модернизации трактора ДТ-75Т, оснащенного двигателем 4ЧН13,0/14,0 марки Д-440 было разработано и изготовлено оборудование, представленное на рисунке 3. Первый уровень постоянной мощности у испытуемого двигателя был задан на уровне 84 % от номинальной или 66,1 кВт, что соответствует среднегодовой загрузке двигателя [3].

Испытания показали, что при работе двигателя на корректорном участке первого уровня мощности уменьшение частоты вращения коленчатого вала, вследствие повышения нагрузки, сопровождается увеличением $\eta_м$ с 0,76 до 0,83 и снижением η_i с 0,470 до 0,445. Снижение η_i можно объяснить уменьшением α, увеличением периода задержки воспламенения, повышением температуры цикла, а также ухудшением процесса смесеобразования. В свою очередь, снижение α обусловлено увеличением цикловой подачи топлива и падением давления наддува ($P_к$), что видно из графика на рисунке 4. Тем не менее, поскольку рост механического КПД превышает падение индикаторного в диапазоне частот вращения коленчатого вала 1750-1500 мин$^{-1}$, эффективный КПД (η_e) возрастает от 0,357 до 0,377, соответственно снижается удельный расход топлива. Дальнейшее снижение частоты вращения до 1300 мин$^{-1}$ характеризуется превышением падения η_i над ростом $\eta_м$, что приводит к снижению η_e до 0,369. В свою очередь, удельный эффективный расход топлива снижается с 240 г/кВт·ч до 228,5 г/кВт·ч, а затем вновь возрастает до 232 г/кВт·ч при частоте вращения 1300 мин$^{-1}$.

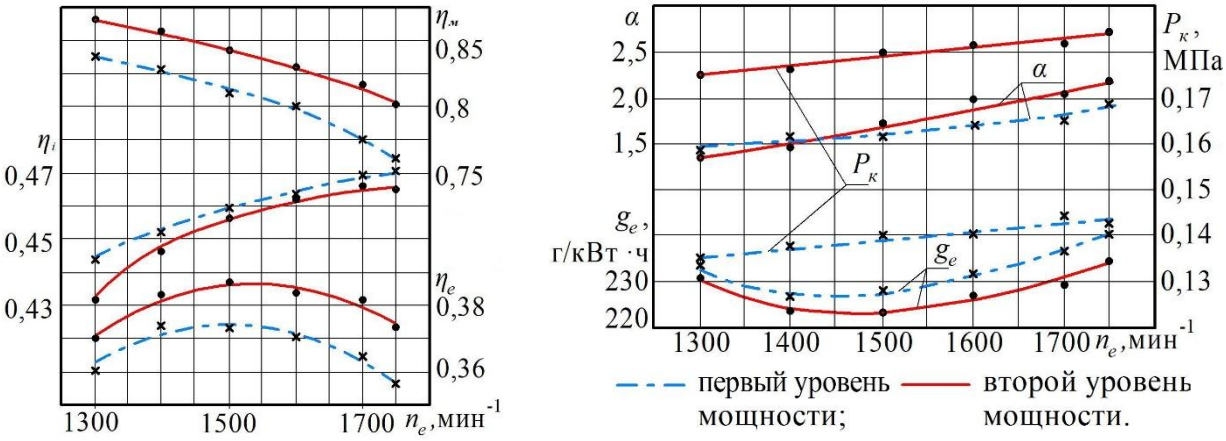


Рисунок 4 – Показатели работы дизеля Д-440 на корректорных участках скоростной характеристики первого и второго уровня мощности

Переход двигателя на второй уровень мощности (78,7 кВт) сопровождается дополнительным снижением удельного расхода на 2-8 г/кВт·ч вследствие повышения $\eta_м$ (в среднем на 0,03-0,04) практически на протяжении всего скоростного режима. Это объясняется тем, что у дизельных двигателей доля механических потерь слабо зависит от нагрузки.

Таким образом, экономичность двигателя, работающего на корректорном участке первого уровня мощности, значительно выше, чем при работе на регуляторном участке. В то же время следует отметить, что экономичность двигателя на первом уровне мощности хуже по сравнению со вторым уровнем в силу снижения степени загрузки, однако первый уровень постоянной мощности может достигаться при значительно меньшей нагрузке. Проведенное

исследование подтверждает целесообразность применения на тракторе двигателей с двумя уровнями постоянной мощности.

Библиографический список
1. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Селиванов С.Н. Взаимосвязь энергетических и тягово-сцепных свойств трактора // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 1. – С. 132-137.
2. Ревенко В.Ю. Тяговые показатели и мощность двигателя сельскохозяйственного трактора // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 4. – С. 36-38.
3. Крохта Г.М., Усатых Н.А. Повышение топливной экономичности тракторных двигателей с газотурбинным наддувом при работе на основных эксплуатационных режимах // Вестник НГАУ. – 2010. – № 3. – С. 114-117.
4. Крохта Г.М., Хомченко Е.Н., Усатых Н.А. Повышение эффективности работы дизельных двигателей с газотурбинным наддувом // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 7. – С. 14-17.
5. Прокопенко Н.И. Экспериментальные исследования двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие. – СПб: Лань, 2010. – 592 с.

Krochta G.M., Khomchenko E.N.,
Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk

EFFECTIVE INDICATORS OF DIESEL ENGINE WITH TWO LEVELS OF CONSTANT POWER

The article analyzes load regimes typical for diesel engines operating in agricultural production conditions. In order to increase fuel economy, it is proposed to use an engine with two levels of constant power, which makes possible to use a corrector part of the external speed characteristic over a wider range of load conditions.

Keywords: constant power engine, level of nominal power, load conditions, specific fuel consumption, gas turbine supercharging.

УДК 621.43.001.4:681.518.3

Добролюбов И.П.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ ТИПА «ЛЮФТ» ДВС С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Исследовано применение в измерительной экспертной системе для целей диагностирования ресурсных структурных параметров двигателей методики идентификации существенной нелинейности типа «люфт», характеризующей износ цилиндро-поршневой группы, основанной на измерении в области перекладки поршней углового ускорения коленчатого вала в статическом и динамическом режимах работы.

Ключевые слова: ДВС, ресурсные структурные параметры, нелинейность «люфт», область перекладки поршней, угловое ускорение коленчатого вала, измерение, измерительная экспертная система.

В процессе эксплуатации машин происходит старение и износ сопрягающихся поверхностей. Диагностирование (экспертиза) структурных ресурсных параметров с помощью измерительной экспертной системы двигателей (ИЭСД) наиболее сложная задача [1-10]. Это вызвано, прежде всего, недостаточным для обнаружения уровнем процессов, отражающих эти ресурсные параметры, разнообразием существенно нелинейных элементов (НЭ), характеризующих эти параметры, существенным разбросом параметров НЭ, в частности, нелинейностей типа «люфт», возникающих при износе сопрягающихся поверхностей цилиндропоршневых групп. Возможность идентификации указанных нелинейностей типа «люфт» в эксплуатационных условиях и рассматривается в данной статье.

Уравнение динамики ДВС с учетом влияния важнейших факторов имеет вид [1-10]:

$$J_Д(\varphi)\frac{d\omega}{dt}-\omega^2\frac{dJ_Д(\varphi)}{d\varphi}=M_i(\omega,\psi,\varphi)-M_T(\omega,\varphi)-M_{нг}(\omega,p_{кр}); \quad (1)$$

где $M_i^K = \sum_{m=1}^{i_ц} M_{i_1}^K(\varphi-\xi_m);\ M_i^Г = \sum_{m=1}^{i_ц} M_1^Г(\varphi-\xi_m);\ M_{ИН} = \omega^2 \frac{dJ_Д}{d\varphi} = \sum_{m=1}^{i_ц} M_{ИН_1}(\varphi-\zeta_m) + M_{ИН}^{ост}$;

$$\varepsilon = \frac{1}{J_Д}\left(M_i - \omega^2\frac{dJ_Д}{d\varphi} - M_T - M_{нг}\right) = \frac{1}{J_Д}\left(M_i^K + M_i^Г - M_{ИН} - M_T - M_{нг}\right) =$$

$$= \sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_{i_1}^K(\varphi-\xi_m) + \sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_1^Г(\varphi-\xi_m) + \sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_{ИН_1}(\varphi-\zeta_m) + \varepsilon_{ИН}^{ост} + \varepsilon_T + \varepsilon_{нг};$$

$J_Д$, M_i, $M^K{}_i$, $M^Г{}_i$, M_T, $M_{нг}$, $M_{ИН}$, $M_{ИН}^{ост}$ – моменты: инерции, индикаторный, компрессионная и газовая составляющие индикаторного момента, трения, нагрузки, инерционный, инерционный остаточный; ω, ε – угловые скорость и ускорение коленчатого вала; φ – угол поворота коленчатого вала (ПКВ); ψ – перемещение органа топливоподачи (ход рейки топливного насоса); $p_{кр}$ – сила на крюке; ξ_m – угол сдвига по фазе между индикаторными моментами отдельных цилиндров согласно диаграмме распределения вспышек; ζ_m – угол сдвига по фазе между инерционными составляющими отдельных цилиндров согласно их компоновки; $i_ц$ – количество цилиндров.

Для каждого из цилиндров составляющие полного ускорения:

$$\left.\begin{aligned}
&\varepsilon_{i_1}^K = \frac{1}{J_Д}M_{i_1}^K(\varphi-\xi_{1m}) = \frac{1}{J_Д}V_ц P_c K_1(\varphi);\\
&\varepsilon_{i_1}^Г = \frac{1}{J_Д}M_{i_1}^Г(\varphi-\xi_{1m}) = \frac{1}{J_Д}V_ц \overline{P}_i S_1(\varphi);\\
&\varepsilon_{ИН_1} = -\left[\frac{1}{J_Д}M_{i_1}^{рег}(\varphi-\xi_{1m}) + \frac{M_{ИН_1}^{ост}}{J_Д}\right] = \varepsilon_{ИН_1}^{рег} + \varepsilon_{ИН_1}^{ост};\\
&\varepsilon_ц = \varepsilon_1^K + \varepsilon_1^Г + \varepsilon_{ИН_1}^{рег} + \varepsilon_{ИН_1}^{ост},
\end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

где $\varepsilon_ц$ – ускорение коленчатого вала, вызванное работой одного цилиндра; $V_ц$ – объем цилиндра; P_c – давление сжатия; $\overline{P}_i$ – среднее индикаторное давление; $K_1(\varphi)$ и $S_1(\varphi)$ – безразмерные компрессионная и газовая (индикаторная) силовые функции цилиндра [11], которые для всего множества, например, вихрекамерных ДВС при различных значениях политроп сжатия и расширения могут быть аппроксимированы набором линейно-экспоненциальных кривых, зависящих только от степени сжатия $c_{сж}$:

$K_{1+}(\varphi)=a_к\varphi[\exp(-b_к\varphi)]$; $S_1(\varphi)=a_s\varphi[\exp(-b_s\varphi)]$;

$K_{1+}(\varphi)=|K_1(\varphi)|$ – положительная ветвь функции $K_1(\varphi)$; $a_к$, a_s, $b_к$, b_s – константы.

Из-за разброса параметров впрыскивания и сгорания топлива мгновенные значения крутящего момента и углового ускорения от цикла к циклу являются случайными величинами. Однако в каждом цикле работы двигателя содержатся детерминированные составляющие крутящего момента и углового ускорения от неуравновешенных и остаточных сил инерции. Уровень этих составляющих (особенно у двигателей компоновки 4-Р) значительно выше уровня указанного случайного процесса. Поэтому для идентификации нелинейностей целесообразно из измеренных процессов крутящего момента и углового ускорения вычесть инерционную составляющую, полученную по множеству циклов (в статическом и динамическом режимах). Присутствие квазидетерминированных составляющих от сил сгорания топлива и компрессионных сил приводит к необходимости рассматривать рабочие процессы двигателя как нестационарные случайные процессы (в статическом и динамическом режимах), состоящие из суммы этих квазидетерминированных составляющих и нормального случайного процесса (в силу множества факторов, влияющих на рабочие процессы ДВС). Достоверное измерение таких процессов и определение их параметров может быть обеспечено только при обработке множества (ансамбля) реализаций на каждом шаге дискретизации по времени или по углу ПКВ с последующим усреднением каждой ординаты по множеству.

В установившемся режиме работы агрегата $\varepsilon_\Sigma=0$. Однако и в этом случае согласно (1) и (2) составляющая $\varepsilon_г$, отражает индикаторные момент M_i и мощность N_i. С ростом p_{mi} увели-

чивается размах составляющей $\varepsilon_г$. Следовательно, определив среднее значение суммы переменных $\varepsilon_к+\varepsilon_г$, можно оценить полную индикаторную мощность двигателя:

$$N_i=M_i n=\frac{k_{mд}}{2T_0} n \int_0^{2T_0} (\varepsilon_к+\varepsilon_г)dt=\frac{k_{mд}}{4\pi} n \int_0^{2\pi} (\varepsilon_к+\varepsilon_г)d\varphi=k_{mд} n(\bar{\varepsilon}_к+\bar{\varepsilon}_г),$$

где $k_{mд}$ – коэффициент пропорциональности, зависящий от марки ДВС (числа цилиндров, момента инерции, степени сжатия); T_0 – время поворота коленчатого вала на 360°.

Вместо средних значений можно использовать также экстремальные (амплитудные) значения

$$(\varepsilon_к+\varepsilon_г)_{max}=\frac{1}{i_ц}\sum_{m=1}^{i_ц}[(\varepsilon_{к1}+\varepsilon_{г1})_{max}]_m.$$

В этом случае

$$N_i=k_{mд\,m}\frac{n}{i_ц}\sum_{m=1}^{i_ц}[(\varepsilon_{к1}+\varepsilon_{г1})_{max}]_m,$$

где $k_{mд\,m}$ имеет тот же смысл, что и $k_{mд}$ (они не равны между собой).

При этом достаточно использовать только положительные экстремумы, так как составляющая $\varepsilon_г$ определяется функцией $S(\varphi)$, которая всегда положительна. Кроме того, это повышает чувствительность сигнала к изменению активных сил двигателя благодаря тому, что в установившемся режиме $(\varepsilon_к+\varepsilon_г)$ смещается относительно нуля так, чтобы среднее значение ускорения равнялось нулю. Это приводит к значительному уменьшению влияния составляющей $\varepsilon_к$, которая определяется функцией $K(\varphi)$, симметричной относительно нуля.

Для уравновешенных двигателей $(\varepsilon_{ин}\to 0)$ с низким уровнем переменной составляющей потерь $(\varepsilon_m\to 0)$ параметры, определяющие мощность:

$$П_{N1}=|\bar{\varepsilon}_\Sigma|=|\bar{\varepsilon}_к|+|\bar{\varepsilon}_г|=\frac{1}{T_0}\int_0^{T_0}|\bar{\varepsilon}_\Sigma|dt=\frac{1}{4\pi}\int_0^{4\pi}|\bar{\varepsilon}_\Sigma|d\varphi;$$

$$П_{N2}=|\bar{\varepsilon}_{\Sigma\,max}|\approx|\bar{\varepsilon}_к+\bar{\varepsilon}_г|_{max}=\frac{1}{i_ц}\sum_{m=1}^{i_ц}[(\varepsilon_{к1}+\varepsilon_{г1})_{max}]_m.$$

Для повышения чувствительности параметра $П_N$ (особенно в применении к многоцилиндровым ДВС) целесообразно при прокрутке двигателя (без нагрузки) измерить с привязкой по углу ПКВ мгновенные значения ускорения коленчатого вала ($\varepsilon_{\Sigma x}=\varepsilon_к-\varepsilon_{ин}-\varepsilon_{mx}$, ε_{mx} - значение ε_m при холостом ходе) и вычесть их из ε_Σ в фазе. Кроме того, точность и достоверность оценки энергетических показателей можно повысить благодаря селекции сигнала в частотной (фильтрация) и фазовой (по углу ПКВ) областях.

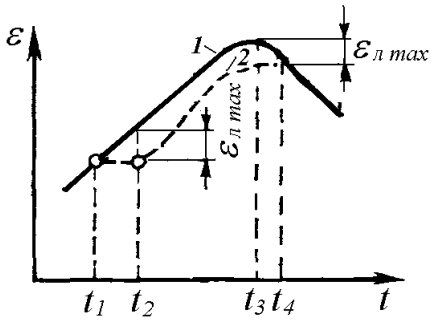


Рисунок 1 – Изменение ускорений $\varepsilon_г^1$ и $\varepsilon_к^1$: 1 – при отсутствии нелинейности «люфт»; 2 – при ее появлении

Среднее значение отклонения ускорения на интервале работы конкретного цилиндра в области перекладки поршня, вызванные люфтом, равно $\bar{\varepsilon}_л=0{,}5\varepsilon_{л\,max}$ ($\varepsilon_{л.макс}$ – максимальное значение отклонения ускорения). На участках (t_1, t_2) и (t_3, t_4) кривую $\varepsilon_л$ (кривая 2 на рисун-

ке 1) можно аппроксимировать параболами. Учитывая малость $\varepsilon_{л.макс}$ по сравнению с $\varepsilon_{макс}$ (кривая 1 на рисунке 1) дисперсия отклонения при фиксированных моментах времени t_i, *(i=1, 2,...4)* равна [12]:

$$\sigma^2_{\varepsilon_л} = \frac{1}{t_5 - t_1}\left\{\int_{t_1}^{t_2}\left[\varepsilon_{л\,max}\frac{(t-t_1)^2}{(t_2-t_1)^2} - \frac{\varepsilon^2_{л\,max}}{2}\right]^2 dt + \int_{t_2}^{t_3}\left[\varepsilon_{л\,max} - \frac{\varepsilon_{л\,max}}{2}\right]^2 dt + \right.$$

$$\left. + \int_{t_3}^{t_4}\varepsilon^2_{л\,max}\left[1 - \frac{(t_1-t_2)^2}{(t_4-t_3)^2} - \frac{1}{2}\right]^2 dt + \right\} = \qquad (3)$$

$$= 0,25\varepsilon^2_{л\,max} - \frac{2\varepsilon^2_{л\,max}[(t_4-t_3)+(t_2-t_1)]}{15(t_4-t_1)}.$$

Из-за случайности процессов горения топлива интервалы времени $\tau_1=t_2-t_1$, $\tau_2=t_4-t_3$, $\tau_3=t_4-t_1$ также будут случайными. Для дисперсии (3), усредненной по всем значениям интервалов, имеем

$$\sigma^2_{\varepsilon_л} = 0,25\varepsilon^2_{л\,max} - \frac{2}{15}\varepsilon^2_{л\,max}(\bar{\tau}_2 + \bar{\tau}_1)(1/\bar{\tau}_3) \approx$$

$$\approx 0,25\varepsilon^2_{л\,max} - \frac{2}{15}\varepsilon^2_{л\,max}(\bar{\tau}_2 + \bar{\tau}_1)[(1/\bar{\tau}_3) - (\sigma^2_{\tau_3}/2(\bar{\tau}_3)^2)]. \qquad (4)$$

где $\bar{\tau}_1$, $\bar{\tau}_2$, $\bar{\tau}_3$ - средние значения соответствующих интервалов времени.

Учитывая малость величины $\varepsilon_{л.макс}$ по сравнению с ускорениями $\varepsilon^1_{г\max} - \varepsilon^1_{г\min}$ и $\varepsilon^1_{к\max} - \varepsilon^1_{к\min}$, в предположении о нормальности и стационарности процессов $\varepsilon^1_г(t)$ и $\varepsilon^1_к(t)$ можно принять, что $d\varepsilon/dt$ (для $\varepsilon^1_г(t)$ или $\varepsilon^1_к(t)$) на участке $\tau_1=t_2-t_1$ изменяется линейно:

$$\bar{\tau}_1 = \frac{3\sqrt{\varepsilon_{л\,max}}}{\pi\sqrt{\sigma_\varepsilon}\sqrt{-\rho''_\varepsilon(0)}},$$

где σ_ε и ρ_ε - среднее квадратическое значение и коэффициент корреляции процессов $\varepsilon^1_г(t)$ или $\varepsilon^1_к(t)$.

Для случайных процессов $\varepsilon^1_г(t)$ и $\varepsilon^1_к(t)$, измеренных по множеству реализаций, можно полагать $\rho_\varepsilon(\tau)=exp(-\alpha\tau^2)$, тогда

$$\bar{\tau}_1 = \frac{3}{\pi}\sqrt{\frac{\varepsilon_{л\,max}}{2\alpha\sigma_\varepsilon}},\ \bar{\tau}_1 = \bar{\tau}_2,\ \bar{\tau}_3 = 2\pi\sqrt{-\frac{\rho''_\varepsilon(0)}{\rho^{IV}_\varepsilon(0)}} = \frac{2\pi}{\sqrt{6\alpha}}. \qquad (5)$$

Так как коэффициент вариации нормального случайного процесса изменения τ_3 меньше 0,3 – дисперсия (4), с учетом (5), примет вид:

$$\sigma^2_{\varepsilon_л} \approx 0,25\varepsilon^2_{л\,max} - 0,23\varepsilon^2_{л\,max}\sqrt{\varepsilon_{л\,max}/\sigma_\varepsilon}.$$

Следовательно, измеряя в области перекладки поршня угловое ускорение $\varepsilon(t)$ в разгоне, выбеге или в стационарном режиме полной нагрузки, по значению его отклонения или по смещению во времени относительно ускорения исправного двигателя (или его модели) можно оценить степень износа цилиндро-поршневой группы.

Библиографический список

1. Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК // Россельхозакадемия, Сибирское региональное отделение, ГНУ СибФТИ. – Новосибирск, 2013. 523 с.

2. Добролюбов И.П. Выбор совокупности косвенных диагностических параметров для измерительной экспертной системы ДВС // Тракторы и сельхозмашины. – 2011, – № 7. – С. 51-53.

3. Добролюбов И.П. Идентификация существенных нелинейностей ДВС с помощью измерительной экспертной системы. // Актуальные вопросы научного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции в Сибири: материалы междунар. науч.-практ. конф. / РАСХН, ГНУ СибИМЭ Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2011. – С. 97-103.
4. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Оптимизация обнаружения и измерения параметров ДВС измерительной экспертной системой // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/2. – С. 275-279.
5. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Принципы разработки компьютерной динамической модели автотракторных ДВС // Вестник НГАУ. – 2014. – № 2. – С. 141-146.
6. Патент RU 2541072 C2, МПК G01M15/05 (2006.01.); G01L 23/08 (2006.01.). Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания и экспертная система для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. // Опубл. 10.02.2015. Бюл. № 4.
7. Патент RU 2665566 C2. МПК F02M 65/00. Способ определения цикловой подачи топлива и устройство для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф., Клименко Д.Н. // Опубл. 31.08.2018 бюл. № 25.
8. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н. Моделирование процесса оптимального определения параметров состояния двигателя внутреннего сгорания измерительной экспертной системой // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – № 6. – С. 22-35.
9.Савченко О.Ф., Добролюбов И.П. Моделирование процесса идентификации состояния тракторных двигателей // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2016. – № 4(6). – С. 4-12.
10.Добролюбов И.П., Савченко О.Ф. Определение технического состояния топливной системы ДВС статистическими методами // Труды ГОСНИТИ, 2016. – Т. 122. – С. 48–58.
11. Вейц В.А., Кочура А.А. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1976. – 384 с.
12. Кавалеров Г.И., Мандельштам С.М. Введение в информационную теорию измерений. – М.: Энергия. – 1974. – 376 с.

Dobroljubov I.P.,
Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk

IDENTIFICATION NONLINEARITY SUCH AS «BACKLASH» THE ENGINE OF INTERNAL COMBUSTION WITH THE HELP OF MEASURING EXPERT SYSTEM

Application in measuring expert system for the purposes of diagnosing of resource structural parameters of engines of a technique of identification of essential nonlinearity such as «backlash», describing deterioration of the cylinders, based on measurement is investigated in the field of change of pistons of angular acceleration of a cranked shaft in static and dynamic operating modes, received on set of realizations is investigated.

Keywords: ДВС, resource structural parameters, nonlinearity «backlash», area of change of position pistons, angular acceleration of a cranked shaft, measurement, measuring expert system.

УДК 631.3.004:339.18

Бураев М.К., Шистеев А.В.,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутская область, п. Молодежный

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

В статье рассматриваются задачи логистической поддержки системы производственно-технической эксплуатации машин в сельском хозяйстве, решение которых позволяет улучшить деятельность служб, связанных с обеспечением эффективности производственно-технической эксплуатации машинно-тракторного парка. При этом предприятия по техническому и технологическому сервису сельхозтоваропроизводителей должны стремиться к приобретению заказов, а не к продаже своих услуг.

Ключевые слова: производственно-техническая эксплуатация, система, технический центр, логистическая поддержка, машинно-тракторный парк.

Годовая потребность на обслуживание в системе производственно-технической эксплуатации (ПТЭ) машинно-тракторного парка (МТП) может выражаться как в единичных, так и в крупных размерах. В этих условиях обеспечить полное удовлетворение потребности сель-

хозтоваропроизводителей в ресурсах и услугах в установленные сроки и по приемлемым ценам можно совершенствованием инфраструктуры технического и технологического сервиса районного уровня [1]. Именно здесь логистические процессы обслуживания МТП быстрее адаптируются к изменениям условий и режимов ПТЭ, значительно сокращая время реагирования обслуживающих структур на сигналы из эксплуатационной среды.

Спрос на обслуживание генерирует случайные возмущения на входе в систему ПТЭ и является источником рассогласования технологических процессов производственной (ПЭ) и технической (ТЭ) эксплуатации, порождая нарушение их ритмичности и непрерывности. Для выравнивания этих процессов в системе необходимо время, в течении которого изменяются величины интенсивностей обслуживающих потоков и уровней подсистем ПЭ и ТЭ [2, 3].

Логистическая поддержка системы ПТЭ МТП заключается в обеспечении оптимальной временной и пространственной организации процессов технического и технологического обслуживания МТП с целью повышения эксплуатационной надежности машин. Система включает в себя все процессы и элементы предприятий-участников для их последующей организации и функционирования в рамках единого процесса ПТЭ МТП.

Базовую структуру логистической поддержки системы ПТЭ можно представить в виде многоцелевого технологического (технического) центра (МТЦ) с трехуровневой системой обслуживания сельских товаропроизводителей (рисунок 1) [2].

МТЦ может быть создан на базе районных центров или других территориальных поселений (1-й уровень), где сосредоточены трудовые ресурсы и технологические возможности многоцелевого сервиса сельхозтоваропроизводителей, а также в рамках формирующихся агротехнопарков и агрохолдингов [1]. В хозяйствах создаются (2-й уровень) полустационарные сервис-комплексы из быстровозводимых сооружений каркасного типа с необходимым оборудованием для технического и технологического обслуживания машинно-тракторных агрегатов (МТА) в сезоне полевых работ. Такие сервис-комплексы можно оборудовать в местах совмещения средств сервиса и МТА. Они могут функционировать по принципу полевых станов. Полустационарный сервис-комплекс может иметь в своем составе мобильные средства сервиса (3-й уровень).

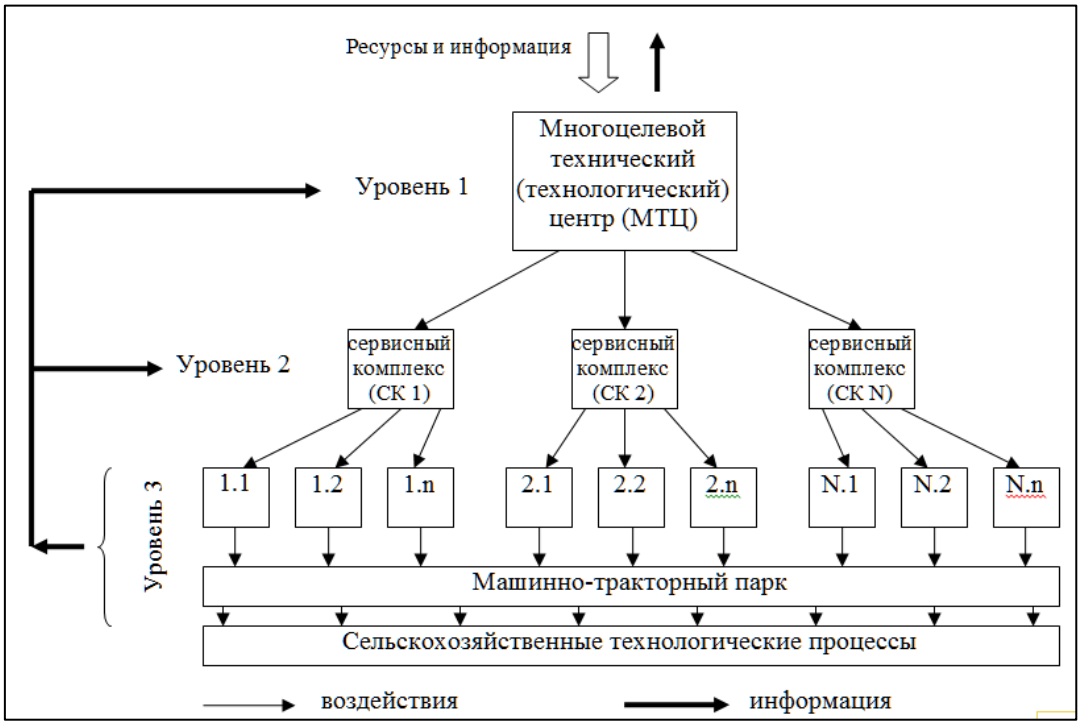


Рисунок 1 – Структурный граф МТЦ

Иерархическая структура производственных подразделений МТЦ имеет вид дерева. Узел первого уровня графа отображает все возможные варианты полностью укомплектованного

МТЦ данного назначения, представленные в виде целого. Совокупность элементов (МТС, мехкомплекс, мехотряд и др.), включенных в узлы второго уровня, позволяет сформировать производственно-технологическую базу любого МТЦ, отображенного на первом уровне. На третьем уровне представлены подсистемы, из которых формируются комплексы второго уровня и где содержится информация, достаточная для синтеза производственно-технологической базы любого МТЦ, включенного в узел первого уровня. Элементом в этом случае называют подсистему любого уровня, которую в процессе анализа рассматривают как неделимую, то есть в данном случае МТП сельхозтоваропроизводителей.

При информационном подходе к построению подобных графов можно считать, что в узлах нижних уровней информация более детализирована [2]. Эта информация собирается и обрабатывается с использованием диагностико-информационного мониторинга и так называемых CALS-технологий, которые позволяют путем непрерывного наблюдения жизненного цикла машин и безбумажного электронного обмена данными управлять процессами ПТЭ МТП [4]. Одной из целей CALS-технологий является переход к предпринимательской экономике, в которой предпочтение отдается эффективности, достигаемой благодаря быстрой адаптации к изменяющимся условиям внешней среды; распространению гибкого немассового производства, ориентированного на индивидуализированные запросы потребителей, базой которого являются небольшие и средние сельскохозяйственные предприятия. Структура комплекса средств системы агротехнического сервиса (САТС) МТЦ (рисунок 2) способствует реализации большинства из этих задач.

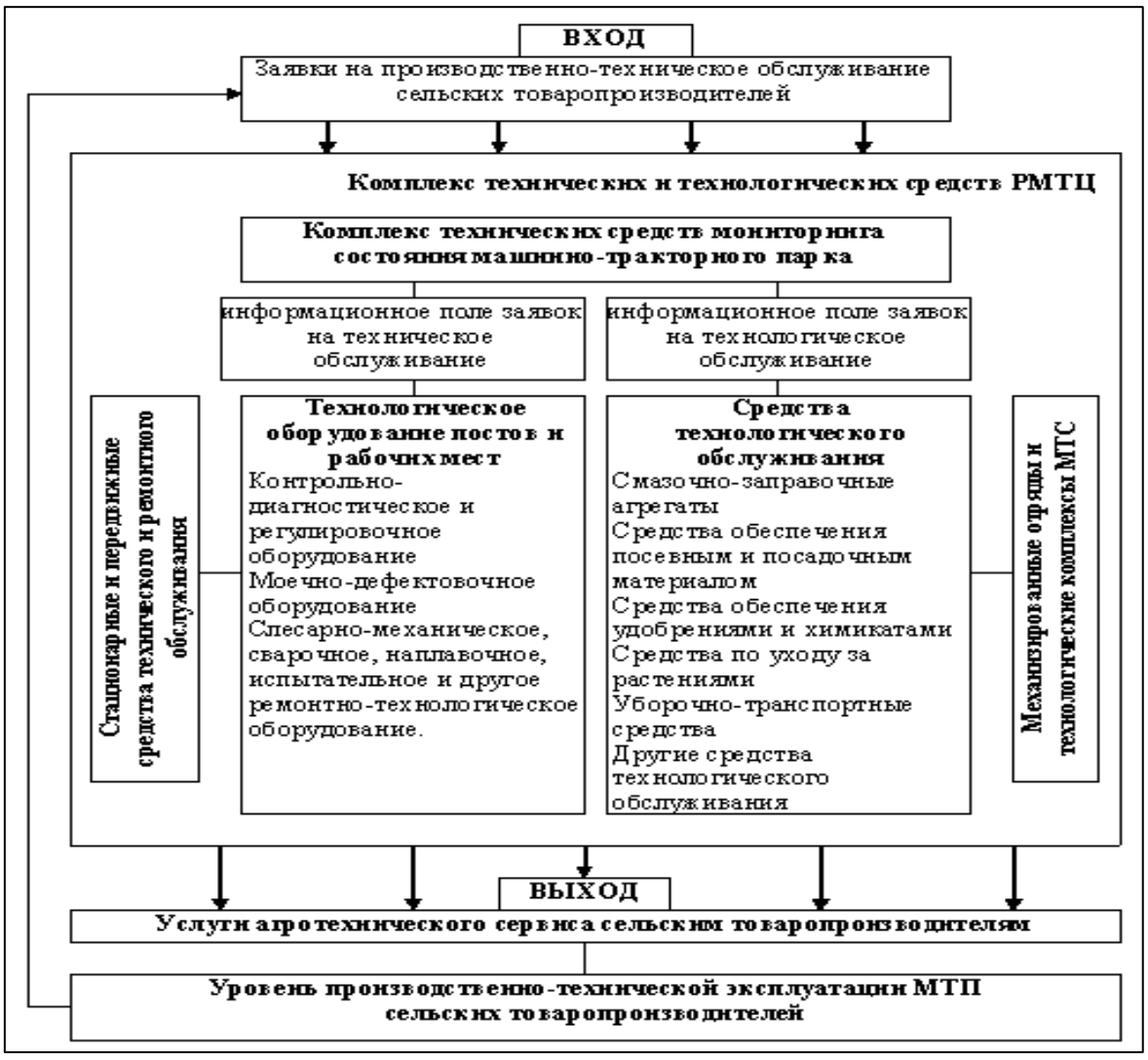


Рисунок 2 – Схема структуры комплекса средств САТС МТЦ

Устойчивость интеграционных процессов в рамках МТЦ определяется распределением полученной прибыли между партнерами на основании принятого между ними договора о совместной деятельности [5].

На первоначальном этапе работы прибыль рекомендуется распределять по следующей схеме (на уровне МТЦ – хозяйство):

$$P_1 = У_{птэ}\frac{C_{мтц}}{C_{общ}}; \qquad P_2 = У_{птэ}\left(1-\frac{C_{мтц}}{C_{общ}}\right),$$

где P_1 и P_2 – балансовая рентабельность предприятий партнеров;

$C_{мтц}$, $С_{общ}$ – себестоимость работ МТЦ и полная себестоимость.

На этапе устойчивой работы:

$$P_1 = \frac{ЧДД}{C_{общ}}\cdot к_1; \qquad P_2 = \frac{ЧДД}{C_{общ}}\cdot к_2;$$

где *ЧДД* – чистый дисконтированный доход [5];

$к_1$ и $к_2$ – коэффициенты участия.

$$к_1 = \frac{C_{мтц}}{C_{общ}}; \qquad к_2 = 1-\frac{C_{мтц}}{C_{общ}}.$$

$к_1 = к_2$ *при* $C_{общ} = 2C_{мтц}$

Выполнение мероприятий по совершенствованию ПТЭ МТП и повышение качества эксплуатации, в целом, предполагает интеграцию пользователя техники и поставщика услуг технического сервиса в единый производственный процесс обслуживания машин, начиная с подготовки и окультуривания полей и заканчивая теоретической и практической подготовкой кадров. При этом владелец техники перестает быть «объектом продаж» услуг технического сервиса, он становится «поставщиком заказов», а процессы обслуживания основываются на учете обратной связи.

Библиографический список

1. Немцев А.Е., Коротких В.В., Деменок И.В. Определение производственной мощности технического сервисного предприятия // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 80. – С. 104-111.

2. Бураев М.К., Охотин М.В. Производственно-техническая эксплуатация машинно-тракторного парка в АПК Байкальского региона: монография. – Иркутск: ИрГСХА, 2013. – 219 с.

3. Салихов Р.Ф. Повышение эффективности производственной и технической эксплуатации парка дорожно-строительных машин: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. – Омск, 2003. – 250 с.

4. Озорнин С.П., Бердников И.Е. Обеспечение процессов функционирования технического сервиса мобильных транспортно-технологических машин с использованием диагностико-информационной системы // Наземные транспортно-технологические средства: проектирование, производство, эксплуатация: материалы I Всероссийской заоч. науч.-практ. конф. – Чита: ЗабГУ, 2016. – С. 154-164.

5. Экономика технического сервиса на предприятиях АПК / под ред. Ю.А. Конкина. – М.: Колос, 2006. – 368 с.

Buraev M.K., Shisteev A.V.,
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny of Irkutsk region

LOGISTIC SUPPORT OF THE SYSTEM OF PRODUCTION AND TECHNICAL OPERATION OF MACHINE AND TRACTOR PARK

The article deals with the problems of logistics support of the system of production and technical operation of machines in agriculture, the solution of which allows to improve the activities of services related to ensuring the efficiency of production and technical operation of the machine and tractor fleet. At the same time, enterprises for technical and technological service of agricultural producers should strive to purchase orders, and not to sell their services.

Keywords: production and technical operation, system, technical center, logistic support, machine and tractor park.

УДК 631.1(075)

Немцев А.Е., Коротких В.В., Деменок И.В., Коптева И.В.,
Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Оперативность восстановления работоспособности мобильных энергетических средств (МЭС) в хозяйстве определяется продолжительностью удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису при возникновении отказа. Предполагается трехуровневая система обслуживания техники и снабжения запасными частями – хозяйство, район, область. Оперативное восстановление работоспособности МЭС предусматривает обеспечение запасными частями с разных уровней системы. Время восстановления работоспособности сельскохозяйственной техники в общем виде включает: определение причины отказа; передачу информации об отказе в сервисное предприятие (СП); обработку заявки на услуги, включая запасные части и их комплектование сервисным предприятием; ожидание транспорта для выполнения заявки, доставку запасных частей из СП; непосредственное устранение последствий отказа (демонтаж, монтаж). Время выполнения заявки будет зависеть от количества необходимых резервных элементов для оказания услуги, количества мобильных транспортных средств и от расстояния между хозяйством и обслуживающими СП.

Ключевые слова: мобильное энергетическое средство, технический сервис, восстановление, работоспособность, время, заявка, отказ, запасные части.

При возникновении отказа мобильных энергетических средств (МЭС) в хозяйстве его последствия, в зависимости от сложности, можно устранить разными способами: самим механизатором, силами хозяйства или специалистами сервисного предприятия. Время восстановления работоспособности МЭС в общем виде включает время на: определение причины отказа; передачу информации об отказе в сервисное предприятие; обработку заявки на требуемую услугу, включая поиск запасных частей и их комплектование в СП; ожидание транспорта для выполнения заявки, доставку запасных частей с СП; непосредственное устранение последствий отказа (демонтаж, монтаж).

На каждую составляющую затрачивается время, начиная с момента времени возникновения отказа. Общий интервал времени или продолжительность удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису $T_{УС}$ состоит из следующих составляющих:

$$T_{УС} = T_{ПО} + T_{ОЖ} + T_{ОТ} + T_{ДЗ} + T_{УО}\ , \qquad (1)$$

где $T_{УС}$ – время удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису;

$T_{ПО}$ – продолжительность определения причины отказа с проведением диагностики и передачи информации об отказе на обслуживающий уровень системы, ч;

$T_{ОЖ}$ – время ожидания обслуживания заявки в зависимости от наличия в резерве необходимых запчастей, ч;

$T_{ОТ}$ – время ожидания транспорта для выполнения заявки, ч;

$T_{ДЗ}$ – время доставки запасных частей из СП до обслуживаемого объекта, ч;

$T_{УО}$ – продолжительность непосредственного устранения последствий отказа (демонтаж, монтаж), ч.

В общем виде схема алгоритма восстановления работоспособности МЭС в агропромышленном комплексе (АПК) приведена на рисунке 1.

Предполагается трехуровневая система обслуживания техники и снабжения запасными частями – хозяйство, район, область. Оперативное время восстановления работоспособности МЭС предусматривает обеспечение запасными частями с любого уровня системы.

Продолжительность определения причины отказа ($T_{ПО}$) с проведением диагностики и передачи информации об отказе в сервисное предприятие, определяется по формуле:

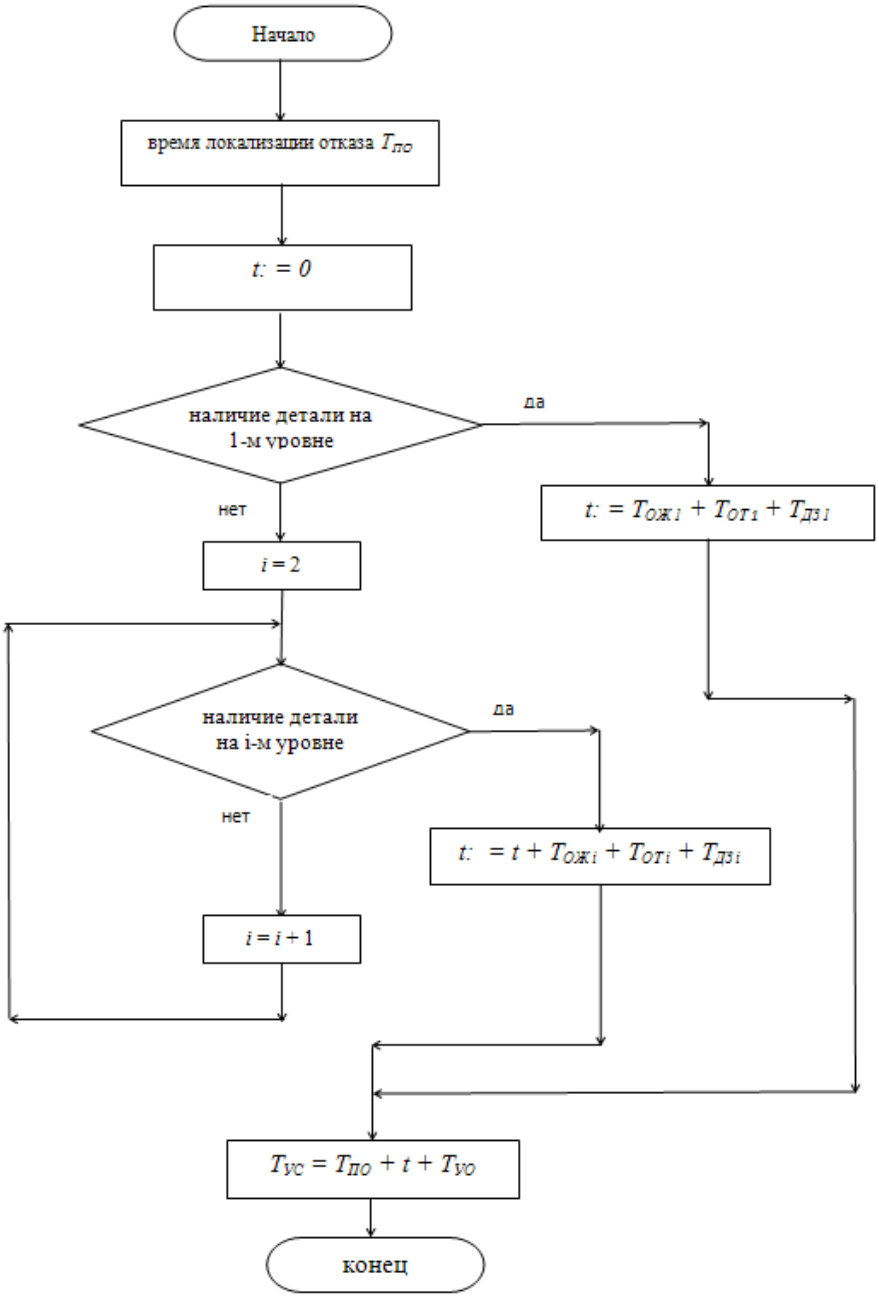


Рисунок 1 – Схема алгоритма обеспечения работоспособности МЭС в АПК

$$T_{ПО} = T_Д + T_И \text{ ,} \quad (2)$$

где $T_Д$– продолжительность диагностики, ч;

$T_И$ – продолжительность передачи информации по заявке об отказе в СП, ч.

Значение $T_И$ – величина случайная и зависит от организации связи между уровнями системы:

$$T_{И\,i} = \sum_{K=1}^{i} t_K \text{ ,} \quad (3)$$

где t_K – время сообщения информации с предыдущего уровня $к$ на последующий уровень i.

Время ожидания обслуживания заявки $T_{ОЖ}$ будет зависеть от количества необходимых элементов для оказания услуги, находящихся в резерве, а $T_{ОТ}$ - от количества мобильных транспортных средств.

Среднее время ожидания начала обслуживания заявки в СП на i -м уровне системы $T_{ОЖ}$ при y_i – количестве запасных частей определяем по формуле [1]:

$$T_{ОЖ\,i} = \frac{P_{yi}}{y_i \nu_i - \lambda_i}, \quad (4)$$

где P_{yi} – вероятность того, что в момент поступления очередного требования на *i*-й уровень необходимая запасная часть будет отсутствовать в резерве;

y_i – количество необходимых запасных частей, находящихся в резерве на i – м уровне системы, шт.;

$\frac{1}{\nu_i}$ – среднее время обслуживания одной заявки на *i*-м уровне системы (средняя периодичность поставки одного необходимого элемента услуги), ч;

λ_i – среднее число заявок на услугу, поступающих на i-й уровень системы в единицу времени, l/ч.

Определим значение составляющих величин в формуле (4).

Значение величины P_{yi} определяем по формуле:

$$P_{yi} = \frac{\nu_i P_{0i}}{(y_i - 1)!(y_i \nu_i - \lambda_i)} \times \left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{yi}, \quad (5)$$

где P_{0i} – вероятность того, что все запасные элементы необходимой номенклатуры будут присутствовать в резерве на *i*-ом уровне системы.

Формула для определения P_{0i} имеет вид:

$$P_{0i} = \frac{1}{\sum_{\kappa=0}^{y_i=1} \frac{1}{\kappa!}\left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{\kappa} + \frac{\nu_i}{(y_i - 1)!(y_i \nu_i - \lambda_i) \times \left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{y_i}}}. \quad (6)$$

Применять формулы (5) и (6) можно лишь при соблюдении условия $\frac{\lambda_i}{y_i \nu_i} \prec 1$. С учетом формул (5) и (6) среднее время ожидания начала обслуживания на *i* -м уровне будет:

$$T_{ожi} = \frac{\nu_i \left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{y_i}}{\left[\sum_{\kappa=0}^{y_i=1} \frac{1}{\kappa!}\left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{\kappa} + \frac{\nu_i}{(y_i - 1)!(y_i \nu_i - \lambda_i) \times \left(\frac{\lambda_i}{\nu_i}\right)^{y_i}}\right] \times (y_i - 1)!(y_i \nu_i - \lambda_i)^2}, \quad (7)$$

где $\frac{\lambda_i}{\nu_i}$ – среднее число запасных элементов, которое необходимо иметь, чтобы обслужить в единицу времени все поступившие в СП на *i*-й уровень заявки.

Величину λ_i определяем по формулам:

$$\lambda_i = \frac{n_i}{T_{\phi r}}, \quad (8)$$

$$\lambda_i = \frac{K_{op}\, H_r\, N_i}{T_{\phi r} * 1000}, \quad (9)$$

где n_i – необходимое количество запасных частей на планируемый период для *i*-го уровня системы, шт;

$T_{\phi r}$ – фактический годовой фонд рабочего времени механизатора машины *r* – й марки, ч;

K_{op} – коэффициент спроса на деталь, агрегат, узел;

N_i – количество машин, обслуживаемых СП *i*-го уровня системы, шт.;

H_r – планируемая годовая наработка на одну машину *r*–ой марки, у. э. га.

Значение величины $T_{\phi r}$ определяем по формуле:

$$T_{\phi r} = T_n \eta_u \ , \tag{10}$$

где T_n – планируемый период, ч;

η_u – коэффициент технического использования техники.

Среднее время ожидания транспортного средства в СП на і-м уровне системы ($T_{OT\,i}$) определяем по формуле:

$$T_{OTi} = \frac{\nu_{1i}\left(\frac{\lambda_{1i}}{\nu_{1i}}\right)^{m_i}}{\left[\sum_{\kappa=0}^{m_i=1}\frac{1}{\kappa!}\left(\frac{\lambda_{1i}}{\nu_{1i}}\right)^{\kappa} + \frac{\nu_{1i}}{(m_i-1)!(m_i\nu_{1i}-\lambda_{1i})\times\left(\frac{\lambda_{1i}}{\nu_{1i}}\right)^{m_i}}\right]\times(m_i-1)!(m_i\nu_{1i}-\lambda_{1i})^2}, \tag{11}$$

где λ_{1i} – интенсивность спроса на транспортное средство на *i*-м уровне системы,1/ч;

m_i – количество транспортных средств на *i*-м уровне системы, шт.;

где t_{io} – среднее время оформления документов по заявке на *i*-м уровне системы, ч.

Время доставки запасных частей с СП до обслуживаемого объекта:

$$T_{ДЗ} = \frac{S_i}{V_T}, ; \tag{12}$$

где S_i – расстояние между *i*-м уровнем и хозяйством;

V_T – средняя эксплуатационная скорость транспортного средства, обслуживающего *i*-й уровень системы, км/ч.

Время $T_{УО}$ принимается согласно нормативно-технической документации или определяется экспериментально, оно включает время демонтажа неисправного элемента машины и его замену на исправный.

На основе проведенных исследований предложен метод, позволяющий оценивать оперативность системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств через обобщенный показатель – время удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису.

Библиографический список

1. Розенберг В.Я., Прохоров А.И. Что такое теория массового обслуживания. – М.: Советское радио. – 1965. – 256 с.

Nemcev A.E., Korotkih V.V., Demenok I.V., Kopteva I.V.,
Siberian Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
of Siberian Federal Scientific Center for Agro-Biotechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region

TO THE QUESTION OF RESTORATION OPERATION WORKABILITY OF MOBILE ENERGY SOURCES

The efficiency of restoring the working capacity of mobile energy resources is determined by the duration of the satisfaction of the demand for an application for maintenance in the event of a failure. It assumes a three-level system for supplying spare parts - a farm, a district, a region. The operative restoration of the working capacity of mobile energy means provides for the provision of spare parts from different levels of the system. The time to restore the working capacity of agricultural machinery in general includes: determining the cause of failure; transfer of information on refusal to the

service enterprise; processing of the application for services, including spare parts and their acquisition by the service enterprise, waiting for transport to fulfill the application, delivery of spare parts from the service enterprise; direct elimination of the consequences of failure (dismantling, installation). The lead time for an application will depend on the number of elements required to provide the service, the number of mobile vehicles, and the distance between levels.

Keywords: mobile power tool, recovery, working capacity, time, application, maintenance, refusal, spare parts.

УДК 631.15

Мишина З.Н., Герасимов В.С.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сложившая ситуация в агропромышленном комплексе (АПК) России нуждается в поиске новых методов решения проблемы технического сопровождения, разработки новых нормативов его проведения и создания инновационных предприятий высокоресурсного ремонта, обеспечивающих выполнение работ на всех постпроизводственных этапах жизненного цикла сельскохозяйственной техники и оборудования.

Ключевые слова: инновационные предприятия, высокоресурсный ремонт, восстановление, утилизация, агропромышленный комплекс.

Потребители техники, приобретая технику нового уклада, сталкиваются с необходимостью самостоятельно поддерживать её работоспособность: своими силами или с привлечением специализированных предприятий. Процесс поддержания работоспособности техники на оптимальном уровне связан с проведением целого ряда работ, которые требуют высококвалифицированных исполнителей и специального технологического оборудования. Особую сложность в осуществлении этого процесса ощущают потребители бывшей в употреблении импортной техники, срок службы которой превышает гарантийный период.

Общие затраты на ремонт машинно-тракторного парка (МТП) в период подготовки техники к полевым работам на 01.01.2018 года увеличились по отношению к предыдущим годам с 49,5 до 53,3 млрд рублей.

Это объясняется тем, что расходы на содержание в работоспособном состоянии одной списочной единицы сельскохозяйственной техники увеличились на 12-15 %.

Основная доля затрат – 46,2 % приходится на тракторы, почти в 2,0 раза меньше (25,2 %) приходится на зерноуборочные комбайны, 10,3 % – на грузовые автомобили и оставшиеся 19 % затрат приходится на другие машины.

По всем видам техники сохраняется рост удельных годовых затрат на ремонт, приходящихся на одну списочную машину.

Доля ремонта машин, выполненного в ремонтно-технических предприятиях (РТП) и ремонтных заводах (РЗ) минимальна и составляет по всему парку тракторов 2,8 %, по составу энергонасыщенных тракторов класса 5 и 4, соответственно, 8,0 % и 5,0 %, по зерноуборочным комбайнам – 2,9 %.

При больших сроках использования и несоблюдении требований, касающихся технического сопровождения сельскохозяйственной техники возрастает количество и сложность ее отказов, что приводит к снижению её производительности более чем в 2 раза. К каждому новому сельскохозяйственному сезону ремонту подвергается от 55 % до 60 % парка тракторов и зерноуборочных комбайнов. Трудозатраты и стоимость ремонтных работ по мере старения парка имеют тенденцию ежегодно расти.

Создание инновационных предприятий для высокоресурсного ремонта сельскохозяйственной техники способствует снизить показатель затрат на 7-10 % за счет концентрации сервисных услуг в этих ремонтных предприятиях.

Продовольственная безопасность – неотъемлемая часть национальной безопасности государства. Обеспечения населения страны продовольствием представляет собой важную социально-экономическую задачу, решение которой для государства имеет огромное значение.

Для решения этой задачи мы предлагаем создать специализированные инновационные предприятия высокоресурсного ремонта. Они позволят обеспечить сельскохозяйственных товаропроизводителей ремонтом агрегатов и узлов сельскохозяйственной техники, охватят широкую номенклатуру восстанавливаемых деталей различных машин. В этих ремонтных предприятиях должны быть предусмотрены комплексы высокоресурсного оборудования для участков диагностики и регулировки топливной аппаратуры, ремонта и обкатки двигателей, диагностики и регулировки гидросистем самоходных машин, ремонта турбокомпрессоров и других узлов и систем.

Создавая участки восстановления изношенных деталей необходимо предусмотреть ресурсосберегающие технологии деталей ходовой части гусеничных машин, восстановление коленчатых валов, деталей турбокомпрессоров, золотников гидрораспределителей, клапанов двигателей и других деталей.

На участках упрочнения должны применяться, в первую очередь, технологии упрочнения деталей почвообработки, посевной и кормозаготовительной техники.

Инновационные предприятия высокоресурсного ремонта должны нести ответственность за качество ремонта и восстановления сельскохозяйственной техники, ее узлов и агрегатов с установлением гарантийного срока эксплуатации, как минимум, равного 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию (при гарантийной наработке не более 2400 мото-ч. для тракторов и двигателей внутреннего сгорания).

Таблица 1

Расчет потребных объемов работ по восстановлению изношенных деталей в Российской Федерации

Техника	*) Наличие на 01.10.2017, шт.	*) План ремонта в 2017 г., шт.	*) Потребность в финансовых средствах на ремонт, млрд. руб.	В т. ч. стоимость новых запасных частей, млрд. руб.	Объем запасных частей, передаваемых на восстановление, млрд. руб.	Объем восстановленных деталей, млрд. руб.
1	2	3	4	5	6	7
Тракторы Кл. 5 Кл. 4	 49050 44439	 20195 17055	 6,47 3,98	 4,53 2,79	 2,72 1,67	 1,36 0,84
Прочие тракторы	316516	110267	13,71	9,60	5,76	2,88
Зерноуборочный комбайн Кл 7-8	 53087	 22793	 6,69	 4,68	 2,81	 1,40
Прочие зерноуборочные комбайны	63241	33311	6,76	4,73	2,84	1,42
Кормоуборочные комбайны	15167	7935	2,06	1,44	0,86	0,43
Косилки самоходные	10874	4580	0,68	0,48	0,29	0,15
Прочие автомобили	169494	62191	5,48	3,84	2,30	1,15
Плуги	120346	46732	1,53	1,07	0,64	0,32
Сеялки	188995	91177	3,12	2,18	1,31	0,65
Свеклоуборочные комбайны			0,66	0,46	0,28	0,14
Культиваторы	160418	72100	2,19	1,53	0,92	0,46
ИТОГО:	-	-	53,33	37,33	22,40	11,20

*) – данные Минсельхоза России

Одной из важнейших задач инновационных предприятий является концентрация сельскохозяйственной техники, оборудования выведенных из эксплуатации в рамках технических, технологических и финансовых возможностях данного ремонтного предприятия с целью проведения утилизации этой техники с использованием прогрессивных технологий рециклинга, что обеспечит высокий уровень повторного использования компонентов утилизируемых машин.

Для сохранения непрерывности технологического процесса выполнения сельскохозяйственных работ и соблюдения агротехнических сроков, в инновационных предприятиях должна действовать система обеспечения сельхозтоваропроизводителей изделиями обменного фонда (узлов, агрегатов и самой сельскохозяйственной техники), а также запасными частями.

Раннее было выявлено, что до 60 % деталей сельхозмашин можно восстановить и использовать повторно. При этом цена восстановления деталей будет составлять от 30 % до 60 % от стоимости новой. Вызывает интерес оценка возможной экономии средств в регионах на ремонт техники за счет восстановления в инновационных предприятиях и повторного использования деталей. В таблице 1 представлен экономический расчет, в котором определено, что при организации инновационного предприятия высокоресурсного ремонта может быть достигнута экономия в 11,20 млрд. руб. (при плановых затратах на закупку новых деталей – 37,33 млрд руб.).

Система технического сервиса с использованием инновационных предприятий позволит оперативно обеспечить хозяйства отремонтированной работоспособной сельскохозяйственной техникой, повысит качество технической эксплуатации машинно-тракторных парков, а также повысит показатель коэффициента технической готовности до 95-98 %.

Выводы. Организационно-техническая структура инновационного предприятия высокоресурсного ремонта, определенная на основе современных тенденции развития инженерной сферы АПК, предусматривает следующие направления совершенствования:

- создание современных инновационных ремонтных предприятий на региональных (районных) уровнях по техническому сопровождению сельскохозяйственной техники на протяжении всего жизненного цикла машин;
- использование в инновационных ремонтных предприятиях прогрессивных технологий и других научных решений по обеспечению высокоресурсного ремонта и проведению ресурсосберегающей экологоориентированной утилизации сельскохозяйственной техники и оборудования;
- снижение финансовых затрат на приобретение новых запасных частей на 25-30 % за счет годных и восстановленных деталей утилизируемой сельскохозяйственной техники;
- дополнительное получение 20-25 рабочих мест в инновационных ремонтных предприятий по цеху (участку) утилизации сельскохозяйственной техники;
- снижение экологической безопасности на 10-15%.

Библиографический список

1. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 96 с.
2. Горячев С.А., Волкова З.Н. Тенденции в организации ремонта сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 103. – С.14-19.
3. Мишина З.Н. Техническое сопровождение сельскохозяйственной техники в течение всего жизненного цикла машин // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 5. – С. 41-43.

Mishina Z.N., Gerasimov V.S.,
Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, Moscow

IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL PRINCIPLES OF TECHNICAL MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINERY

The current situation of the agro-industrial complex (agro-industrial complex) of Russia needs to find new methods of solving the problem of technical support, development of new standards for its implementation and creation of inno-

vative enterprises of high-resource repair, ensuring the performance of work at all post-production stages of the life cycle of agricultural machinery and equipment.

Keywords: innovative enterprises, high-resource repair, restoration, utilization, agro-industrial complex.

УДК 631.3

Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

О БАЗОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕЦИКЛИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются базовые концепции формирования системы рециклинга сельхозтехники в АПК с обоснованием научной гипотезы разработки механизма концентрации отходов с элементами автоматизированного и интеллектуального управления.

Ключевые слова: утилизация, техническое состояние, рециклинг, стратегия, техническое обслуживание, ремонт, цифровые данные, алгоритм, ИПИ-технологии, интерактивное руководство.

Отраслевые системы утилизации позволят решить целый ряд задач различного уровня, таких, как задачи импортозамещения и обновления парка сельхозмашин, что будет способствовать повышению эффективности развития АПК России. Будет решен вопрос раздельного сбора компонентов, входящих в состав утилизируемой техники, созданы новые рабочие места, созданы классы обучения специалистов для проведения этой работы и другие необходимые мероприятия. На рисунке 1 представлена имитационная модель с обозначением основных направлений отраслевой системы утилизации техники. Эта модель полностью соответствует условиям формирования в АПК России эффективной системы утилизации сельскохозяйственной техники.



Рисунок 1 – Задачи, решаемые отраслевой системой утилизации техники

Проведенные ФГБНУ ФНАЦ ВИМ исследования позволяют сделать вывод о целесообразности детальной разработки и реализации отраслевых систем утилизации с отработкой отдельных элементов. В связи с имеющимся многолетним опытом создания пилотных проектов ресурсосберегающей экологоориентированной системы утилизации СХТ считаем целесообразным осуществить отработку методологии создания отраслевых систем утилизации на примере сельскохозяйственной техники.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработана дорожная карта создания и внедрения за четырехлетний период пилотного проекта региональной системы утилизации выведенной из эксплуатации сельхозтехники. Расчетные затраты на этот проект составят около 70 млн. рублей, или около 0,16 % от фонда утилизационного сбора на эту технику.

Отработанная на конкретном регионе методология создания отраслевой системы утилизации сельхозтехники может быть тиражирована не только на все регионы АПК России, но и на другие отрасли. Совокупность отраслевых систем даст возможность сформировать Единую систему утилизации отходов, в которой система утилизации ТКО и сельхозтехники бу-

дут элементами этой системы. Целевыми продуктами этой системы будет являться вторичное сырье, которое будет использовано специализированными предприятиями для производства новой продукции, что полностью соответствует «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» [1], принятой Правительством России в текущем году.

Совокупность специализированных утилизационных предприятий позволит создать систему управления отходами, которая будет характеризоваться наличием единого информационного поля, в котором должны работать все участвующие предприятия с использованием коммуникационно-информационных технологий.

В соответствии с международными требованиями, производитель несет ответственность за качество выполнения работ на всех этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП), которую он выпускает. В процессе проведения этих работ образуются отходы производства и потребления. На рисунке 2 представлена модель жизненного цикла продукции (техники) от разработки ТЗ на проектирование до проведения утилизации.



Рисунок 2 – Модель жизненного цикла продукции (техники)

На рисунке 3 представлен разработанный авторами алгоритм формирования *Системы* рециклинга отходов при утилизации техники, который дает возможность систематизировать процесс ее создания. Для формирования *Системы* необходимо последовательно выполнить 5 циклов работ, которые обозначены цифрами «1…5». Индексами «*а*…*е*» (выделены курсивом) обозначены участники *Системы*. Еще раз необходимо сделать акцент на важность создание базового элемента этой *Системы*. Этот элемент включает в себя блок работ, конечным продуктом которого являются выделенные из отходов полезные компоненты отходов, подготовленные к переработке во вторичное сырье. Как уже отмечалось выше, этот элемент представляет собой систему утилизации отходов различных видов, которая является подсистемой общей *Системы* рециклинга отходов. На рисунке 3 участники *системы утилизации отходов* (СУО) выделены в отдельный блок (*а*…*г*).

Конкретные работы и мероприятия, проводимые различными участниками *Системы* проиндексированы (кроме первого этапа) четырьмя цифрами (например – «1*а*.2а»). Первые две цифры указывают на участника системы (1*а* – государство), после разделительной точки индексируется этап создания системы (2 – второй этап) и вид работ (а – определение исполнителей разработка системы утилизации для каждого вида отходов). Пунктирная стрелка, проведенная от рамки с названием конкретного участника *Системы* до двойной линии, конкретизирует соответствующий этап проведения работ. Рамки с индексами, примыкающие к этой линии, определяют виды работ, которые должен выполнить каждый участник *Системы*.

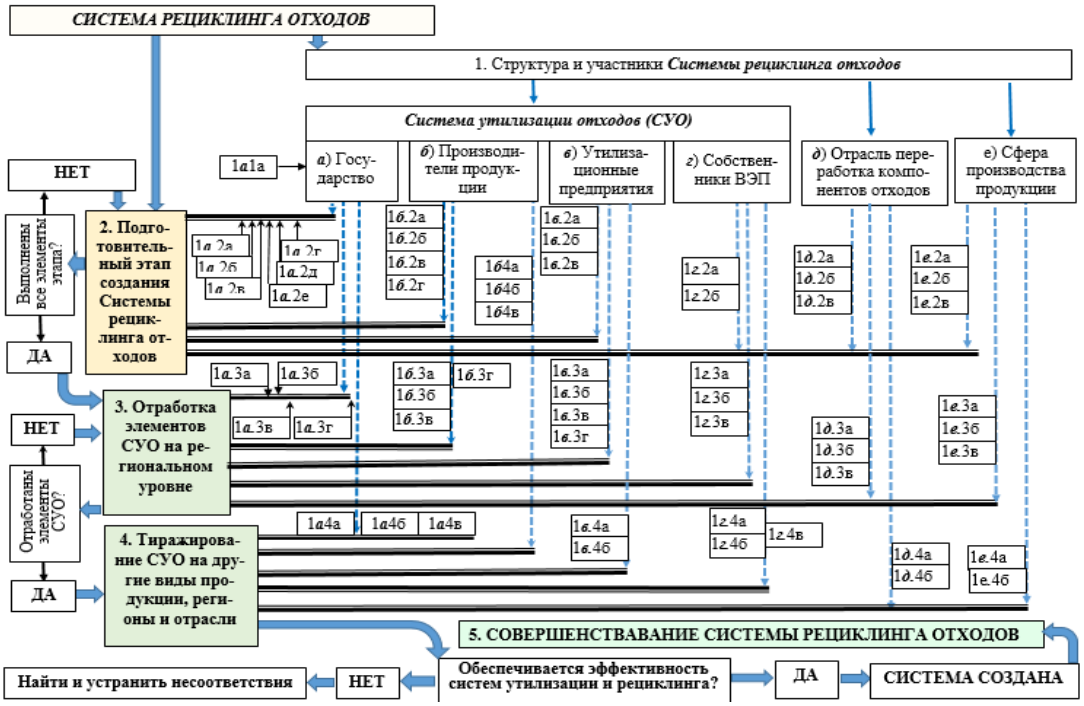


Рисунок 3 – Алгоритм формирования *Системы* рециклинга отходов утилизируемой техники

Интегрированная логистическая поддержка – методология оптимизации стоимости ЖЦП с учетом критериев наилучшей пригодности изделия к поддержке эксплуатации, надежности, ремонтопригодности и утилепригодности, основанная на построении интегрированной логистической системы.

Следует еще раз обратить внимание на то, что речь идет об *оптимизации стоимости всего жизненного цикла продукции*. Казалось бы, за повышение удобства эксплуатации изделия обычно приходится платить повышением затрат на эксплуатацию, но это справедливо только при неизменной конструкции изделия, на которую нельзя повлиять. Особенность методологии *интегрированной логистической поддержки* (ИЛП) заключается в том, что в число задач интегрированной логистической системы включено обеспечение изначально высокой пригодности изделия к поддержке эксплуатации и утилизации. Таким образом, в интегрированную логистическую систему поддержки эксплуатации и утилизации сложной техники включаются все разработчики этой техники и ее составных частей.

Первым стандартом в области ИЛП стала Спецификация Министерства обороны США MIL-D-1388, первая редакция которой была принята в конце 80-х годов XX века. В настоящее время базовым международным стандартом в области ИЛП является более прогрессивный Стандарт Министерства обороны Великобритании 00-60 [2] «Интегрированная логистическая поддержка Defense Standard 00-60 «Integrated logistic support».

Любое сложное изделие, в том числе машины и оборудование АПК, представляет собой иерархию подсистем, узлов и деталей (рисунок 4). В интерактивных электронных технических руководствах (ИЭТР) с *каждым* элементом ассоциируется следующая информация: состав продукции; техническое описание продукции, технология эксплуатации, обслуживания, ремонта и утилизации продукции; информация о диагностике возможных неисправностей; информация о заказе комплектующих.

В законе [3, ст. 24.3, п.1] декларируется создание Единой государственной информационной системы учета отходов от использования товаров. Эта система будет федеральной государственной информационной системой и будет содержать:

«*информацию об отходах от использования товаров, о наличии мощностей основного технологического оборудования по обеспечению утилизации указанных отходов и иную предусмотренную законодательством Российской Федерации информацию (в редакции ФЗ от 29.12.2015 N 404-ФЗ)*;

п. 2. Система предназначена для автоматизации процессов сбора, обработки и хранения информации в сфере обращения с отходами от использования товаров, обеспечения доступа к указанной информации и должна обеспечивать возможность: сбора, хранения, обработки и анализа информации;

доступа к информации, содержащейся в системе, предоставления такой информации в электронной форме;

взаимодействия с иными информационными системами посредством использования единых форматов данных;

осуществления контроля достоверности, полноты и своевременности размещения информации в системе;

взаимодействия оператора системы, поставщиков и пользователей информации;

информационного взаимодействия с Государственной информационной системой о государственных и муниципальных платежах;

модернизации системы».

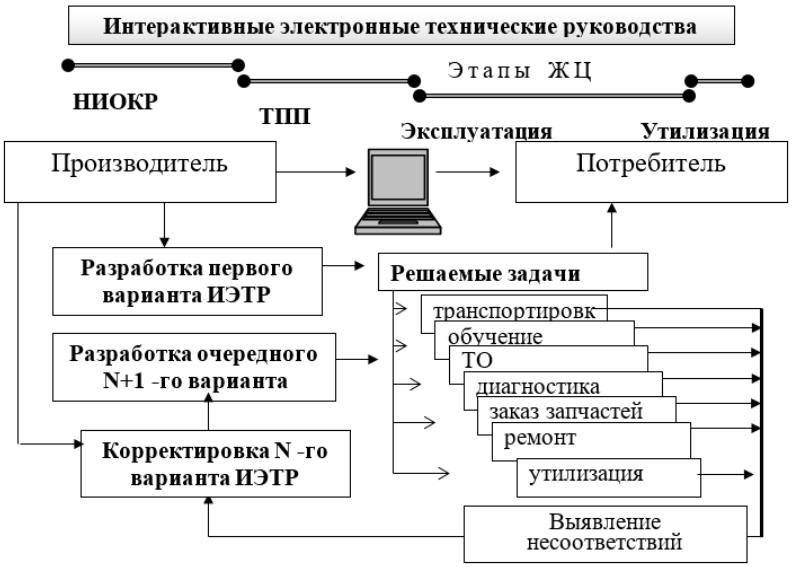


Рисунок 4 – Алгоритм создания и поддержки ИЭТР на протяжении жизненного цикла продукции (ЖЦП)

Разработан также Порядок создания, эксплуатации и модернизации этой системы [4]. Там же дан «Перечень статистической и иной документированной информации, представляемой поставщиками информации в Единую государственную информационную систему учета отходов от использования товаров».

При создании отраслевых систем утилизации техники различных видов, задача контроля за движением отходов от вышедшей из эксплуатации сельскохозяйственной техники (ВЭСХТ) будет решена.

В основе научной гипотезы разработки механизма концентрации отходов заложен системный подход концепции формирования системы утилизации СХТ, взаимосвязывающей использование информационных технологий сбора и накопления отходов, их транспортировку на перерабатывающие предприятия, а также использование математических моделей оценки образования отходов.

Разработанные имитационные модели при решении задач перевозки отходов утилизируемой СХТ позволят обосновать структуру подвижного состава и размещения районных и межрайонных пунктов накопления отходов.

Применение информационных технологий позволит получить в режиме реального времени конкретную информацию образования отходов по каждому агрохозяйству региона, позволит оптимизировать решения о перемещении отходов на перерабатывающие предприятия.

Реализация механизма концентрации отходов утилизации сельскохозяйственной техники (СХТ) с обоснованием условий сбора и накопления их, состава и количества специализированных транспортных средств из условий минимума затрат, позволит обеспечить рентабельность процессов утилизации отходов, сбережения ресурсов и защиту окружающей среды.

В задачу исследований входили (рисунок 5):

– разработка инфраструктуры системы утилизации СХТ с обоснованием топологии и объемов отходов, поступающих на перерабатывающие предприятия;

– разработка подхода к решению транспортной задачи с имитационными моделями минимизации затрат на перевозку отходов утилизации СХТ.



Рисунок 5 – Основные элементы механизма концентрации отходов утилизации сельскохозяйственной техники

Основные направления совершенствования механизма концентрации отходов утилизации сельскохозяйственной техники представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Механизм концентрации отходов

Факторы, влияющие на эксплуатационно-технологические показатели перевозок и сбора отходов утилизируемой сельскохозяйственной техники, представлены на рисунке 7.

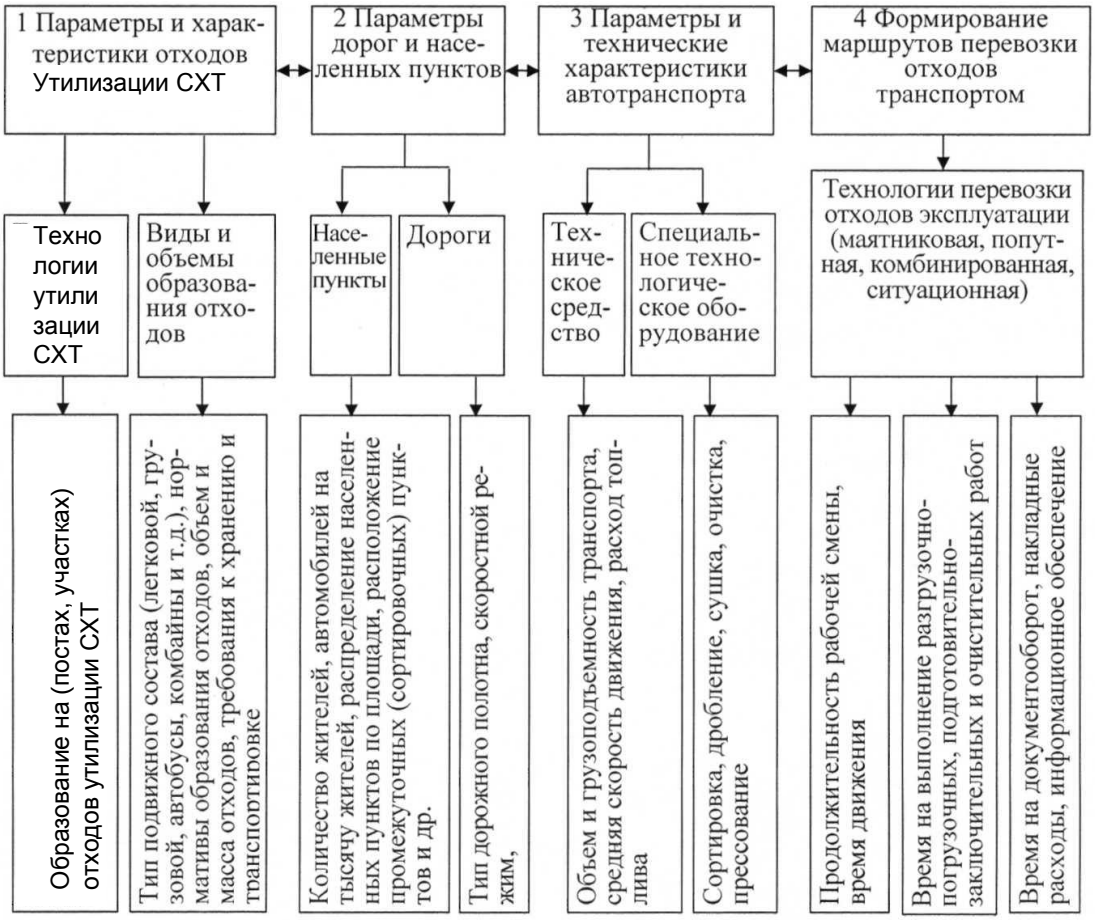


Рисунок 7 – Основные параметры, влияющие на транспортные показатели по перевозке отходов утилизации СХТ

Библиографический список

1. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительством России № 84-р от 25.01.2018.
2. U.K. Ministry of Defence. Integrated Logistic Support. DEF STAN 00-60. 1999.
3. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
4. Правила создания, эксплуатации и модернизации Единой государственной информационной системы учета отходов от использования товаров. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2015 г. №1520.

Gerasimov V.S., Ignatov V.I., Buryakov S.A.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

ON THE BASIC CONCEPT OF FORMATION OF SYSTEM OF RECYCLING OF AGRICULTURAL MACHINERY IN AGRICULTURE WITH THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

The article deals with the basic concepts of the formation of the system of recycling of agricultural machinery in agriculture with the justification of the scientific hypothesis of the development of the mechanism of waste concentration with elements of automated and intelligent control.

Keywords: utilization, technical condition, recycling, strategy, maintenance, repair, digital data, algorithm, IPI technology, interactive guide.
УДК 621.3:628.8:631.2:636.5

Дубровин А.В.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИГОТОВЛЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ

Электрогидравлические (ЭГ) технологии производства жидких удобрений являются инновационными технологиями. Данный класс стационарного и мобильного оборудования эффективен для крупных, средних и мелких крестьянских и фермерских растениеводческих, специализированных и совмещенных с животноводством и птицеводством предприятий и хозяйств, нуждающихся в автоматизированной установке для производства высокоэффективных удобрений. Для производства мелких партий удобрений для растениеводства, животноводства и птицеводства могут быть разработаны мобильные установки с меньшей производительностью, меньшими габаритами, меньшей потребляемой мощностью и соответственно меньшей стоимостью.

Предложено технологически (производственно) оптимальное (при наилучших результатах кормления поголовья выращенными на удобряемых полях обеззараженными кормами, то есть при полученной наивысшей продуктивности поголовья), автоматизированное управление ЭГ обработкой водных растворов земли, торфа, навоза и помета. Также предложено хозяйственно (экономически) наилучшее (в том числе с учетом энергетических затрат) управление ЭГ воздействием на водные смеси и растворы и при этом с учетом затрат на транспортировку составляющих будущих инновационных удобрений в установке для ЭГ производства инновационных высокоэффективных удобрений для растениеводства и последующем для животноводства и птицеводства. Следует искусственно сформировать по величине аргумента мощности высоковольтного электрического разряда функциональные зависимости прибавки стоимости произведенной продукции в ценах ее реализации и прироста прибыли технологического процесса. Необходимо знать зависимости затрат от потерь продуктивности растений, животных и птицы из-за чрезмерно сильного ЭГ воздействия при производстве жидких удобрений. В зависимости от массы, температуры корректируется (поправляется) режим ЭГ обработки водных растворов. Достигаются технологически или экономически оптимальные и энергосберегающие режимы автоматизированного ЭГ воздействия на водные растворы при производстве удобрений. При этом обеспечивается высокая точность ЭГ автоматизированной технологии производства удобрений, поскольку производится контроль массы исходных составляющих в потоке в единицу времени и соответствующее регулирование режима ЭГ воздействия на данный вид водной смеси. Осуществляется полная автоматизация процесса технологически или экономически наилучшего энергосберегающего ЭГ производства удобрений.

Ключевые слова: информационные технологии, автоматизация технологических процессов, эффективность производства, технико-экономический параметр.

Главной мотивацией потенциальных потребителей является возможность организации *высоко автоматизированной* технологии ЭГ производства высокоэффективных удобрений, имеющей целый ряд преимуществ перед традиционно используемыми химическими и прочими методами производства традиционных удобрений. Широкому внедрению электрогидравлики во все отрасли АПК [1] помешали известные события в стране 80-90 гг. XX века.

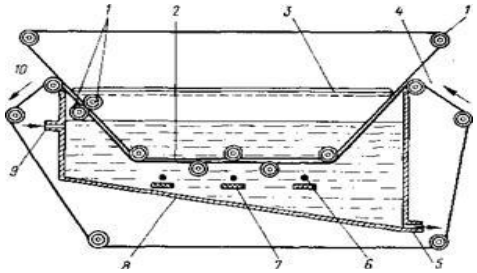


Рисунок 1 – Схема конструкции устройства для ЭГ обработки водных растворов и смесей**:**
1 – ролики транспортеров; 2 – рабочий объем между сетками транспортеров; 3 – накладная крышка для работы методом «воздушной кавитации»; 4 – подача исходного материала; 5 – вывод отработанной очистной жидкости или обработанных жидких продуктов; 6 – электроды; 7 – отражатели; 8 – наклонное днище ванны; 9 – ввод рабочей жидкости; 10 – вывод очищенного материала

ЭГ наилучшая обработка (оптимальная, *лат.*), по различным признакам (критериям, *греч.*) результативности в сочетании с затратами (эффективности, *лат.*), должна осуществляться следующим образом [2].

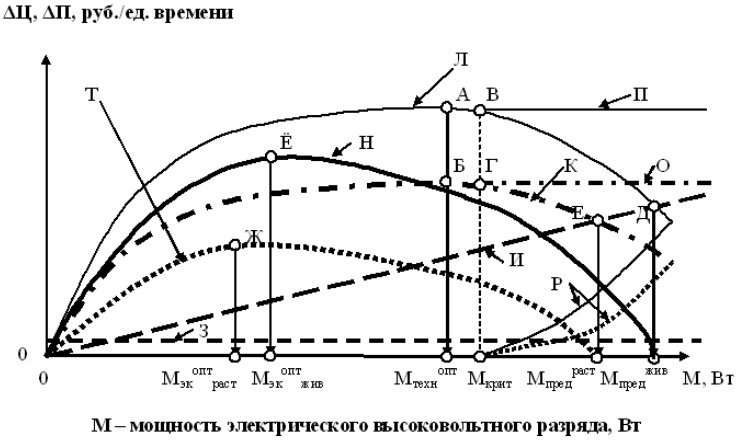


Рисунок 2 – Иллюстрация проектируемого способа технологически и экономически оптимального электрического гидравлического ударного разрушения, обеззараживания и смешивания земли, торфа, навоза, помета с водой для приготовления удобрения сельскохозяйственных земель (по существу на рисунке 2 даны зависимости технологических и экономических характеристик процесса производства жидких удобрений посредством электрогидравлической технологии):

М – мощность электрического высоковольтного разряда (далее в тексте – мощность разряда), Вт; ΔЦ – прибавка стоимости произведенной продукции в ценах ее реализации, руб./ед. времени; ΔП – прирост прибыли технологического процесса, руб./ед. времени; З – транспортные расходы на перемещение составляющих водного раствора в установке для производства жидких удобрений, руб./ед. времени. Принимается, что З → 0; И – затраты электрической энергии, руб./ед. времени; К – прибавка стоимости дополнительного урожая, руб./ед. времени; Л – прибавка стоимости дополнительной продуктивности поголовья, руб./ед. времени; Т – прирост прибыли растениеводства, руб./ед. времени; Н – прирост прибыли животноводства, руб./ед. времени; $М_{крит}$ – минимальное критическое пороговое значение М, при котором появляются первые необратимые изменения в структуре биологических продуктов растительного происхождения (в смеси растворенных в воде материалов, обрабатываемой электрическим разрядом), Вт; О – теоретическая прибавка стоимости урожая в отсутствие разрушения биологической структуры материалов удобрения для растений при $М \geq М_{крит}$, руб./ед. времени; П – теоретическая прибавка стоимости продуктивности поголовья в отсутствие разрушения биологической структуры материалов дополнительных растительных кормов для животных и птицы при $М \geq М_{крит}$, руб./ед. времени; Р – стоимость потерь от разрушения структуры питательного вещества водной смеси земли, торфа, навоза и помета соответственно для растений и для кормящегося этими растениями поголовья, руб./ед. времени; $М_{техн}^{опт}$ – производственно (технологически) наилучшее значение М, при котором достигаются наивысшие технологические (по производительности) значения К, и соответственно, значения Л), Вт; $М_{пред}^{раст}$ – экономически предельно допустимое наивысшее значение М, при котором Т = 0), Вт; $М_{пред}^{жив}$ – экономически предельно допустимое наивысшее значение М, при котором Н =0), Вт; $М_{эк\ раст}^{опт}$ – хозяйственно наилучший режим производства удобрений для урожая по величине М, Вт; $М_{эк\ жив}^{опт}$ – экономически наилучший режим производства удобрений для животноводства и птицеводства по величине М, Вт.

С ростом мощности разряда М, Вт/с, стоимость электрической энергии (линия И) растет. На рисунке 2 этот рост показан прямой пропорциональной линейной зависимостью. Качество разрушения (дробления) твердых и других фракций земли, торфа, навоза, помета, их смешивания с водой и обеззараживания искровым разрядом улучшается, растут прибавка стоимости урожая К и, соответственно, прибавка стоимости продуктивности поголовья Л. Пересечения линий прибавок стоимостей урожая К и продуктивности поголовья Л с прямой линией стоимости электроэнергии в т. Е и в т. Д, соответственно, показывают, что достигнуты нулевые разности их первых и их вторых значений, т.е. прирост прибыли растениеводства МР в т. $М_{пред}^{раст}$ и прирост прибыли животноводства Н в т. $М_{пред}^{жив}$ равны нулю. Иначе: при превышении предельных удельных мощностей искры для урожая в растениеводстве $М_{пред}^{раст}$ и для продуктивности поголовья в животноводстве $М_{пред}^{жив}$ соответствующие прирос-

ты прибыли растениеводства и животноводства исчезают и могут стать даже отрицательными. Учет транспортных расходов З (подъем на их постоянное значение линии стоимости электроэнергии 2) приведет к смещению т. Е и т. Д влево, к уменьшению предельных значений мощностей разряда $М_{пред}^{раст}$ и $М_{пред}^{жив}$, к появлению новых двух нулевых значений М для кривых К и Л при малых значениях М. Но ни технологически, ни экономически наилучшие значения $М_{техн}^{опт}$ и $М_{эк}^{опт}$ практически не изменятся. Остается только собрать необходимую информацию о составляющих процесса производства удобрений, в том числе надо иметь в распоряжении математические модели продуктивности растений, животных и птицы. Надо составить три целевых функции (одна достаточна для определения $М_{техн}^{опт}$ по максимуму урожая или привесов поголовья, которые совпадают по положению режима по производительности и для растений и для поголовья, две – для $М_{эк}^{опт}{}_{раст}$ и для $М_{эк}^{опт}{}_{жив}$).

Затем найти собственно эти три наилучших режима производства удобрений – первый, технологически оптимальный – по наивысшей продуктивности растений и поголовья, второй и третий, экономически оптимальные – по хозяйственно наилучшему производству растениеводческой продукции и по экономически оптимальному производству продукции животноводства и птицеводства. И можно начинать производство удобрений в указанных трех режимах по потребности руководства сельскохозяйственного предприятия посредством предложенной инновационной автоматизированной ЭГ технологии.

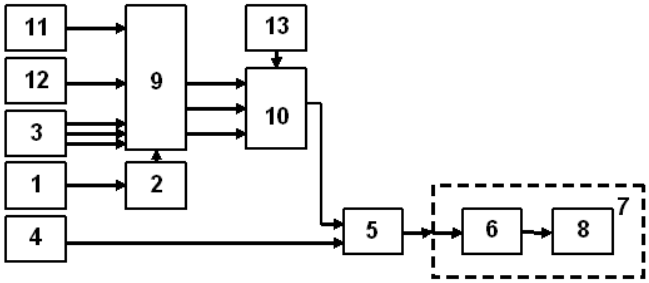


Рисунок 3 – Схема проектного разрабатываемого устройства технологически и экономически оптимального электрического гидравлического ударного разрушения, обеззараживания и смешивания земли, торфа, навоза, помета с водой для приготовления удобрения сельскохозяйственных земель:

1 – датчик скорости движения поступающих земли, торфа, навоза, помета и воды, в рабочих органах транспортеров; 2 – измеритель расхода поступающих земли, торфа, навоза, помета и воды; 3 – блок задатчиков значений искусственного сигнала мощности электрического высоковольтного разряда в диапазоне ее изменения от нуля до ее предельного значения, наименьшего и наибольшего технологического значения, сигналов времени, сигналов развертки по мощности электрического высоковольтного разряда во времени, удельных региональных цен на продукцию растениеводства, животноводства и птицеводства, на комбинированные сыпучие корма и на электроэнергию, констант и коэффициентов математических моделей управления режимом мощности электрического высоковольтного разряда; 4 – измеритель мощности электрического высоковольтного разряда; 5 – регулятор мощности электрического высоковольтного разряда; 6 – высоковольтный разрядник; 7 – камера ЭГ эффекта; 8 – высоковольтные электроды; 9 – блок вычисления целевой функции прибавки стоимости урожая или целевой функции прибавки стоимости продуктивности поголовья и двух целевых функций прироста прибыли растениеводства и прироста прибыли животноводства и птицеводства; 10 – блок определения наибольшего значения любой из трех целевых функций расчетной прибавки стоимости урожая или продуктивности поголовья, расчетного прироста прибыли производства продукции растениеводства, расчетного прироста прибыли производства продукции животноводства и птицеводства (блок 10 оптимизации выбранного режима обработки по мощности электрического высоковольтного разряда); 11 – датчик температуры подаваемых на искровую обработку земли, торфа, навоза, помета и воды; 12 – датчик расхода электрической энергии; 13 – орган выбора критерия оптимизации режима обработки по мощности электрического высоковольтного разряда; 14 – входной бункер поступающих на обработку земли, торфа, навоза, помета и воды; 15 – камера для формируемого жидкого удобрения, с металлическими или с металлизированными изнутри стенками, с транспортером (в варианте металлического шнека с приводом 16); 17 – выходной бункер обработанных произведенных жидких удобрений

Допустимый уровень затрат на потери продукции растениеводства, животноводства и птицеводства из-за таких изменений свойств, производимых удобрений, определяется в конкретных опытных работах. Важнейшим технологическим признаком эффективности кормления

поголовья дополнительно произведенными кормами является стоимость урожая и соответствующая ей стоимость продуктивности поголовья. Любая из двух указанных зависимостей есть первая целевая функция оптимизации. Ее максимум соответствует технологически наилучшей мощности разряда ЭГ обработки водного раствора для достижения наилучшей продуктивности поголовья при всех прочих равных условиях. Рост затрат электроэнергии на электрогидравлическую обработку тем больше, чем меньше температура подаваемых на обеззараживание материалов и воды. Причина этого явления в способности влаги аккумулировать энергию полей и излучений различных видов, в том числе и создаваемых электрической искрой и водяным давлением. Предназначенные для искровой обработки земля, торф, навоз, помет и вода загружаются на измерительный транспортер, с которого они поступают на транспортер и на нем – в искровую камеру для обработки. Блок 9 (рисунок 3) вычисляет три целевые функции (действия) в зависимости от мощности искрообразования при производстве удобрения: прибавку стоимости урожая (или прибавку стоимости продуктивности поголовья), прироста прибыли растениеводства и прироста прибыли животноводства и птицеводства.

Эксплуатационные энергетические затраты на искровую обработку непрерывно вычитаются из прибавки стоимости урожая или из прибавки стоимости продуктивности поголовья по известной математической формуле прибыли или ее прироста. Две полученные разности и являются второй и третьей зависимостями прироста прибыли растениеводства и прироста прибыли животноводства и птицеводства от мощности электрического высоковольтного разряда. По их наивысшим значениям следует определить экономически оптимальные режимы производства удобрений по мощности электрического высоковольтного разряда. Эту задачу решает блок 10. На выходе блока 10 формируется с помощью органа выбора 13 выбранный сигнал – либо требуемого единственного наилучшего *технологического* значения мощности электрического высоковольтного разряда, либо одного из двух требуемых наилучших *экономических* значений мощности электрического высоковольтного разряда. Остается это выбранное заданное значение сравнить с его измеренным значением в виде выходного сигнала измерителя мощности 4 и произвести регулирование режима обработки водной смеси по величине этой мощности посредством регулятора этой мощности 5. Искрообразующие электроды 8 и разрядник 6 установлены в камере 7 искрообразования, в которую посредством транспортера (на основе шнека с приводом 16) загружаются предназначенные для обработки земля, торф, навоз, помет и заливается вода (рисунок 4).

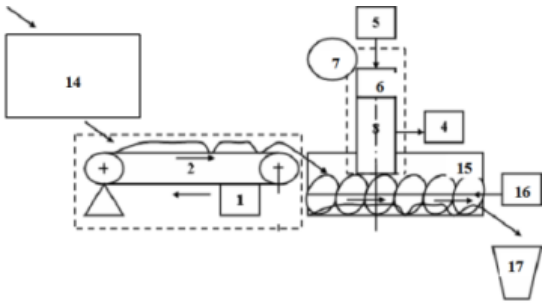


Рисунок 4 – Технологическая схема проектируемой установки:

1 – датчик скорости движения поступающих земли, торфа, навоза, помета и воды, в рабочих органах транспортеров; 2 – измеритель расхода поступающих земли, торфа, навоза, помета и воды; 3 – блок задатчиков значений искусственного сигнала мощности электрического высоковольтного разряда в диапазоне ее изменения от нуля до ее предельного значения, наименьшего и наибольшего технологического значения, сигналов времени, сигналов развертки по мощности электрического высоковольтного разряда во времени, удельных региональных цен на продукцию растениеводства, животноводства и птицеводства, на комбинированные сыпучие корма и на электроэнергию, констант и коэффициентов математических моделей управления режимом мощности электрического высоковольтного разряда; 4 – измеритель мощности электрического высоковольтного разряда; 5 – регулятор мощности электрического высоковольтного разряда; 6 – высоковольтный разрядник; 7 – камера электрогидравлического (ЭГ) эффекта; 8 – высоковольтные электроды; 14 – входной бункер поступающих на обработку земли, торфа, навоза, помета и воды; 15 – камера для формируемого жидкого удобрения, с металлическими или с металлизированными изнутри стенками, с транспортером (в варианте металлического шнека с приводом 16); 17 – выходной бункер обработанных произведенных *инновационных высокоэффективных* жидких удобрений.

Таким образом, обеспечивается технологически и экономически оптимальное и энергосберегающее автоматизированное электрогидравлическое приготовление новых высокоэффективных азотных и других органических удобрений. Осуществляется полная автоматизация процесса технологически и экономически наилучшего электрогидравлического технологического процесса [3–8].

Библиографический список

1. А.с. СССР 298168. Машина для очистки твердых, волокнистых и эластичных материалов / Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова. – Заявл. 23.06.65, №1015334/28-13. Опубл. в Б.И., 1983, № 18.
2. Заявка на изобретение РФ №2018131431. Способ и устройство технологически и экономически оптимального электрического гидравлического ударного разрушения, обеззараживания и смешивания земли, торфа, навоза, помета с водой для удобрения сельскохозяйственных земель, на 34 с. / Дубровин А.В. Заявлено 31.08.2018. Патентозаявитель – ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.
3. Патент РФ на изобретение №2533585. Устройство экономичного и энергосберегающего обеззараживания кормов и продуктов животноводства и птицеводства / Дубровин А.В. Опубл. 20.11.2014. Бюл. № 32.
4. Патент РФ на изобретение №2624199. Способ и устройство технологически и экономически оптимальной сверхвысокочастотной сушки сыпучих кормов для животноводства и птицеводства / Дубровин А.В. Опубл. 03.07.2017. Бюл. №.19.
5. Патент РФ на изобретение № 2621140. Способ и устройство нормативной, технологически и экономически оптимальной комбинированной инфракрасной и кондуктивной сушки движущихся сыпучих кормов для животноводства и птицеводства / Дубровин А.В. Опубл. 31.05.2017. Бюл. № 16.
6. Патент РФ на изобретение №2608532. Способ и устройство технологически и экономически оптимального озонирования движущихся сыпучих кормов для животноводства и птицеводства / Дубровин А.В. Опубл. 19.01.2017. Бюл. № 2.
7. Патент РФ на изобретение №2613453. Способ и устройство определения экономически оптимального избыточного давления воздуха для борьбы с вредными микроорганизмами в воздушной среде птицеводческих и животноводческих помещений / Дубровин А.В. Опубл. 16.03.2017. Бюл. № 8.
8. Дубровин А.В. Основы автоматизированного управления технологическими процессами в птицеводстве по экономическому критерию. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2014. – 544 с.

Dubrovin A.V.,
Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, Moscow

TECHNOLOGICALLY AND ECONOMICALLY OPTIMAL CONTROL – PREPARATION OF INNOVATIVE FERTILIZERS

Electro-hydraulic (EH) technology of production of liquid fertilizers are an innovative technology. This class of stationary and mobile equipment is effective for large, medium and small peasant and farm crop, specialized and combined with livestock and poultry enterprises and farms in need of an automated installation for the production of high-efficiency fertilizers. For the production of small quantities of fertilizers for crop, livestock and poultry production, mobile plants with lower productivity, smaller dimensions, lower power consumption and, accordingly, lower cost can be developed.

Offered technologically (production) optimal (the best results of the feeding of the livestock grown in fertilised fields decontaminated feed, that is, when higher livestock productivity), automated control of the EH processing of aqueous solutions of soil, peat, manure and litter. It is also proposed to economically (economically) the best (including taking into account energy costs) management of EH impact on water mixtures and solutions and at the same time taking into account the costs of transportation of components of future innovative fertilizers in the installation for EH production of innovative high-efficiency fertilizers for crop production and subsequent for livestock and poultry. It is necessary to form artificially on size of argument of power of the high-voltage electric discharge functional dependences of an increase in cost of the made production in the prices of its realization and gain of profit of technological process. It is necessary to know the dependence of costs on the loss of productivity of plants, animals and poultry due to excessively strong EH effects in the production of liquid fertilizers. Depending on the mass, the temperature is adjusted (corrected) mode EH treatment of aqueous solutions. Achieved technologically or economically optimal and energy-saving modes of automated EH impact on aqueous solutions in the production of fertilizers. At the same time, high accuracy of EH of the automated technology of fertilizer production is ensured, since the control of the mass of the initial components in the flow per unit time and the corresponding regulation of the EH mode of exposure to this type of water mixture is carried out. Is full automation of the process is technologically or economically the best energy saving EH production of fertilizers.

Keywords: information technologies, automation of technological processes, production efficiency, technical and economic parameter.

УДК 631.67:631.3

Иванова Т.Е.[1], Иванов О.А.[1], Утенков Г.Л.[2],
[1]Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, Абакан,
[2]Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

РЕЗЕРВЫ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Приведены результаты исследований технологии поверхностного способа полива сельскохозяйственных культур по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин. Предложены технические средства для ее реализации, которые позволяют повысить производительность и качество выполняемых работ при формировании поливного участка в сравнении с серийно выпускаемыми мелиоративными машинами.

Ключевые слова: поверхностный полив, безуклонные ложбины, урожайность, эффективность, формирование орошаемого участка, ложбиноделатель, валиковосстановитель, выравниватель полунавесной, производительность.

Республика Хакасия находится в зоне рискованного земледелия. Две трети площади сельскохозяйственных угодий в республике находятся в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Установлено [1], что в условиях Западной и Восточной Сибири агрономический потенциал яровых культур используется на 35-45 % по сравнению с европейскими. В условиях Сибирского федерального округа долевое участие природно-климатических условий в конечной величине урожайности, обеспечивающей получение максимума прибыли, должно составлять не менее 56 % [2]. Предложена новая методика [3] проектирования машинных технологий возделывания зерновых культур с заданными выходными показателями эффективности.

Из имеющихся исследований [4-6] следует, что в экстремальных почвенно-климатических условиях степной и сухостепной зонах стабильному и гарантированному производству продукции растениеводства с заданными показателями эффективности в наибольшей мере соответствует применение орошаемого земледелия. В НИИ аграрных проблем Хакасии разработана технология поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин (предложенная Тютюкиным В.Ф., а.с. № 206415), которая рекомендуется к применению для орошения зерновых (пшеница, овес) и кормовых (кукуруза, многолетние травы) культур, естественных сенокосов и пастбищ, при регулярном орошении, лиманном орошении, основанном на местном стоке и на земледельческих полях орошения. Необходимым условием при проведении полива является отсутствие поперечных уклонов более 0,001 и наличие на орошаемом участке травостоя, дернины или стерни. Поливной участок образуется продольными водоудерживающими валиками проходимого для сельскохозяйственной техники поперечного профиля (высотой 0,25-0,30 м с заложением откосов 1:5), расположенными параллельно друг другу на расстоянии 80-100 м по наибольшему уклону поверхности орошаемого участка. Главным элементом системы являются безуклонные ложбины также проходимого для сельскохозяйственной техники поперечного профиля (глубиной 0,10-0,15 м с заложением откосов 1:5), трассируемые по горизонтали поперек полос через каждые 40-60 м, предназначенные для перераспределения движения фронта поливной воды. Безуклонные ложбины, перехватывая опережающие струи водного потока и наполнившись водой по всей своей длине, изливают ее широким фронтом на нижележащий участок поливной полосы, обеспечивая равномерность продвижения фронта поливной воды по всей ширине полосы, что позволяет увеличить ее ширину до 100 м и более. Автоматизированное регулирование движения воды ложбиной дает возможность одному поливальщику управлять большими поливными токами воды на двух, трех и более полосах, что позволяет увеличить производительность труда до 35 га за рабочую смену.

Технология поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин рекомендуется для реализации режимов орошения сельскохозяйственных культур удельным расходом 2-3 л/с на 1 м ширины полосы поливной нормой 700-900 м^3/га; проводить полив круглосуточно, без сброса воды за пределы орошаемого участка с производительностью труда одного человека 1,2-1,5 га/час на одной полосе. При этом средняя урожайность на экспериментальном полигоне института суданской травы на зеленую массу составила 21,9 т/га, кукурузы на зеленую массу – 36,5 т/га, овса на зеленую массу – 15,3 т/га. Средняя урожайность многолетних трав на сено составила 5 т/га, дикорастущих трав – 3 т/га при одном укосе.

При возделывании овса по данной технологии получена урожайность зерна 1,8 т/га, тогда как средняя многолетняя величина урожайности зерновых культур в Хакасии составляет 0,95 т/га [7]. Коэффициент реализации генетического потенциала – 1,89. По результатам экономической оценки испытания технологии поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин рентабельность сельскохозяйственной продукции, полученной при возделывании по этой технологии, составляет 71,8 %, срок окупаемости вложений – 4,4 года (при условии объема производства 40 га).

Для реализации данной технологии институтом разработан комплекс машин, которые предназначены для формирования поливных участков и применяются при устройстве основных элементов системы: «Ложбиноделатель Л-1,5» – для нарезки безуклонных ложбин [патент РФ № 2274982 С1], «Валиковосстановитель В-3,0» – для восстановления разрушенного в результате агротехнических обработок почвы (вспашки, культивации и т. п.) водоудерживающего валика [патент РФ №2338347 С1] и «Выравниватель полунавесной ВП-4,0» – для эксплуатационного выравнивания (свальных гребней, развальных борозд и т.п.) на поверхности поливного участка [патент РФ № 2238618 С2]. Основные технические характеристики машин [8] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики машин

Показатели	Значения показателей по данным испытаний		
	ложбино-делатель	валико-восстановитель	выравниватель полунавесной
Марка машины	Л-1,5	В-3,0	ВП-4,0
Тип машины	навесная	навесная	полунавесная
Агрегатируемость тракторами (тяговый класс)	МТЗ-80 (1,4)	МТЗ-80 (1,4)	МТЗ-80 (1,4)
Производительность за час эксплуатационного времени, *км; га	3,96–5,04*	6,30–6,58*	1,15–1,17
Рабочие скорости, км/ч	7,1	9,1	6,9
Расход топлива, кг/ед. наработки	1,1–1,2	1,1–1,2	3,7–5,4
Потребляемая мощность, кВт	18,1–21,3	15,6–22,1	4,7–5,6
Количество персонала, обслуживающего агрегат, чел.	1 механизатор	1 механизатор	1 механизатор
Рабочая ширина захвата, м	1,5	2,5	4,0
Масса конструкционная, кг	230	250	960

Ложбиноделатель Л-1,5 шириной захвата в рабочем положении 1,5 м производит выемку грунта глубиной до 15 см с заложением откосов 1:5, одновременно формируя, левый и правый отвал насыпи толщиной 2-3 см. При проходе 100 м перемещает грунт объемом до 15 м^3. При средней скорости движения 7±1 км/ч тяговое сопротивление машины – 6,3 кН.

Валиковосстановитель В-3,0 с шириной захвата в рабочем положении 2,5 м восстанавливает разрушенный в результате агротехнических обработок почвы (вспашки, культивации и т. п.) валик, собирая и стягивая грунт в верхнюю часть валика, формируя насыпь высотой

до 30 см, заложением откосов 1:5. За 100 м прохода перемещает до 30 м^3 грунта. При средней скорости движения 9±1 км/ч тяговое сопротивление машины – до 5,7 кН.

Выравниватель полунавесной ВП-4,0 с длиной базы 10 м и шириной захвата в рабочем положении ковша 4 м, устраняет неровности на поверхности земли величиной до 10-12 см, протяженностью до 13-15 м. При проходе 100 м перемещает грунт объемом до 20 м^3. При средней скорости движения 7±1 км/ч тяговое сопротивление машины – 2,1 кН.

Отличаясь простотой технического исполнения и особенностью конструкций рабочих органов, машины позволяют повысить качество выполняемых работ, производительность труда в 2-3 раз и снизить затраты на горючее в 1,4-2,5 раза в сравнении с существующими сегодня в мелиоративном строительстве машинами. Машины прошли Государственные испытания по плану Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в ФГУ «Сибирская государственная зональная машиноиспытательная станция» (г. Омск) и рекомендованы к постановке на производство.

Многообразие почвенно-климатических зон требует адаптивной интенсификации при производстве сельскохозяйственной продукции. Так, на примере богарного земледелия показано [9], что применение гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки, обеспечивает получение значительного технико-технологического эффекта при улучшении экологического состояния обрабатываемого полевого участка.

Проведенными исследованиями НИИ аграрных проблем Хакасии установлено, что технология поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин как один из способов интенсивного ведения сельскохозяйственного производства, позволяет реализовать режимы орошения сельскохозяйственных культур удельным расходом 2-3 л/с на 1 м ширины полосы поливной нормой 700-900 м^3/га; проводить полив круглосуточно, без сброса воды за пределы орошаемого участка с производительностью труда одного человека 1,2-1,5 га/час на одной полосе.

В предлагаемой технологии орошения заложены предпосылки для полной автоматизации полива с применением каскадного и дистанционного управления водоподачей и контроля за расходом воды. Применение технологии поверхностного полива сельскохозяйственных культур по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин позволяет сократить сроки строительства поливных участков почти в два раза за счет использования разработанных институтом высокопроизводительного комплекса технических средств.

Библиографический список

1. Булгаков Д.С., Рухович Д.И., Шишконакова Е.А. [и др.]. Использование почвенно-климатического индекса при оценке агрономического потенциала пахотных земель в лесостепной зоне России // Почвоведение. – 2018. – № 4. – С. 473-485.

2. Утенков Г.Л. К оценке эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 12. – Ч. 1. – С. 229-233.

3. Утенков Г.Л., Рапопорт Э.О. Метод оценки параметров машинных технологий возделывания зерновых культур // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 22-27.

4. Савостьянов В.К. Использование земель сельскохозяйственного назначения в засушливых условиях юга Средней Сибири для ведения земледелия: рекомендации / Россельхозакадемия, Сиб. рег. отд., ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии. – Абакан: Хакас. гос. ун-т им. Н.Ф.Катанова, 2009. – 12 с.

5. Черняев А.А., Ярославский В.А., Несмысленов А.П. Проблемы сохранения и развития оросительной мелиорации в Поволжье // АПК: Экономика, управление. – 2014. – № 5. – С. 3-11.

6. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России / Под научной редакцией д.т.н., профессора Кирейчевой Д.В. – М: ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». – 2017. – 296 с.

7. Савостьянов В.К. Сельское хозяйство в аридной зоне Средней Сибири: история и основные положения по его развитию в настоящее время // Актуальные проблемы ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне Центрально-Азиатского региона: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск. – 2013. – С. 13-24.

8. Иванов О.А., Тютюкин В.Ф., Агибалов Б.И., Савостьянов В.К., Иванова Т.Е. Технические средства для эксплуатации оросительных систем поверхностного полива на юге Средней Сибири / Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ НИИАП Хакасии. – Абакан: ООО «Кооп. Журналист». – 2010. – 28 с.

9. Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. Моделирование рабочих процессов гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки: монография. – Новосибирск: СФНЦА РАН. НГАУ. – 2018. – 204 с.

Ivanova T.E.[1], Ivanov O.A.[1], Utenkov G.L.[2],
[1]Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Abakan,
[2]Siberian Research Institute of Agriculture and Chemization of Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk region

GROWTH EFFICIENCY RESERVES OF IRRIGATED AGRICULTURE THE SOUTH OF MIDDLE SIBERIA

The results of studies of the technology of surface irrigation of crops on wide long strips with the device of inclined troughs are presented. Proposed technical means for its implementation, which allow to increase the productivity and quality of work performed during the formation of the irrigated area in comparison with mass-produced land-reclamation machines.

Keywords: surface irrigation, devoid of hollows, yield, efficiency, formation of an irrigated area, hollow dresser, roller repair, semi-mounted equalizer, productivity.

УДК 621.43:681.518

Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Альт В.В., Добролюбов И.П.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВС ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ ТЕХНИКИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В статье приведен анализ научных исследований по диагностированию ДВС динамическим методом, внедрение результатов которых перспективно для развития технического сервиса сельскохозяйственных предприятий, особенно для энергетического мониторинга тракторного парка отдельного хозяйства. Рассмотрены исследования динамических свойств ДВС, моделирование переходных процессов, а также новые научно обоснованные технические и технологические решения диагностирования двигателей, в том числе оснащенных электронным блоком управления. Оценено практическое применение динамического метода в устройствах диагностики ДВС.

Ключевые слова: автотракторный двигатель, электронный блок управления, диагностирование, моделирование переходных процессов, энергетический мониторинг тракторного парка.

Введение. Существенное значение в увеличении затрат сельскохозяйственного производства имеют потери мощности тракторов вследствие изменения их технического состояния. Отсутствие контроля мощности (без специальных средств) при выполнении сельскохозяйственных работ приводит к использованию тракторов при завышенных расходах топлива на 10–15 % из-за потери тяговых свойств. С другой стороны, опережающий рост цен на топливо (по сравнению с ценами на сельхозпродукцию) приводит к резкому росту доли энергозатрат (до 20–30 %) в себестоимости продукции. Следовательно, роль энергетической оценки техники, характеризующей энергоемкость производства, существенно повышается [1]. Особую значимость это имеет в период ответственных полевых работ, характеризующихся необходимостью выполнения в сжатые сроки большого объема энергоемких работ. Таким образом, контролируя в производственных условиях параметры техники, особенно топливно-энергетические, возможно снизить эксплуатационные затраты и достичь повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов [2].

Таким образом, сложившееся в сфере использования техники положение в значительной мере обусловлено тем, что раскрытие потенциала эффективного использования техники сдерживается несоответствием требуемому уровню системы технического сервиса. Необходим мониторинг диагностических параметров ДВС с использованием программно-аппаратных средств – перспективное направление диагностики самоходных машин

в АПК [3]. Диагностирование предусматривает контроль энергетических показателей и их сравнение с нормативными значениями. При выходе за допустимые пределы вырабатываются рекомендации по необходимому техническому обслуживанию и (или) ремонту.

В этой связи в агропромышленном комплексе несомненна актуальность разработки новых диагностических средств контроля энергетических показателей. Одним из перспективных направлений является использование диагностических моделей переходных процессов [4] – основы динамического метода диагностики тракторных двигателей, а также создание конфигурации программно-аппаратных средств, базирующихся на современных информационных технологиях сбора и обработки данных.

Анализ направлений исследований. Развитие системы технического обслуживания автотракторных ДВС обуславливает необходимость разработки и применения методов и средств технического диагностирования динамическим методом с использованием предметно-ориентированного моделирования; привлечения перспективных методов сбора информации и математической обработки данных для расчета параметров, характеризующих фактическое состояние ДВС. При этом характерно накопление большого объема данных о параметрах состояния ДВС как объекта диагностирования.

Динамические свойства двигателя исследуются с позиции анализа сигнала угловой скорости. Измерение фактических значений угла поворота коленчатого вала и связанных с ними значений скорости коленчатого вала служат основой для практической реализации диагностики неравномерности работы отдельных цилиндров путем определения крутильных колебаний в фазах работы отдельных цилиндров. Выбор параметров и информационно-технологических приемов диагностирования основывается на теоретических зависимостях энергетических параметров ДВС от термодинамических свойств работы газов; динамических свойств: мощности, крутящего момента, приведенного момента инерции двигателя, скорости и ускорения разгона и выбега вала двигателя – от их статистической оценки [5–9].

Зарубежные исследования оценки энергетических показателей двигателя ведутся на уровне моделирования переходных процессов и анализа полученных характеристик, путем обработки данных диагностических тестов. В качестве диагностических моделей могут выступать дифференциальные уравнения, что отражено во многих исследованиях, где используются уравнения динамики при тестах механических систем. Примером могут служить разработки компании AVL (Австрия) [10], посвященные в значительной мере разработке динамических методов диагностирования двигателя. Причем адекватность модели подтверждается экспериментальными исследованиями. Ведутся исследования по разработке математических моделей для разработки средств определения параметров двигателя. Среди них: модель для определения неисправностей ДВС с возможностью имитации этих неисправностей; динамическая модель для оценки параметров состояния каждого цилиндра на основе исследования переходных режимов; кинетическая модель для контроля в реальном времени работы цилиндров электронным блоком двигателя [11–13].

Следует отметить исследования *российских ученых* по разработке способов диагностирования двигателей динамическим методом, в том числе использование критериев максимальной мощности и топливной экономичности для определения угла опережения впрыска топлива; применение методов спектрального и дисперсионного анализа сигнала скорости коленчатого вала; полунатурное моделирование динамических режимов с полиномиальным описанием процессов; разрабатываются математические модели (эталонные характеристики) для анализа рабочих процессов при динамических нагружениях ДВС [14–18].

При диагностировании ДВС используются сигналы физических процессов, характеризующие работу двигателя. После измерения и предварительной обработки сигналов, поступающих с датчиков, выполняется целенаправленная обработка информации для вычисления характеристик и параметров ДВС, нахождения диагностических признаков оценки состояние ДВС с применением методов анализа сигналов. Результаты многолетних исследований СибФТИ СФНЦА РАН по диагностированию ДВС обеспечили практическое применение статистических методов анализа рабочих процессов ДВС; выбора информативных признаков

и параметров состояния; методов определения параметров ДВС; оценки погрешностей измерений, применения компьютерной настраиваемой модели ДВС [19, 20].

Однако необходимость оперативного определения технического состояния двигателя для обеспечения его работоспособности при эксплуатации, мониторинга его энергетических показателей с целью повышения эффективности проведения энергоемких полевых работ путем принятия своевременных мер воздействия (обслуживания, ремонта), требует разработки метода оперативного контроля технического состояния тракторного двигателя и реализации его в компактном техническом устройстве. Для этого нужно решение оптимизационных задач по структуре, параметрам, методам анализа сигналов.

Как известно, работа ДВС характеризуется случайностью процессов подачи топлива и его сгорания от цикла к циклу, а также процессов трения в сопряжениях ДВС, вызывающих случайные отклонения сигналов, например, угловых скорости и ускорения коленчатого вала $\omega(t)$ и $\varepsilon(t)$ от их средних значений. Это приводит к необходимости рассматривать измеряемые процессы как аддитивную смесь полезного информативного (диагностического) случайного процесса и детерминированной составляющей, вызванной неуравновешенными составляющими крутящего момента. Кроме того, возникает необходимость оценить некоторые структурные параметры двигателя, диагностические признаки которых слабо проявляются на фоне других детерминированных и случайных процессов. Например, превышающие допустимый уровень такие ресурсные структурные параметры как износы, жесткость рабочего процесса, люфты и др. (в значительной степени нелинейные элементы) отражаются диагностическими признаками (сигналами), значение которых существенно ниже уровня измеряемых аддитивных и мультипликативных сигналов. Обнаружить и измерить такие признаки, даже при предварительном вычитании из результирующего сигнала зависимостей, известных для данного двигателя и отражающих другие структурные параметры, бывает достаточно сложно.

Повышение эффективности определения технического состояния ДВС в эксплуатационных условиях возможно, на наш взгляд, путем моделирования процесса оптимального определения состояния ДВС. Для этого нужны исследования по обоснованию оптимального метода обнаружения структурных параметров ДВС, скрытых в высоком уровне других составляющих рабочих процессов на основе известных вероятностных методов анализа сигналов, статистических методов оптимальной обработки сигналов на фоне помех [21–24].

Анализ методов и средств диагностирования ДВС, оснащенных электронным блоком управления. Известно, что современные автотракторные двигатели оснащены электронной системой управления. Момент и дозирование топлива регулируются на основе характеристик по измеренным значениям параметров двигателя (скорости, температуры, давления и т.д.). Алгоритм управления двигателем устанавливается заводом-изготовителем для обеспечения требований к выбросам. Ограничение выбросов путем экологического контроля регулируется требованиями, установленными протоколами средств коммуникаций внешних диагностических разъемов и электронных блоков мобильных машин.

Особое место занимают исследования, проводимые Международным сообществом автомобильных инженеров (SAE International), посвященные моделированию и разработке новых методов диагностирования в области двигателестроения. Предложена динамическая модель работы ДВС, основанная на колебательной модели сгорания для достижения технического результата в разработке оптимальных управляющих команд в системах контроля ДВС. Получены результаты теоретических исследований компонентов крутящего момента ДВС и формирования давления в цилиндре для разработки способа оценки работы цилиндра по сигналу неравномерности коленчатого вала [25, 26].

В результате анализа можно установить принцип создания диагностических систем, использующих бортовую сеть трактора – это моделирование функции управления или диагностирования различными аналитическими методами по измеренным процессам от штатных датчиков. Поэтому важным направлением исследований является разработка как методов диагностирования ДВС с использованием сигналов, определяемых стандартным протоколом

средств коммуникаций, так и непосредственно с использованием сигнала от датчиков электронной системы управления.

Более целенаправленно и усиленно развивается направление по созданию методов и систем для эффективного автоматического управления режимами работы ДВС, с использованием результатов исследований по разработке алгоритмов управления на основе новых методов определения параметров ДВС, изучения зависимостей параметров состояния ДВС от режимов работы двигателей. Интенсивное совершенствование средств измерительной (особенно датчиков физических процессов ДВС) и вычислительной техники, наличие малогабаритных компьютерных средств с высоким быстродействием и практически неограниченными ресурсами памяти позволяют в настоящее время реализовывать сложнейшие алгоритмы измерений и анализа сигналов.

Проведенная оценка парка техники, приспособленного к внешним средствам диагностики (на примере Новосибирской области – НСО) показала, что парк техники НСО, приспособленный к диагностированию посредством диагностического разъема, составляет уже более 800 единиц техники. Но парк техники НСО, требующий установки средств регистрации угла поворота коленчатого вала, составляет более 3000 единиц техники, что говорит о необходимости разработки двух вариантов сбора данных.

Следовательно, при развитии динамического метода диагностирования ДВС необходимо учитывать направление совершенствования современных автотракторных двигателей путем оснащения электронной системой управления со стандартизированным интерфейсом, стандартным протоколом средств коммуникаций. Поэтому целесообразно при разработке методов и средств диагностирования использовать сигналы, характеризующие состояние ДВС, как измеренные с помощью датчиков физических процессам ДВС, так и формируемые электронным блоком управления.

Практические применения динамического метода. Тенденция совершенствования диагностических приборов – это создание многофункциональных средств, сочетающих функции измерения, обработки и анализа. На рынке России основную долю таких средств при оперативной диагностике занимает прибор «МТ-10», а все профессиональные фирмы-производители этого прибора имеют официальные дилерские центры со своим специализированным диагностическим оборудованием.

Ограниченные функции экспресс-диагностирования имеют различные виды «сканеров» – устройств отечественного и зарубежного производства, работающих по диагностическому протоколу и частично использующих функции осциллографа. Такие средства не обладают функцией оценки параметров поршневых двигателей.

Динамический метод диагностирования по параметрам переходных режимов используется германской фирмой ALPIN в устройстве «Мощностной тестер – Reiner-3000», в котором применен метод дорожных испытаний по данным от протокола OBD [27] и, дополнительно, от датчика скорости ведущего колеса. Однако в России это устройство официально не внедрено, нет результатов его использования. На мировом рынке такие диагностические устройства и программно-аппаратные средства как «Reiner-3000», «PCMSCAN Dyno», «Insoric» реализуют принцип, близкий к динамическому методу, однако имеют существенные недостатки – высокая стоимость, низкая точность, высокие затраты на дорожный тест.

В результате исследований установлено, что экспресс-диагностирование внедряется быстрыми темпами в технический сервис на основе динамического метода, как преимущественный способ. Он уже внедрен в отдельных устройствах и компьютерных программах, однако, распространение этот метод получил только в отдельных фирмах, применительно к конкретной марке двигателя. Точность расчета параметров, как правило, не доказывается методами обработки данных в силу сложности регистрации и обработки данных переходного процесса. Все это обосновывает необходимость решения задачи по разработке динамического метода и средств диагностирования ДВС тракторного парка по топливно-энергетическим показателям в производственных условиях сельхозпредприятия.

НИОКР, проведенные в СибФТИ СФНЦА РАН для решения этой задачи, позволили разработать метод и устройство диагностирования ДВС в производственных условиях, создать автоматизированную технологию энергетического мониторинга тракторного парка сельхозпредприятия [28–30].

Библиографический список

1. Тихомиров А.В. Задачи и направления развития и модернизации систем и средств энергообеспечения сельского хозяйства // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 9-й междунар. науч.-техн. конф. /ГНУ ВИЭСХ. – М., 2014. – Ч. 1. – С. 29–37.
2. Соловьев Р.Ю., Горячев С.А. Ресурсосбережение при техническом сервисе сельскохозяйственной техники // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 2. – С. 37–49.
3. Дунаев А.В., Костомахин М.Н., Воронов А.Н. Перспективы развития диагностики самоходных машин в АПК // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации гос. программы развития с.-х.: сб. науч. докл. межд. научн.-техн. конф. / ФГБНУ ВИМ. – М., 2015. – Ч. 2. – С. 73–75.
4. Добролюбов И.П., Лившиц В.М. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Принципы построения диагностических моделей переходных процессов: метод рекомендации // ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, СибИМЭ. – Новосибирск, 1981. – 88 с.
5. Крутов В.И. ДВС как регулируемый объект. – М.: Машиностроение, 1978. – 472 с.
6. Куценко А.С. Моделирование рабочих процессов ДВС на ЭВМ. – Киев: Наукова думка. 1988.
7. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В. Идентификация состояния сельскохозяйственных объектов измерительными экспертными системами: монография. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, СибФТИ. 2003. – 209 с.
8. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: в 2 томах / пер. с фр. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 312 с.; – Т. 2. – 256 с.
9. Губарев В.В. Вероятностные модели. – Новосибирск: НЭТИ, 1992. – Ч. 1. – 196 с.; – Ч. 2. – 421 с.
10. Special AVL. The Chassis Dynamometer as a Development Platform// Automobiltechnische Zeitschrift. – 111 (2009) Vol. 11.
11. F. Chiara, J. Wang, C.B. Patil, M.-F. Hsieh and F.Yan. Development and experimental validation of a control-oriented Diesel engine model for fuel consumption and brake torque predictions / Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems. – 2011. – Vol. 17. – P. 261-277.
12. J.-S. Choi, C.K. Hae. Instantaneous Speed Variation of Crankshaft on a Low Speed Marine Diesel Engine / Journal of the Korean Society of Marine Engineering. 2007. – Vol. 31. – P. 138-144.
13. Y.G. Zhang, T.X. Su, W.H. Li, H.P. Mao and N. Zhou. Dynamic Analysis of Diesel Engine Piston Based on Time Spectral Element Method. Automatic Control and Mechatronic Engineering. – 2013. – Vol. 415. – P. 565-568.
14. Трюбер С.С. Разработка методов и алгоритмов функционирования устройств контроля и диагностирования в системах управления многоцилиндровых двигателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05. Саратов, 2010.
15. Кузнецов А.Г. Разработка методов и средств повышения эффективности работы дизелей на динамических режимах: дис. ... док. техн. наук: 05.04.02. Москва, 2010.
16. Коньков А.Ю. Диагностирование технического состояния дизеля в эксплуатации на основе идентификации быстропротекающих рабочих процессов: дис. ... док. техн. наук: 05.04.02. Хабаровск, 2010.
17. Обозов А.А. Разработка теоретических основ и средств повышения эффективности систем технического диагностирования малооборотных дизелей: дис. ... док. техн. наук: 05.04.02. Брянск, 2010.
18. Кривцов С.Н. Методологические основы диагностики автомобилей с дизельными двигателями, оснащенными аккумуляторными топливоподающими системами. дис. ... док. техн. наук: 05.22.10. Иркутск, 2017.
19. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф. Выбор совокупности косвенных диагностических параметров для измерительной экспертной системы ДВС // Двигателестроение. – 2012, – № 2 (248). – С. 30-33.
20. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н. Разработка компьютерной настраиваемой модели двигателя внутреннего сгорания // Вычислительные технологии. – 2013. – Т. 18, – № 6. – С. 54-61.
21. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных систем. М.: Радио и связь, 1981. – 288 с.
22. Купер Дж., Макгиллем К. Вероятностные методы анализа сигналов и систем /пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 376 с.
23. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н. Моделирование процесса оптимального определения параметров состояния двигателя внутреннего сгорания измерительной экспертной системой // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – № 6. – С. 22-35.
24. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П. Моделирование процесса идентификации состояния тракторных двигателей // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2016. – № 4(6). – С. 4-12.
25. Developing a State Space Model for a Turbocharged Diesel Engine Using Least Square Method. Kamyar Nikzadfar and Amir Hosein Shamekhi, Khaje Nasir University of Technology // SAE International. – 12.04.2011.
26. Feilong Liu, Gehan A.J. Fvfratunga< Nick Collings, Ahmed Soliman/ An Experimental Study jn Engine Dinamics Model Based In Cilinder Pressure Estimation // SAE International. – 16.04.2012.
27. J1939/84: OBD Communic. Compl. Test Cases for Heavy Duty Components and Vehicles - SAE Int. Available. http:// standards.sae.org/j1939/84_201206.

28. Патент RU 2541072 C2. МПК G 01 M 15/05, G 01 L 23/08. Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания и экспертная система для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н.; заявл. 20.06.2012; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 4.
29. Патент RU 2665566 C2. МПК F02M 65/00. Способ определения цикловой подачи топлива и устройство для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф., Клименко Д.Н. заявл. 27.10.2015; опубл. 31.08.2018. Бюл. № 25.
30. Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Ёлкин О.В., Клименко Д.Н. Автоматизированная технология энергетического мониторинга тракторного парка сельхозпредприятия // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 129. – С. 36-44.

Savchenko O.F., Olshevskiy S.N., Alt V.V., Dobrolyubov I.P.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

ANALYSIS OF METHODS AND MEANS OF DIAGNOSING THE COMBUSTION ENGINE OF THE SATURATED TECHNIQUE BY DYNAMIC METHOD

In the article the analysis of scientific researches on diagnostics of an engine by dynamic method is given, introduction of results of which is prospective for development of technical Service of agricultural enterprises, especially for energy monitoring Tractor Park of a separate farm. The study of dynamic properties of the engine, modeling of transient processes, as well as new scientifically-grounded technical and technological solutions of engine diagnostics, including those equipped with electronic control unit, are considered in Operating conditions. Practical applications of the dynamic method in the diagnostic tests of the engine are evaluated.

Keywords: motor tractor engine, electronic control unit, diagnosis, modeling of transient processes, energy monitoring of the tractor park.

УДК 621.43.001.4:681.518.3

Добролюбов И.П.[1], Утенков Г.Л.[2],
[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,
[2]Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ПОЧВООБРАБОТКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрено применение экстраполятора и оптимизатора в адаптивной системе автоматического управления режимами работы автоматизированного комплекса почвообработки, компоненты которых имеют экстремальную характеристику. Это позволяет оперативно корректировать управление комбинированным почвообрабатывающим агрегатом при значительном изменении воздействий и оптимизирует работу системы автоматического управления, обеспечивая, в целом, повышение производительности и качества технологических процессов, выполняемых агрегатом.

Ключевые слова: автоматизированный комплекс почвообработки, комбинированный почвообрабатывающий агрегат, режимы работы, система автоматического управления, оперативность, оптимальность, экстраполятор, оптимизатор.

В монографии [1] и работах [2-10] обобщены результаты исследований по принципам разработки и применения автоматизированных технологических комплексов почвообработки, которые включают ряд иерархически взаимосвязанных задач: моделирование процессов изменения состояния почв, рабочих процессов комбинированного почвообрабатывающего агрегата; определение важнейших показателей технического состояния ДВС; выявление закономерностей взаимодействия адаптивного комбинированного почвообрабатывающего агрегата (КПА) с пятнистыми почвами; построение адаптивных системы автоматического управления энергетическими режимами работы КПА (САУР) и систем автоматического контроля состояния агрегата (САК); информационное, алгоритмическое и программное обеспе-

чение микропроцессорных САУР и САК; оптимизация показателей качества автоматизированного технологического комплекса почвообработки (АТКП). Описаны способы и устройства, реализующие методы оперативного контроля состояния КПА, его компонентов и управления работой. Это описание приведено в соответствии с принципами необходимого разнообразия, развития и совершенствования управляющих воздействий.

Мощные КПА имеют достаточно большие значения постоянных времени и транспортного запаздывания. Время реакции на возмущающее или управляющее воздействие при этом достигает достаточно больших значений (до нескольких минут), что снижает производительность и качество технологических процессов, выполняемых КПА. Возникает задача дальнейшего повышения эффективности управления агрегатом. Решению этой задачи способствует использование предсказывающих устройств – экстраполяторов, позволяющих определить значение сигнала на выходе объекта автоматического управления (ОАУ), т. е. КПА, после поступления на его вход управляющего или возмущающего воздействия до того, как это значение фактически будет достигнуто, а также вычислить оптимальные значения управляющих воздействий. Выходные сигналы такого рода экстраполяторов смогут обеспечить необходимую коррекцию управляющего устройства (УУ) и позволят существенно улучшить качество системы управления. У инерционных мощных КПА, имеющих экстремальную характеристику, например зависимость энергетического параметра от какого-либо параметра, необходимо оптимизировать режим работы агрегата и его элементов. Цель управления такой САУР – обеспечение за конечное время требуемого состояния КПА с определенной точностью при заданных ограничениях и оптимальных параметрах составных частей. Вопрос повышения эффективности КПА за счет упреждающего и оптимального управления его состоянием и рассматривается в данной работе.

Принцип действия САУР с экстраполятором заключается в следующем [11, 12]. Текущее состояние управляемого КПА (далее ОАУ) определяется в общем виде системой дифференциальных уравнений:

$$\dot{\vec{Y}}(t) = F[\vec{Y}(t), \vec{U}(t), \vec{\Pi}] + \vec{\xi}(t);\ \ \vec{Y}(t_0) = \vec{Y}_0,\ \ \ t \in [t_0,\ t_k]\ ,$$

где $\vec{Y}(t) = \{y_1(t)\};\ \ i = \overline{1,n}$ - вектор-функция фазовых координат ОАУ в *n*-мерном евклидовом пространстве; $\dot{\vec{Y}}(t) = \{\dot{y}_1(t)\};\ i = \overline{1,n}$ - вектор-функция производных вектора $\vec{Y}(t)$; $\vec{U}(t) = \{u_i(t)\};\ i = \overline{1,m}$ - вектор-функция управляющих воздействий на ОАУ; $\vec{\Pi} = \{n_i\};\ \ i = \overline{1,r}$ - вектор-функция параметров ОАУ; $\vec{\xi}(t) = \{\xi_i(t);\ \ i = \overline{1,k}$ - вектор-функция возмущающих воздействий; $\vec{Y}(t_0) = \vec{Y}_0 = \{y_{0i}\};\ \ i = \overline{1,n}$ - вектор-функция начальных условий (состояний).

Задан конечный момент времени t_k, и требуемое состояние $\vec{C} \in \Omega_x$ ОАУ в этот момент. Заданы также ограничения на управление и состояние вида: $\vec{U}(t) \in \Omega_u$; $\vec{Y}(t) \in \Omega_x$; $\vec{\Pi} \in \Omega_n$; $\vec{\xi}(t) \in \Omega_\xi$ при всех $t \in [t_0, t_k]$, где Ω_x, Ω_u, Ω_n и Ω_ξ – ограниченные множества. Требуется синтезировать закон управления, гарантирующий для любых $\vec{\Pi}$ и $\vec{\xi}(t)$ попадание в желаемое состояние с точностью ε: $|\vec{Y}(t_k) - \vec{C}| < \varepsilon$.

С учетом цели управления и ограничений программируется требуемое состояние ОАУ (требуемая функция $\vec{Y}_p(t)$). Устройство управления (УУ) на основе $\vec{Y}_p(t)$ вырабатывает управляющее воздействие $\vec{U}(t)$ на ОАУ – изменение положения рабочих органов, включение и отключение дополнительных рабочих органов, изменение скорости движения и др. При адаптации настройка параметров УУ в зависимости от текущего состоянии ОАУ и УУ

связана с операцией экстраполяции, которая вырабатывает некоторое вспомогательное целевое условие *Ц(t),* позволяющее судить об отклонении реального движения $\vec{Y}(t)$ от $\vec{Y}_p(t)$ и параметров «идеального» регулятора $\vec{\Pi}$ от их оценок $\vec{\Pi}^*$.

Рассмотрим частный случай, когда конечное состояние ОАУ может характеризоваться значением только одной из обобщенных координат, например $y_1(t_k)=y(t_k)$. Экстраполятор определяет текущую оценку $y(t_k, t)$ конечного значения выходной координаты $y(t)$. Если измеряется возмущающее воздействие, то может быть применен также экстраполятор, определяющий текущую оценку $\xi(t_k, t)$ его конечного значения координаты $\xi(t)$.

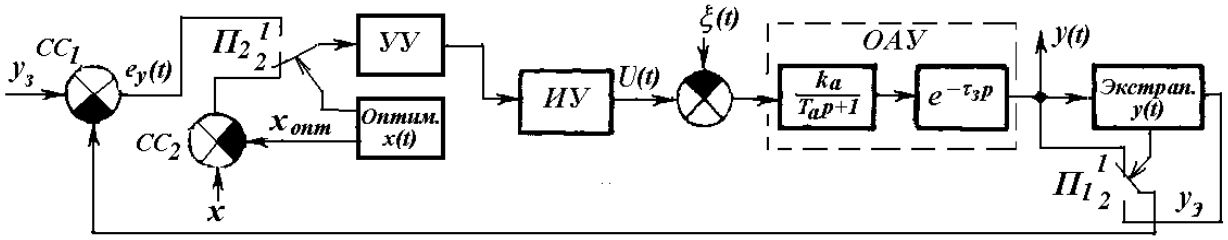


Рисунок 1 – Функциональная схема САУР с предсказывающим блоком (экстраполятором) и оптимизатором

Принцип действия САУР с предсказывающим блоком (экстраполятором) состоит в следующем (рисунок 1). При появлении существенных возмущающих воздействий (резком изменении нагрузки) экстраполятор вычисляет значение $y_з(t)$, которое соответствует заданному моменту $t_к$, и при поступлении команды из экстраполятора, например, после второго измерения $y(t)$, на управляемый электронный переключатель $П_1$ для установки его во вторую позицию вводит значение $y_з(t)$ на второй вход схемы сравнения CC_1, на первый вход которой подается сигнал с выхода задающего устройства $y_з(t)$. Сигнал рассогласования $e_y(t)=y_з(t)-y_э(t)$ с выхода сравнивающего устройства CC_1 подается на управляющее устройство, которое вырабатывает значение и знак управляющего воздействия $U(t)$, поступающего на ОАУ с ИУ. При достижении $y(t)-y_э(t)<\Delta_{y\ доп}$, где $\Delta_{y\ доп}$ – допустимое значение отклонения, с экстраполятора подается команда на установку переключателя в первую позицию, при этом на второй вход схемы сравнения CC_1, поступает сигнал управляемой переменной $y(t)$. Система управления работает в обычном режиме.

Фактическая текущая производительность КПА при почвообработке:

$W_a=B_a v_a$,

где B_a - фактическая (рабочая) ширина захвата рабочей машины, м; v_a – скорость движения КПА, м/с.

Связь производительности КПА с эффективным моментом ДВС описывается известными уравнениями:

$N_{кр}=P_{кр}v_a \approx R_a v_a$;

$W_a=N_e \eta_{тр\ у} B_a/R_a=P_{кр}v_a B_a/R_a$;

$M_e=\kappa_{тр}P_{кр}$;

где $N_{кр}$ и $P_{кр}$ - тяговые мощность и сила; R_a - тяговое сопротивление КПА; N_e и M_e – эффективные мощность и момент ДВС; $\eta_{тр\ у}$ – условный тяговый к.п.д. трактора; $\kappa_{тр}$ – постоянная для данного трактора величина.

Уравнение динамики ДВС в самом общем виде:

$$\bar{J}_д \bar{\omega}(t) = \bar{M}_e - \bar{M}_c ,$$

где черта сверху означает усреднение за цикл; $J_д$, M_c - моменты инерции и сопротивления; $\bar{\omega}(t)$ - среднее значение за оборот угловой скорости коленчатого вала двигателя (частота вращения $n(t)=\bar{\omega}(t)$).

Следовательно, оценку производительности КПА можно проводить по значению момента $\bar{M}_e$.

Ввиду большого разброса тягового сопротивления агрегата в работах [1–10] задаются границы зоны позицирования (нижние и верхние границы параметра, определяющего M_e, ($П_H$, $П_B$) и частоты вращения n_H, n_B). Однако при нахождении КПА внутри зоны существует дополнительная возможность повышения его производительности за счет прогнозирования нагрузки и оптимизации управления.

Уравнение динамики КПА при приведении моментов к валу ДВС [1–10] и подаче управляющего воздействия (в разгоне при уменьшении возмущающего воздействия - нагрузки):

$$T_a\dot{\bar{\omega}}(t)+\bar{\omega}(t)=k_u u(t),$$

где T_a – постоянная времени агрегата;

При ступенчатом управляющем воздействии и разгоне двигателя от начального значения $\bar{\omega}^*$

$$\bar{\omega}(t)=\bar{\omega}_{уст}(1-exp(-t/T_a)),$$

где $\bar{\omega}_{уст}$ - значение, которое достиг бы агрегат в установившемся состоянии.

При известном значении T_a и определенном значении $t=\tau$ экстраполятор может определить значение $\bar{\omega}_{уст}$:

$$\bar{\omega}_{уст}=\bar{\omega}(t=\tau)/(1-exp(-\tau/T_a)\approx\bar{\omega}(t=\tau)/[(\tau/T_a)-0{,}5(\tau/T_a)^2].$$

При том же значении T_a и ступенчатом возмущающем воздействии $\xi(t)$ (нагрузки) произойдет выбег двигателя от начального значения $\bar{\omega}^*$:

$$\bar{\omega}_{выб}(t)=\bar{\omega}^* exp(-t/T_a).$$

При определенном значении $t=\tau_в$ экстраполятор может определить значение

$$\bar{\omega}_{выб}(\tau_в)=\bar{\omega}^* exp(-\tau_в/T_a)\approx\bar{\omega}^*[1-(\tau_в/T_a)+0{,}5(\tau_в/T_a)^2].$$

Интервал времени $t_к$ достижения двигателем в разгоне в составе агрегата заданного значения, например, $0{,}9\omega_{уст,}$ равен $t_к=-T_a\ ln0{,}1\approx 2{,}3T_a$, а в выбеге, например, уровня $0{,}3\omega^*$ – $t_{кв}=-T_a\ ln0{,}3\approx 1{,}2T_a$.

В реальных КПА имеется также транспортное запаздывание $\tau_з$, например, при отключении рабочих органов или при включении дополнительных рабочих органов, тогда в разгоне и выбеге:

$$\bar{\omega}(t)=\bar{\omega}_{уст}\{1-exp[(-t-\tau_з)/T_a]\};$$

$$\omega_{уст}=\bar{\omega}(t=\tau)/\{1-exp[(-\tau-\tau_з)/T_a]\}\approx\bar{\omega}(t=\tau)/\{[(\tau+\tau_з)/T_a]-0{,}5[(\tau+\tau_з)/T_a]^2\};$$

$$\bar{\omega}_{выб}(t)=\bar{\omega}^* exp[(-t-\tau_з)/T_a];$$

$$\bar{\omega}_{выб}(\tau_в)=\bar{\omega}^* exp[(-\tau_в-\tau_з)/T_a]\approx\bar{\omega}^*\{1-[(\tau_в+\tau_з)/T_a]+0{,}5[(\tau_в+\tau_з)/T_a]^2\}.$$

Следовательно, для КПА с транспортным запаздыванием может быть использовано одно и то же предсказывающее устройство (экстраполятор), что и для КПА без запаздывания.

В схеме (рисунок 1) в качестве $y(t)$ в агрегате можно использовать $n(t)=\bar{\omega}(t)$.

Применение экстраполятора существенно повышает эффективность управления, так как при выполнении операции $y_з(t)$-$y_э(t)$) САУР с предсказывающим корректирующим блоком быстро (за один шаг) доводит управляющий сигнал $U(t)$ до нужного значения, а затем осуществляет медленную коррекцию этого сигнала (небольшими шагами) по данным периодически замыкаемого через переключатель $П_1$ контура обратной связи.

Если мощный инерционный агрегат обладает экстремальной характеристикой $y=f(x)$, то поиск экстремума $x_{опт}$ осуществляется оптимизатором, значение $x_{опт}$ сравнивается в $СС_2$ с фактическим измеренным значением x (рисунок 1). При появлении отклонения x-$x_{опт}<\Delta_{x\ доп}$, где $\Delta_{x\ доп}$ – допустимое значение отклонения, управляющим устройством УУ вырабатывает-

ся корректирующее воздействие на исполнительное устройство ИУ, выводящее агрегат в оптимальный режим. Экстремальная характеристика *y=f(x)* чаще всего имеет форму параболы

$y=a(x-b)^2+c$,

где *a, b* и *c* – постоянные величины (плюс при коэффициенте *a* при максимуме, минус при минимуме).

Рассмотрим работу оптимизатора на примере КПА с энергетическим средством - дизельным ДВС. Известно, что наиболее эффективна работа ДВС при максимальной мощности. Динамическая скоростная характеристика (ДСХ) ДВС (зависимость в разгоне динамической мощности $\bar{N}_{e\partial} = \bar{J}_{\partial}\bar{\varepsilon}(t)\bar{\omega}(t)$ от частоты вращения коленчатого вала: $\bar{N}_{e\partial} = f[\bar{\omega}(t)] = f[n(t)]$) является экстремальной характеристикой. При достаточно длительном времени нахождения агрегата в зоне позицирования допустимых значений дополнительно при резком ступенчатом уменьшении $\xi(t)$ можно достичь оптимального режима работы ДВС и, следовательно, КПА. При этом уравнение ДСХ ДВС $\bar{N}_{e\partial} = f[n(t)]$ имеет вид:

$\bar{N}_{e\partial} = a(n-b)^2 + c$.

Величина *b* как абсцисса экстремальной точки $n_{опт}$ определятся из выражения:

$d\bar{N}_{e\partial} / dn = 2a(n-b) = 0, \quad b_{опт} = n_{опт}$;

$a = 0{,}5d^2\bar{N}_{e\partial} / dn^2$

Значение $n_{опт}$ равно:

$$n_{опт} = n - (d\bar{N}_{e\partial} / dn)/(d^2\bar{N}_{e\partial} / dn^2). \qquad (1)$$

При медленном изменении $\bar{N}_{e\partial} = f[n(t)]$ измерение производных в (1) заменяется определением конечных разностей:

$(d\bar{N}_{e\partial} / dn)_1 \approx \Delta\bar{N}_{e\partial} / \Delta n_1 = (\bar{N}_{e\partial 2} - \bar{N}_{e\partial 1})/(n_2 - n_1)$;

$(d\bar{N}_{e\partial} / dn)_2 \approx \Delta\bar{N}_{e\partial} / \Delta n_2 = (\bar{N}_{e\partial 4} - \bar{N}_{e\partial 3})/(n_4 - n_3)$;

$d^2\bar{N}_{e\partial} / dn^2 \approx [(d\bar{N}_{e\partial} / dn)_2 - (d\bar{N}_{e\partial} / dn)_1] / \Delta n_3 = [(d\bar{N}_{e\partial} / dn)_2 - (d\bar{N}_{e\partial} / dn)_1] /(n_6 - n_5)$.

Значение $n_{опт}$ (1), рассчитанное оптимизатором, сравнивается в $СС_2$ с фактическим измеренным значением *n* (рисунок 1). При появлении отклонения $n\text{-}n_{опт} < \Delta_{n\ доп}$, где $\Delta_{n\ доп}$ – допустимое значение отклонения, управляющим устройством УУ вырабатывается корректирующее воздействие на исполнительное устройство ИУ, выводящее агрегат в оптимальный режим.

В САУР (рисунок 1) может быть добавлен формирователь команд обработки, который поочередно обеспечивает работу КПА в штатном режиме (в зоне позицирования), при упреждающем управлении и при поиске оптимума (включении экстраполятора и оптимизатора).

Рассмотренная методика упреждающего и оптимального управления мощными инерционными КПА применима и для других сельскохозяйственных агрегатов. В этом случае экстремальными характеристиками могут обладать рабочие машины, у которых механическая характеристика, т.е. зависимость момента сопротивления от угловой скорости ω, угла поворота φ или времени является параболической. Примерами таких агрегатов с зависимостью от ω являются центробежные насосы, вентиляторы, сепараторы, с зависимостью от φ - агрегаты, у которых рабочие машины имеют кривошипно-шатунные или эксцентриковые механизмы (различные прессы, режущие аппараты, компрессоры, лесопильные рамы), с зависимостью от времени – дробилки, бетономешалки, фрезы.

Введение экстраполятора в САУР позволяет корректировать управление агрегатом при значительном изменении его состояния, что существенно повышает оперативность управления мощными инерционными КПА. Применение экстраполятора и оптимизатора в САУР способствует повышению производительности КПА, улучшению качества работы САУР и, в целом, повышает эффективность функционирования КПА, создавая условия для работы систем агрегата в оптимальных энергетических и скоростных режимах.

Библиографический список
1. Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. Автоматизированные технологические комплексы почвообработки. – Новосибирск: Россельхозакдемия. Сиб. отд-ние. СибИМЭ, 2006. – 380 с.
2. Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. Взаимодействие почвообрабатывающего агрегата с пятнистыми почвами // Тракторы и сельхозмашины. – 2003. – № 10. – С. 25-27.
3. Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. Регулировка зоны режимов с помощью адаптивной системы управления работой машинно-тракторных агрегатов. // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2009. – № 2. – С. 41-43.
4. Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. Применение упреждающего управления в автоматизированных технологических комплексах почвообработки. // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: сб. докладов XI междунар. науч.-практ. конф. (14-15 сентября 2010 г., г. Углич). – М.: «Известия» УДП РФ. – 2010. – Ч. 1. – С. 252-257.
5. Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. Экологические и энергосберегающие адаптивные агрегаты почвообработки и посева зерновых культур // Экологические аспекты технологий производства продукции растениеводства: материалы междунар. агроэкологич. форума 21-23 мая 2013 г., г. С.–Петербург. Россельхозакадемия, Сев.-Западный НИИ механизации и электрификации сельского х-ва. – СПб. 2013. – Т. 2. – С. 31-36.
6. Патент 2143187 РФ. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. // Изобретения. – 1999. – № 36.
7. Патент RU 2295216, МПК A01B49/02; A01B67/00. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Добролюбов И.П., Утенков Г.Л., Утенкова М.Г. Опубл. 20.03.07. Бюл. № 8.
8. Патент RU 2298778, МПК G01N3/42, G01N33/24. Устройство для непрерывного определения твердости почвы / Добролюбов И.П., Утенков Г.Л., Утенкова М.Г. Опубл. 10.05.07. Бюл. № 13.
9. Патент RU 2535102 C2, МПК G01N33/24. Устройство для непрерывного определения твердости почвы / И.П.Добролюбов, Г.Л. Утенков. Опубл. 10.12.2014. Бюл. № 34.
10. Патент RU 2578444, МПК G01N33/24. Устройство для непрерывного определения твердости почвы / Добролюбов И.П., Утенков Г.Л., Опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.
11. Пугачёв В.С. Синицын Н.Н. Теория стохастических систем. – М.: Логос, 2000. – 1000 с.
12. Фурсенко С.Н., Якубовская Е.С., Волкова Е.С. Автоматизация технологических процессов. – М.: Инфра, 2015. – 377 с.

Dobroljubov I.P.[1], Utenkov G.L.[2],
[1]Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk,
[2]Siberian Research Institute of Agriculture and Chemicals used in Agriculture
of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

INCREASE OF PRODUCTIVITY OF THE AUTOMATED COMPLEX OF PROCESSING OF GROUND DUE TO APPLICATION OF OPTIMUM CONTROL

Application of extrapolating and optimizing devices in adaptive system of automatic control is considered by operating modes of the automated complex of processing of ground which components have the extreme characteristic. It allows to correct operatively management of the combined soil-cultivating unit at significant change of influences and optimizes work of system of automatic control, providing as a whole increase of productivity and quality of the technological processes which are carried out by the unit.

Keywords: the automated complex of processing of the ground, the combined soil-cultivating unit, operating modes, system of automatic control, efficiency, an optimality, extrapolating and optimizing devices.

УДК 629.053

Курносов А.Ф., Гуськов Ю.А.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

В статье рассмотрены современные приемы и методы диагностирования транспортных средств при эксплуатации с использованием встроенных и дополнительно установленных систем диагностирования. Предложена схема диагностирования транспортного средства в режиме онлайн при эксплуатации с учетом оценки эффективности работы его основных агрегатов.

Ключевые слова: транспортные средства, встроенная система диагностирования, диагностирование в режиме онлайн, оценка показателей эффективности.

Развитие электронных систем управления значительно упростило процесс контроля текущих значений параметров технического состояния основных агрегатов и систем транспортно-технологических машин, в то же время процесс извлечения необходимой первичной информации из встроенных носителей памяти в целях поиска неисправности крайне затруднителен для большинства предприятий, так как требует специализированного диагностического оборудования. Модернизация систем диагностирования направлена не только на увеличение числа датчиков, но и на повышение доступности получаемой информации, разработки простого интерфейса для ее чтения, что, в конечном счете, приведет к более тесному взаимодействию встроенной информационной системы диагностирования с водителем, инженерно-технической службой предприятия и дилерским центром.

Цель работы – совершенствование системы дистанционного диагностирования путем разработки новой схемы информационного взаимодействия ее компонентов и оценки уровня эффективности эксплуатации транспортно-технологических машин.

Назначение современной диагностики транспортных средств в значительной степени отличается от диагностики в традиционном понимании, которая была направлена на решение следующих задач [1]:

- контроль технического состояния для установления соответствия значений параметров требованиям технической документации;
- поиск места и причин отказа (неисправности);
- прогнозирование технического состояния.

Решение поставленных задач осуществляется как встроенными, так и внешними средствами диагностирования. Встроенные средства диагностирования представляют собой первичные преобразователи и измерительные устройства, в большинстве своем работающие во взаимодействии с центральным электронным блоком управления (ЭБУ), призванные осуществлять контроль технического состояния наиболее сложных агрегатов и систем. Внешние средства используются на стадии поиска неисправности, когда требуется провести дополнительные измерения. Несмотря на то, что большинство внешних средств диагностирования унифицированы, многие предприятия сталкиваются с необходимостью в применении специальных приспособлений и приборов для испытания конкретной модели машины.

Наиболее сложной задачей современной диагностики является прогнозирование технического состояния. Большой объем статистической информации, получаемой от встроенных средств диагностирования, не используется для составления прогноза технического состояния машины даже на кратковременный период. В первую очередь это связано с тем, что современная диагностика основывается на планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта и не учитывает изменяющиеся условия эксплуатации.

В настоящее время развитие диагностики диктуется ужесточением требований экологической безопасности и эффективности использования машин. Появление новых систем управления транспортных средств неизбежно усложняет структуру встроенной системы диагностирования. Фиксируемая диагностическая информация в большинстве случаев используется не для поиска неисправности, а для оперативного управления агрегатами и системами машины: двигатель, коробка передач, ведущие мосты, тормозная система и др. Используя возможности встроенных систем диагностирования, решаются следующие актуальные задачи, связанные с:

- безопасностью рабочего процесса;
- энергоэффективностью;
- ресурсосбережением;
- автоматизацией процесса диагностирования [2].

Безопасность рабочего процесса должна обеспечиваться системами активной безопасности сельскохозяйственных транспортных средств согласно нормативным документам: «Тех-

нический регламент о безопасности колесных транспортных средств» [3] и ГОСТ Р 51709-2001 [4].

Энергоэффективность машины оценивается, в основном, удельным расходом топлива на единицу выполненной работы или пройденного пути с учетом часового расхода топлива двигателем.

Сбережение ресурсов при эксплуатации машин достигается за счет своевременной фиксации неисправности и, как следствие, снижения расхода запасных частей и топливо-смазочных материалов.

Диагностическая система при современном уровне развития практически полностью автоматизирована и осуществляет контроль как за работой основных систем транспортного средства, так и за работоспособностью отдельных элементов встроенных средств диагностики.

Появление большого количества датчиков системы диагностирования создало большую проблему передачи информации к считывающему устройству и электронному блоку управления. На каждый датчик необходимо подать питание от бортовой сети транспортного средства и получить электрический сигнал, соответствующий определенному уровню измеряемой физической величины. Это привело к необходимости использования большого количества соединительных проводов по всему корпусу машины. Решением проблемы послужила разработка современной структуры передачи данных – электронная цифровая шина CAN [1]. В настоящее время из множества предложенных методов последовательной передачи диагностической информации шина CAN принята за стандарт применительно ко всем машинам (рисунок 1).

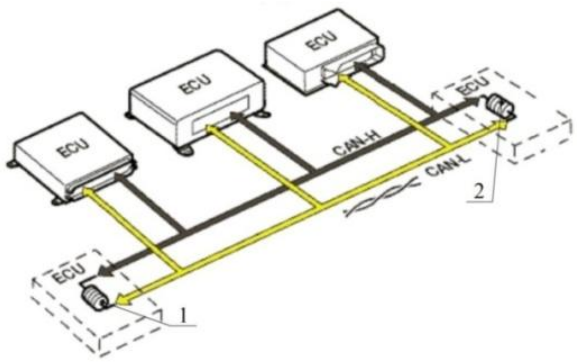


Рисунок 1 – Организация передачи данных в системе цифровой связи линейной CAN-шины: ECU – электронный блок управления; 1 – электронный блок управления с активным терминатором; 2 – электронный блок управления с пассивным терминатором

Сущность линейной CAN-шины заключается в следующем. Процесс взаимодействия абонентов (бортовых контроллеров ECU) с центральным электронным блоком и управляющими устройствами осуществляется через общую единую сеть (шину), к которой равноправно имеют доступ все системы машины с электронным управлением. Передача данных по общей шине происходит последовательно, причем адресация сведений осуществляется не по меткам абонентов, а по их содержимому. К каждому сообщению присоединяется идентификатор, характеризующий содержимое сообщения, и устанавливает его приоритет. Каждый ECU обрабатывает только те сообщения, которые накапливаются в приемочном списке. Абонент отправляет данные для одного или нескольких ECU, если шина занята, абонент отправляет информацию до тех пор, пока шина не освободится.

Широкое распространение линейной CAN-шины обосновано рядом преимуществ: снижение массы и объема соединительных проводов, простота монтажа, повышение надежности передачи данных, быстрая адаптация дополнительных электронных устройств. Зачастую работа кольцевой или звездообразной CAN-шины сопровождается повышенным числом отказов или сбоев в работе по сравнению с линейной.

Следующий этап развития диагностики направлен на создание универсальной системы, способной производить обмен данными между существующей бортовой системой диагностирования и дополнительно установленными устройствами. Наиболее совершенная схема информационного взаимодействия машины и диагноста посредством персонального компьютера связывает существующую CAN-шину и телематическую шину с интерфейсом S6 (рисунок 2) [5].

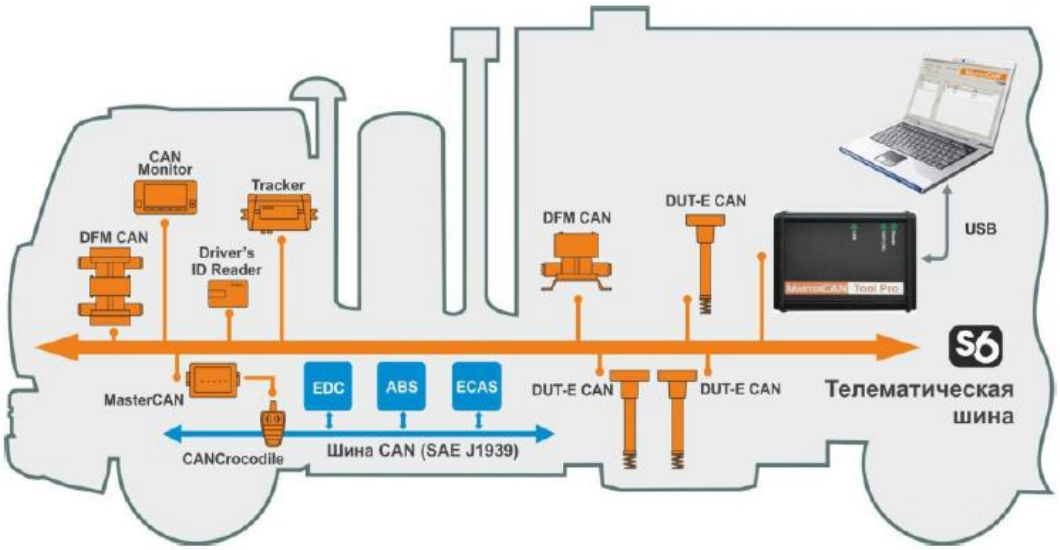


Рисунок 2 – Структурная схема системы диагностирования машины с использованием MasterCANTool

Представленная схема состоит из трех основных блоков: встроенной CAN-шины; телематической шины с интерфейсом S6; имитатора-анализатора CAN-шины MasterCANTool.

Основным назначением рассматриваемой системы диагностирования является сбор информации от штатных CAN-шин, дополнительных датчиков и периферийных устройств, конвертация поступающих сигналов в цифровой вид и отображение диагностической информации в разобранном по параметрам виде.

Основным преимуществом предложенной системы является оперативный доступ к необходимой информации о техническом состоянии машины без использования специальных сканеров. Данная система является универсальной и подходит как для автомобильного транспорта, так и для тракторов и сельскохозяйственных машин.

Несмотря на существенный уровень развития современных систем диагностирования, можно отметить некоторые существенные недостатки:

1. Отсутствие возможности оперативного определения эффективной мощности двигателя и удельного эффективного расхода топлива. Существующие датчики расхода топлива проточного типа, устанавливаемые в системах с телематической шиной с достаточной точностью определяют текущий расход топлива, а удельный расход топлива определяют относительно обработанной площади. При этом эффективность работы двигателя не учитывается, а причину завышенного удельного расхода топлива выявить не представляется возможным.
2. Оценка эффективности работы агрегатов и систем машин современными системами диагностирования не осуществляется. Наибольший интерес в данном направлении представляет возможность учета потерь мощности в агрегатах трансмиссии.
3. Взаимодействие оператора (водителя) и машины осуществляется через стандартный интерфейс бортового компьютера или специализированные диагностические устройства. Отсутствие возможности быстрой расшифровки кодов неисправности приводит к несвоевременному устранению отказа и увеличению непроизводительных простоев.

4. Существующие системы диагностирования не предусматривают передачу диагностической информации в единый серверный центр. Для проведения диагностики транспортных средств необходимо установить соединение сканера со встроенной системой диагностирования. Установление беспроводной связи предусмотрено с помощью несертифицированных гаджетов, использование которых не гарантирует дальнейшую исправность бортовой системы диагностирования. Отдельные производители тракторов, такие как JCB и John Deere решили данную проблему, однако поступающая на сервер информация недоступна пользователям техники, а ее обработку могут вести только высококвалифицированные специалисты.

Необходимость дистанционного диагностирования подтверждается результатами исследований. По данным Стенфордской высшей школы бизнеса наибольший интерес у пользователей автомобилей вызывает интеграция с телефоном посредством бесплатного приложения (47 % респондентов), 28 % респондентов высказались за необходимость разработки дистанционной диагностики, что превышает даже потребность в навигации (25 %) [6]. Таким образом, направление развития дистанционной диагностики не ограничивается только специальной техникой, а охватывает все сферы использования транспортных средств.

На основании приведенных данных нами предлагается усовершенствованная схема информационного взаимодействия при дистанционном диагностировании машины (рисунок 3).

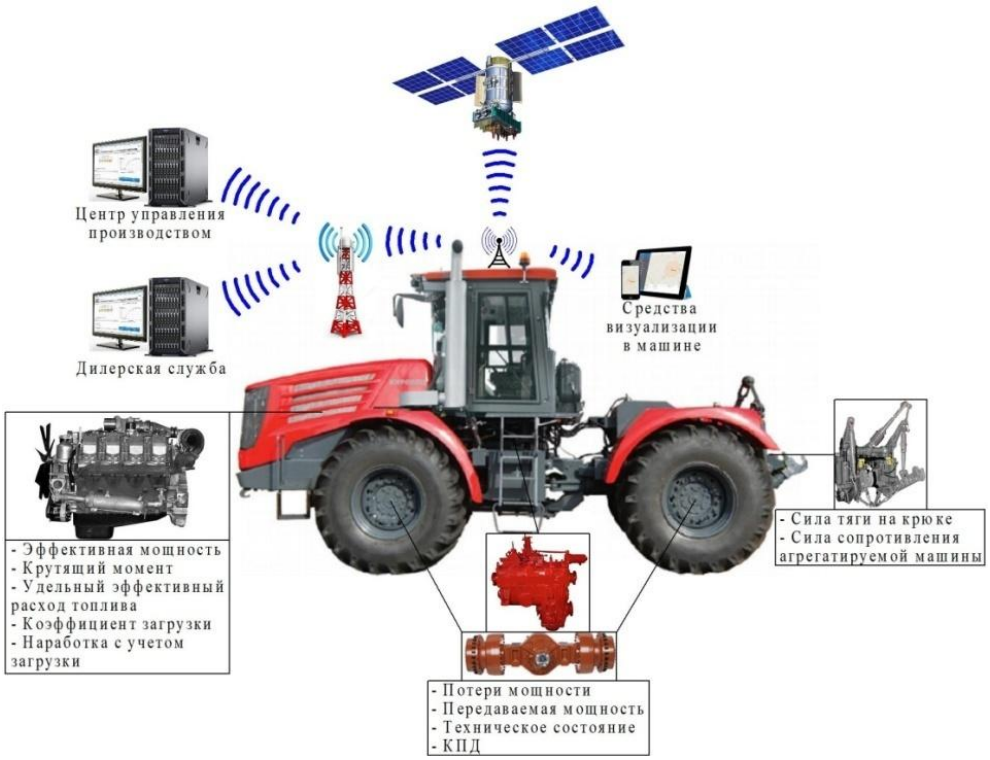


Рисунок 3 – Предлагаемая система дистанционного онлайн-диагностирования машины

Основным отличием предлагаемой схемы информационного взаимодействия при диагностировании машины является возможность передачи данных не только о техническом состоянии машины, но и об основных технико-экономических показателях.

Во время работы машины ее позиционирование осуществляется с помощью системы ГЛОНАСС. Информация о наиболее важных параметрах технического состояния передается через стандартные системы связи мобильных операторов на сервер дилерской службы и центра управления производством предприятия. Данная информация необходима для формирования статистической базы причин отказа машины в целях ее использования как заводами для последующего совершенствования техники, так и научными и учебными организациями для проведения исследований.

Дополнительно в центр управления производством передается информация об основных показателях эффективности работы машины для своевременного корректирования рабочего технологического процесса.

Информационное взаимодействие водителя и машины осуществляется либо посредством встроенных систем визуализации, либо по беспроводной связи с помощью простейших карманных персональных компьютеров с заранее установленным программным обеспечением. Данная функция необходима для своевременного выявления неисправности и, в конечном итоге, снижения непроизводительных простоев.

Оценку технико-экономических показателей предлагается осуществлять посредством известных методов учета расхода топлива, определения крутящего момента и мощности двигателя. В то же время комплексный учет показателей невозможен без новых способов и средств диагностирования на основе виброакустических, температурных, пневматических и других методов. Поэтому следующий этап развития бортовой диагностики должен быть посвящен разработке методов непрерывного диагностирования основных энергетических показателей машины во время ее эксплуатации.

Выводы

Современные системы диагностирования повысили эффективность контроля за техническим состоянием основных агрегатов и систем, сократили время поиска неисправности, создали возможность электронного управления агрегатами. В то же время основные технико-экономические показатели работы машин оцениваются условно, что не позволяет проводить мероприятия по ее адаптации к меняющимся условиям эксплуатации.

Последующее развитие систем диагностирования должно быть ориентировано на извлечение информации об эффективности работы двигателя, агрегатов трансмиссии, а также о текущем значении силы сопротивления агрегатируемой машины. Выбор данных показателей основан на их комплексности и универсальности. Их отклонение от заданной величины будет свидетельствовать о снижении эффективности работы машины и наличии неисправности.

Оценка уровня эффективности эксплуатации транспортных средства невозможна без разработки новых способов и средств диагностирования. Разрабатываемые средства должны обеспечивать заданную точность и стабильность измерения, их монтаж должен быть прост и не вызывать изменений в существующей конструкции испытываемой машины.

Библиографический список

1. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов [и др.] – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – С. 100.
2. Доронкин В.Г., Петин Ю.П., Колачева Н.В. Диагностика автомобилей и теория распознавания образов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 4(59). – С. 87-93.
3. Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. № 720, опубликован 23 сентября 2009 г.
4. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки. –М.: Изд-во стандартов, 2001. – 32с.
5. Имитатор-анализатор CAN-шины MasterCANTool. Руководство по эксплуатации. – М.: Технотон, 2016. – 8 с.
6. Koudal P. On Star: Connecting to Customers Through Telematics. / Peter Koudal, Hau L. Lee, Seungjin Whang, Barchi Peleg, Paresh Rajwat. – Stanford, 2004.

Kurnosov A.F., Guskov Yu.A.,
Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk

THE STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OF VEHICLES

The article deals with modern techniques and methods of diagnosing vehicles in operation using built-in and additionally installed diagnostic systems. Introduced the scheme of vehicle diagnostics in online mode during operation with the assessment of the efficiency of its main units is proposed.

Keywords: vehicles, built-in diagnosis system, online diagnosis, evaluation of performance indicators.

УДК 631.17:631.331

Кем А.А.,
Омский аграрный научный центр, Омск

СЕЯЛКА ДЛЯ РАЗНОГЛУБИННОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Разработан комбинированный сошник, приведена его конструкция и описан принцип работы. Данными сошниками для двухстрочного посева зерновых с шириной рассева до 50 мм при расстоянии между строками 80 мм, с одновременным внесением стартовой дозы удобрений ниже уровня семян была переоборудована серийная сеялка СКП-2,1. Приведены результаты двухлетних сравнительных полевых опытов серийной сеялки, переоборудованной на урожай зерна в зависимости от способа и нормы внесения минеральных удобрений. Проведенные полевые исследования на посеве яровой пшеницы показали, что конструкция комбинированного сошника работоспособна. Позволяет производить двухстрочный посев семян с одновременным внесением удобрений на разную глубину, что позволило устранить контакт семян и удобрений, что способствует повышение урожайности до 20 % в сравнении с совместным посевом семян и удобрений в один рядок.

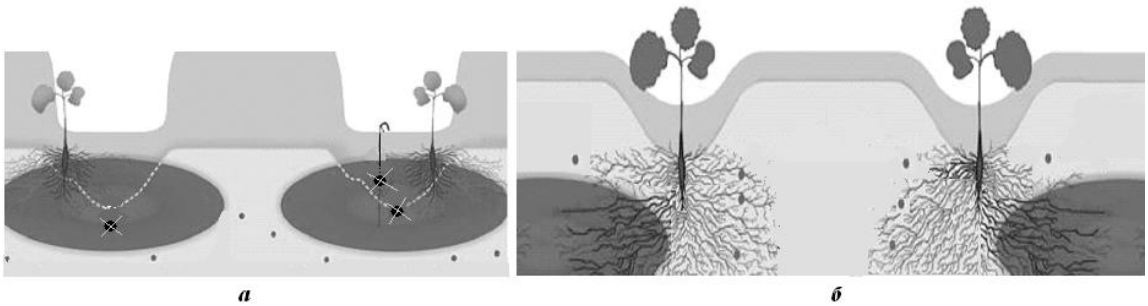
Ключевые слова: сеялка, двухстрочный посев, семена, минеральные удобрения, комбинированный сошник, урожайность зерна.

Введение

Для стабильного получения гарантированного урожая зерновых культур требуется, разработка и освоение высокопродуктивных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий посева, включающих комплекс мероприятий по оптимизации применения средств защиты растений и интенсификации. Особое внимание при посеве следует уделить способу внесению удобрений. Припосевное внесение стартовой дозы удобрений существующими зерновыми сеялками осуществляется совместно с высевом непосредственно в рядок с семенами, что приводит к снижению всхожести семян, угнетению или гибели проростков и, как следствие, приводит к снижению урожайности и соответственно прибыли предприятия [1–4].

Наиболее благоприятным для растений является раздельное внесение удобрений и семян, это позволяет корням развиваться в направлении источника питания, образуя мощную, разветвленную корневую систему[5–8].

При совместном высеве семена ложатся в рядке на уплотненное ложе и перемешиваются с удобрением. Образованный в результате внешней диффузии нитрат NO_3 начинает свое передвижение по направлению от места, куда было внесено удобрение. На первом этапе концентрация токсичного воздействия удобрений приводит к солевому ожогу семян, что приводит к гибели части растений. После четырех недель около 90 % азота принимает форму полезного нитрата ($N0_3$). Концентрация азота снижается, и воздействие солевого эффекта на растения ослабевает. Оставшиеся растения начинают поправляться и набираться сил (рисунок 1а). В то время как при раздельном посеве и внесении удобрений корни высеянных растений врастают в ленту внесенного азота, и развиваются по направлению к доступному нитрату (рисунок 1б).



а *б*

Рисунок 1 – Размещение семян и удобрений через четыре недели после посева:
а – совместный высев; б – высев на разную глубину

При высеве на разную глубину семена находятся на безопасном расстоянии от воздействия азота, когда он пребывает в форме аммиака (NO_3) и аммония (NH_4). Внесенные удобрения на данном этапе обладают меньшей концентрацией и представляют меньший риск для проростков, а постепенное восприятие нитрата способствует ускоренному развитию корневой системы. [9, 10].

Таким образом, разработка сошника, обеспечивающего разноуровневое внесение семян и удобрений по глубине заделки, является актуальной задачей.

Цель работы разработать комбинированный сошник для обеспечения двухстрочного посева с одновременным разноуровневым внесением минеральных удобрений. Провести сравнительный полевой опыт работы нового сошника.

Материалы и методы

Методика теоретических и экспериментальных исследований обоснования конструктивных параметров комбинированного сошника предусматривала использование основных положений, законов классической механики, математики и статистики. Для проведения экспериментальных исследований был изготовлен макетный образец лабораторной сеялки на базе серийной сеялки СКП-2,1 и заложен сравнительный полевой опыт по определению работоспособности комбинированного сошника и влияния норм внесения удобрения на урожай зерна яровой пшеницы. Исследования выполняли по методикам, ГОСТ 1.5-93, ОСТ 10.5.1.-2000 «Машины посевные. Программа и методы испытаний» [11, 12].

Результаты исследований

Был разработан и изготовлен комбинированный сошник для разноуровневого двухстрочного посева зерновых и внесения минеральных удобрений, и на его основе была переоборудована сеялка СКП-2,1 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сеялка с сошниками для разноглубинного двухстрочного посева зерновых культур и внесения удобрений

При движении сеялки долото сошника врезается в почву и производит ее разрез. В образованную борозду через тукопровод из бункера сеялки подаются минеральные удобрения и укладываются на дно бороздки. Разрыхленная почва перемещается вдоль стойки сошника и подается на уширители, которые формируют борозды с двух сторон от стойки, в которые через семянаправители подаются семена и засыпаются влажным слоем почвы. Катки, следующие за сошниками, уплотняют почву в рядке над семенами и удобрениями.

Полевой двухфакторный опыт закладывался на полях СибНИИСХ в течение двух лет. В опыте сравнивались два посевных агрегата: серийная сеялка СКП-2.1 и переоборудованная сошниками для двухстрочного посева и локального внесения минеральных удобрений сеялка СКП-2.1М. За контроль был принят посев яровой пшеницы «Омская-35» без удобрений и три

варианта с разными нормами внесением удобрений 100, 150 и 200 кг/га. В качестве минеральных удобрений применялась аммиачная селитра. Каждый из вариантов закладывался в трехкратной повторности.

Рельеф земельного участка, выбранного под посев – ровный с выровненным микрорельефом с однородным почвенным типом. Тип почвы – чернозем супесчаный. Условия проведения опыта включали посев пшеницы с нормой высева 4,5 млн. всхожих зерен на гектар площади.

Посев делянок проводился сеялками в агрегате с трактором МТЗ-82. Ширина делянок – 8,5 м, длина – 30 м, площадь каждой делянки составила 255 м^2. Суммарная площадь опытного участка 741 м^2. Все проходы при посеве проводились при одинаковой норме высева. Весь объем работ при закладке опыта выполнялся в течение одной рабочей смены.

По всходам проводились исследования равномерности глубины заделки семян сравниваемых сошников по методике измерения этиолированной части растения. Средний показатель глубины заделки семян при посеве: сеялкой с экспериментальным сошником составил 5,40 см; на посеве контрольной сеялкой составил 6,13 см. Величина среднеквадратического отклонения при посеве экспериментальной сеялкой составила 0,48 см, что соответствует агротехническим требованиям для зерновых культур (± 1,0) см.

Уборка делянок проводилась селекционным комбайном Хейге-125. Перед началом уборки были сделаны раскосы делянок и проведены замеры фактической площади каждой делянки. Зерно с каждой делянки высыпалось в мешок. Урожайность зерна была пересчитана на стандартные показатели на влажность 14 %. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость средней урожайности зерна от способа и нормы внесения удобрений 2016-2017 гг.

Тип посевного агрегата	Норма внесения удобрений, кг/га	Урожай зерна по годам, т/га		Средний урожай зерна, т/га
		2016	2017	
СКП-2,1 (контроль)	Посев без удобрений (контроль)	**1,48**	**2,84**	**2,16**
	Удобрения 100	**1,50**	**2,88**	**2,19**
	Удобрения 150	**1,55**	**3,47**	**2,51**
	Удобрения 200	**2,05**	**2,75**	**2,40**
СКП-2,1 М	Посев без удобрений (контроль)	**1,21**	**3,53**	**2,37**
	Удобрения 100	**1,11**	**3,67**	**2,39**
	Удобрения 150	**2,02**	**3,76**	**2,89**
	Удобрения 200	**1,62**	**3,42**	**2,52**

НСР – 0,14 т/га

Проведенные лабораторно-полевые исследования на посеве яровой пшеницы позволили доказать, что предлагаемая конструкция комбинированного сошника работоспособна. Позволяет производить посев семян и внесение удобрений на разную глубину. Анализ полученных результатов полевых опытов при посеве с одновременным внесением удобрений показал, что была получена прибавка урожая зерна от 9 % до 20 % в сравнении с контролем.

За счет совмещения операций обработки почвы, посева и внесения стартовой дозы удобрений применение комбинированного сошника позволяет уменьшить количество проходов техники по полю, снизить уплотнение почвы, расход ГСМ и повысить производительность до 20 %.

Проведенные экспериментальные исследования позволили уточнить рациональные параметры элементов комбинированного сошника.

Заключение

Разработанная конструкция комбинированного сошника позволяет выполнять двухстрочный посев с расстоянием между строками 80 мм. Глубины заделка семян при посеве экспериментальными сошниками составила 5,40 см, при среднеквадратическом отклонении 0,48 см, минеральные удобрения вносили ниже уровня семян на 40 мм, что позволило исключить контакт между семенами и удобрениями и обеспечило повышение урожайности зерна от 9 % до 20 % в сравнении с контролем.

По результатам проведенных двухлетних исследований при посеве сеялкой, переоборудованной новыми сошниками, максимальная прибавка урожая зерна 0,52 т/га или 22 % в сравнении с контролем (посев без удобрений) была получена при внесении стартовой дозы аммиачной селитры 150 кг/га.

Библиографический список

1. Петухов Д.А., Чаплыгин М.Е., Назаров А.Н. Инновационные проекты, новые технологии и оборудование // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 4. – С. 10-14.
2. Демчук Е.В., Голованов Д.А., Янковский К.А. К вопросам совершенствования технологии посева зерновых культур // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2016. – № 6. – С. 45-48.
3. Кем А.А., Юшкевич Л.В. Сравнительная оценка посевных комплексов при возделывании зерновых культур в Западной Сибири // Вестник ОмГАУ. – 2015. – № 4. – С. 61-65.
4. Домрачев В.А., Кем А.А., Ковтунов В.Е., Красильников Е.В., Шевченко А.П. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства: монография. – Омск: Издательство ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2011. – 190 с.
5. Ногтиков А.А., Бычков В.П. Развитие конструкций комбинированных рабочих органов посевных машин // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 1. – С. 25-26.
6. Демчук Е.В., Кобяков И.Д., Евченко А.В., Гурьев С.П. Сошник для разбросного посева семян зерновых культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 11. С.14-16.
7. Домрачев В.А., Кем, А.А., Миклашевич В.Л. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Агроинфо-2015: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 319-322.
8. Кем А.А., Чупин П.В., Миклашевич В.Л. Сошник для двухстрочного посева по необработанному фону с разноуровневым внесением удобрений // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: сб. материалов регион. науч.-практ. конф., посвященной 65- летию образования факультета ТС в АПК (Мехфак) ФГБОУ ВО Омский ГАУ – Электрон. дан. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 1 электрон.опт.диск. – 2016. – С. 22-24.
9. Кем А.А. Сошник для разноуровневого внесения удобрений и двухстрочного посева зерновых // Научно-техническое обеспечение АПК Сибири**:** материалы междунар. науч.-техн. конф. – Новосибирск, 2017. – Т. 1. – С. 143-148.
10. Кем А.А., Кокорин М.В., Кобяков Н.В., Кузнецов Т.Ю. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения минеральных удобрений // Проблемы научно-технической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. обучающихся в магистратуре. Институт экономики и финансов ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2014. – С. 32-36.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. ОСТ 10.5.1.-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. – Введ. 15.06.2000. – М.: Минсельхозпрод России, 2000. – 72 с.

Kem A.A.,
Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk

SEEDS FOR DIFFERENT SEVERAL WATER CROPS AND LOCAL FERTILIZATION

A combined coulter has been developed, its design is given and the operating principle is described. These coulters for two rows of grain crops with a sieving width of up to 50 mm with a distance of 80 mm between the lines, while simultaneously introducing a starting fertilizer dose below the seed level, the serial seeder SKP-2,1 was re-equipped. The results of two summer comparative field experiments of the serial seeder and the grain converted into grain are given, depending on the method and rate of application of mineral fertilizers. Field investigations carried out on the sowing of spring wheat showed that the construction of the combined vomer is workable. It allows to produce two-row seed sowing with simultaneous application of fertilizers to different depths, which made it possible to eliminate the contact of seeds and fertilizers, which contributes to an increase in yield up to 20 % in comparison with joint sowing of seeds and fertilizers in one row.

Keywords: seeder, two-line seeding, seeds, mineral fertilizers, combined opener, grain yield.

УДК 629.014.7

Долгушин А.А., Воронин Д.М.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

В условиях Сибири зачастую автомобили используются в условиях низких температур, что приводит к увеличению расхода ресурсов. Для снижения затрат на ресурсы необходимо осуществлять тепловую подготовку агрегатов и обеспечивать их тепловой режим при движении автомобилей. Эффективное расходование ресурсов возможно на основе определения оптимальных тепловых режимов работы агрегатов. Критерием оптимизации будет являться минимальное значение суммарного расхода тепловой энергии, включающее затраты на самопрогрев и нагрев агрегатов от внешнего источника. Сравнение температуры стабилизации смазочного материала и оптимального теплового режима агрегата позволит выбрать стратегию обеспечения теплового комфорта агрегатов.

Ключевые слова: зимняя эксплуатация, расход ресурсов, оптимизация, тепловая подготовка, самопрогрев.

При эксплуатации серийных автомобилей в условиях Сибири сельскохозяйственные и автотранспортные предприятия должны учитывать ряд особенностей, определяющих экономичность их работы.

Во-первых, пониженные температуры окружающего воздуха резко увеличивают вязкость смазочных масел, обуславливая тем самым повышение момента сопротивления в редукторах автомобилей при движении. По данным [1] при снижении температуры воздуха от 20 °С до минус 15 °С динамическая вязкость трансмиссионных масел ТМ 5-18 и Лукойл ТМ-5 увеличивается в 65-45 раз, для масел ARECA 75W80 и Trans KR Super в 28-21 раз. Эксплуатационные испытания автомобиля КАМАЗ показали, что при температуре окружающего воздуха 241 К (минус 32 °С) и скорости движения автомобиля 60 км/ч, установившаяся температура масла в коробке передач и редукторах ведущих мостов составила 295 К (22°С) и 268 К (минус 5°С) соответственно [2]. В результате снижения температуры масла и повышения его вязкости потери мощности в агрегатах трансмиссии достигают от 10 % до 25 % [3].

Во-вторых, использование грузовых автомобилей в условиях низких температур не является эпизодическим. По данным [4] в период с ноября по март в сельском хозяйстве Красноярского края перевозится до 25 % грузов. В Новосибирской области в этот период перевозится около 30 % грузов.

При разработке вопросов предпускового и послепускового прогрева автомобилей основное внимание исследователей было обращено на двигатель как основной агрегат, определяющий эффективность эксплуатации машины. А обеспечению тепловых режимов агрегатов трансмиссии, гидравлической системы, подвески в производственном и научном плане уделялось недостаточно внимания.

Изложенное обуславливает важность дальнейшего развития научных и производственных направлений повышения эффективности использования транспортных средств в условиях низких температур. Определяющим направлением в обеспечении надежной и экономичной работы агрегатов транспортных средств является решение вопросов тепловой подготовки и (или) обеспечения заданного теплового режима в соответствии с условиями использования: температура окружающего воздуха, нагрузочный и скоростной режим, вид смазочного материала и его характеристики. Обеспечивая оптимальные режима работы агрегатов в заданных условиях, можно добиться значительного повышения эксплуатационной эффективности автомобилей. Под эксплуатационной эффективностью будем понимать расход основного ресурса при выполнении технологического процесса перевозки груза, оцениваемого стоимостью расходуемого ресурса в прямом, косвенном или комплексном выражении. Например, стоимость ресурсов на предварительный подогрев агрегата до заданной температуры в условиях стационара может быть выражена прямыми затратами. А стоимость ресурсов

на самопрогрев агрегата за счет внутреннего тепловыделения можно выразить косвенными затратами.

Основным источником снижения потерь на преодоление сил сопротивления в трансмиссии и других агрегатах является тепловая энергия. Таким образом, в качестве основного направления достижения эксплуатационной эффективности следует принять минимальный расход тепловой энергии (прямой и преобразованной) на обеспечение целевого теплового режима рассматриваемого агрегата.

Рассмотрим возможные варианты тепловой подготовки на примере прогрева коробки перемены передач.

1. Самопрогрев агрегата при его работе в режиме холостого хода.
2. Самопрогрев агрегата в режиме передачи нагрузки при движении автомобиля.
3. Подогрев от автономного источника тепловой энергии.
4. Смешанный предварительный нагрев (нагрев от автономного источника при работе в режиме холостого хода).

Процесс подогрева агрегата необходимо осуществлять в определенном температурном диапазоне, ограниченном вязкостно-температурными характеристиками смазочных масел. В общем виде температурный диапазон ограничивается температурой масла, соответствующей минимальному значению вязкости для безаварийного начала движения автомобиля и температурой масла, при которой наблюдается существенное снижение интенсивности изменения вязкости масла с повышением температуры (рисунок 1).

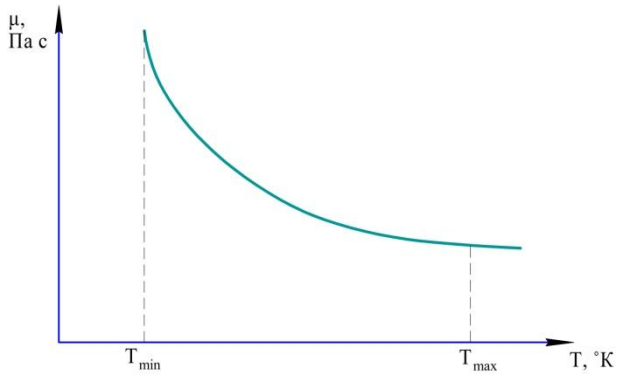


Рисунок 1 – Общий вид зависимости вязкости масла от температуры

В соответствии с физическим смыслом количество тепла, необходимого для прогрева от автономного источника, определяется линейным уравнением вида:

$$Q_{ПОД} = C_{УД\ СВ} \cdot m_a \cdot (T_{РАБ} - T_{НАЧ}), \text{ Дж} \quad (1)$$

где $C_{УД\ СВ}$ – средневзвешенная удельная теплоемкость многоэлементного агрегата, Дж/(кг К);

m_a – масса агрегата, кг;

$T_{НАЧ}$ – начальная температура агрегата (температура внешней среды), К;

$T_{РАБ}$ – температура, до которой нагревается агрегат, К.

Количество энергии на преодоление сил сопротивления в редукторе пропорционально изменению вязкости и выражается нелинейной зависимостью (степенной или экспоненциальной).

Во время работы трансмиссионного редуктора величина теплообразования за счет трения и барботажа масла за время работы может быть определена из выражения [5]:

$$Q_B = N_{КП} \cdot 60\tau, \quad (2)$$

где $N_{КП}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление внутренних сопротивлений в коробке перемены передач (КПП), Вт;

τ – время работы КПП, мин.

По экспериментальным данным [3] функция $N_{КП}=f(T_{РАБ})$ описывается следующим выражением:

$$N_{КП} = A \cdot T_{РАБ}^{\ 2} - B \cdot T_{РАБ} + C, \quad (3)$$

где A,B и C – эмпирические коэффициенты.

С учетом выражения (3) уравнение (2) примет следующий вид:

$$Q_B = \left(A \cdot T_{РАБ}^{\ 2} - B \cdot T_{РАБ} + C\right) 60 \cdot \tau. \quad (4)$$

В общем случае решение поставленной задачи сводится к поиску минимального значения суммарного расхода тепловой энергии, включающего предварительный подогрев в сочетании с самопрогревом при движении. Оптимальным тепловым режимом агрегата можно считать температуру агрегата, при которой сумма затрат теплоты на подогрев от внешнего источника и самопрогрев стремится к минимуму. Следовательно, тепловую подготовку агрегата необходимо осуществлять до температуры $T_{ОПТ}$ (рисунок 2).

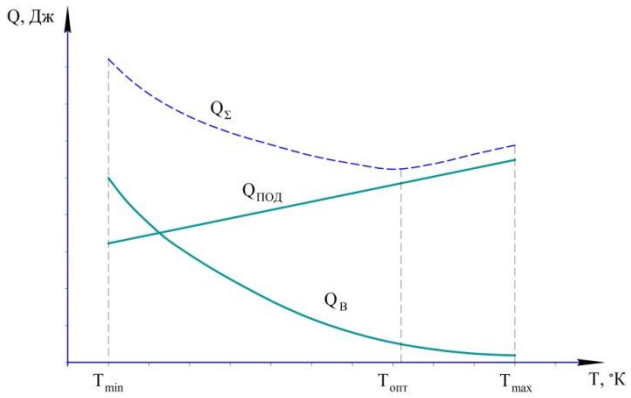


Рисунок 2 – Схема к определению оптимальной температуры тепловой подготовки

Сумма производных уравнений (1) и (4) не является постоянной. Таким образом, с математической точки зрения задача поиска экстремального значения суммарного расхода тепловой энергии на подогрев является корректной.

Графическое или аналитическое определение $T_{ОПТ}$ носят условный характер, определяющий путь поиска экстремального значения для условного редуктора без ограничения на фактические условия движения и динамику изменения температуры редуктора. Нельзя исключать вариант, когда максимальная температура редуктора (температура стабилизации) при движении без ограничения скорости может достигать значения, выходящего за пределы расчетных оптимальных значений температуры (рисунок 3).

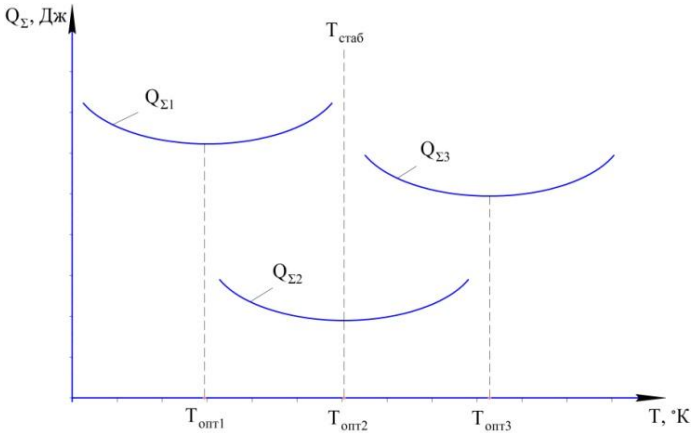


Рисунок 3 – Схемы возможного теплового состояния агрегата

Возможные схемы состояний определяют возможные размещения оптимальных значений по отношению к температуре стабилизации масла.

1-й случай: $T_{опт1} < T_{стаб}$, т. е. оптимум достигается при температуре меньшей температуры стабилизации теплового режима при движении. В данном случае требуется отвод излишков тепла от агрегата, т.к. минимум затрат тепла наблюдается при меньшей температуре.

2-й случай: $T_{опт2} = T_{стаб}$, т. е. оптимум достигается при температуре равной температуре стабилизации теплового режима при движении, т.е. система находится в тепловом равновесии.

3-й случай: $T_{опт3} > T_{стаб}$, т. е. оптимум затрат теплоты может быть достигнут при температуре большей температуры стабилизации теплового режима при движении. В данном случае требуется дополнительный подогрев и поддержание теплового режима на уровне оптимальных значений температуры.

Таким образом, решение проблемы обеспечения комфортного теплового режима предполагает выполнение этапов в следующей последовательности:

1. Определение температур стабилизации смазочных масел для рассматриваемых агрегатов в заданных условиях использования автомобилей.

2. Расчет оптимальных тепловых режимов для отдельных агрегатов и сопоставление полученных значений с температурой стабилизации.

3. Расчет дополнительного количества тепловой энергии для обеспечения оптимума затрат ресурсов с учетом потерь в окружающую среду и теплового взаимодействия между агрегатами.

4. Определение объемов распределения излишков теплоты по теплонапряженным агрегатам.

5. Выбор и расчет технических средств реализации результатов выполненных исследований.

Библиографический список

1. Долгушин А.А. Адаптация трансмиссий машин к эксплуатации при низкой температуре воздуха // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 2. – С. 6-7.

2. Долгушин А.А., Курносов А.Ф., Вакуленко М.В. [и др.] Исследование теплового режима работы агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 82-84.

3. Соколов В.В., Грамолин А.В., Баранова Л.П. Влияние вязкостно-температурных свойств масла на механические потери в трансмиссии автомобиля. – М.: Автомобильная промышленность. 1984. – № 3. – С. 20-21.

4. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. [и др.] Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 88 (04). – С. 519-529.

5. Долгушин А.А., Курносов А.Ф. Анализ теплового режима работы механической коробки перемены передач грузовых автомобилей в зимних условиях // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 1. – С. 23-24.

УДК 621.43.001.4:681.518.3

Добролюбов И.П.[1,2], Савченко О.Ф.[1,2],
[1]Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск,
[2]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ДВС С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКИХ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ СПЕКТРОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ

Исследована методика идентификации состояния ДВС с применением в измерительной экспертной системе динамических амплитудно-частотных спектров, полученных на основе анализа уравнений динамики двигателя. Эффективность этой методики проверена на примерах.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, переходные процессы, идентификация состояния, динамические амплитудно-частотные спектры.

Совершенствование определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с использованием измерительной экспертной системы двигателей (ИЭСД) основано как на развитии средств автоматизации измерения рабочих процессов двигателей [1–5] , так и на выборе информативных признаков и обосновании совокупности косвенных диагностических параметров при измерении детерминированных и вероятностных параметров рабочих процессов двигателя [6, 7] с применением компьютерной модели ДВС [8–10] и моделированием процесса идентификации состояния ДВС [11, 12]. В данной работе рассматривается методика оценки состояния ДВС с помощью ИЭСД при использовании динамических амплитудно-частотных и энергетических спектров объекта.

Уравнения ДВС в моментах [6–8]:

$$J_Д(\varphi)\frac{d\omega}{dt}-\omega^2\frac{dJ_Д(\varphi)}{d\varphi}=M_i(\omega,\psi,\varphi)-M_T(\omega,\varphi)-M_{нг}(\omega,P_{нг}); \quad (1)$$

$$M_i^K=\sum_{m=1}^{i_ц}M_{i_1}^K(\varphi-\xi_m);\ M_i^Г=\sum_{m=1}^{i_ц}M_1^Г(\varphi-\xi_m);$$

$$M_{ИН}=\omega^2\frac{dJ_Д}{d\varphi}=\sum_{m=1}^{i_ц}M_{ИН_1}(\varphi-\zeta_m)+M_{ИН}^{ост};$$

$$\varepsilon=\frac{1}{J_Д}\left(M_i-\omega^2\frac{dJ_Д}{d\varphi}-M_T-M_{нг}\right)=\frac{1}{J_Д}\left(M_i^K+M_i^Г-M_{ИН}-M_T-M_{нг}\right)=$$

$$=\sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_{i_1}^K(\varphi-\xi_m)+\sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_1^Г(\varphi-\xi_m)+\sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_{ИН_1}(\varphi-\zeta_m)+\varepsilon_{ИН}^{ост}+\varepsilon_T+\varepsilon_{нг},$$

где $J_Д$, M_i, $M^к_i$, $M^Г_i$, M_T, $M_{нг}$, $M_{ИН}$, $M_{ИН}^{ост}$ – моменты: инерции, индикаторный, компрессионная и газовая составляющие индикаторного момента, трения, нагрузки, инерционный, инерционный остаточный; ω, ε – угловые скорость и ускорение коленчатого вала; φ – угол поворота коленчатого вала (ПКВ); ψ – перемещение органа топливоподачи (ход рейки топливного насоса); $P_{нг}$ – сила нагрузки; ξ_m – угол сдвига по фазе между индикаторными моментами отдельных цилиндров согласно диаграмме распределения вспышек; ζ_m – угол сдвига по фазе между инерционными составляющими отдельных цилиндров согласно их компоновки; $i_ц$ – число цилиндров; составляющие ускорения ε: ε_i^K, $\varepsilon_i^Г$, $\varepsilon_i^{mд}=\varepsilon_i^K+\varepsilon_i^Г$, $\varepsilon_{ИН\sim}$, $\varepsilon_{ИН}^{ост}$, $\varepsilon_T=\sum_{m=1}^{i_ц}\varepsilon_{T1}(\varphi)+\varepsilon_T^0$, $\varepsilon_{нг}$ - компрессионная, газовая, термодинамическая, инерционная переменная неуравновешенная, инерционная остаточная, трения в цилиндропоршневых группах ε_{T1} и в остальных сопряжениях ε_T^0 ДВС, нагрузки.

Для каждого из цилиндров составляющие полного ускорения:

$$\left.\begin{aligned}
&\varepsilon_{i_1}^K=\frac{1}{J_Д}M_{i_1}^K(\varphi-\xi_{1m})=\frac{1}{J_Д}V_ц p_c K_1(\varphi);\\
&\varepsilon_{i_1}^Г=\frac{1}{J_Д}M_{i_1}^Г(\varphi-\xi_{1m})=\frac{1}{J_Д}V_ц\bar{p}_i S_1(\varphi);\\
&\varepsilon_{ИН_1}=-\left[\frac{1}{J_Д}M_{i_1}^{рег}(\varphi-\xi_{1m})+\frac{M_{ИН_1}^{ост}}{J_Д}\right]=\varepsilon_{ИН_1}^{рег}+\varepsilon_{ИН_1}^{ост};\\
&\varepsilon_ц=\varepsilon_1^K+\varepsilon_1^Г+\varepsilon_{ИН\sim_1}+\varepsilon_{ИН_1}^{ост}+\varepsilon_{T1},
\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

где $\varepsilon_ц$ – ускорение коленчатого вала, вызванное работой одного цилиндра (для упрощения в дальнейшем - ускорение цилиндра); $V_ц$ – рабочий объем цилиндра двигателя; p_c – давление сжатия; $\bar{p}_i$ – среднее индикаторное давление; $K(\varphi)$ и $S(\varphi)$ – известные из теории ДВС безразмерные компрессионная и газовая (индикаторная) силовые функции, вызванные работой цилиндра.

В стационарном режиме полной нагрузки, а также в свободном разгоне и выбеге полное ускорение коленчатого вала ДВС:

$$\varepsilon = \sum_{m=1}^{i_ц} \varepsilon_{цт} + \varepsilon_T + \varepsilon_{ИН}^{ост} .$$

Динамические цилиндровые $\bar{N}_{em}$ и полная $\bar{N}_e$ эффективные мощности и ускорения в окрестности требуемой частоты вращения $n = \bar{\omega}_j$:

$$\left.\begin{aligned} &\bar{N}_{em} = \bar{M}_{em}\bar{\omega}_j = \bar{J}_Д \bar{\varepsilon}_m \bar{\omega}_j , \quad m = \overline{1, i_ц} ; \\ &\bar{N}_e = \bar{M}_e \bar{\omega}_j = \bar{J}_Д \bar{\varepsilon}\, \bar{\omega}_j = \bar{J}_Д \bar{\omega}_j \sum_{m=1}^{i_ц} \bar{\varepsilon}_m , \end{aligned}\right\}$$

где черта сверху означает скользящее усреднение по времени или по углу ПКВ в течение цикла работы двигателя.

Уравнение (1) является нелинейным. Применяя метод малых отклонений и нормировку, линеаризованные уравнения двигателя и регулятора скорости в приращениях в окрестности квазистатического режима $\omega = \omega^*_j$; $\psi = \psi^*_j$; $\varphi = \varphi^*_j$; $p_{кр} = p_{кр}{}^*_j$:

$$\left.\begin{aligned} &T_Д \frac{d\tilde{\omega}}{dt} + \beta\tilde{\omega} = k_\psi \tilde{\psi}_з - k_\varphi \tilde{\varphi} - k_p \tilde{p}_{кр} ; \\ &T_r^2 \frac{d^2\tilde{z}}{dt^2} + T_к \frac{d\tilde{z}}{dt} + \upsilon\tilde{z} = \tilde{\omega} - k_\alpha \tilde{\alpha}, \end{aligned}\right\} , \qquad (3)$$

где

$\tilde{\omega} = \Delta\omega / \omega_{ном}$; $\tilde{\psi} = \Delta\psi / \psi_{ном}$; $\tilde{\varphi} = \Delta\varphi / \varphi_{ном}$;

$\tilde{p}_{кр} = \Delta p_{кр} / p_{кр ном}$; $\tilde{z} = \Delta z / z_{ном}$; $\tilde{\alpha} = \Delta\alpha / \alpha_{ном}$;

$$T_Д = J^*_{Дj} \frac{\omega_{ном}}{M_{е ном} F_Д}; \ \beta = \omega_{ном} / M_{е ном}; \ k_\psi = \frac{\psi_{ном}}{M_{е ном} F_Д} \left(\frac{\partial M_i}{\partial \psi}\right)^*_j ;$$

$$k_\varphi = k_{1\varphi}(\varphi_{ном} / M_{е ном}); \ k_{1\varphi} = \frac{1}{F_Д}\left[\frac{(\omega^*_j)^2}{2}\left(\frac{\partial^2 J_Д}{\partial \varphi^2}\right) - \left(\frac{\partial M_i}{\partial \varphi}\right)^*_j + \left(\frac{\partial M_T}{\partial \varphi}\right)^*_j\right];$$

$$k_p = \frac{p_{кр ном}}{M_{е ном} F_Д}\left(\frac{\partial M_{нг}}{\partial p_{кр}}\right)^*_j ; \ F_Д = \left(\frac{\partial M_T}{\partial \omega}\right)^*_j - \left(\frac{\partial M_i}{\partial \omega}\right)^*_j + \left(\frac{\partial M_{нг}}{\partial \omega}\right)^*_j ;$$

$$\tilde{\psi}_з = \tilde{\psi}(t - \tau_з) = -\gamma \frac{z_{ном}}{\psi_{ном}} \tilde{z}; \ \tau_з = T_з + \frac{2\varphi_m}{\omega_{ном}} = \frac{\varphi_з + 2\varphi_m}{\omega_{ном}};$$

$T_з$ и $\varphi_з$ – интервал времени и угол опережения подачи топлива;

φ_m – постоянная для данного ДВС величина;

z – перемещение муфты центробежного регулятора скорости;

α – настройка центробежного регулятора скорости;

T_r, $T_к$ – постоянные времени: массы и демпфера регулятора скорости;

υ – коэффициент неравномерности чувствительного элемента;

k_α – коэффициент усиления регулятора скорости;

γ – передаточное число.

Аналогично для турбокомпрессора и топливного насоса (рисунок 1):

$$T_{тк} \frac{d\tilde{\omega}_{тк}}{dt} = k_{\Psi T}\tilde{\Psi} + k_{n\partial\P}\tilde{\omega}_\partial + k_{тк}\tilde{\omega}_{тк} ;$$

$$\tilde{P}_K = \frac{1}{k_в}\left(\tilde{\omega}_{тк} - \Theta_в \tilde{\omega}_\partial\right);$$

$$k_g \tilde{g}_ц = \tilde{\Psi} + \theta_n \tilde{\omega}_\partial ,$$

где $\tilde{\omega}_{тк} = \Delta\omega_{тк} / \omega_{тк\,ном}$; $\tilde{P}_K = \Delta P_K / P_{K\,ном}$ ($P_{K\,ном}$ - при полной нагрузке и $n_д = n_{д\,ном}$);

$\tilde{g}_ц = \Delta g_ц / g_{ц.ном}$; $T_{тк}$ –постоянная времени турбокомпрессора; $k_{\psi T}$, $k_{пд}$, $k_{тк}$ – постоянные коэффициенты, зависящие от конструктивных параметров турбокомпрессора; k_B, θ_B, k_g, θ_n – постоянные коэффициенты, определяемые конструктивными параметрами ДВС, топливного насоса и турбокомпрессора.

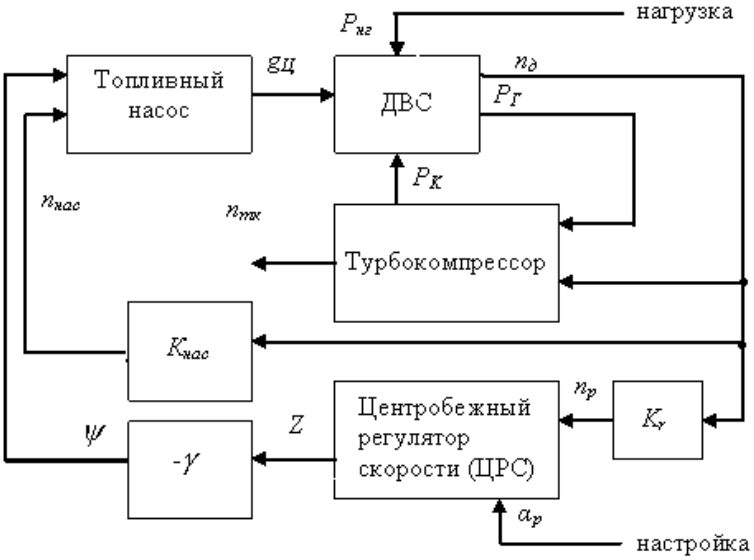


Рисунок 1 – Структурная схема ДВС, форсированного газотурбонаддувом

На рисунке 1 обозначено: $g_{Ц}$ – цикловая подача топлива; $n_д$, $n_Р$, $n_{тк}$, $n_{нас}$ – частоты вращения валов двигателя, регулятора, турбокомпрессора и топливного насоса (ТН). $P_Г$, $P_К$ – давления отработавших газов и турбокомпрессора; Z – перемещения муфты центробежного регулятора скорости (ЦРС); K_r, $K_{нас}$ – передаточные отношения рычажной системы ЦРС-ТН; $\alpha_Р$ – перемещение пружины (настройка) ЦРС.

Так как для уравнений (3) справедлив принцип суперпозиции, то динамические комплексную, амплитудную и фазовую частотные характеристики (КЧХ, АЧХ, ФЧХ) ДВС можно определить, подавая по отдельности скачкообразные воздействия $\tilde{\Psi} = \tilde{\Psi}^* \cdot 1(t)$ или $\tilde{P}_{наг} = \tilde{P}^* \cdot 1(t)$:

$$\left.\begin{aligned} &W_Д(j\Omega) = K_Д/(1 + j\Omega T_Д); \\ &S_Д(\Omega) = K_Д / (1 + \Omega^2 T^2_Д)^{1/2}; \\ &\varphi_Д(\Omega) = arctg(-\Omega T_Д), \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

где $K_Д = K_\psi/\beta$; $T_\partial = \widehat{T}_\partial / \beta$, $\Omega = 2\pi f$, f – частота, Гц.

Аналогично можно получить КЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ ЦРС (при фиксированной настройке $\alpha_Р = \alpha_Р^*$), топливного насоса и турбокомпрессора:

$$W_{ЦРС}(j\Omega) = 1 \Big/ \left[\delta\left(1 - T_r^2\Omega^2 + jT_k\Omega\right)\right];$$

$$S_{ЦРС}(\Omega) = (1/\delta) / [\left(1 - T_r^2\,\Omega^2\right)^2 + T_k^2\,\Omega^2]^{1/2};$$

$$\varphi_{ЦРС}(\Omega) = \alpha rctg\left[\Omega T_k / \left(1 - T_r^2\Omega^2\right)\right];$$

$$L_{ЦРС}(\Omega) = 20lg\,H_{ЦРС}(\Omega) = 2lg(1/\delta) - 20lg[(1 - T_r^2\Omega^2)^2 + T_2^2\Omega^2]^{1/2};$$

$$W_н(j\Omega) = 1/k_g;$$

$$S_н(\Omega) = 1/k_g;$$

$$\varphi_н(\Omega) = 0;$$

$$W_{тк}(j\Omega) = K_{тк} / (1 + j\Omega T_{тк});$$

$$S_{тк}(\Omega) = K_{тк}/\left(1+\Omega^2 T_{тк}^2\right)^{1/2};$$
$$\varphi_{тк}(\Omega) = arctg\left(-\Omega T_{тк}\right);$$
$$L_{тк}(\Omega) = 20lg\, H_{тк}(\Omega) = 20lg\,|K_{тк}/(1+\Omega^2 T_{тк}^2)^{1/2}|,$$
$$K_{тк} = k_{\psi T}/k_{тк};\ T_{тк} = \hat{T}_{тк}/k_{тк}.$$

В режиме свободного разгона при $\tilde{\psi}(t)=1$, $M_{нг}$=0 и усреднении параметров за цикл (т. е. при зависимости M_e только от ω и ψ) уравнение динамики двигателя в окрестности $n=\bar{\omega}_j$ имеет вид:

$$\left.\begin{aligned} &\bar{T}_Д \frac{d\tilde{\omega}}{dt} + \beta\tilde{\omega} = k_\psi \tilde{\psi}(t) \ \text{ при } \ \bar{F}_Д \neq 0; \\ &\bar{J}_Д \frac{d\tilde{\omega}}{dt} = k_\psi \bar{F}_Д \tilde{\psi}(t) \quad \text{при } \ \bar{F}_Д = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

где: $\bar{T}_Д = \frac{\omega_{ном}}{M_{еном}}\frac{\bar{J}_Д}{\bar{F}_Д}$; $\beta = \frac{\omega_{ном}}{M_{еном}}$; $k_\psi = \frac{\psi_{ном}}{\bar{F}_Д \omega_{ном}}\left(\frac{d\bar{M}_i}{d\psi}\right)^*$; $\bar{F}_Д = \left(\frac{d\bar{M}_T}{d\omega}\right)^* - \left(\frac{d\bar{M}_i}{d\omega}\right)^* = \left(\frac{d\bar{M}_e}{d\omega}\right)^*$.

При $\bar{F}_Д \neq 0$ изображение ускорения $\tilde{\varepsilon} = d\tilde{\omega}/dt$ (5) и амплитудно-частотный спектр ускорения:

$$\tilde{\bar{\Xi}}(s) = k_\psi/[s(1+s\bar{T}_Д)];$$
$$S(\Omega) = (k_\psi/\Omega)[1+(\Omega\bar{T}_Д)^2]^{-1}, \qquad (6)$$

где s – оператор Лапласа (при определении КЧХ $s=j\Omega$).

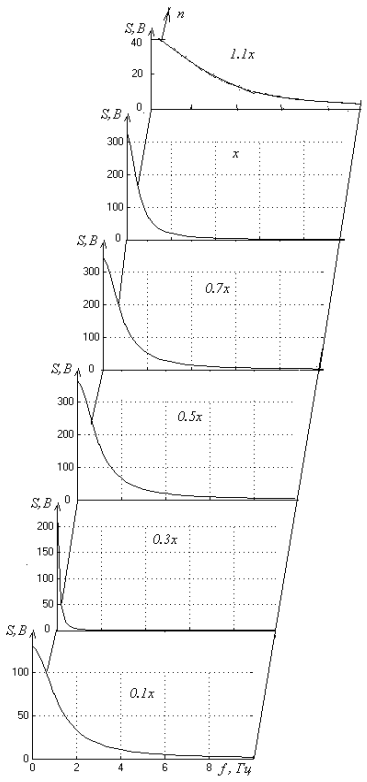


Рисунок 2 – Зависимость амплитудно-частотного спектра усредненного за цикл углового ускорения коленчатого вала дизеля в свободном разгоне от частоты вращения: $x=n_{ном}$

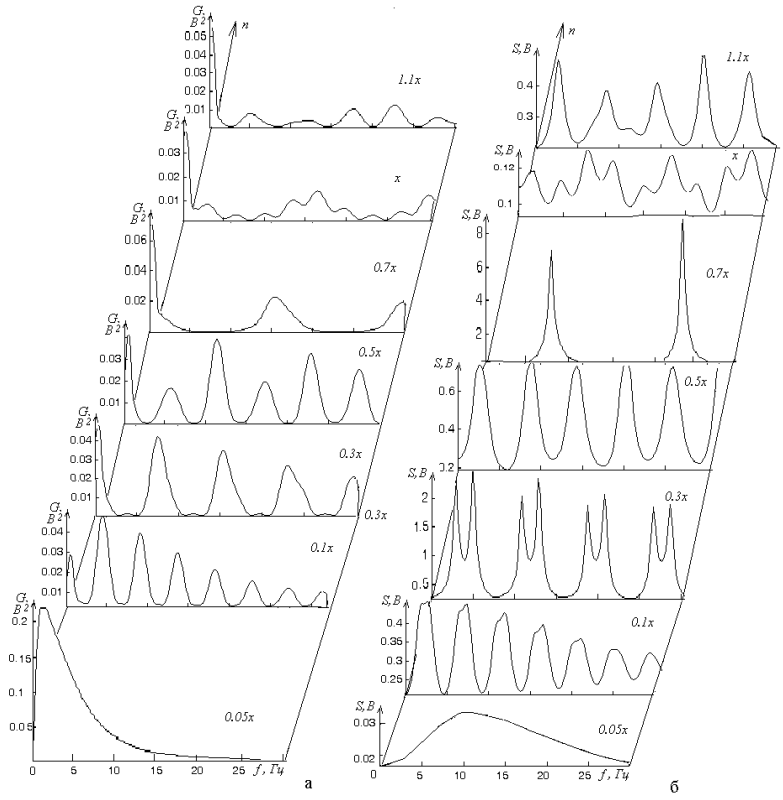


Рисунок 3 – Зависимости спектральной плотности мощности (а) и амплитудно-частотного спектра (б) индикаторной (газовой) составляющей углового ускорения коленчатого вала $\varepsilon_{г1}$ в свободном разгоне от частоты вращения: $x=n_{ном}$

Аналогично (6) можно получить амплитудно-частотный спектр для составляющей углового ускорения коленчатого вала $\varepsilon_{г1}$ в свободном разгоне.

Постоянная времени ДВС является функцией частоты вращения вала. Например, для вихрекамерных дизелей

$$\bar{T}_Д \approx K_H / \left(\bar{n}_д - 0{,}65 \bar{n}_{д\,ном} \right), \quad (7)$$

где $K_H = 0{,}5 \cdot 10^{-3} J_д \bar{n}^3_{д\,ном} / N_{e\,ном}$; $J_Д$, кгм^2, $N_{e\,ном}$, кВт.

С учетом формул (2-7) примеры определения динамических спектров ускорений коленчатого вала для параметров дизеля типа Д-244 представлены на рисунках 2-5. Амплитудно-частотный спектр, усредненный за цикл углового ускорения коленчатого вала дизеля, приведен на рисунке 2. Зависимости энергетического спектра $G(f)=S^2(f)$ процесса $\varepsilon_{г1}(t)$ и динамической мощности $\varepsilon_{г1}(t)$ представлены на рисунках 3 и 4. Автокорреляционная функция $\varepsilon_{г1}(t)$ представлена на рисунке 5. Аналогично можно получить динамические спектры регулятора скорости, турбокомпрессора и топливного насоса при подаче соответствующих воздействий.

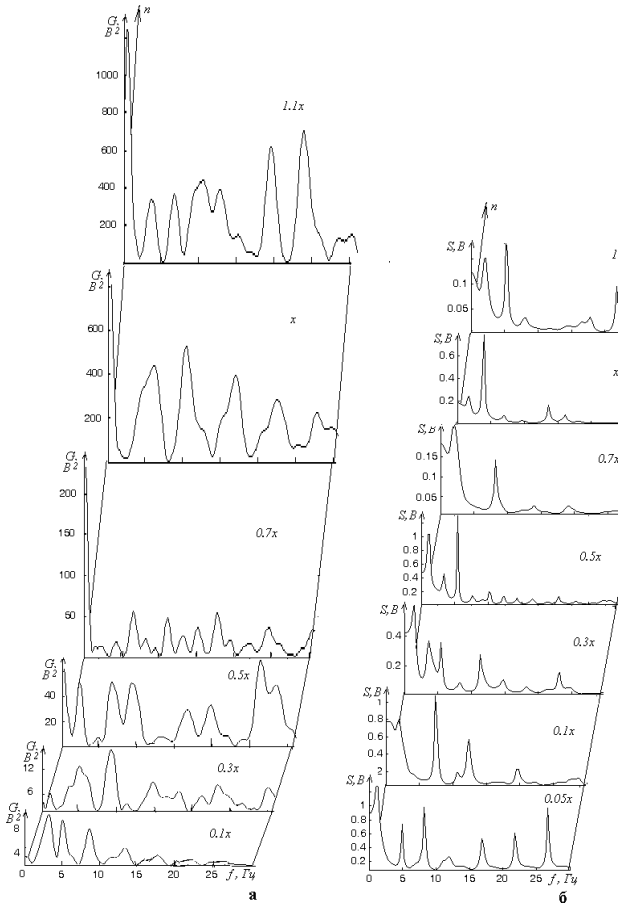


Рисунок 4 – Зависимости спектральной плотности мощности (а) и амплитудно-частотного спектра (б) динамической мощности $N_{e\,дин}=J_д \omega \varepsilon_{г1}$, в свободном разгоне от частоты вращения: $x=n_{ном}$

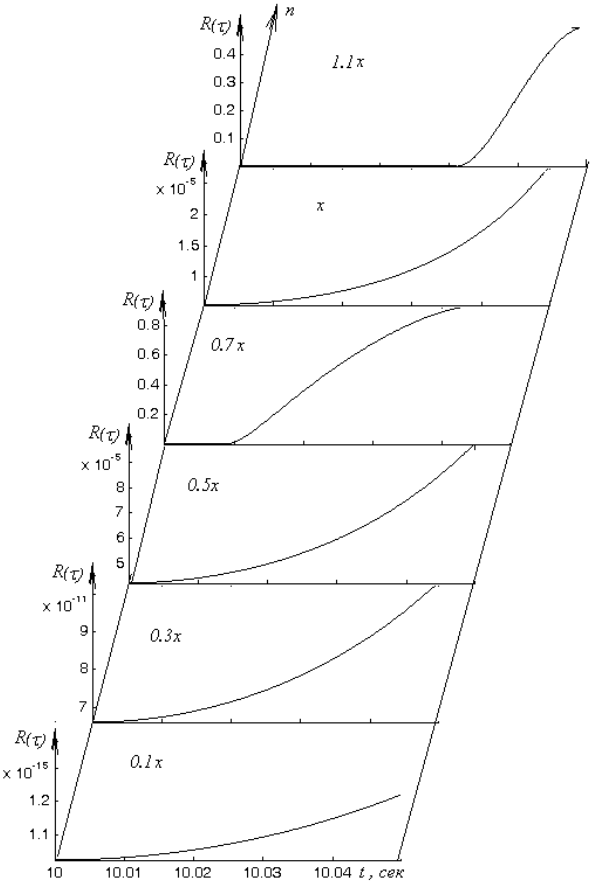


Рисунок 5 – Зависимости автокорреляционной функции составляющей углового ускорения коленчатого вала $\varepsilon_{г1}$ в свободном разгоне от частоты вращения: $x=n_{ном}$

Практическое применение методов идентификации технического состояния ДВС и его отдельных систем измерительной экспертной системой при использовании динамических амплитудно-частотных спектров, позволяет повысить оперативность и снизить трудоемкость процесса экспертизы, расширить набор методов экспертизы ДВС и его отдельных элементов. Это обеспечит повышение точности и достоверности экспертного заключения. Эти методы могут быть эффективными при автоматической экспертизе приработки ДВС, при автоматическом управлении агрегатами с резко переменной нагрузкой (например, машинно-тракторным агрегатом, дизель-генератором и др.).

Библиографический список
1. Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК: монография // Россельхозакадемия, Сибирское региональное отделение, ГНУ СибФТИ. – Новосибирск, 2013. – 523 с.
2. Патент RU 2541072 C2, МПК G01M15/05 (2006.01.); G01L 23/08 (2006.01.). Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания и экспертная система для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. // Опубл. 10.02.2015. Бюл. № 4.
3. Патент RU 2665566 C2. МПК F02M 65/00. Способ определения цикловой подачи топлива и устройство для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н.; Савченко О.Ф., Клименко Д.Н. // Опубл. 31.08.2018. Бюл. № 25.
4. Савченко О.Ф., Альт В.В., Добролюбов И.П., Ольшевский С.Н. Развитие средств автоматизации измерений и анализа рабочих процессов при испытаниях ДВС // Двигателестроение. – 2014. – № 2. – С. 26-31.
5. Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф., Модернизация измерительной системы автоматизированного тормозного стенда для комплексного исследования рабочих процессов ДВС // Труды ГОСНИТИ. 2015 – Т. 120. – С. 8-14.
6. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В. Идентификация состояния сельскохозяйственных объектов измерительными экспертными системами: монография // РАСХН. Сиб. отд. СибФТИ. – Новосибирск, 2003. – 209 с.
7. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф. Выбор совокупности косвенных диагностических параметров для измерительной экспертной системы ДВС // Двигателестроение. – 2012. – № 2. – С. 30-33.
8. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н. Разработка компьютерной настраиваемой модели двигателя внутреннего сгорания // Вычислительные технологии. – 2013. – Т.18. – № 6. – С. 5-61.
9. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Принципы разработки компьютерной динамической модели автотракторных ДВС // Вестник НГАУ. – 2014. – № 2. – С. 141-146.
10.Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Экспертиза состояния дизель-генератора с применением компьютерной настраиваемой модели // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 4 (19). – С. 362-368.
11. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П. Моделирование процесса идентификации состояния тракторных двигателей // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2016. – № 4(6). – С. 4-12.
12. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н. Моделирование процесса оптимального определения параметров состояния двигателя внутреннего сгорания измерительной экспертной системой // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – № 6. С. 22-35.

Dobroljubov I.P. [1,2], *Savchenko O.F.* [1,2]
[1]*Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region,*
[2]*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk*

IDENTIFICATION OF CONDITION THE ENGINE OF INTERNAL COMBUSTION WITH THE HELP OF DYNAMIC АМПЛИТУДНО-FREQUENCY SPECTRA IN MEASURING EXPERT SYSTEM

The technique of identification of condition the engine of internal combustion, with application in measuring expert system of the dynamic peak frequency spectra received on the basis of the analysis of the equations of dynamics{changes} of the engine is investigated. Efficiency of this technique is checked up on examples.

Keywords: the engine of internal combustion, transients, identification of a condition, dynamic peak frequency spectra.

УДК 631.171:631.421.1

Петухов Д.А., Марченко В.О., Бондаренко Е.В.,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ, ИСПЫТАННЫЕ В УСЛОВИЯХ ТЕСТОВОГО ПОЛИГОНА

В статье рассмотрены результаты исследований элементов технологий точного земледелия в условиях тестового полигона, позволяющие сократить трудоемкость выполнения технологических операций, оперативно создавать электронные карты полей с точными фактическими границами и площадями, проводить оперативный мониторинг состояния посевов, оценивать зоны плодородия и дифференцированно воздействовать на выявленную внутриполевую неоднородность полей.

Ключевые слова: точное земледелие, системы параллельного вождения, навигаторы, беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъемка, электронная карта, программное обеспечение, внутриполевая неоднородность, дифференцированное внесение.

Одними из важнейших направлений деятельности Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) являются: исследования современных машин в полевых условиях типичного севооборота с оценкой их функциональных показателей на различных технологических операциях, проведение полевых исследований ресурсосберегающих машинных технологий возделывания и уборки с.-х. культур, экономическая оценка различных типов с.-х. машин, технологических комплексов и технологий, в целом, с помощью программного обеспечения «Технолог», а также проведение исследований элементов технологий точного земледелия на базе тестового полигона научно-технологического центра КубНИИТиМ, в составе которого имеется научный севооборот площадью 2088 га пашни с набором сельхозкультур, типичных для центральной зоны Краснодарского края.

В настоящее время точное земледелие является одним из перспективных направлений развития сельского хозяйства и опирается на использовании систем позиционирования, геоинформационных систем, сканеров почвы и растений, информационных технологий, дистанционных и бортовых датчиков, автоматических исполнительных органов сельскохозяйственных машин и др. Точное земледелие предусматривает управление агротехнологическими операциями с максимальным учетом внутриполевой неоднородности почвенного покрова и состояния посевов сельскохозяйственных культур.

В целях реализации данного направления на базе тестового полигона КубНИИТиМ, начиная с 2015 г., проведен ряд следующих наиболее значимых работ.

1. Исследование эффективности применения систем спутникового мониторинга и элементов ГЛОНАСС при возделывании сельскохозяйственных культур.

Совместно с инженерным центром «ГЕОМИР» проведены исследования устройств параллельного вождения (УПВ) следующих марок: «ГЕОМИР-ПИЛОТ» (1); RAVEN Cruizer II (2); EZ guide 250 (3); Topcon X14 (4); S-Lite Outback Guidance (5); Trimble EZ pilot CFX 750 CenterPoint RTX (6) на технологической операции – внесение твердых минеральных удобрений (аммиачной селитры) (рисунок 1).

В процессе исследований установлено:

- применение систем параллельного вождения на агрегате МТЗ-82+Bogballe M2 позволило повысить производительность на 6 % за счет подруливающего устройства Trimble EZ pilot, которое автоматически удерживает агрегат на прямолинейном маршруте, без вмешательства механизатора и дает возможность вносить удобрения в двухсменном режиме, включая и ночное время. Это позволило с учетом высокой производительности агрегата повысить его суточную наработку в сравнении с агрегатом, не оборудованным системами параллельного вождения в два раза и исключить на данной операции работу двух сигнальщиков;

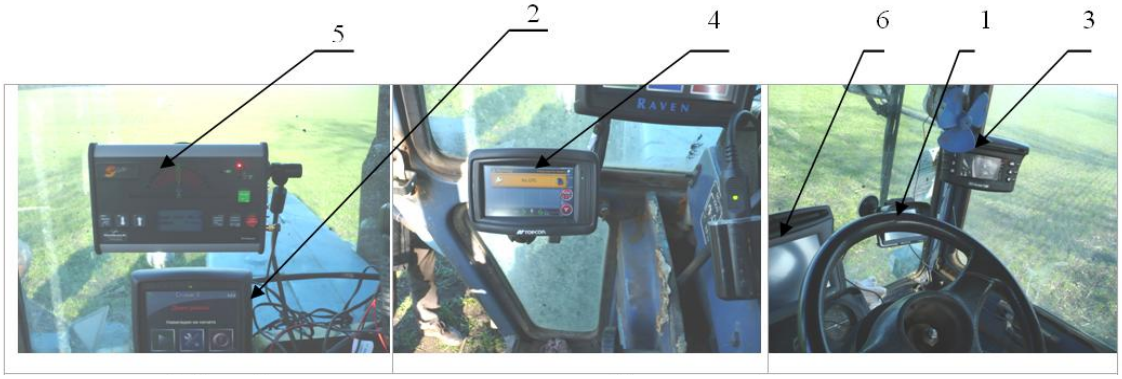


Рисунок 1 – Общий вид установленных приборов в кабине трактора МТЗ-82

- анализ треков, полученных с систем параллельного вождения показал, что лучшие результаты по позиционированию агрегата МТЗ-82+Bogballe M2 base на поле показала система Trimble EZ guide 250;

- в предлагаемых вариантах комплектования агрегата (с системами параллельного вождения) по сравнению с базовым (без систем параллельного вождения) на годовой объем работ (4500 га) наблюдается снижение по следующим показателям: потребность в сельскохозяйственной технике – на 1 агрегат; потребность в обслуживающем персонале – на 4 чел.; затраты труда – на 360 чел.-ч или на 66,7 %; потребность в топливе – на 0,09 т или на 10,0 %; прямые эксплуатационные затраты денежных средств – на 7,7-12,9 тыс. руб. или на 3,4-5,8 %;

- наименее затратным по эксплуатационным расходам и капитальным вложениям является вариант дооснащения отечественной системой параллельного вождения «ГЕОМИР-ПИЛОТ»; наиболее затратным – вариант дооснащения системой Trimble EZ pilot CFX 750 CenterPoint+RTX.

Также в рамках данной НИР было проведено измерение площади полей тестового полигона КубНИИТиМ при помощи специализированного приборного (рисунок 2) и программного обеспечения (рисунок 3).



Рисунок 2 – Определение площади поля путем объезда границ трактором Т-150К с применением приемника StarFire 3000 (1) и ПО «ГЕО-Учетчик»

По результатам обмера площади полей выявлено:

- наиболее точным методом определения площади полей является использование аппаратно-программного комплекса, разработанного в Инженерном центре «ГЕОМИР». Этот метод учитывает площади любых объектов, находящихся внутри поля: дорог, столбов и т. д., что позволяет получить корректную фактическую площадь поля по GPS-данным. Разница между данными хозяйства и полученными составляет 2 % или 44,1 га, а в сравнении с данными Единого центра дистанционного спутникового мониторинга Краснодарского края «MyAgro» разница составляет 0,5 % или 10,1 га;

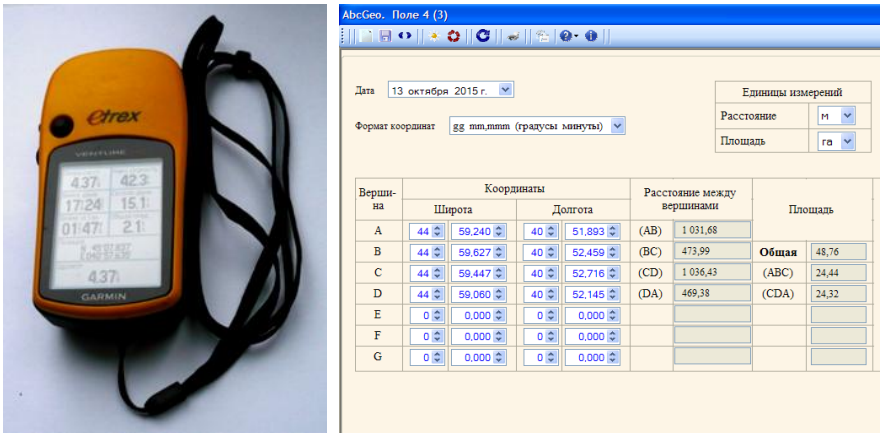


Рисунок 3 – Определение площади поля навигатором Garmin ETREX VENTURE HC и программным обеспечением, разработанным в КубНИИТиМ «AbcGeo»

- применение метода обмера границ полей по характерным точкам при помощи ручного навигатора с последующим расчетом площадей по программе «AbcGeo», разработанной в КубНИИТиМ, можно рекомендовать к широкому применению в опытном деле и производстве, например, при учете сменной (дневной) выработки, в особенности на полях со сложной

геометрией. В сравнении с данными Единого центра дистанционного спутникового мониторинга Краснодарского края «MyAgro», разница составляет лишь 0,2 % или 4,26 га.

2. Совместно с ООО «Агро АйТи» проведена аэрофотосъемка полей тестового полигона КубНИИТиМ с составлением точных контуров полей и цифровой модели местности.

Аэрофотосъемка при помощи беспилотного летательного аппарата и специализированное программное обеспечение (рисунки 4, 5) позволили оперативно создать точные электронные карты полей тестового полигона КубНИИТиМ (рисунок 6), ортофотоплан и электронную карту вегетационного индекса NDVI, а также измерить длины гонов, площади (разница от общей заявленной площади составила 31,54 га), уклоны и др., а также выявить неудобья (рисунок 7).



Рисунок 4 – Запуск беспилотного летательного аппарата Геоскан 201

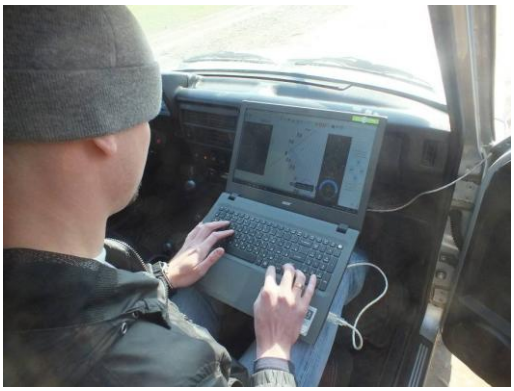


Рисунок 5 – Управление полетом Геоскан 201 с помощью ПО «GeoScan Planner»

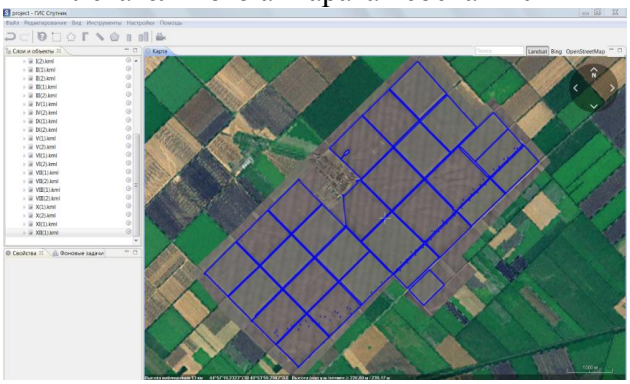


Рисунок 6 – Электронная карта полей тестового полигона в программе ГИС Спутник

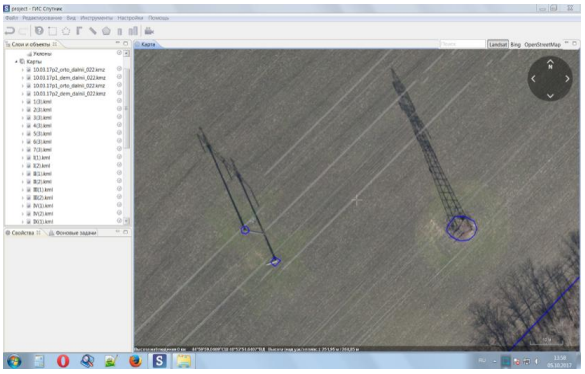


Рисунок 7 – Неудобья «опоры линий электропередач» на поле VIII(2)

3. Исследования технологий возделывания сельскохозяйственных культур, их состояния и технологических операций по уходу за посевами с.-х. культур с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Объектом исследований при выполнении данной НИР послужил комплекс оборудования в составе беспилотного летательного аппарата (квадрокоптера DJI Phantom 4), видеокамеры, пульта управления и планшета, предназначенный для мониторинга. В результате работы проведен анализ существующих конструкций БПЛА и области их применения, проанализированы структурные элементы технологической операции агротехнического ухода, проведены полевые эксперименты с применением БПЛА и обобщены их результаты, выявлены направления развития мониторинговых систем воздушного базирования.

Исследования квадрокоптера DJI Phantom 4 в условиях тестового полигона КубНИИТиМ подтвердили его высокую функциональность при получении визуальной цифровой информации (фото- и видеоформата) при исследовании технологических операций различного назначения при разнообразных сочетаниях факторов съемки (высота и скорость перемещения квадрокоптера, ракурс камеры) и погодных условий, а также позволили решить следующие

задачи: оценка объема работ и контроль за качеством их выполнения (рисунок 8), мониторинг состояния посевов, оценка всхожести сельскохозяйственных культур.



Рисунок 8 – Наблюдения за качеством выполнения междурядной культивации кукурузы на зерно с помощью квадрокоптера DJI Phantom 4

В результате исследований установлено, что преимущества квадрокоптера, оснащенного соответствующим оборудованием, по сравнению с возможностями человека и традиционных видов контроля основаны на функциональном превосходстве комплекса нескольких технических факторов: скорости перемещения в пространстве; возможности получения результатов контроля дистанционными методами (в первую очередь с использованием технического зрения) с любой заданной площади; возможностях цифровых (информационных) технологий по оперативности получения, передачи и обработки данных в цифровом формате и минимизации затрат ручного труда по определению показателей.

4. Исследование методов оценки внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия.

В выполнении дистанционного зондирования полей тестового полигона КубНИИТиМ, а также в почвенных обследованиях, мониторинге посевов с.-х. культур принимал участие генеральный директор ООО «Агроноут», резидент ИЦ «Сколково», канд. биол. наук Трубников А.В. – установка, обучение и сопровождение программы «Дневник Агронома», отмеченной золотой медалью на «Золотой осени-2017» (рисунок 9).

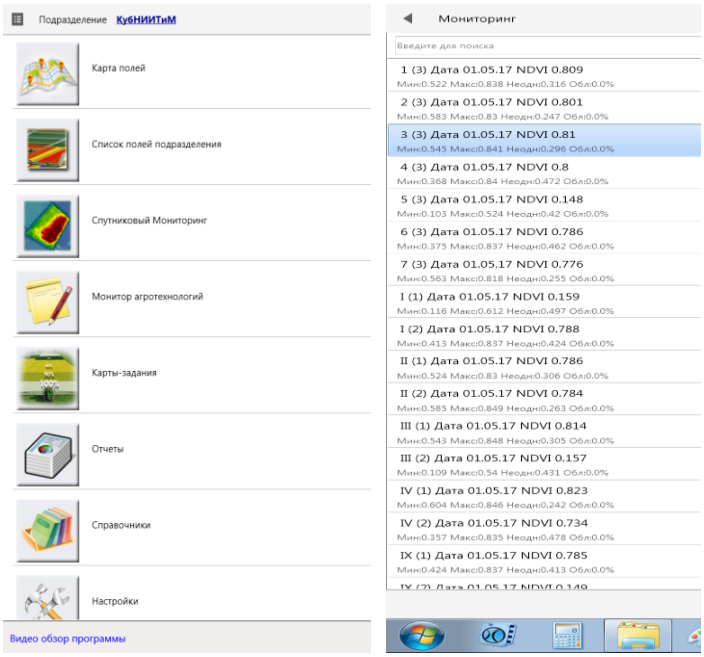


Рисунок 9 – Программа «Дневник Агронома» и вегетационный индекс по данным спутникового мониторинга полей КубНИИТиМ

В процессе полевых исследований были использованы анализ результатов и рекомендации по методам оценки внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия, результаты аэрофотосъемки, дистанционное зондирование и почвенно-ландшафтное обследование полей тестового полигона КубНИИТиМ, фенологические наблюдения за развитием растений, программное обеспечение «Дневник Агронома» и методы расчета экономических показателей.

Исследования перспективного метода оценки внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия, проведенные на тестовом полигоне КубНИИТиМ, позволили создать карту устойчивой внутриполевой неоднородности полей (рисунок 10) и оценить состояние зон плодородия на каждом поле. Стоимость проведения работ по перспективному методу оценки внутриполевой неоднородности почвенного покрова в расчете на 1 га составила 571,8 руб.

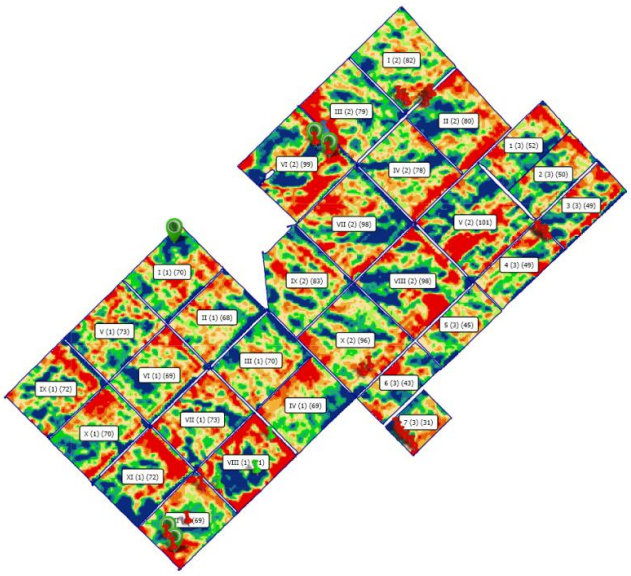


Рисунок 10 – Карта устойчивой внутриполевой неоднородности (зон плодородия) полей тестового полигона КубНИИТиМ

В результате проведенной научно-исследовательской работы обоснован наиболее перспективный метод выявления внутриполевой неоднородности почвенного покрова, основанный на ретроспективном мониторинге. Для формирования всего цикла рекомендаций на основе ретроспективного мониторинга необходимо привлекать информацию о рельефе, результаты ручного дешифрирования данных дистанционного зондирования высокого разрешения и результаты наземных изысканий, спланированных на основе карт внутриполевой неоднородности. Карты устойчивой внутриполевой неоднородности, полученные по технологии ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова с использованием десятков разновременных данных дистанционного зондирования Landsat являются самыми информативными картами внутриполевой неоднородности для целей координатного земледелия.

5. Совместно с ООО «Системы точного земледелия» (г. Новосибирск), проведено дифференцированное внесение минеральных удобрений на подкормках озимой пшеницы.

С помощью системы «Агронавигатор-Асур-Дозатор» (ООО «Системы точного земледелия», г. Новосибирск), на полях тестового полигона НТЦ КубНИИТиМ проведены подкормки озимой пшеницы в участках с низкими, средними и высокими относительными уровнями почвенного плодородия, выявленными технологией ретроспективного мониторинга (ООО «Агроноут», г. Москва). Система «Агронавигатор-Асур-Дозатор» (рисунок 11) установленная на агрегат Беларус 1025.2+Bogballe M2 (рисунок 12), позволила провести первую и вторую дифференцированные подкормки озимой пшеницы по картам-заданиям с разными нормами внесения минеральных удобрений и независимо от рабочей скорости движения агрегата выдержать заданную дозу внесения удобрений.



Рисунок 11 – Общий вид карты-задания на дифференцированное внесение удобрений на мониторе Агронавигатора



Рисунок 12 – Разбрасыватель Bogballe M2, оборудованный системой «Агронавигатор-Асур-Дозатор» в агрегате с трактором Беларус 1025.2

Таким образом, наличие тестового полигона в структуре Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) позволяет выполнять широкий спектр научно-исследовательских работ, в т.ч. по точному земледелию, которое представляет собой целостную систему, предназначенную для оптимизации сельскохозяйственного производства за счет применения передовых технологий и методов на базе спутниковой навигации.

Petukhov D.A., Marchenko, V.O., Bondarenko E.V.,
The Novokubansky branch of FSBSF «Rosinformagrotech», Novokubansk

ELEMENTS OF PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES TESTED IN TERMS OF A TEST BED OF THE NOVOKUBANSK BRANCH OF FSBSF «ROSINFORMAGROTECH»

The article deals with the results of research elements of precision farming technologies in the test site, to reduce the complexity of technological operations, to quickly create electronic maps of fields with accurate actual boundaries and areas, to conduct operational monitoring of the state of crops, to assess the fertility zone and differentially affect the identified intra-field heterogeneity.

Keywords: precision farming, system of parallel driving, navigation, unmanned aerial vehicles, aerial photography, digital map, software, vnutripolevaya heterogeneity, differential application.

УДК 621.31

Виноградов А.В., Большев В.Е., Виноградова А.В.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В статье рассматриваются системы контроля, мониторинга, учета и управления, которые необходимы при построении интеллектуальных электрических сетей. Рассмотрены основные особенности и назначение указанных систем.

Ключевые слова: системы электроснабжения, интеллектуальные электрические сети, SMART GRID, умные системы, системы мониторинга, системы учета, системы управления, системы контроля.

Безусловным приоритетом развития электрических сетей является внедрение концепций интеллектуальных, или «умных» сетей, SMART GRID. Это направление актуально во всем мире, в том числе и в России. Несмотря на то, что в разных странах существуют свои концепции интеллектуальных сетей, общие принципы их построения и принципы развития, за-

ложенные еще в прошлом веке [1, 2], в основном, совпадают. За рубежом активно внедряются элементы умных сетей, создаются специальные организации по их внедрению, технологические платформы [3, 4].

Интеллектуализация электрических сетей позволяет активно внедрять новые идеи в энергетический бизнес. Новыми, родившимися благодаря интеллектуализации выработки, хранения и передачи электроэнергии стали проекты компаний NISSAN и ENEL по интеграции электромобилей в энергосистему Италии, Англии, Франции [5, 6]. Суть проекта заключается в том, что владельцы электромобилей становятся участниками энергорынка, используя аккумуляторы своих транспортных средств для накопления электроэнергии и затем, в пиковые часы энергосистемы – для отдачи накопленной электроэнергии в сеть. Такой проект стал возможен благодаря умным системам учета электроэнергии, позволяющим учитывать объем отдаваемой от электромобиля электроэнергии и возмещение ее стоимости владельцу. В [6] приводится пример, показывающий, например, что во Франции, где имеется 38 миллионов автомобилей, современная мощность генерации электроэнергии составляет 130 ГВт, а в будущем возможно создать виртуальную электростанцию до 380 ГВт (в 3 раза больше национального потенциала Франции), при условии, что если все транспортные средства будут являться электрическими и будут интегрированы в сеть электроснабжения.

Другим проектом является создание микросетей на основе использования возобновляемых источников электроэнергии и систем ее хранения. Так, компания ENEL создала и начала эксплуатацию первой в мире микросети с солнечной фотоэлектрической установкой и системой хранения электроэнергии на основе водорода в Чили [7]. Эта микросеть стала первой в мире 100-процентной экологически чистой «plug-and-play» (подключи и пользуйся) микросетью, обеспеченной солнечной фотоэлектрической установкой и системой хранения электроэнергии на основе водорода, работающей на солнечной энергии. В настоящее время объект отвечает за часть энергетических потребностей лагеря, в котором работает более 600 техников, работающих на геотермальном заводе компании Cerro Pabellón, расположенном в Ollagüe в регионе Antofagasta. Микросеть - инновационный проект, разработанный ENEL с технологической поддержкой компании EPS (Electro Power Systems) – пионером в области систем хранения энергии и микросетей. Объект основан на гибридной системе хранения энергии (Hyess), которая включает в себя установку солнечной фотоэлектрической системы мощностью 125 кВт, поддерживаемую системой хранения на основе водорода мощностью 450 кВт и системой хранения на основе лития мощностью 132 кВт. Сочетание солнечной фотоэлектрической установки с обеими системами хранения, превращает нестабильную солнечную энергию в устойчивый источник энергии, повышая стабильность электроснабжения. Кроме того, инновационный микросетевой контроллер оптимизирует потоки электроэнергии, производимые модулями PV (солнечные батареи), обеспечивая, чтобы эти потоки были эффективно распределены между двумя системами хранения. В результате микросеть способна обеспечить потребителей зеленой (возобновляемой) энергией без необходимости создания резервных дизель-генераторов все 24 часа в сутки потенциально в любом месте. Объект может работать как с подключением к централизованной сети электроснабжения, так и без подключения. Сейчас она подключена к сети лагеря Cerro Pabellón. Кроме того, микросеть предлагает решение «plug-and-play», поскольку все ее компоненты могут быть легко разобраны и установлены в новом месте, что особенно полезно в удаленных, плохо электрифицированных областях.

В России имеется собственная концепция электрической сети, согласно которой «Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС)» представляет собой электроэнергетическую систему нового поколения. Она основана на мультиагентном принципе организации и управления ее функционированием и развитием. Обеспечивается эффективное использование всех ресурсов (природных, социально-производственных и человеческих) для надежного, качественного и эффективного энергоснабжения потребителей за счет гибкого взаимодействия всех ее субъектов (всех видов генерации, электрических сетей и потребителей) на основе современных технологических

средств и единой интеллектуальной иерархической системы управления [8]. Проводится работа по созданию элементов, отдельных адаптивных систем, технико-экономических механизмов, которые войдут в интеллектуальные электрические сети как составляющие [9–15]. Однако эта работа пока носит разрозненный характер, требуется ее систематизация. Для этого необходимо формирование структуры интеллектуальной сети и определения ее систем, обеспечивающих «интеллектуальность» электрических сетей. К ним можно отнести системы баз данных и обработки информации, системы контроля состояния оборудования, системы мониторинга (режимов, технического состояния, качества и т. п.), системы учета (электроэнергии, надежности и т. п.), системы управления.

Система баз данных и обработки информации должна включать:

- базы данных потребителей, подключенных к сети, их нагрузках и графиках нагрузок;
- базы данных параметров оборудования и возможных режимов их работы;
- базы данных анализа надежности электроснабжения, повреждаемости оборудования;
- базы данных анализа параметров качества поставляемой электроэнергии;
- базы данных сроков осуществления технических присоединений.

Эта информация, собираемая в базы данных, должна служить основой для составления прогнозов потребления электроэнергии, аварийности и т. д. Она же используется системами управления, осуществляющими изменение конфигурации сети в различных режимах, переключения, отключения оборудования и т. п.

Система контроля оборудования сети предназначена для отслеживания фактического состояния элементов сети, таких как коммутационные аппараты, силовые элементы. Система строится на базе SKADA-систем. Система контроля может объединяться с системами мониторинга и учета.

Система мониторинга выполняет функции мониторинга технического состояния всех элементов сети, в том числе состояние линий электропередачи и их элементов (например, опор), состояние зарастания трасс ЛЭП, состояние изоляции оборудования и т. п. Нужен мониторинг режимов работы сети и отдельных ее элементов (загрузка, направление потоков энергии и т. п.); мониторинг выполнения договорных обязательств потребителей и энергоснабжающих организаций (электросетевых, энергосбытовых, генерирующих и т. д.). Необходим мониторинг надежности электроснабжения в части количества отключений, повреждаемости элементов сети, а также мониторинг качества поставляемой электроэнергии и энергоэффективности сети. Важен мониторинг других параметров функционирования сети и в целом системы электроснабжения в зависимости от возможностей. Система мониторинга может объединяться с системами контроля и учета.

Система учета выполняет функции: учет количества потребленной электроэнергии с корректировкой стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества или показателей надежности электроснабжения (например, при нарушении договорных условий по надежности стоимость снижается); учет количества и продолжительности перерывов в электроснабжении; учет количества фактов работы того или иного оборудования сети; учет других данных. Система учета может объединяться с системами контроля и мониторинга.

Система управления осуществляет управление всеми элементами сети в зависимости от режимов ее работы, заданных требований по переключениям, полученных данных от систем контроля, мониторинга и учета с целью повысить энергоэффективность сети, повысить надежность электроснабжения и т. п.

Взаимодействие указанных систем позволяет на основе обработки получаемых данных выполнить следующие основные функции, получить результаты, построить прогнозы и т. п.:

- реализовать алгоритмы переключений и автоматические команды на переключения в сетях – выполнить изменение конфигурации сетей, выделение поврежденных участков и т. п.;
- «видеть» в реальном времени потери электроэнергии с ранжированием на технологические и коммерческие, а для силовых трансформаторов (СТ) – на потери холостого хода и короткого замыкания;

- вырабатывать рекомендации по сокращению потерь, оптимальной конфигурации сети;
- автоматически изменять стоимость электроэнергии в зависимости от ее качества, времени перерывов в электроснабжении и других параметров;
- вырабатывать рекомендации по изменению условий технологического присоединения (изменение мощности, изменение схемы и т. п.);
- получать расчетные параметры ЛЭП и оборудования, строить математические модели сети;
- получать совокупные графики нагрузки посуточные, помесячные, годовые;
- вырабатывать рекомендации по объемам и параметрам хранения электроэнергии, режимам работы балансирующих электростанций;
- получать показатели надежности сети и оборудования, установленного в ней с анализом наиболее и (или) наименее надежных элементов сети, марок и типов оборудования, выдачей рекомендаций по выбору, обслуживанию и ремонту;
- вырабатывать рекомендации по выбору и настройке средств защиты и автоматики;
- получать отображение состояния коммутационных аппаратов, рекомендации по разработке и установке новых аппаратов;
- получать диагностические параметры оборудования и рекомендации по срокам обслуживания, ремонта, замены, прогноз аварийности;
- получать другие результаты исходя из возможностей системы.

Внедрение указанных систем интеллектуализации электрических сетей позволит внедрить и технико-экономические механизмы повышения эффективности электрических сетей и в целом систем электроснабжения, в том числе механизм корректировки тарифов и стоимости электроэнергии, механизм санкционной политики и стимулирования в отношении энергокомпаний и потребителей. Можно автоматизировать выполнение обоснований применения микросетей и сетей с разной степенью автоматизации, формировать многолетние базы данных по всем параметрам функционирования систем электроснабжения, прогнозировать на этой основе режимы работы электрических сетей, объектов генерации, прогнозирование актуальных направлений развития сетей, формировать новые экономические принципы функционирования систем электроснабжения, рынка электроэнергии. Все это позволяет интегрировать системы электроснабжения, интеллектуальные электрические сети в цифровую экономику, создать новые рынки оборудования, средств связи и ПО для интеллектуальных электрических сетей и микросетей, рынки услуг в сфере электроснабжения. Автоматизация расчетов за электроэнергию, внедрение принципа «плати и пользуйся», механизмы корректировки стоимости электроэнергии позволят стимулировать потребителей и энергоснабжающие организации к повышению эффективности систем электроснабжения и соблюдению договорных условий. Создание нового интернет-оборудования и интернет-услуг на базе возможностей управления оборудованием сети, регулирования качества электроэнергии, надежности электроснабжения, накопления электроэнергии, использования возобновляемых источников энергии – это также элементы цифровой экономики с вовлечением возможностей интеллектуальных электрических сетей.

Библиографический список

1. Michael T. Burr, Reliability demands drive automation investments. «Public Utilities Fortnightly, Technology Corridor department», Nov. 1, 2003. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.fortnightly.com/fortnightly/2003/11/technology-corridor. Заголовок с экрана. (дата обращения: 02.10.2018).
2. Smart Grid или умные сети электроснабжения. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.eneca.by/ru_smartgrid0/ (дата обращения: 02.10.2018).
3. Grid Modernization and the Smart Grid. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid (дата обращения: 02.10.2018).
4. Smart Grids European Technology Platform Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: www.smartgrids.eu (дата обращения: 02.10.2018).
5. Nissan and enel launch groundbreaking vehicle-to-grid project in the uk/ [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.enel.com/media/press/d/2016/05/nissan-and-enel-launch-groundbreaking-vehicle-to-grid-project-in-the-uk (дата обращения: 02.10.2018).

6. Nissan and enel team up to transform electric vehicles into mobile energy sources. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.enel.com/media/press/d/2015/12/nissan-and-enel-team-up-to-transform-electric-vehicles-into-mobile-energy-sources (дата обращения: 02.10.2018).
7. Athonet Smartgrid and 3 Italy provide Enel with an innovative Industrial Internet of Things solution. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.enel.com/media/press/d/2015/02/athonet-smartgrid-and-3-italy-provide-enel-with-an-innovative-industrial-internet-of-things-solution. (дата обращения: 02.10.2018).
8. Основные положения концепции интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ies_aas.pdf. (дата обращения: 02.10.2018).
9. Интеллектуальные сети Smart Grid – будущее российской энергетики. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: http://www.sicon.ru/about/articles/?base&news=16 (дата обращения: 19.09.2018).
10. Smart Grid. Умные сети на базе БКТП производства «Кубаньэлектрощит». [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.kesch.ru/info/articles/smart-grid-umnye-seti-na-baze-bktp-proizvodstva-kubanelektroshchit- (дата обращения: 19.09.2018).
11. Time factor for determination of power supply system efficiency of rural consumers / Bolshev V.E., Vasilev A.N., Vinogradov A.V., Semenov A.E., Borodin M.V. // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development «Advances in Environmental Engineering and Green Technologies». Hershey, Pennsylvania, 2018. – P. 394-420.
12. Бородин М.В., Виноградов А.В. Повышение эффективности функционирования систем электроснабжения посредством мониторинга качества электроэнергии: монография. – Орел: Орловский ГАУ, 2014. – 160 с.
13. Виноградов А.В., Виноградова А.В. Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ: монография. – Орел: Орловский ГАУ, 2016. – 224 с.
14. Голиков И.О., Виноградова А.В. Адаптивное автоматическое регулирование напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кв: монография. – Орел: Орловский ГАУ, 2017. – 166 с
15. Vinogradov A., Bolshev V., Vinogradova A., Kudinova T., Borodin M., Selesneva A. & Sorokin N. (2019) A System for Monitoring the Number and Duration of Power Outages and Power Quality in 0.38 kV Electrical Networks. In: Vasant P., Zelinka I., Weber GW. (eds) Intelligent Computing & Optimization. ICO 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 866: 1-10. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3_1

Vinogradov A.V., Bolshev, V.E., Vinogradov A.V.,
Federal scientific Agroengineering center VIM, Moscow

SYSTEMS OF INTELLIGENT DISTRIBUTION GRIDS

The article deals with the control, monitoring, accounting and control systems that are necessary for the construction of intelligent electrical networks. The main features and purpose of these systems are considered.

Keywords: power supply systems, intelligent electrical networks, SMART GRID, smart systems, monitoring systems, accounting systems, control systems, control systems.

УДК 004.738.5:63

Гольтяпин В.Я.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московской обл., п. Правдинский

НАПРАВЛЕНИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рассмотрены направления и результаты использования интернета вещей в сельском хозяйстве: растениеводстве, животноводстве и при эксплуатации сельскохозяйственной техники. Благодаря интернету вещей становятся возможными мониторинг и управление состоянием почв, растений, животных, диспетчеризация и сбор технологической информации в системах хранения и первоначальной обработки сельхозпродукции.

Ключевые слова: Интернет вещей, датчик, беспроводная сеть, телеметрия, мониторинг, компьютер, программное обеспечение, облачный сервис.

В настоящее время период бурного роста переживает технология интернета вещей (на английском языке Internet of Things, сокращенно IoT). В общем случае под интернетом

вещей понимается совокупность разнообразных приборов, датчиков, устройств, объединенных в сеть посредством любых доступных каналов связи, использующих различные протоколы взаимодействия между собой и протокол доступа к глобальной сети. Интернет вещей не исключает участия человека, так как он ориентирован на человека и предоставляет ему возможность доступа к вещам [1]. Интернет вещей подразумевает, что человек определяет цель, а не задает программу по достижению этой цели. Особую роль в интернете вещей играют средства измерения, обеспечивающие преобразование сведений о внешней среде в машиночитаемые данные, и тем самым наполняющие вычислительную среду значимой информацией. Используется широкий класс средств измерения, от элементарных датчиков (например, температуры, давления, освещенности), приборов учета потребления (таких, как интеллектуальные счетчики) до сложных интегрированных измерительных систем. Спектр возможных технологий передачи данных охватывает все возможные средства беспроводных и проводных сетей. Объекты могут общаться между собой через wi-fi, Bluetooth, LPWAN, BLE, Ethernet, RFID, ZigBee и другие виды беспроводной связи. В последнее время наибольшее развитие получили методы радиочастотной идентификации RFID (Radio Frequency IDentification), беспроводные сенсорные сети WSN (Wireless Sensor Network), коммуникации малого радиуса действия NFC (Near Field Communication) и межмашинные коммуникации M2M (Machine-to-Machine), которые, интегрируясь с интернет, позволяют обеспечить простую связь различных технических устройств («вещей»), число которых может быть огромным.

Уже известны успешные примеры внедрения интернета вещей в промышленности, энергетике, жилищно-коммунальном хозяйстве, транспорте, здравоохранении и др. В отраслях сельского хозяйства также используются подходы, которые можно отнести к концепции интернета вещей. Это системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники. В этих системах при помощи спутников определяется местоположение машин, а по мобильной связи через регулярные промежутки времени к единому серверу передаются, по данным специалистов компании «Claas», более 200 различных параметров о GPS-координатах, времени и характере выполняемых работ, технических показателях машин. В системы можно заходить со стационарного компьютера, ноутбука, планшета или мобильного телефона. Информация, которой оперируют системы, доступна для просмотра и анализа как в режиме реального времени, так и в виде отчетов. Результатом использования таких систем является повышение эффективности использования парка сельскохозяйственной техники за счет оптимизации выполнения технологического процесса на основе анализа рабочего времени, внесения корректив в настройки используемой техники, сбора, учета и документирования данных, повышения эксплуатационной надежности машин, улучшения планирования работ по техобслуживанию [2].

Компания «John Deere» использует технологии интернета вещей для объединения всей своей техники в онлайн платформе под названием JDLink, которая дает фермерам и их дилерам удаленный доступ к парку техники, использованию и диагностическим данным по каждой машине. Центр управления «John Deere» предлагает комплексные решения интернета вещей для фермеров, в том числе беспроводную потоковую передачу производственных данных, мобильный мониторинг, а также отчетность о погодных условиях и сельскохозяйственных культурах в режиме реального времени. Применяя передачу данных в реальном времени и удаленную визуализацию, фермер может участвовать в оперативном принятии решений, при этом физически не присутствуя на ферме [3].

Компанией Tibbo Systems, являющейся разработчиком программного обеспечения для систем управления и мониторинга, предлагается интеграционная платформа для интернета вещей AggreGate, которая обеспечивает сбор, хранение, обработку и визуализацию данных M2M устройств, а также интеграцию этих данных с системами предприятия. Область применения AggreGate в сельском хозяйстве: мониторинг автотранспорта и сельскохозяйственной техники; управление сортировкой, хранением и переработкой сырья; точное земледелие и сенсорные сети; управление технологическими процессами [4].

Компания «Аникон» разработала комплекс «СмартАгро», предназначенный для контроля условий роста растений. Комплекс работает в режиме реального времени и состоит из группы почвенных датчиков (их количество может достигать 128 единиц), метеостанции, систем управления поливным оборудованием и аппаратурой для внесения удобрений. Питание оборудования полностью автономное. Связь осуществляется по радиоканалу собственной разработки компании. Данные с датчиков передаются для дальнейшего анализа на облачный сервис. После обработки собранной информации, пользователь получает данные по таким параметрам, как влажность, температура и соленость почвы на трех глубинах в каждой точке контроля, локальном климате, освещенности и ряде других параметров. С 2014 года проводятся всесторонние испытания системы «СмартАгро» в реальных условиях. Так, при выращивании картофеля в открытом грунте в Лиманском районе Астраханской области на площади 800 гектар показана возможность увеличения урожайности на 10-15 %, что достигается за счет оперативной корректировки плана полива и своевременного предотвращения воздействия негативных факторов. Целевая аудитория «СмартАгро» – это личные приусадебные хозяйства, тепличные хозяйства, фермерские сельхозугодия с площадью возделываемых площадей от 100 гектар и крупные агрохолдинги (от 300 и более гектар) [5].

Как известно, во время хранения свеклы в кагатах возникают локальные процессы заболеваний, разложения и гниения свеклы, которые необходимо быстро определять для предотвращения этого процесса в теле кагата. Точное определение места зарождения процесса гниения на различных уровнях кагата возможно с помощью датчиков температуры, поскольку процесс гниения сопровождается локальным относительным повышением температуры. В ООО «Лаборатория Q2» при поддержке фонда Сколково разработана и реализована на основе беспроводной сети QCONTROL для интернета вещей система сбора, передачи и анализа информации от температурных датчиков при хранении сахарной свеклы в кагатах. По заказу ОАО «Валуйкисахар» группы компаний «РусАгро» созданы первые конструкции датчиков температуры и штанг с передатчиками, а компанией ООО «АЛАН-ИТ» разрабатывается программное обеспечение для анализа распределения температуры в кагатах на основе облачной инфраструктуры Microsoft [6].

Компания «СТРИЖ», производитель беспроводных устройств на базе LPWANLPWAN (Low power wide area networks – технология связи для Интернета вещей), предлагает несколько решений для сельского хозяйства, обеспечивающих контроль и мониторинг: влажности почвы в теплицах и на полях; температуры хранения сельскохозяйственных культур; углекислоты при хранении продукции; выявления половой охоты коров. Так, при решении задачи по контролю влажности почвы в контрольных точках полей или теплиц устанавливается модем, интегрированный с датчиком влажности грунта. Полученные данные передаются через базовую станцию в личный кабинет оператора, на основании которых он принимает решение о необходимости полива (рисунок 1). Если датчики подключены к оросительной системе, то полив включается автоматически, когда почва становится недостаточно влажной для этой агрокультуры. Сельхозтоваропроизводители контролируют состояние своих сельхозугодий в персональном личном кабинете. Вся информация предоставляется в наглядном виде в форме таблиц, графиков и т. д. [7].

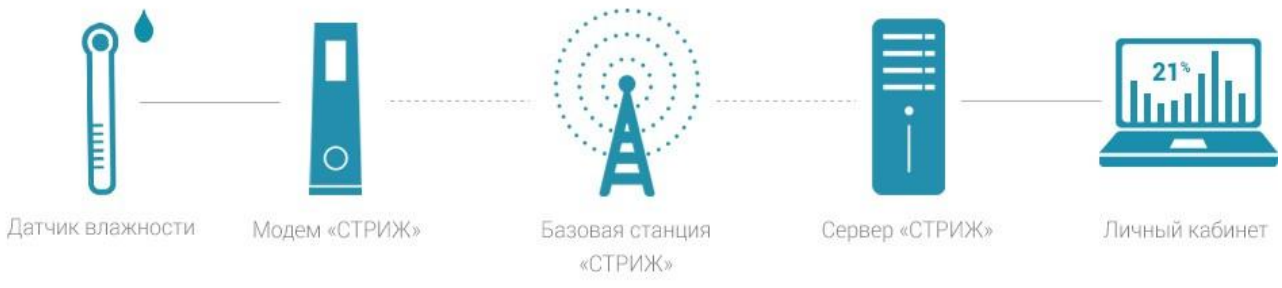


Рисунок 1 – Схема передачи данных о влажности почвы

Для выявления половой охоты коров используются компактные беспроводные носимые датчики. В основе работы датчика лежит непрерывный мониторинг движения животного с помощью трехосного акселерометра. Во время охоты корова проявляет повышенную активность, что позволяет по показаниям акселерометра после их обработки сигнализировать о наступлении охоты у животного. Датчик закрепляется на шее животного, постоянно регистрируя и передавая параметры ее активности. Встроенный радиомодуль передает данные по радиоканалу на расстояние до 10 км.

На одной из ферм округа Фресно (Калифорния, США) внедрена автоматизированная системы орошения, охватывающая 36 полей с кукурузой. На них установлено около пятисот сенсоров, каждый из которых передает показания влажности почвы с периодичностью четыре раза в сутки. Данные с датчиков принимаются одной базовой станцией и передаются на сервер по локальной сети. На основании полученных данных наглядно отображаются участки с допустимой влажностью и районы, требующие полива. В результате экономия воды на полив общих площадей за четыре месяца теста составила 38 % по сравнению предыдущим годом [8].

На базе технологий «Интернета вещей» построена система мониторинга стада животных компании «Крок» (рисунок 2). Метка, закрепленная на ухе, обеспечивает контроль местоположения скота без использования сигналов GPS или ГЛОНАСС, за счет чего снижается энергопотребление и увеличивается длительность работы. Для передачи информации используется новейший стандарт связи NB-LTE. На основе полученных показателей осуществляется интегральная оценка текущего состояния каждого животного в стаде, и оперативно выявляются потенциально опасные ситуации. Онлайн-данные с меток могут использовать охранные группы для немедленного реагирования [9].



Рисунок 2 – Принцип работы системы мониторинга стада животных

Примером, демонстрирующим возможности интернета вещей в животноводстве, стала разработка американскими компаниями Remote Insights и Agosto системы, позволяющей дистанционно следить за состоянием здоровья поголовья на свинофермах. С помощью спецбирок, прикрепленных к ушам свиней, система с помощью разнообразных датчиков следит за температурой тела и передвижениями животных для оценки их самочувствия и готовности к размножению. Информация с датчиков передается в «облако», там проходит анализ и обработанные сведения отправляются обратно сотрудникам свинофермы. Система оперативно предупреждает, если у какого-то из животных появляются признаки заболевания [10].

Решения для мониторинга скота на основе технологий интернета вещей гарантируют сельхозпроизводителям ряд преимуществ. В первую очередь, подобные системы обеспечивают идентификацию и оперативный контроль местоположения каждого животного и стада в целом, включая всю историю их перемещений по пастбищу и визуализацию этих передвижений на карте. В долгосрочной перспективе подобный анализ позволяет оценивать и прогнозировать состояние пастбища, а также управлять миграцией стада для улучшения показа-

телей роста поголовья. За счет определения места расположения обеспечивается контроль выхода животного за периметр пастбища, отправка оперативных уведомлений и вызов тревожной группы для поиска животного по его координатам, а также оперативное реагирование на противоправные действия, включая разделку особи на пастбище. Кроме того, за счет регулярного измерения и анализа физиологических показателей поголовья осуществляется оценка состояния стада, быстрое выявление заболеваний и предотвращение развития эпидемий.

Сейчас технологии Интернета вещей в сельском хозяйстве России внедряются точечно и в основном на крупных предприятиях. Более мелкие компании видят в них преимущественно инструмент для сокращения производственных издержек, тогда как агрохолдинги отмечают, что IoT позволит совершить прорыв в отрасли и выйти на новый уровень конкурентной борьбы.

Согласно проекта «дорожной карты» по развитию IoT в АПК, разработанной Фондом развития интернет-инициатив, Минсельхозом, Минсвязи, Ассоциацией интернета вещей и экспертным советом при правительстве России, к 2019 году доля российских предприятий, использующих Интернет вещей в отрасли, должна достигнуть 30 %. Сейчас, по оценке авторов документа, эти технологии применяют лишь около 0,05 % аграриев. При этом есть ряд барьеров, которые ограничивают скорость внедрения IoT и снижают эффективность этой работы. Например, сейчас сельхозугодья в регионах слабо покрыты сетями связи, что затрудняет оперативную передачу данных с электронных устройств. Для решения этой проблемы нужны значительные инвестиции со стороны телеком-операторов в строительство необходимой инфраструктуры – антенно-мачтовых сооружений и линий связи. Кроме того, сейчас на российском рынке нет комплексных отработанных локализованных ИТ-решений для внедрения. Есть множество отдельных предложений, однако предприятия сталкиваются с трудностями при их адаптации под свои потребности и интеграции решений между собой.

Минимальный экономический эффект от внедрения технологий Интернета вещей в агросекторе может достичь 469 млрд руб. к 2025 году, а в целом в экономике страны составит около 2,8 трлн руб. Такой прогноз сделала компания PricewaterhouseCoopers (PwC), проведя исследование в области применения IoT в России [11].

Библиографический список

1. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей: учебное пособие. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

2. Федоренко В.Ф., Гольтяпин В.Я., Колчина Л.М. Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 156 с.

3. John Deere: Подключение фермы к облаку. [Электронный ресурс]. URL: https://www.aig.ru/content/dam/aig/emea/russia/documents/business/iot2.pdf (дата обращения: 24.04.2018).

4. IoT в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]. URL: http://aggregate.tibbo.com/ru/industries/agriculture.html (дата обращения: 24.04.2018).

5. Господдержка поможет фермерам перейти к использованию IoT-технологий. [Электронный ресурс]. URL: https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/gospodderzhka-pomozhet-fermeram-pereyti-k-ispolzovaniyu-iot-tekhnologiy (дата обращения: 24.04.2018).

6. Нунупаров М.С. Интернет вещей в хранении сахарной свеклы // Сахар. – 2017. – №7. – С. 40-41

7. Интернет вещей готовится к земле. [Электронный ресурс]. URL: https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/internet-veshchey-gotovitsya-k-zemle?sphrase_id=54486 (дата обращения: 24.04.2018).

8. Узнайте, как «СТРИЖ» снизил расход воды для полива на 38 % на ферме в Калифорнии. [Электронный ресурс]. URL: https://strij.tech/publications/cases/proekt-po-sozdaniyu-sistemyi-kontrolya-orosheniya-poley-kaliforniya-okrug-fresno.html (дата обращения: 24.04.2018).

9. Покровский В. Система мониторинга поголовья на базе технологий «Интернета вещей». [Электронный ресурс]. URL: http://www.agbz.ru/articles/sistema-monitoringa-pogolovya-na-baze-tehnologiy--interneta-veschey (дата обращения: 24.04.2018).

10. 2017: IoT-проект для контроля поголовья свиней. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:MQTT_%28Message_Queue_Telemetry_Transport%29 (дата обращения: 24.04.2018).

11. Технологии «умного» сельского хозяйства позволяют повысить эффективность работы и снизить издержки. [Электронный ресурс]. URL: http://www.agroinvestor.ru/technologies/news/28325-vnedrenie-interneta-veshchey-prineset-apk-469-mlrd-rubley/ (дата обращения: 24.04.2018).

Goltyapin V.Ya.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky of Moscow Region

AREAS, OPPORTUNITIES AND PROSPECTS OF USING THE INTERNET OF THINGS IN AGRICULTURE

The areas and results of using the Internet of Things in agriculture are described, namely, in the plant growing, livestock farming and agricultural machinery operation. Thanks to the Internet of Things, it is possible to monitor and manage the state of soils, plants, animals, dispatching and collecting technological information in storage systems and initial processing of agricultural products.

Keywords: Internet of Things, sensor, wireless network, telemetry, monitoring, computer, software, cloud service.

УДК 631.3.009:004.428.4

Лютый А.В.,
Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Проанализированы математические методы и программные средства для расчетов характеристик земельных участков. Предложена концепция и программное обеспечение обработки результатов испытаний сельскохозяйственной техники с применением приборов определения топографических координат (географические координаты и высота над уровнем моря).

Ключевые слова: испытания, измерения участков по топографическим координатам, программное обеспечение.

При проведении испытаний сельскохозяйственной техники в зависимости от вида испытаний и типа испытываемой техники требуется определять многочисленные показатели в соответствии с номенклатурой, регламентированной нормативной документацией.

Например, при проведении эксплуатационно-технологической оценки [1] требуется определение следующих показателей:

рабочая ширина захвата, м;

средняя скорость, км/ч;

площадь и конфигурация обработанного участка.

В соответствии с постановлением от 01.08.2016 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования» [2] при оценке эффективности сельскохозяйственных тракторов требуется определение вышеперечисленных показателей.

Для улучшения точности показателей необходимо учитывать рельеф поля, то есть измерять географические координаты и высоту над уровнем моря, что позволяют современные навигаторы и приборы, разработанные в КубНИИТиМ.

Рассмотрим существующие геоинформационные системы (ГИС), предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Это инструменты, позволяющие пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах. Одна из областей применения ГИС – управление земельными ресурсами, земельные кадастры. Типичные задачи – составление кадастров, классификационных карт, определение площадей участков и границ между ними и т. д. Ниже приведены наиболее известные ГИС.

Геопортал Роскосмоса (http://pod.gptl.ru/) – геоинформационный ресурс для доступа к единому банку данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли из космоса.

Федеральная государственная информационная система территориального планирования (https://fgistp.economy.gov.ru/).

Яндекс. Карты (https://yandex.ru/maps/35/krasnodar/).

Google Maps (https://bestmaps.ru/region/) – это лидер среди современных картографических сервисов, предоставляющих спутниковые интерактивные карты онлайн.

При испытаниях сельхозтехники эти системы могут быть полезны для получения крупномасштабных снимков и карт-схем.

Также можно отметить программу «Geocontext-Profiler» [7], которая позволяет сделать топографические профили в любой точке мира. Можно получить данные о рельефе поля или обработанного участка.

На рисунке 1, для примера, представлена карта-схема и единичный профиль одного из полей НЭС.

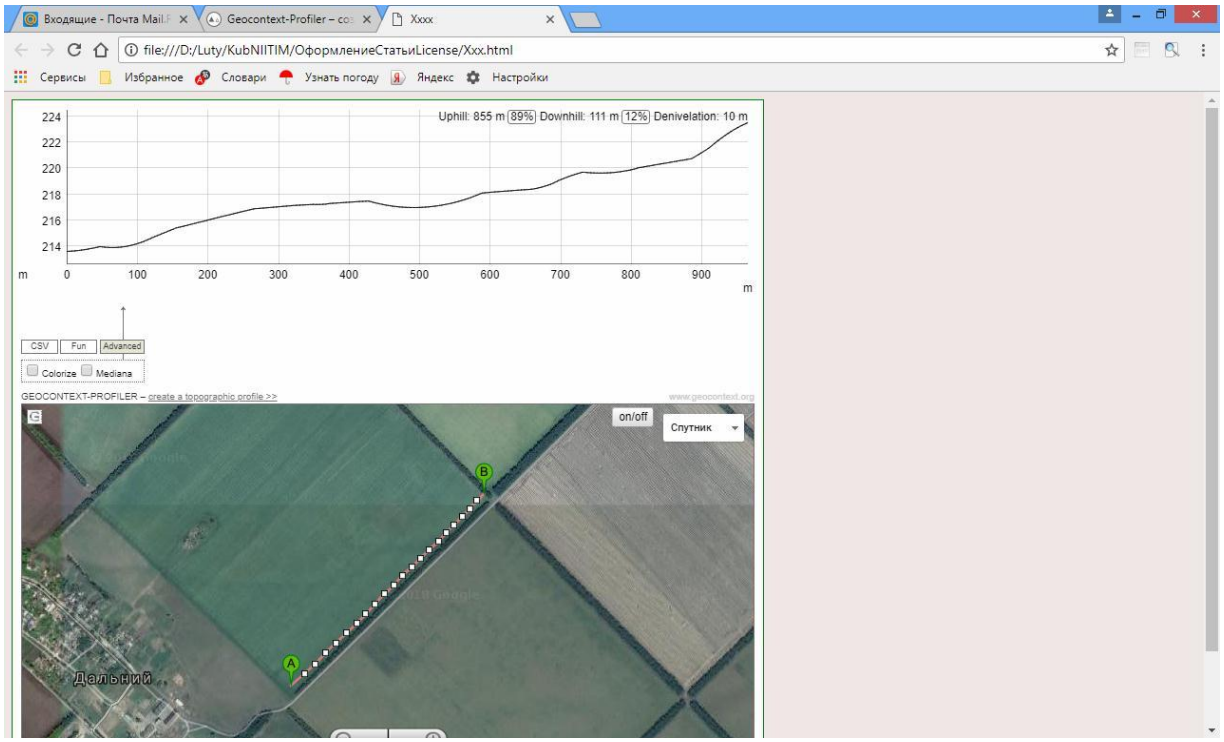


Рисунок 1 – Карта-схема и единичный профиль одного из полей НЭС

Использование датчиков ГЛОНАСС(GPS) и приборов хронометража, разработанных в КубНИИТиМ. Универсальный хронометр ИП-287 позволяет определять параметры технологических процессов работы сельхозтехники.

Актуальность представленного программного обеспечения заключается в том, что в расчетах и при построении модели используются оперативные данные (топографические координаты) в форматах, полученных непосредственно при испытаниях. Рассчитанные показатели отображаются в табличном и графическом виде, что повышает наглядность представления результатов.

Рассмотрим программные средства, разработанные в КубНИИТиМ.

Веб-приложение «Землемер» предназначено для решения задачи расчета длины сторон и площади земельных участков (полей), заданных географическими координатами угловых точек. Приложение также графически отображает плоский контур участка в линейных координатах на осях север-восток.

Веб-приложение «Захват» предназначено для решения задачи расчета ширины захвата сельскохозяйственного агрегата и площади обработанного участка по заданным географическим координатам начала и конца рабочих ходов. Приложение также графически отображает рабочие ходы и участок в линейных плоских координатах на осях север-восток.

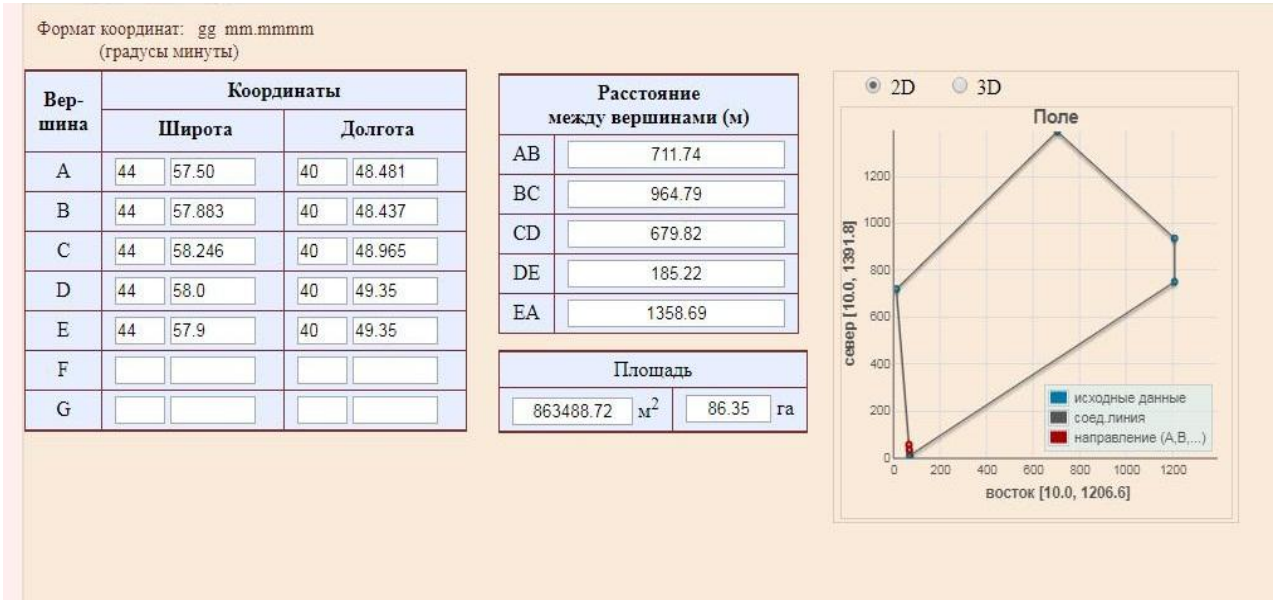


Рисунок 2 – Пример отображения параметров участка

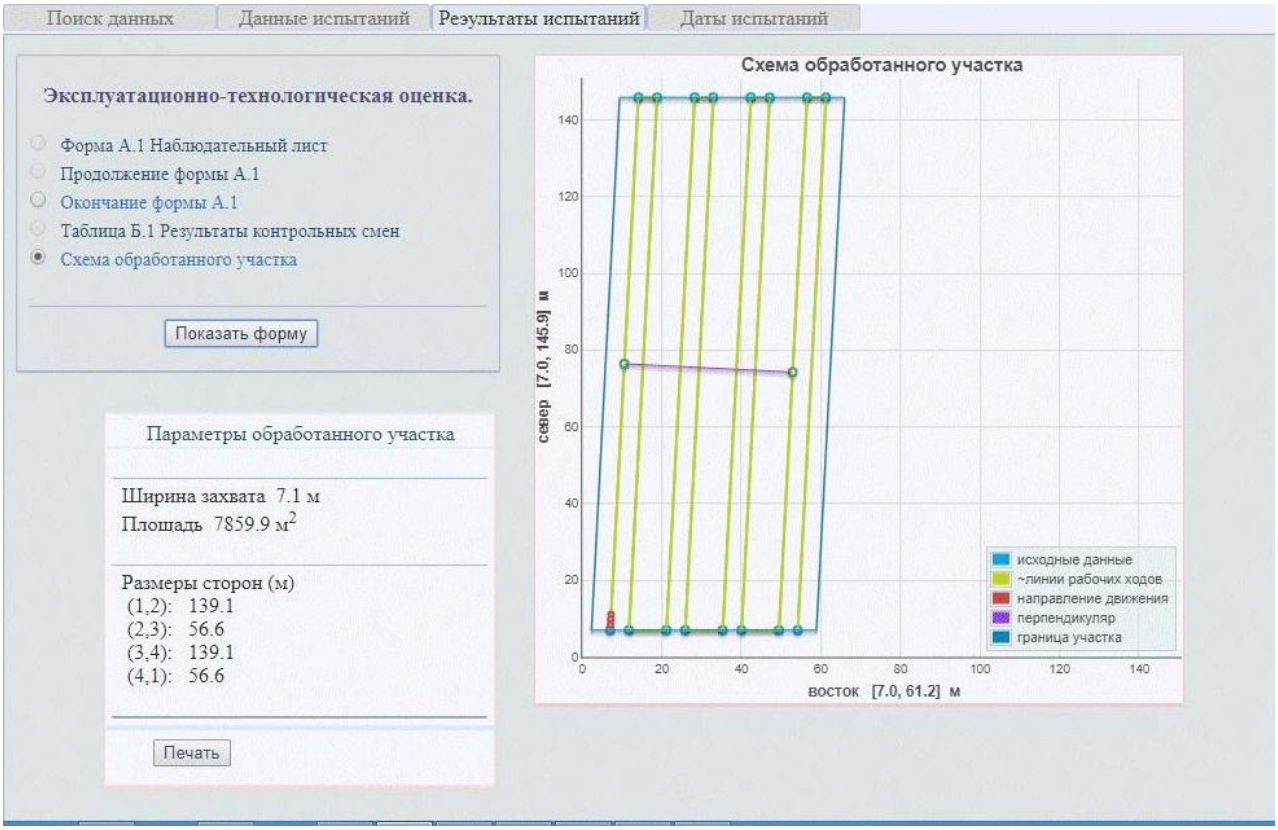


Рисунок 3 – Пример отображения рабочих ходов

Учет рельефа позволяет более точно рассчитать характеристики поля, обработанного участка, ширины захвата и средней скорости агрегата.

Веб-приложение «Землемер-3D» предназначено для построения 3D-модели поля по топографическим координатам. Данные получаются с помощью навигаторов или универсального хронометра ИП-287. Площадь поля рассчитывается с учетов рельефа. Графически отображается пространственная модель участка.

Для отображения используется WebGL библиотека «Three.js».

Необходимое при этом построение гладкого непрерывного покрытия осуществляется с помощью библиотеки «delaunay.js», которая реализует триангуляцию Делоне (рисунок 5). Триангуляция также используется для расчета площади участка.

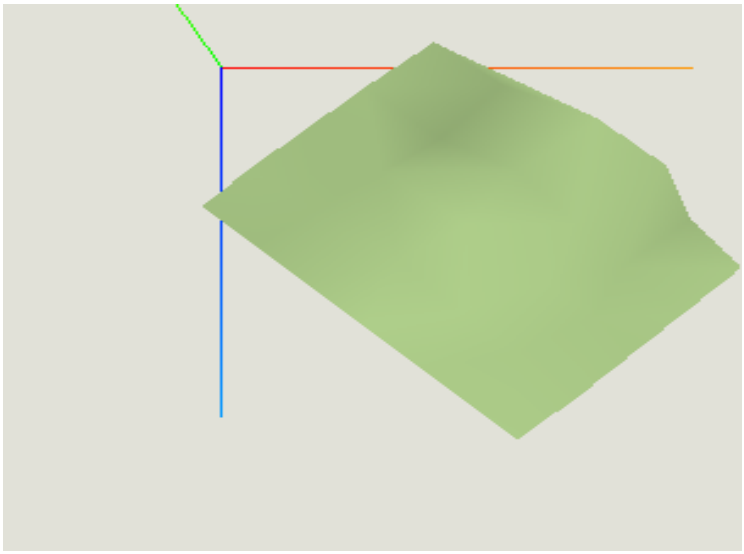


Рисунок 4 – Пример отображения 3D-участка

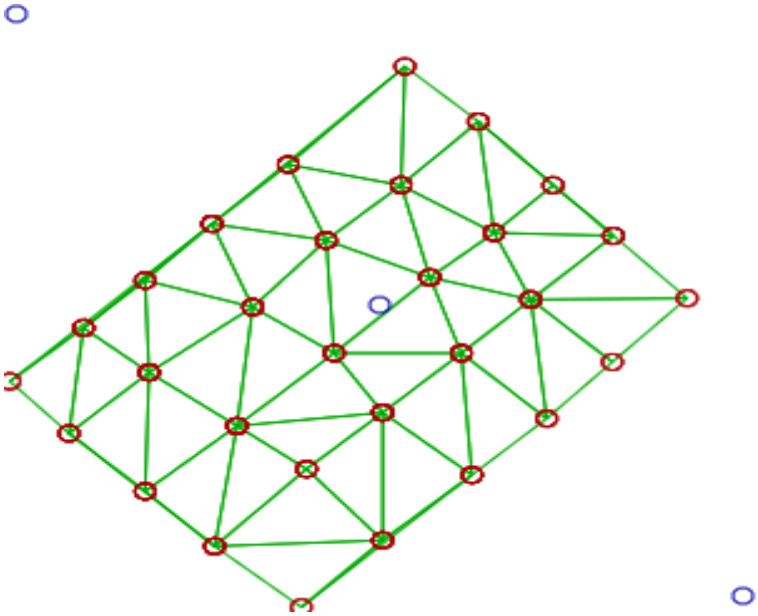


Рисунок 5 – Пример триангуляции Делоне

Библиографический список

1. ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – введ. 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – III, 24 с.
2. Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования: постановление Правительства от 01.08.2016 № 740 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2016. – № 32. – Ст. 5120.
3. Федоренко В.Ф., Трубицын Н.В. Современные информационные технологии при испытаниях сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 140 с. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=26212773 .
4. ГОСТ 32453-2013. Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек. – введ. 2014-04-15 – М. : Стандартинформ, 2015. – III, 15 с.
5. Gauss Conformal Projection (Transverse Mercator). [Электронный ресурс]. URL: https://www.lantmateriet.se/.../gauss_conformal_projection.pdf (дата обращения: 21.04.2018).
6. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. / [Электронный ресурс]. URL: https://www. http://gis-lab.info/ . (дата обращения: 03.05.2018).
7. Топографический профиль рельефа. / [Электронный ресурс]. URL: http://www.geocontext.org/publ/2010/04/profiler/ru/ (дата обращения: 25.04.2018).

Lyutyy A.V.,
The Novokubansky branch of FSBSF «Rosinformagrotech», Novokubansk

SOFTWARE OF MEASUREMENTS FOR TOPOGRAPHICAL COORDINATES AT TESTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

In article the mathematical methods and software for calculating the characteristics of land plots are analyzed. The concept and software for processing the results of testing agricultural machinery using instruments for determining topographic coordinates (geographical coordinates and altitude above sea level).

Keywords: testing, measuring, web programming, programming, topographical coordinates, parameters of the land plot, 3d-model.

УДК 620:631.365

Щеголихина Т.А.,
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московской обл., р.п. Правдинский

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В статье рассматриваются компьютерные системы и программное обеспечение для дистанционного и автоматического контроля и управления при внесении пестицидов, осуществляющие контроль технологических параметров, обнаружение возникающих неисправностей рабочих органов и др.

Ключевые слова: опрыскиватель, компьютерные системы, программное обеспечение, автоматическая система управления, сенсор.

В сельскохозяйственном производстве получают все большее распространение технологии точного земледелия. В числе основных направлений применения навигационно-информационных технологий на основе GPS и ГЛОНАСС можно выделить использование технических систем автоматизированного управления на современных опрыскивателях. Среди них: автоматическое управление на поворотных полосах, изменение ширины захвата, контроль потока жидкости в форсунках и др.

Среди зарубежных фирм, специализирующихся на разработке и изготовлении компьютерных систем или отдельных их элементов для дистанционного и автоматического контроля и управления при внесении пестицидов, наиболее крупными являются «TeeJet Technologies» (США), «Trimble» (США), «Amazonen-Werke» (Германия), «Topcon» (США), «Muller Electronic» (Германия), «RDS Technology LTD» (Великобритания), «AgLeader Technology» (США) и др.

Для внедрения таких систем необходимо использовать специальное программное обеспечение, которое устанавливается на компьютер опрыскивателя или на современные мобильные устройства (смартфон, планшет и т. д.).

Программа Simplot Spray Guide, разработанная совместно компаниями «Precision Laboratories» и «Simplot», позволяет рассчитать количество препаратов, необходимых для приготовления комплексных средств защиты растений. Программа облегчает приготовление баковых смесей, дает возможность пользователю документировать свои действия (информацию об используемых препаратах, месте их применения, погодных условиях и др.) и передавать информацию коллегам.

Подготовленная компанией «TeeJet Technologies» программа SpraySelect облегчает правильный выбор и настройку распылителей. При вводе скорости движения опрыскивателя, расстояния между форсунками и желаемой дозировки предлагается выбрать размер капель. Результатом работы программы является список рекомендуемых для данных условий распы-

лителей. Если плотность распыляемой жидкости сильно отклоняется от 1 г/см^3, то можно задать и данный параметр.

Приложение Connected Farm от фирмы «Trimble» позволяет производить расчет плотности сорняков, насекомых и болезней и делать фотографии с точной географической привязкой; управлять своими данными в сервисе Trimble Connected Farm, находясь в поле; дает информацию о границах поля.

Программа Weed Manager PLUS является последним дополнением к платформе борьбы с сорняками Roundup Ready PLUS Weed Management Solutions компании «Monsanto» (США). Она содержит набор рекомендаций, касающихся борьбы с сорняками при возделывании основных культур, позволяет рассчитать объемы препаратов для приготовления баковых смесей, предполагаемое увеличение прибыли от использования рекомендованных средств борьбы с сорняками, имеет калькулятор пересчета единиц измерения.

Программа Mix Tank (компания «Precision Laboratories») записывает, хранит и позволяет распространять информацию о дозах внесения препаратов в различных точках поля, учитывая погодные условия с использованием GPS. Имеет большую базу данных средств защиты растений и их производителей.

Программа Sprayer Calibration, разрабатываемая в Университете штата Миссисипи, позволяет правильно откалибровать форсунки распылителей [1].

Программное обеспечение для опрыскивателей AcuraSpray, состоящее из модулей SmartRefill и WorkToZero (компания «Amazonen-Werke», Германия), оптимизирует время до следующего заполнения бака опрыскивателя средствами защиты растений и одновременно минимизирует остатки средств после проведения последней обработки, а также перед заменой препарата.

Приложение Vector Sprays, созданное в Исследовательском центре контроля за вредителями (США), позволяет минимизировать контакт человека со средствами защиты. Оно работает с 60 моделями опрыскивателей 19 различных производителей. Пользователю достаточно выбрать из списка его модель техники, после чего программа сама позволяет ввести все необходимые данные. Менять настройки можно дистанционно, во время работы.

Управление секциями штанги. Это направление представлено системами Swath Control Pro (фирма «John Deere»), Swath Manager Boom Pilot и Centerline 230BP («TeeJet»), Field-IQ («Trimble»), AutoSwath («AgLeader Technology»).

Новая система Swath Control Pro, которой оснащаются все самоходные опрыскиватели John Deere серии 30, автоматически включает и выключает отдельные секции штанги и распылители на поворотных полосах, водоотводах, ранее обработанных участках или других, не требующих опрыскивания участках. Вместе с системой автоматического вождения AutoTrac Assisted Steering система Swath Control Pro обеспечивает эффективное внесение химикатов, снижение нагрузки на оператора и сокращение производственных расходов до 5 % [2].

Автоматическая система управления секциями штанги Swath Manager (рисунок 1) позволяет выполнять автоматическое управление максимум десятью секциями штанги, сохранять информацию об уже обработанных участках. При перекрытии таких участков соответствующая секция штанги будет отключена. Для точного соблюдения норм опрыскивания и полного охвата участка система Swath Manager осуществляет взаимосвязь практически с любой системой, в состав которой входят электромагнитные или шаровые запорные клапаны, включая контроллеры посторонних изготовителей [3].

Функция автоматического включения/выключения секций AutoSwath в системе управления DirectCommand (AgLeader Technology) постоянно контролирует, регулирует и записывает операции на поле, основанные на нормах внесения выставленных вручную или используя дифференциальную норму внесения из файла предписания. Система использует сигнал с расходомера и данные о скорости с радара или GPS-приемника. DirectCommand может считывать информацию с трех опциональных датчиков давления, устраняя необходимость наблюдения за манометрами вне кабины [4].



Рисунок 1 – Автоматическая система управления секциями штанги Swath Manager

Система контроля внесения материалов Field-IQ предназначена для точного внесения растворов при опрыскивании. Управляет до 48 секциями или форсунками, во избежание передозировки закрывает секции на водотоках и пересечениях рядков. Не требует дополнительных кабелей для подсоединения напрямую к запорным клапанам штанги.

В систему Field-IQ добавлена функция контроля высоты штанги для самоходных опрыскивателей, с помощью которой можно регулировать высоту штанг ультразвуковыми датчиками, измеряющими расстояние до земли или растительного покрова для равномерного внесения материала. Данная функция позволяет снизить утомляемость оператора, исключив необходимость ручного управления штангой; предотвратить повреждения штанги за счет ее автоматического поднятия над препятствиями на поле; обеспечить более точное внесение материалов путем автоматизации корректировки высоты штанги по необходимости; минимизировать воздействие на окружающую среду за счет исключения нецелевого внесения материалов. Первоначально она будет доступна на дисплее Trimble CFX-750 (рисунок 2) [5].



Рисунок 2 – Дисплей Trimble CFX-750

Система контроля высоты штанг Norac UC5 (рис. 3) представляет собой комплект из пяти ультразвуковых датчиков и гидравлических приспособлений. Поддерживает постоянную высоту штанг путем мониторинга рельефа земли или поверхности урожая в зависимости от состояния посевов и операторских настроек. Оснащена функцией «крена» (определения угла наклона штанги), которая позволяет системе контролировать и компенсировать штангу в центре. Имеет возможность контроля «покачивания» штанги, что также позволяет проводить максимально равномерную обработку растений. Для удобства настройки, калибровки и работы имеет возможность подключения к терминалу стороннего производителя [6].



Рисунок 3 – Опрыскиватель, оснащенный системой контроля высоты штанг Norac

Сенсорный контроль потока жидкости в форсунках по сравнению с традиционным (путем осмотра) имеет заметные преимущества. Неполадки автоматически и без задержки отражаются на дисплее терминала, что позволяет механизатору достоверно определить поломанную или забившуюся форсунку и своевременно устранить неисправность.

Компания «TeeJet Technologies» разработала монитор контроля потока 750T TeeJet (рисунок 4). Прибор содержит компактный турбинный расходомер, встраиваемый в корпус каждого распылителя на штангах длиной до 40 (42) м. Монитор улавливает отклонения потока в диапазоне ±5 % от среднего уровня потока во всех форсунках, имеющихся на штанге. При потоке выше или ниже порогового уровня происходит визуальное и звуковое оповещение и отображается номер корпуса, где это зафиксировано. Кроме того, на корпусе с форсункой загорается лампочка-индикатор для механизатора. Сигналы о потоке каждой отдельной форсунки передаются по CAN-шине и обрабатываются в мониторе, расположенном в кабине трактора (опрыскивателя). Дополнительно система позволяет обнаружить снижение уровня потока на штанге при неисправном секционном клапане или частично засоренном фильтре распылителя [7].



Рисунок 4 – Монитор контроля потока распылителей 750T TeeJet

Немецкие фирмы «INUMA Fahrzeug-Service und Maschinenbau GmbH» и «Lemken» также используют различные виды сенсорных датчиков, регистрирующих поток жидкости на каждой форсунке опрыскивателя.

Новая разработка компании «Amazonen-Werke» – система электронного отключения четырехсекционного держателя форсунок AmaSelect pro. Модификация pro на AmaSelect подразумевает регулировку форсунок с различными свойствами падения капель при равном давлении в пределах одной ширины захвата. В частности, при большой ширине захвата (более 30 м) с помощью AmaSelect pro можно настроить форсунки на крупнокапельную обработку наружных участков поля (5-15 м) и мелкокапельную обработку на внутренних участках поля. В системе используется функция уменьшения расстояния между форсунками с 50 см до 25 см. Она автоматически заменяет опрыскивание форсунками с крупными каплями и расстоянием между форсунками 50 см на опрыскивание двумя форсунками с мелкими кап-

лями двойной плоской струей и расстоянием 25 см. Пользователь может в любое время активировать настройки во время движения без централизованного отключения секций. AmaSelect позволяет полностью отключать секции шириной 1 м [8].

Среди многих параметров, которые характеризуют технологический процесс опрыскивания, наиболее важными являются концентрация рабочего раствора средств защиты растений, норма внесения препарата и уровень загрязнения окружающей среды вредными соединениями.

Применение на опрыскивателях компьютерных систем автоматизированного контроля и управления позволяет осуществлять контроль технологических параметров, быстрое обнаружение возникающих неисправностей рабочих органов, минимизировать пропуски и двойное внесение рабочего раствора, способствует снижению факторов неэффективного внесения средств защиты, неблагоприятного воздействия на окружающую среду, дает экономию рабочего времени и снижает утомляемость оператора.

Библиографический список

1. 12 программ для 2013 года // Южный дом. – 2012. – № 3. – 1 с.
2. Новые самоходные опрыскиватели серии 30. [Электронный ресурс]. URL: https://www.deere.ru/ru_RU/docs/product/equipment/sprayers/self_propelled_sprayers/brochure/sp_sprayers.pdf. (дата обращения: 26.09.2018).
3. Автоматическая система управления секциями штанги Swath Manager. [Электронный ресурс]. URL: http://teejet.it/media/40027/sm_russian_2-21-07.pdf (дата обращения: 26.09.2018).
4. AgLeader Technology Russian – Catalog 2013 (pdf). – 43 с.
5. Trimble добавляет функцию контроля высоты штанги. URL: http://agropraktik.ru/blog/precision_agriculture/72.html (дата обращения: 21.08.2018).
6. Система автоматического контроля высоты штанги опрыскивателя NORAC. [Электронный ресурс]. URL: http://agropraktik.ru/blog/precision_agriculture/76.html (дата обращения: 20.09.2018).
7. Комплексный подход к внесению удобрений от компании «Тиджет-Текнолоджиз» // Сельский механизатор. – 2012. – № 10. – 1 с.
8. Самоходный опрыскиватель Pantera 4502. [Электронный ресурс]. URL: https://www.promintel-agro.ru/images/Amazone/Pantera/pantera.pdf (дата обращения: 11.09.2018).

Shchegolikhina T.A.,
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky of Moscow Region

SOFTWARE AND ELECTRONIC SYSTEMS FOR MANAGING THE TECHNOLOGICAL PROCESS IN THE APPLICATION OF PLANT PROTECTION AGENTS

The paper deals with computer systems and software for remote and automatic control and management when applying pesticides, which control process parameters, detect faults of working elements, etc.

Keywords: sprayer, computer systems, software, automatic control system, sensor.

УДК 621.43:681.518

Ёлкин О.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Морозов В.Б.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАТЫ СОПРЯЖЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ ДВС, ОСНАЩЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ

В работе показана целесообразность применения динамического метода для оценки мощности автотракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в эксплуатационных условиях. Приведена структурная схема устройства определения энергетических параметров ДВС, в том числе имеющих систему бортовой диагностики. Отражены особенности разработки платы сопряжения устройства и формирования информационного сиг-

нала. Рассмотрены направления дальнейшего совершенствования метода и вопросы практического применения устройства в сельхозпредприятии.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, диагностирование, динамический метод, мощность, энергетическая оценка, сельхозпредприятие.

Отсутствие контроля мощности (без специальных средств) при выполнении сельскохозяйственных работ приводит к использованию тракторов при завышенных расходах топлива из-за потери тяговых свойств. Необходим оперативный контроль энергетического потенциала машинно-тракторного парка сельхозпредприятия, для чего требуется мониторинг параметров ДВС (непрерывного или периодического определения эффективной мощности ДВС) – перспективного направления диагностики самоходных машин в АПК [1]. Результаты ряда исследований, например [2], показали, что непрерывный мониторинг фактического состояния машинно-тракторного агрегата (МТА) позволяет выявить скрытые резервы по мощности в пределах 6,0–15,6 %, по расходу топлива – 12,0–18,7 %.

В производственных условиях перспективно применение *динамического метода* диагностики тракторных ДВС на основе моделей переходных процессов. Этот метод заключается в тестовом циклическом воздействии (динамический тест) на двигатель – подачей топлива от минимального уровня до максимального уровня. При этом коленчатый вал ускоряется и замедляется между установившимися режимами. Измеряя процесс изменения угловой скорости и ускорения коленчатого вала, можно построить скоростную динамическую характеристику, аналогичную получаемой при стендовых испытаниях, по параметрам которой определяются динамические свойства и мощность ДВС. Это направление получило развитие в исследованиях СибФТИ СФНЦА РАН по диагностированию тракторных ДВС в условиях эксплуатации с использованием измерительных, вычислительных и интеллектуальных технологий [3–5].

При диагностировании ДВС используются сигналы физических процессов, характеризующие работу двигателя. После измерения и предварительной обработки сигналов, поступающих с датчиков, выполняется целенаправленная обработка информации для вычисления характеристик и параметров ДВС, нахождения диагностических признаков оценки состояние ДВС с применением методов анализа сигналов.

Важным аспектом развития исследований является то, что современные автотракторные двигатели оснащены *электронной системой управления*, обеспечивающей необходимый алгоритм управления режимами работы двигателя на основе характеристик по измеренным значениям параметров двигателя. Отсюда очевиден принцип создания систем, использующих бортовую сеть трактора – это диагностирование различными аналитическими методами по измеренным процессам не только от специальных устанавливаемых датчиков физических процессов ДВС (например, датчиков углового положения коленчатого вала), но и с использованием сигналов, определяемых стандартным протоколом средств коммуникаций от датчиков электронной системы управления.

Для реализации предложенного принципа в СибФТИ СФНЦА РАН разработано диагностическое устройство «МОТОР-ТЕСТЕР СибФТИ 2» для определения мощности автотракторных двигателей [6]. Применена специализированная плата NI sbRIO-9636, функционирующая на базе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) и контроллера реального времени компании National Instruments.

Устройство оценки мощности тракторного двигателя состоит из датчика, блока регистрации подключаемого к персональному компьютеру по Ethernet-интерфейсу посредством проводного или беспроводного соединения (рисунок 1). В качестве информативного сигнала для работы устройства используется сигнал как от специально устанавливаемого на ДВС датчика положения коленчатого вала (ДПКВ) в картере сцепления напротив зубчатого венца маховика, так и от штатного датчика ДВС по диагностическому разъему (OBD-II). Для подключения датчиков ДПКВ (индуктивного и датчика Холла) разработана плата сопряжения.

Сигнал с датчика ДПКВ и штатного датчика двигателя поступает соответственно в плату сопряжения или в плату NI sbRIO-9636 по CAN шине.

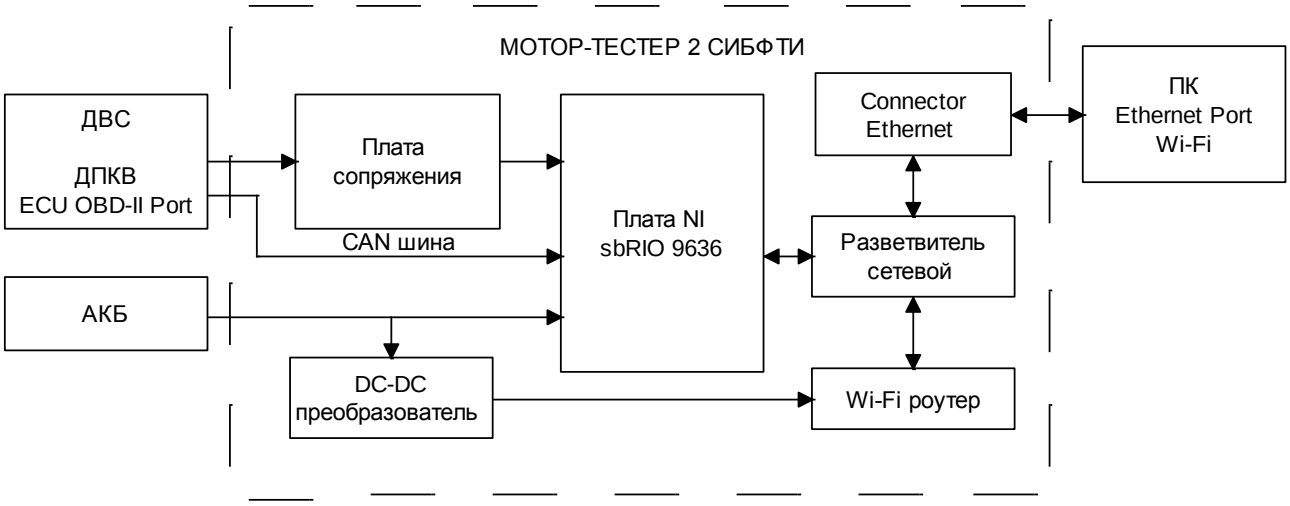


Рисунок 1 – Структурная схема диагностического устройства
ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ECU – электронный блок управления двигателем;
ДПКВ – датчик положения коленчатого вала; АКБ – аккумуляторная батарея;
ПК – персональный компьютер

Преобразователь сигналов с датчика ДПКВ платы сопряжения предназначен для получения логических сигналов КМОП (3,3В), положительный фронт которых определяет точное положение коленчатого вала в момент прохождения зуба кодового колеса через зону чувствительности датчика. Диапазон амплитуды выходных сигналов ДПКВ в зависимости от частоты вращения вала находится в пределах от единиц до десятков вольт. Для уменьшения погрешности определения положения вала сигнал датчика симметрично ограничивается с помощью диодов Шоттки и подается на компаратор. С выхода компаратора логический сигнал КМОП (5,0 В) через преобразователь уровней 4050 (5В в 3В) подается на вход платы NI sbRIO-9636. Аналогично, логический сигнал ТТЛ (5,0 В) с датчика Холла через преобразователь уровней 4050 подается на другой вход платы NI sbRIO-9636.

Информационный сигнал, поступающий в плату NI sbRIO-9636, проходит через формирователь импульсов и поступает в ПЛИС, на котором реализована обработка сигнала с использованием счетчика импульсов и дифференцирующего устройства (рисунок 2).

В результате получаем информационный сигнал, характеризующий частоту и ускорение вращения коленчатого вала, поступающий на обработку в контроллер. В контроллере сигнал обрабатывается и подготавливается к передаче на персональный компьютер. Дальнейшая обработка осуществляется специальным программным обеспечением компьютера. Для связи с персональным компьютером используется Ethernet-интерфейс посредством проводного или беспроводного соединения.

Оценка энергетических параметров тракторных двигателей выполняется, по алгоритму расчета диагностических параметров ДВС в режиме реального времени по скоростной характеристике методом дискретного дифференцирования данных временных интервалов.

Полученные параметры мощности ДВС оцениваются с учетом динамики их изменения при эксплуатации ДВС (путем сравнения их с паспортными значениями). На основе результатов анализа формируется заключение о возможности продолжении эксплуатации трактора или о необходимости ремонтно-регулировочных работ.

При дальнейшем совершенствовании метода и устройства перспективен отказ от необходимости специального проведения механизатором серии полноценных циклов разгона-выбега, что требует непроизводительных временных и трудовых затрат, а также качественного проведения тестовых воздействий. Как известно, при непосредственном выполнении трактором технологических сельскохозяйственных операций работе ДВС присущи неустановившиеся режимы работы с широким изменением диапазона нагрузок и частоты вращения

коленчатого вала, что как раз и характеризует динамические свойства двигателя, информация о которых нужна при расчете параметров.

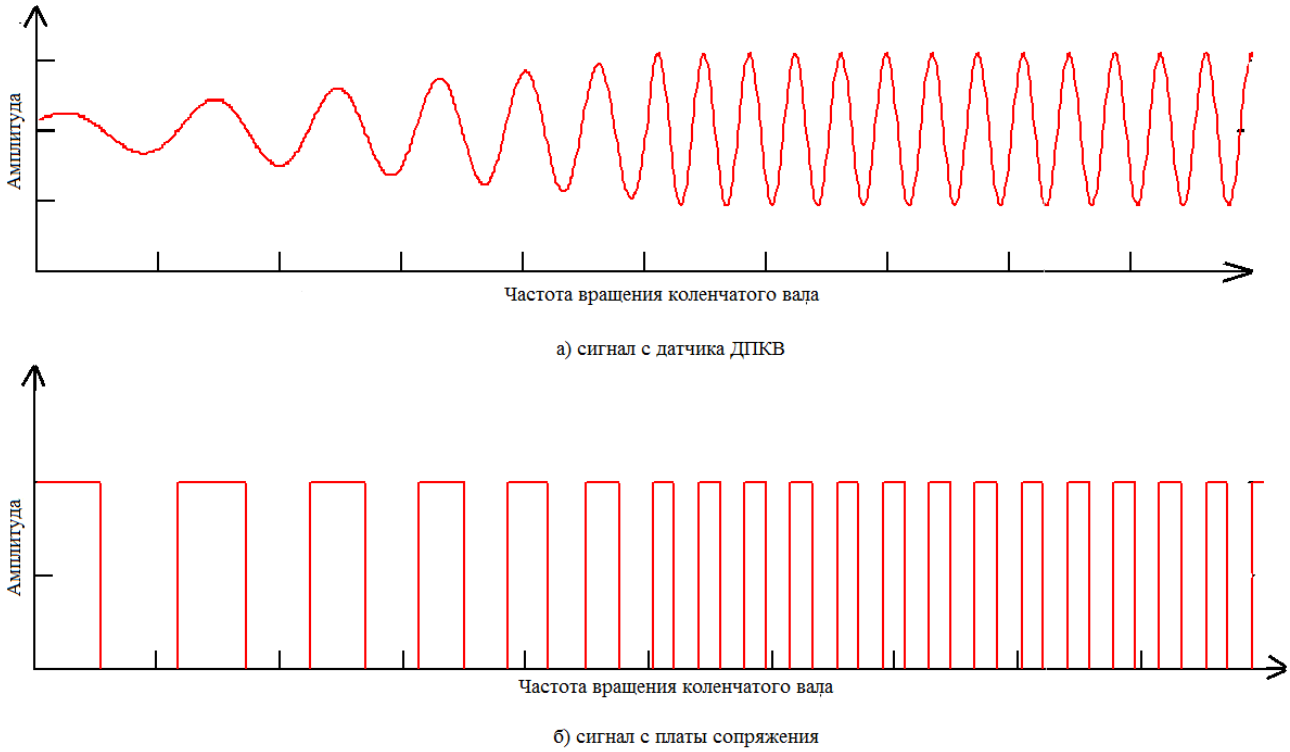


Рисунок 2 – Диаграммы сигналов с датчика ДПКВ и платы сопряжения

Кроме этого, учитывая развитие вычислительной и коммуникационной техники, перспективно применение малогабаритных быстродействующих и надежных средств для передачи, обработки и визуализации информации, что предполагает создание в дальнейшем встроенных средств диагностирования тракторных ДВС.

В результате исследований для диагностического устройства МОТОР–ТЕСТЕР-2 СибФТИ СФНЦА РАН разработано устройство сопряжения, обеспечивающее получение информативного сигнала как от специально устанавливаемого на ДВС датчика, так и от штатного датчика ДВС по диагностическому разъему, что позволило сформировать информационную технологию определения мощности ДВС, оснащенных электронным блоком управления. Обосновано использование этой технологии как дополнение к технологии диагностирования тракторов с помощью установки КИ-13940 ГОСНИТИ в части измерения частоты вращения коленчатого вала и определения мощности дизеля тракторов путем формирования дополнительной технологической карты [7, 8].

Экспериментальная проверка в производственных условиях подтвердила возможность мониторинга мощностных параметров ДВС во время полевых работ. Анализ полученных данных позволил специалисту принять оперативные решения по ремонтно-регулировочному воздействию. Это позволило предотвратить перерасход топлива, снизить эксплуатационные затраты и повысить тем самым эффективность производства сельхозпродукции [9].

Библиографический список

1. Дунаев А.В., Костомахин М.Н., Воронов А.Н. Перспективы развития диагностики самоходных машин в АПК // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации гос. программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. междунар. науч.-техн. конф. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. – Ч. 2. – С. 73–75.
2. Калачин С.В. Оптимизация режимов работы машинно-тракторного агрегата на основе непрерывного контроля интенсивности изменения его эксплуатационных параметров: дис. ... док. техн. наук: 05.20.01. Саранск, 2011.
3. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н. Разработка компьютерной настраиваемой модели двигателя внутреннего сгорания // Вычислительные технологии. – 2013. – Т. 18. – № 6. – С. 54–61.

4. Савченко О.Ф., Альт В.В., Добролюбов И.П., Ольшевский С.Н. Развитие средств автоматизации измерений и анализа рабочих процессов при испытаниях ДВС // Двигателестроение. – 2014. – № 2. – С. 26–31.
5. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Борисов А.А., Орехов А.К. Разработка динамической модели ДВС // Труды ГОСНИТИ, 2015. – Т. 118. – С. 8–15.
6. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н., Борисов А.А., Орехов А.К. Определение мощности автотракторных двигателей по параметрам системы бортовой диагностики // Труды ГОСНИТИ, 2015. – Т. 119. – С. 151-156.
7. Альт В.В., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Ёлкин О.В., Клименко Д.Н. Автоматизированная технология энергетического мониторинга тракторного парка сельхозпредприятия // Труды ГОСНИТИ, 2017. – Т. 129. – С. 36–44.
8. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф., Ёлкин О.В., Добролюбов И.П., Клименко Д.Н., Орехов А.К., Борисов А.А. Методические положения по диагностике двигателей внутреннего сгорания энергонасыщенной техники динамическим методом. – Новосибирск: СибФТИ СФНЦА РАН, 2017. – 56 с.
9. Савченко О.Ф., Ёлкин О.В., Сапронов В.Н. Оценка мощности тракторных двигателей в производственных условиях с применением устройства «МОТОР-ТЕСТЕР СИБФТИ» // Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: мат. междунар. науч.-техн. конф. / СибИМЭ СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2017. – Т. 1. – С. 390–394.

Elkin O.V., Savchenko O.F., Olszewski S.N., Morozov V.B.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE PAYMENT OF INTERFACE OF THE DIAGNOSTIC DEVICE OF ASSESSMENT OF POWER OF DVS, EQUIPPED WITH THE ELECTRONIC CONTROL UNIT

In work the expediency of application of a dynamic method for assessment of power of autotractor DVS in operational conditions is shown. The block diagram of the device of determination of the DVS power parameters including having the system of onboard diagnostics is provided. Features of development of a payment of interface of the device and formation of information signal are reflected. The directions of further improvement of a method and questions of practical use of the device in agricultural enterprise are considered.

Keywords: internal combustion engine, diagnosing, dynamic method, power, power assessment, agricultural enterprise.

УДК 629.113:621.436.12

Батищев В.Я.,
Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАСОС-ФОРСУНОК И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НАСОСОВ ДВС

Приведен анализ оборудования различных фирм для восстановления насос-форсунок и индивидуальных насосов. Указаны стоимости и возможности комплектов оборудования. Рассмотрен способ ремонта насос-форсунок, при котором производится восстановление электромагнитного клапана высокого давления путем измерения токов срабатывания и отпускания (используется тестер насос-форсунок ТНФ-1) и, при необходимости, замена распылителя форсунки.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, насос-форсунка, индивидуальный насос, электромагнитный клапан высокого давления, распылитель форсунки.

Появление в 80-х годах прошлого века в системе подачи топлива для дизельных двигателей насос-форсунок (Unit Injektor) и индивидуальных насосов (Unit Pump) с электронным управлением было новым этапом в совершенствовании ДВС. Электронное управление впрыском позволило более точно управлять моментом и количеством (длительностью) подачи топлива, а повышенное давление в распылителе до 200 МПа улучшило смесеобразование. В ДВС с насос-форсунками (НФ) и индивидуальными насосами (ИН) была увеличена удельная мощность и крутящий момент, уменьшены выбросы вредных веществ и снижены шумы двигателя. Например, если двигатель ЯМЗ-236 при давлении впрыска 15 МПа и расходе топ-

лива 28 л на 100 км имел мощность двигателя 180 л.с., то современный двигатель при давлении впрыска до 250 МПа и расходе топлива 28 л на 100 км – 400 л.с. и более. То есть удельная мощность повысилась в 2 раза, а нормы выброса вредных веществ снижены в десятки раз [3]. НФ/ИН, используемые в системах подачи топлива грузовых автомобилей имеют высокую надежность (пробег более 1 млн км), но при низком качестве дизельного топлива может понадобиться замена или ремонт и после 400-500 тыс. км. Двигатели, в которых используются НФ/ИН, установлены в тракторах, грузовых автомобилях и другой технике, выпускаемой начиная с 80-х годов и до настоящего времени. За последние 20 лет на территорию РФ ввезен и активно эксплуатируется большой автопарк подержанной грузовой и специальной техники, а также импортные трактора и комбайны. Поэтому необходимость в диагностики и ремонте топливной аппаратуры и, в частности НФ и ИН, только возрастает.

В настоящее время более 90 % рынка НФ/ИН занимает продукция таких фирм как Delphi, Bosch, Cummins, Detroit Diesel, Caterpilar. Выпускаемые ими устройства используются в автомобилях, тракторах и другой спец. технике, таких известных фирм как Volvo, Man, John Deerer и т.д. Но только Delphi (по договору с фирмой Hartridge) и Bosch создали сеть авторизованных сервисных центров по тестированию и ремонту НФ/ИН в РФ. Стендовое и другое вспомогательное оборудование этих 2-х фирм в первую очередь ориентировано на работу с собственными устройствами, характеристики которых известны производителю. Для проверки чужих изделий необходимо предварительно, по правильно работающему устройству (НФ/ИН), создать образец, т.е. подобрать оптимальные тестовые параметры и сохранить результаты тестирования. Затем использовать сохраненные данные для проверки ремонтируемого комплекта форсунок. Высокая стоимость данного оборудования (в зависимости от комплектации 2,5-7 млн руб.) и необходимость выполнять взятые при заключения договора (авторизации) требования препятствуют широкому распространению данного оборудования в нашей стране. К средней ценовой (порядка 1-2млн руб.) категории можно отнести оборудование компаний Италии, Греции, Турции и т.д. На сегодняшний день доступны и бюджетные комплекты с ценой до 1млн руб. выпускаемые в России (наша электроника и программное обеспечение) на основе китайских стендов (станина, привод и т. д.). Также многие предприятия проводят модернизацию старых топливных стендов, устанавливая дополнительно камбоксы и электронные блоки управления клапаном НФ/ИН (стоимость от 0,6 млн руб.). Вместе с оборудованием и программным обеспечением (ПО) производители передают параметры и результаты тестирования широко распространенных моделей НФ/ИН – базу данных образцов. Эта база может пополняться пользователем самостоятельно новыми образцами (аналогично дорогим стендам).

Все стендовое оборудование (от дорогого до бюджетного) для проверки НФ/ИН использует традиционную методику, основанную на измерении цикловых подач при различных частотах вращения и интервалах длительности впрыска. Стендовое оборудование фирмы Bosch и некоторых других фирм дополнительно позволяет измерить (по графику тока в катушке клапана) интервал времени от момента подачи сигнала на катушку до момента закрытия клапана (BIP- сигнал), а также фиксировать момент начала впрыска, используя дополнительной датчик впрыска (устанавливается за распылителем НФ). На стенде фирмы Hartridge эти данные (BIP и момент впрыска) определяются по графику давления под плунжером, которое измеряется специальным датчиком.

В корпусе НФ объединены: насос высокого давления (НВД), электромагнитный клапан высокого давления (ЭКВД) и распылитель форсунки в сборе. Для ИН все аналогично, но только распылитель располагается отдельно и соединяется с ИН трубкой высокого давления. ЭКВД (при работе системы подачи топлива), получая команду – электрический импульс от блока управления двигателем, отсекает рабочую камеру от магистрали. После чего НВД начинает поднимать давление в рабочей камере (максимально до 250 МПа). Когда давление топлива превысит 25-35 МПа (зависит от модели НФ/ИН) распылитель откроется и начнется впрыск топлива в камеру сгорания. После окончания электрического импульса рабочая камера подключается к магистрали, давление снижается и впрыск топлива прекращается [1].

Продолжительная работа и динамические нагрузки при высоких давлениях приводят к износу и повреждению запорных кромок клапана и отверстий распылителя. Особенно это усугубляется при наличии в топливе примесей и посторонних частиц размером более 10 мкм [1,2,3]. Распределение неисправности НФ/ИН в % по отдельным узлам приведено в [3]. Корпус, пружина НВД и плунжер порядка – 2 %. Клапанный узел – 63 %. Электромагнитная часть управления – 5 %. Распылитель – 30 %. В настоящее время большинство организаций при ремонте всегда производят замену распылителя (для некоторых типов НФ/ИН заменяется и пружина распылителя), что вызвано небольшой стоимостью распылителей 250-2500 руб., а главное, их неремонтопригодностью. Для нового распылителя на гидравлическом стенде регулируется давление начало впрыска (изменением жесткости пружины) перед установкой в НФ. На этом ремонт узла распылителя НФ считается законченным. Аналогично решается вопрос ремонта катушки ЭКВД – заменой после измерения сопротивления (диапазон для различных катушек составляет 0,10-7,00 Ом), если обнаружено короткое замыкание или обрыв. Исправность корпуса НФ, пружины НВД и плунжера на практике оценивается визуально и (или) измерением линейных размеров. Самый сложный прецизионный узел НФ/ИН – клапанный блок ЭКВД стоимостью 3000-11000 руб. (цена зависит от модели и производителя) ремонтируется или заменяется новым. При этом состояние запорной кромки клапана проверяется визуально с использованием микроскопа. Ход клапана (диапазон 100-300 мкм) измеряется после разбора НФ/ИН. Для полной диагностики ЭКВД еще необходимо измерить воздушный зазор между якорем и магнитом (далее зазор) в открытом или закрытом состоянии клапана, а также время от подачи управляющего импульса до момента закрытия. Время закрытия ЭКВД зависит от параметров импульса управления, т. е. зависит от применяемого диагностического оборудования. Ранее перечисленное стендовое оборудование для проверки НФ/ИН (всех ценовых категорий) не позволяет измерять зазоры.

В новом приборе ТНФ-1 [4] используется раздельное тестирование НФ/ИН без гидравлики (без использования камбокса) – «на столе» и традиционно – «на стенде». «На столе» определяются только электромеханические параметры ЭКВД без влияния гидравлики. К электромеханическим параметрам относятся ход плунжера клапана, зазоры в исходном (клапан открыт) и сработавшем (клапан закрыт) положениях, усилие возвратной пружины. Эти параметры определяют токи срабатывания и отпускания клапана и, соответственно, его быстродействие, т. е. время срабатывания (закрытия). К гидравлическим параметрам НФ/ИН относятся давление открытия распылителя, гидроплотность и производительность. Для достижения наилучших результатов эти группы параметров следует определять и регулировать раздельно.

В ТНФ-1 принят способ регулировки зазоров клапана и усилия возвратной пружины по токам срабатывания и отпускания. В электромагнитном клапане плунжер клапана удерживается в исходном положении возвратной пружиной, и между сердечником электромагнита и плунжером клапана имеется воздушный зазор (пространство намагничивания) – $d_{нач}$. При подаче тока в обмотку электромагнита возникает магнитная сила, притягивающая плунжер к сердечнику. Эта сила прямо пропорциональна силе тока в обмотке и обратно пропорциональна воздушному зазору между плунжером и сердечником (применима для малых изменений воздушного зазора).

$$F = K\frac{I}{d},$$

где: K – коэффициент, зависящий от конструкции электромагнита;

I – ток в обмотке;

d – воздушный зазор.

При увеличении силы тока в обмотке, когда магнитная сила становится равной силе сопротивления возвратной пружины, начинается движение плунжера клапана к сердечнику. При этом уменьшается воздушный зазор и увеличивается магнитная сила – возникает положительная обратная связь, приводящая к ускоренному движению плунжера к сердечнику, пока он не сядет на седло клапана или другой упор, что ограничит его движение. В этом сработавшем положении клапана между плунжером и сердечником остается воздушный зазор – зазор до магнита в сработавшем положении – $d_м$.

При уменьшении силы тока в обмотке, когда магнитная сила станет равной силе возвратной пружины, начнется обратное движение плунжера, приводящее к увеличению зазора и уменьшению магнитной силы. Плунжер возвращается в исходное положение.

Сила тока, при которой плунжер притягивается к сердечнику и клапан закрывается, называется током срабатывания – I_c, а сила тока, при которой плунжер возвращается в исходное положение, называется током отпускания – I_o. [4]

Если в первом приближении принять, что усилие возвратной пружины при срабатывании клапана не изменяется, то магнитные силы в обоих случаях будут равны, поэтому

$$\frac{Ic}{Io} = \frac{d_{нач}}{d_м} = p ,$$

Так как $d_{нач} = d_м + h_{кл}$,

где: $h_{кл}$ – ход плунжера клапана,

то $p = \frac{dнач}{dм} = \frac{dм+hкл}{dм} = 1 + \frac{hкл}{dм}$

Отсюда $d_м = \frac{hкл}{p-1}$

В таблицах 1 и 2 приводятся результаты проверки восстановленных комплектов НФ Detroit.

Таблица 1

Результаты проверки комплекта НФ Detroit Diesel после ремонта без использования ТНФ-1 (по цикловым подачам)

№	Ic	Io	Ic/Io	Тк (ВІР)	hкл	dзк
	А	А		мкс	мкм	мкм
1	7,57	3,55	2,09		125	115
2	7,92	3,63	2,08		125	115
3	7,66	3,8	2,20		125	104
4	7,61	3,48	2,19		125	105
5	7,3	3,47	2,30		125	96
6	7,29	3,18	2,29		125	97
Сред.	**7,56**	**3,52**	**2,19**			**105**
– %	-3,55	-9,62	-4,92			-8,48
+ %	4,79	8,01	4,58			9,25

Таблица 2

Результаты проверки комплекта НФ Detroit Diesel после ремонта с использованием ТНФ-1 (без использования стенда)

№	Ic	Io	Ic/Io	Тк (ВІР)	hкл	dзк
	А	А		мкс	мкм	мкм
1	8,02	3,67	2,19	583	125	105
2	8,02	3,63	2,21	570	125	103
3	8,11	3,57	2,27	547	125	98
4	8,03	3,53	2,27	550	125	98
5	8,04	3,54	2,27	551	125	98
6	8,07	3,57	2,26	549	125	99
Сред.	**8,05**	**3,59**	**2,25**	**558**		**100**
– %	-0,35	-1,53	1,31	-2,03		-2,10
+ %	0,77	2,37	-2,68	4,42		4,99

Один комплект Diesel (таблица 1) предоставлен надежным поставщиком (данные Тк не фиксировались). В этом случае ремонт НФ (и клапана в т.ч.) производился по данным цикловых подач измеренных на стенде. Второй комплект (таблица 2) предоставлен фирмой, которая использует при ремонте прибор ТНФ-1 более трех лет. В таблицах значение зазора dm вычислялось по измеренным токам Iс и Iо, при этом ход клапана был задан постоянным значением (hкл=125 мкм), которое принято для данного типа НФ.

В приборе имеется возможность сохранять измеренное значение хода клапана индивидуально для каждой НФ. В случае использования конкретного значения hкл значение зазора dm будет вычисляться прибором более корректно.

Разбросы параметров от средних значений, приведенные в двух последних строках таблиц, наглядно показывают практические возможности прибора ТНФ-1.

Библиографический список

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. – М: Легион-Автодата, 2004.
2. Ахметов А. Ф. Повышение эффективности диагностирования и ремонта насос-форсунок автотракторных и комбайновых дизелей: дис. … канд. техн. наук. – Уфа, 2015.
3. Жиров Е.А. Об особенностях ремонта насос-форсунок // Журнал «Автоперевозчик». – 2010.
4. Лившиц В.М., Батищев В.Я., Моносзон А.А. Метод восстановления исходного значения зазора клапана насос-форсунок дизелей //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки – 2017. – Т. 47. – № 6 (259). – С. 90-95.

Batishchev V.J.,
Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk of Novosibirsk Region

DEVICE FOR RESTORATION UNIT INJEKTOR AND INDIVIDUAL UNIT PUMP

The analysis of the equipment of various firms for restoration of pump-injectors and individual unit pumps is given. The costs and capabilities of equipment kits are indicated. The method of repair of the pump injectors is disassembled, in which the high-pressure solenoid valve is operated according to the pick-up and release currents (the currents are measured by the injector pump TNF-1) and the nozzle atomizer is replaced.

Keywords: internal combustion engine, unit injector , individual unit pump, high pressure solenoid valve, nozzle atomizer.

УДК 631.3-52

Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Хорт Д.О.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ САД»

В статье представлена структура интеллектуальных агротехнологий в промышленном садоводстве. Рассмотрены ключевые параметры современных систем проектирования технологических процессов, контроля и управления параметрами жизнедеятельности растений и роботизированных машин для реализации экологически безопасных технологий в системе «Умный сад». Рассмотрена нормативно-техническая база данных: «Машины для современных технологий промышленного садоводства России» и «Программа ЭВМ для рационального подбора техники и построения машинных технологий в садоводстве», обеспечивающие функциональное формирование и управление машинными технологиями, позволяющие масштабировать, обобщать и систематизировать текущие данные о производстве, структуре и реализации технических средств для садоводства. Описана возможность применения роботизированных машин в садоводстве при управлении продукционными процессами, навигации технических средств, контроле за выполнением технологических операций, мониторинге урожайности с-х культур, анализе развития болезней и вредителей на растениях. Приведена классификация средств дистанционного получения информации, устанавливаемых на наземные робототехнические средства.

Эффективность применения системы «Умный сад» складывается из экономии средств, связанных с переходом от традиционных способов управления технологиями к автоматизированному, посредством применения комплекта приборов для контроля за факторами изменения внешней среды и оценки состояния растений со специальным программным обеспечением и робототехнических средств.

Ключевые слова: интеллектуальные агротехнологии, умный сад, экологическая безопасность, информация, состояние растений, робототехнические средства.

Цифровые технологии в сельском хозяйстве являются основой для перехода к производственной концепции «Умное сельское хозяйство». Данная концепция реализуются посредством широкого применения компьютерной и коммуникационной техники, роботизированных машин, программного обеспечения для сбора, систематизации, анализа, хранения и передачи информации, а также методов поддержки принятия управленческих решений. В системе «Умный сад» эффективные управленческие решения принимаются на основе многокритериального анализа многомерных массивов информации об объектах производственного процесса (почва, растения, с/х машины и т.д.) и использования закономерностей их взаимодействия.

В настоящее время исследования по применению информационных технологий в современном садоводстве ведутся с разной степенью интенсивности по следующим направлениям отрасли [1,3,4]:

- сбор, систематизация и унификация информации о сортах, агротехнике и защите растений.
- идентификация и паспортизация сортов с использованием визуальных (графических) параметров;
- определение пространственного расположения активной части корневой системы плодовых деревьев и ее концентрации, с целью объективной оценки места и глубины внесения удобрений или полива на плантациях;
- управление продукционными процессами садовых культур, на основе применения автоматизированных систем управления и технологий точного земледелия;
- использование роботизированных технологий при производстве продукции;
- обучение специалистов отрасли, путем визуализации представляемой информации из различных областей агронауки и моделирования технологических процессов.

Для управления продукционными процессами возделывания садовых культур применяются автоматизированные системы управления продукционными процессами (СУПП), позволяющие решать следующие прикладные задачи [1, 4]:

1) обеспечение в реальном времени оперативной обработки информационных потоков об особенностях роста и состояния растений в критические фазы их развития, от современных регистрирующих приборов (метеостанции, пробоотборники, анализаторы);

2) формирование управляющих решений на основе полученных данных и реализация управляющего воздействия техническими средствами, работающими в системе точного земледелия (машины для дифференцированного внесения химических препаратов, энергосредства с программируемым, управлением всеми процессами, системы позиционирования, контроллеры, бортовые компьютеры);

3) оптимизацию технологий возделывания плодовых и ягодных культур по биологическим (реализация потенциальной биологической продуктивности культур) и экономическим критериям (повышение эффективности использования производственных ресурсов) [2].

В ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» разработана нормативно-техническая база данных (БД): «Машины для современных технологий промышленного садоводства России» (рисунок 1), позволяющая масштабировать, обобщать и систематизировать текущие данные о производстве, структуре и реализации технических средств для садоводства, упорядочивать параметры отечественной и зарубежной техники, регламентирующие производство и применение машин в садоводстве, и определять оснащенность производства специализированной техникой для садоводства по состоянию на 2014-2017 гг. В базе данных хранится информация о 150 единиц техники различных стран производителей: России, Беларуси, Италии, Франции, Молдовы и др., позволяющей реализовать 23 технологические операции современных технологий возделывания садов различной степени интенсификации [3].

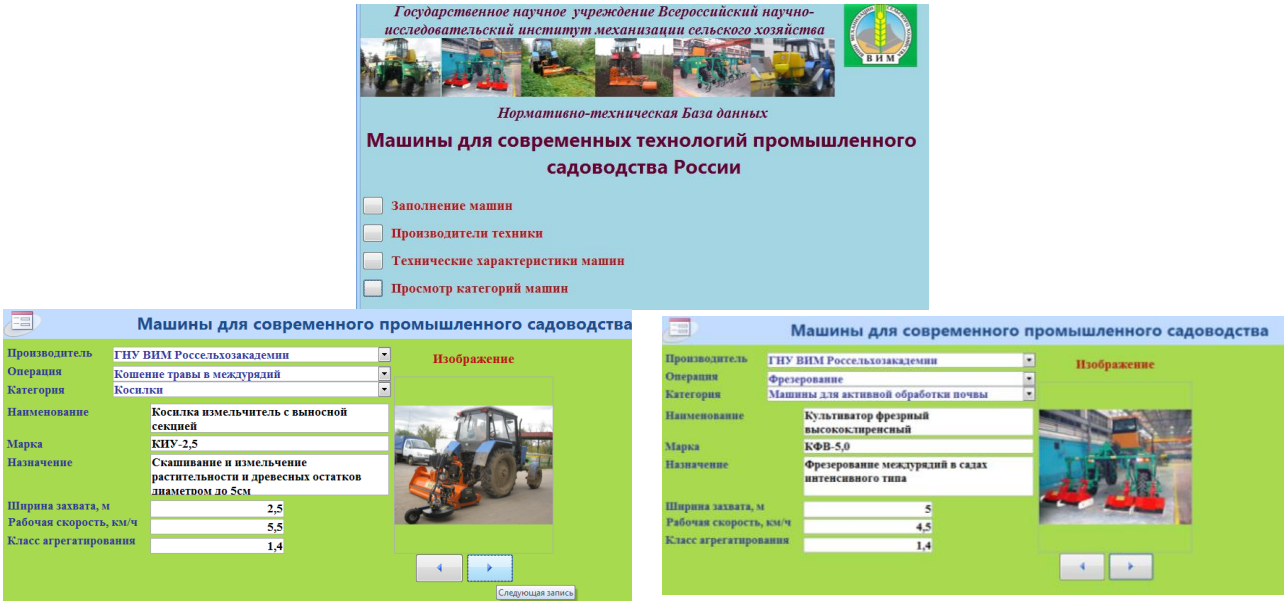


Рисунок 1 – Нормативно-техническая база данных: «Машины для современных технологий промышленного садоводства» (свидетельство РФ № 2013621245)

Программа для рационального подбора техники и построения машинных технологий в садоводстве (рисунок 2), позволяет функционально компоновать и управлять машинными технологиями, автоматически просчитывать стоимость выполнения технологий, выдавать итоговые значения оценочного показателя для принятия пользователем решения о целесообразности и введения в производство выбранного с/х агрегата, вводить и корректировать конкретные условия производства с учетом изменений погодно-климатических условий.



Рисунок 2 – Программа для рационального подбора техники и построения машинных технологий в садоводстве (свидетельство РФ № 2013619122)

Представленные разработки являются составной частью, разработанной в ВИМе системы интеллектуального управления промышленными технологиями в садоводстве (рисунок 3), состоящей из следующих блоков:

I. Информационно-аналитический блок для обработки и анализа информации – База знаний.

II. Блок контроля параметров продукционного процесса, включающий:

- системы контроля жизнедеятельности растений с комплектом датчиков (количество осадков, температуры и влажности окружающего воздуха, почвы, суммарной радиации, датчик сокодвижения);

- системы сбора информации о состоянии растений и окружающей среды, в том числе дистанционного типа (например: фотокамера, оптический датчик измерения индекса вегетации биомассы, оборудование спутниковой навигации).

III. Блок реализации управляющих воздействий:

- контроллеры стационарных систем орошения;

- автоматизированные технические средства для выполнения технологических операций, в т. ч. подкормки и локального внесения средств защиты растений, работающие с системами спутникового позиционирования.

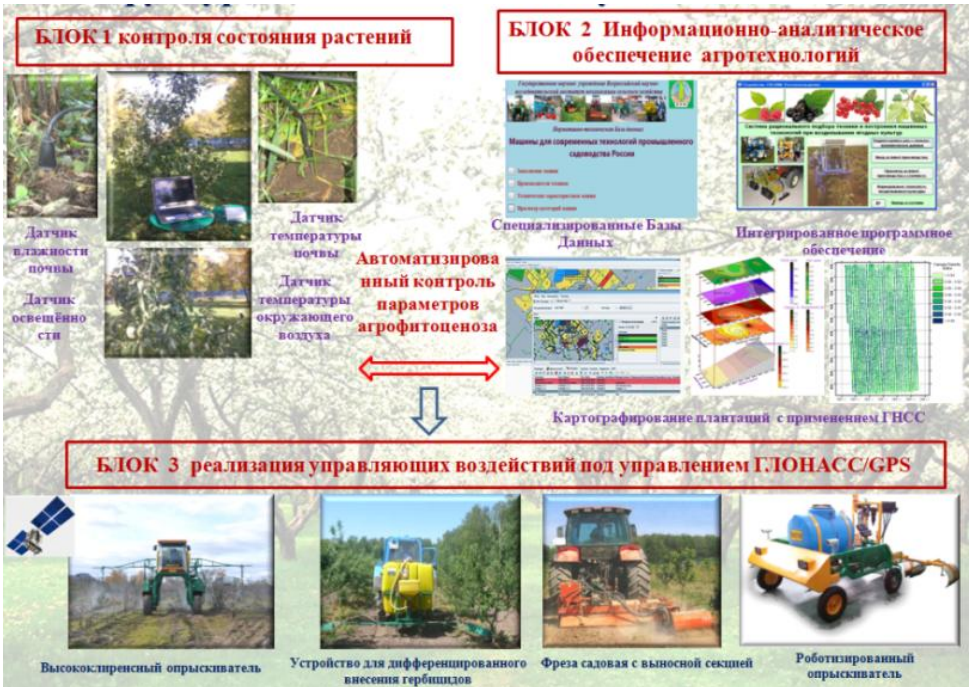


Рисунок 3 – Структурная схема интеллектуальной системы управления промышленными технологиями

Элементами, определяющие особенности функционирования системы являются:

- модели построения управленческих решений по режимам проведения агромероприятий (орошение, подкормка, защита растений от вредителей и болезней), в зависимости от фактических значений количества питательных элементов в почве, климатических параметров и степени зараженности растений;

- алгоритмы автоматизированной реализации управляющих воздействий на многолетние растения в критические фазы их развития.

На основе разработанных моделей и алгоритмов система формирует управленческие решения по подбору химических препаратов, доз внесения и сроков проведения мероприятий по защите растений. В системе учитываются экологические критерии получения урожая необходимого качества и экономии применяемых препаратов.

В основу функционирования блока контроля параметров жизнедеятельности растений заложен программный модуль по анализу агроклиматических показателей и дальнейшего их учета при программировании урожайности в садоводстве. При этом программирование урожая включает два этапа – разработку основного проекта получения рассчитанного уровня урожайности и решения задач оптимального управления с целью реализации проекта в конкретных условиях.

Разработка информационной системы «Умного сада» и технических средств для мониторинга и оперативного получения данных об изменениях состояния сада и окружающей среды (датчики контроля параметров агробиосистемы, метеостанции, пробоотборники, БПЛА и других) основывается на мировом научно-практическом опыте использования средств дистанционного получения информации. К основным системам дистанционного обследования относятся радарные системы, оптические системы, ультразвуковые системы и др. (рисунок 4).

Применение систем дистанционного обследования садовых насаждений позволяет оперативно осуществлять картирование плодородия почвы и урожайности культур [6] (рисунок 5).



Рисунок 4 – Системы дистанционного обследования сельскохозяйственных культур



Рисунок 5 – Картирование плодородия почвы и урожайности культур при наземном обследовании

После получения информации об урожайности культур и наличии питательных элементов в почве составляются электронные карты, которые являются основой для применения робототехнических средств, как в полевых экспериментах, так и в сельскохозяйственном производстве [3-5].

К основным видам сельскохозяйственных робототехнических средств относятся:

1. «Робот-трактор» – мобильный, трактор, предназначенный для сельскохозяйственных работ в беспилотном режиме и оснащенный системами точного позиционирования, вождения и управления серийными сельскохозяйственными машинами.

2. Роботы для ухода за растениями:

2.1. Автономные роботы с различными сельскохозяйственными адаптерами (опрыскиватели, культиваторы, подкормщики, роботы для мониторинга состояния плодовых насаждений).

2.2. Роботизированные сельскохозяйственные машины и устройства: анализируют свойства внешней среды и автоматически подстраиваются под изменяющиеся условия работы (рисунок 6).



а



б

Рисунок 6 – Роботы для ухода за растениями – разработки ВИМ:

а – многофункциональное робототехническое средство сельскохозяйственного назначения;
б – самоходный робот-опрыскиватель

3. Роботы для уборки урожая

Роботизированные комбайны для сборки урожая, оснащенные системой автономными манипуляторами. Предназначены для съема плодов и обладают определенными свойствами автономности при работе, имеют возможность анализировать свойства внешней среды и автоматически подстраиваться под изменяющиеся условия работы.

Эффективное практическое применение сельскохозяйственных роботов при проведении полевых экспериментов возможно при соблюдении основных требований:

1. Способность оперативного получения, анализа и обработки большого объема информации о состоянии объектов агросистемы и реализации управляющего воздействия при выполнении технологических операций.
2. Возможность оперативного удаленного изменения режима управления.
3. Возможность непрерывной автономной работы в течение 10-12 часов.
4. Повышенная проходимость.
5. Возможность группового применения.

Основными ожидаемыми результатами от применения цифровых технологий и роботизированных машин в системе «Умный Сад» являются:

- увеличение производительности труда в 3-5 раз;
- исключение ручного труда и человеческого фактора при выполнении технологических процессов;
- повышение качественных и количественных характеристик урожая на 60-100 %.

Библиографический список

1. Артюшин А.А., Смирнов И.Г. Управление продукционными процессами в растениеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: сб. док. науч. конф. – Москва, 2010. – Ч.2. – С. 621-627.
2. Чепурин Г.Е. Машинно-технологическое обеспечение производства продукции растениеводства в Сибири // Научные труды ВИМ: Приоритеты механизации растениеводства и животноводства. – 2002. – Т. 149. – С. 186-196.
3. Алейников А.Ф., Савченко О.Ф. Концепция информатизации сельскохозяйственной науки и производства // Методы и технические средства исследований физических процессов в сельском хозяйстве. – Новосибирск, 2001. – С. 112-122.
4. Смирнов И.Г., Хорт Д.О. Система автоматизированного управления продукционными процессами в садоводстве. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве // Нанотехнологии и инфокоммуникационные технологии: труды 7-й междунар. науч.-техн. конф. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – Ч.5. – С. 250-256.
5. Измайлов А.Ю., Гришин А.П., Гришин А.А., Гришин В.А. Интеллектуальная система управления электроприводным энергосредством // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: сб. докл. IX Международной науч.-техн. конф. – М.: ВИЭСХ, 2014. – Ч. 5. – С. 61-64.
6. Л. Черняк. Платформа Интернета вещей. [Электронный ресурс]. URL: http://www.osp.ru/os/2012/07/13017643/

Izmailov A.Y., Smirnov I.G., Khort D.O.,
Federal Scientific Agricultural Engineering Center VIM, Moscow,

A DESIGN OF INTELLIGENT AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN THE «SMART GARDEN»

The article presents the structure of intelligent agricultural technologies in industrial gardening. The key parameters of modern systems of design of technological processes, control and management of parameters of vital activity of plants and robotic machines for implementation of environmentally safe technologies in the «Smart garden» system are considered. The normative-technical database «Machines for modern technologies of industrial gardening of Russia» and «Computer Program for rational selection of equipment and construction of machine technologies in gardening» providing functional formation and management of machine technologies, allowing to scale, generalize and systematize the current data on production, structure and implementation of technical means for gardening is considered. The article describes the possibility of using robotic machines in horticulture in the management of production processes, navigation of technical means, control over the implementation of technological operations, monitoring the yield of agricultural crops, analysis of diseases and pests on plants. The classification of the means of remote information acquisition installed on the ground robotic means is given.

The effectiveness of the system «Smart Garden» consists of cost savings associated with the transition from traditional methods of technology management to automated, through the use of a set of devices to monitor environmental factors and assess the condition of plants with special software and robotics.

Keywords: intelligent agricultural technologies, smart garden, environmental safety, information, plant condition, robotic means.

УДК 681.5

Хорт Д.О., Кутырёв А.И.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ В САДОВОДСТВЕ

В статье представлен разработанный автоматизированный агрегат для магнитно-импульсной обработки (МИО) растений, применение которого позволит повысить урожайность и экологическую безопасность садовых культур в различных технологиях производства продукции. Приведен принцип работы мобильного агрегата МИО, с учетом агротехнологических параметров садовых насаждений. Представлены схемы поддержания заданного расстояния и угла наклона между индукторами и обрабатываемыми низкочастотным магнитным полем растениями. Для управления рабочими органами автоматизированного агрегата разработана программа ЭВМ, обеспечивающая управление как в автоматическом режиме, так и дистанционно. Представлено меню выбора режима работы агрегата.

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка, система управления, автоматизированный агрегат, облучение растений, садоводство, низкочастотное магнитное поле.

Одной из альтернатив применению генетически модифицированных организмов и использованию химических препаратов в производстве и оздоровлении посадочного материала, борьбе с болезнями садовых насаждений является использование электрофизических способов воздействия на биологические объекты. Многочисленные исследования ученых в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ различных физических факторов, показали эффективность применения импульсных магнитных полей в биорегуляторных технологиях с целью стимулирования биологических процессов растений. Результаты проведенных исследований показывают, что слабое импульсное магнитное поле является экологически значимым фактором для растений и реализуется на разных уровнях организации растения, определяя его жизненный цикл. Применение низкочастотных магнитных полей малой интенсивности на садовых культурах в диапазоне магнитной индукции 0,3–5,0 мТл с установленной частотой и скважностью, стимулирует обменные процессы за счет повышения проницаемости клеточных мембран, улучшения усвояемости веществ и микроэлементов, что позволяет активизировать функциональную активность растений, улучшить качество продукции, приживаемость, повысить урожайность [1].

Для выполнения технологической операции обработки садовых растений низкочастотным магнитным полем в условиях промышленных плантациях разработан навесной автоматизированный агрегат, который позволяет производить управляемую магнитно-импульсную обработку земляники садовой в различных технологиях ее возделывания. Техническая новизна подтверждена патентами на изобретения РФ № 2637726, № 175511, № 260397.

Принцип работы агрегата для магнитно-импульсной обработки (МИО) основан на преобразовании электрической энергии, в воздействующие факторы – ограниченную последовательность одно - или разнонаправленных импульсов магнитной индукции с реализованным дополнительным синхронным воздействием импульсами светового излучения определенных длин волн оптического диапазонах [2, 3] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Проведение автоматизированным агрегатом технологической операции магнитно-импульсной обработки земляники садовой (ФГБНУ ВСТИСП, Московская обл., Ленинский район, поселок Булатниково)

Для формирования электрических импульсов используется разработанный аппарат МИО (Патент РФ № 173651) (рисунок 2).

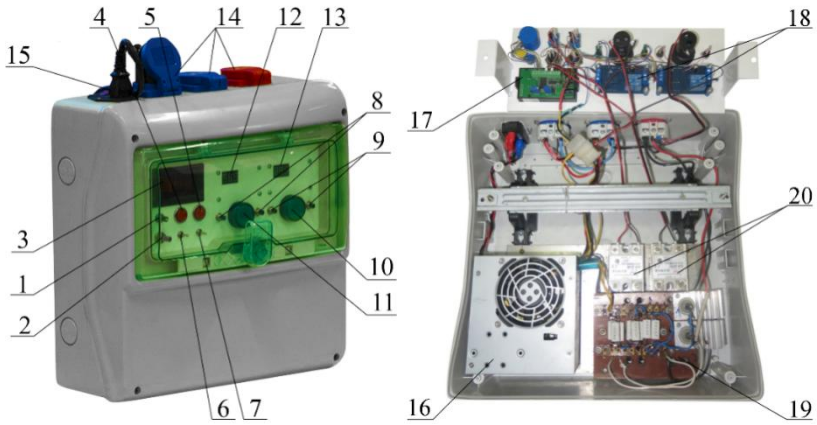


Рисунок 2 – Аппарат магнитно-импульсной обработки растений:

1 – переключатель частоты МИО; 2 – переключатель частоты светового излучения; 3 – дисплей отображения частоты и скважности излучений; 4 – кнопка запуска таймера МИО; 5 – кнопка запуска таймера светового излучения; 6 – переключатель режима работы МИО (3 режима: выкл.; таймер; постоянная работа;) 7 – переключатель режима работы светового излучения (3 режима: выкл.; таймер; постоянная работа;); 8 – кнопки настройки и запуска таймера МИО; 9 – кнопки настройки и запуска таймера светового излучения; 10 – световой индикатор режима работы светового излучения; 11 – световой индикатор режима магнитно-импульсной обработки; 12 – дисплей таймера светового излучения; 13 – дисплей таймера магнитно-импульсной обработки; 14 – разъемы подключения рабочих органов (индукторов, световых излучателей); 15 – питание блока управления; 16 – блок питания; 17- низкочастотный генератор, 18 – реле времени (таймеры работы импульсного и светового излучения); 19 – конденсаторный блок, 20 – твердотельное реле.

Аппарат предназначен для стимуляции жизненных и ростовых процессов садовых растений, овощных культур периодической последовательностью импульсов магнитной индукций в низкочастотном диапазоне с одновременным дополнительным синхронным облучением импульсами света определенных длин волн оптического диапазона [4].

Электроимпульсный метод основан на импульсном электрическом пробое жидкости при разряде конденсатора. В силу очень быстрого выделения энергии в искровом канале происходит его быстрое расширение, а в результате малой сжимаемости воды при импульсном разряде в жидкости возникает ряд эффектов: высокие импульсные давления, достигающие десятков тысяч атмосфер; пульсации газового пузыря; ударные волны; линейные перемещения жидкости со скоростями, достигающими сотен метров в секунду; импульсная кавитация в значительном объеме жидкости; полидисперсное ультразвуковое излучение; воздействие плазмы канала искры, сопровождающееся инфракрасным, ультрафиолетовым и жестким излучением; импульсные электромагнитные поля, сопровождающие разряд.

Биостимулирующее влияние МП реализуется через магнитореактивные сдвиги как в клеточных, так и во внеклеточных компонентах тканей. Организм реагирует как при прямом воздействии МП на ткани, так и опосредованно, через водные растворы многих веществ, включая воду, которая меняют свои биологически значимые свойства после обработки в МП.

Инновационным научным элементом автоматизированного агрегата для магнитно-импульсной обработки растений (МИО) являются специальные рабочие органы обработки растений. В качестве таких органов использовались разработанные и изготовленные магнитные индукторы на основе плоской спиральной катушки (рисунок 3).

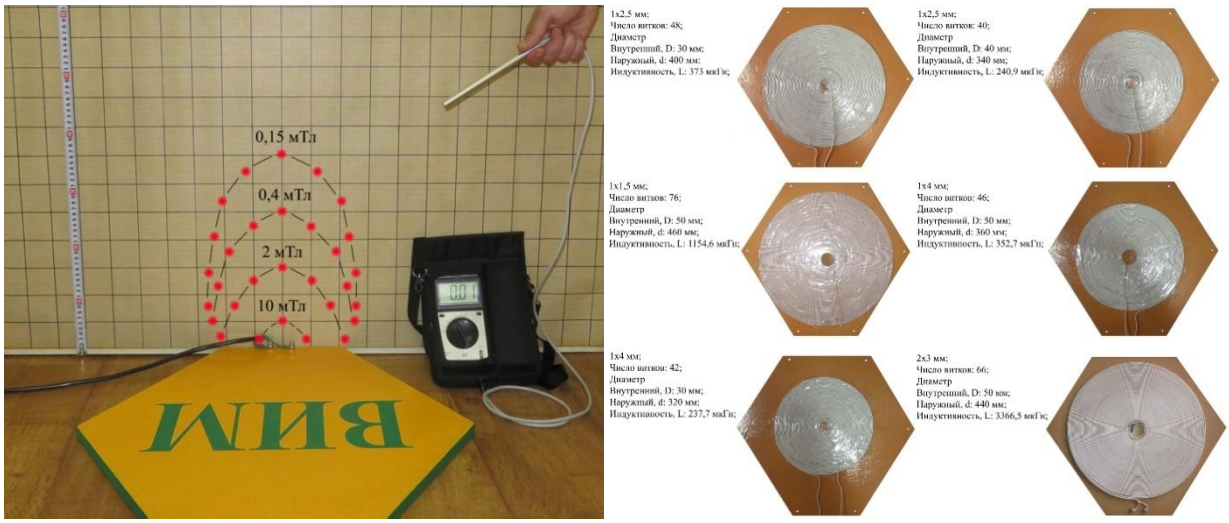


Рисунок 3 – Рабочие органы (магнитные индукторы) автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки растений

Значения распределения магнитной индукции в виде диаграмм представлено на рисунке 4.

Такое техническое решение позволяет использовать индукторы совместно с электронным блоком аппарата для обработки садовых растений в вертикальной и горизонтальной плоскостях одно- и разнонаправленными импульсами магнитной индукции.

Главной особенностью автоматизированного агрегата является наличие системы адаптации – системы поддержания заданного расстояния и угла между рабочими органами (индукторами) и обрабатываемыми низкочастотным магнитным полем растениями. Тяговая машина с автоматизированным агрегатом МИО растений (мобильный агрегат) в процессе работы в автоматическом режиме с помощью ультразвуковых датчиков, контроллера и актуаторов изменяет угол наклона и заданное расстояние между растениями и тремя плоскими индукторам, поддерживая постоянное значение магнитной индукции в рабочей зоне. При выполнении технологической операции облучения низкочастотным магнитным полем ультразвуко-

вые датчики измеряют расстояние до объекта, генерируют узконаправленный сигнал на частоте 40 кГц и, дойдя до препятствия в виде растения, ловят отраженный сигнал (рисунок 5).

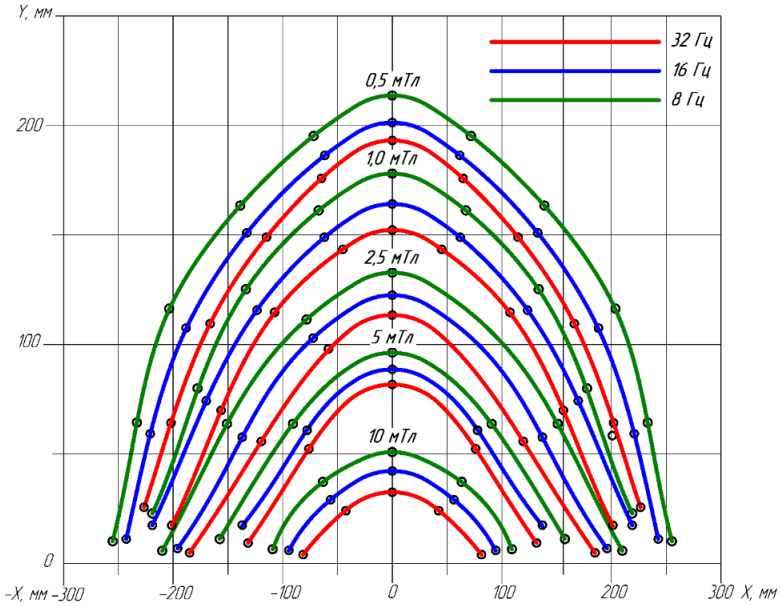


Рисунок 4 – Диаграмма распределения значений магнитной индукции разработанного аппарата МИО рабочими органами в виде плоской спиральной катушки

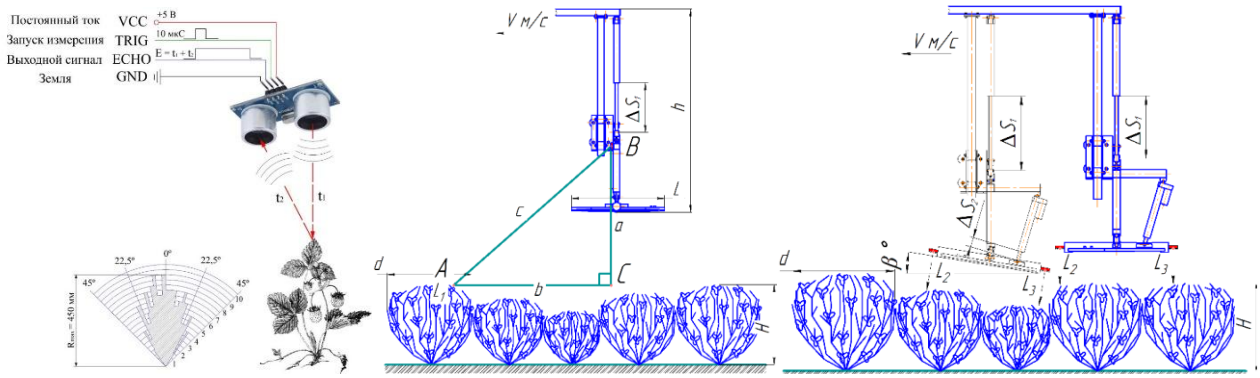


Рисунок 5 – Схемы изменения высоты и угла наклона магнитных индукторов автоматизированного агрегата МИО

Режим работы аппарата МИО, в зависимости от обрабатываемой культуры, выбирается на блоке управления. Также с помощью актуаторов происходит автоматическая адаптация агрегата к междурядьям. Питание осуществляется от инвертора, преобразующего постоянное напряжение бортовой сети 12 В в напряжение 220 В, 50 Гц.

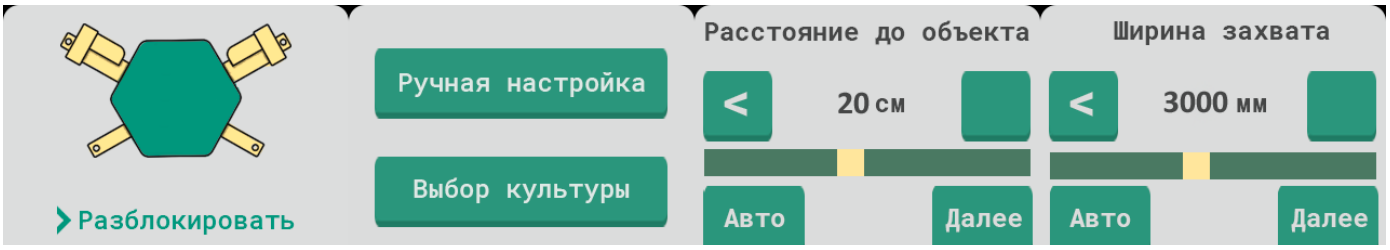


Рисунок 6 – Меню выбора режима работы автоматизированного агрегата МИО

Для управления рабочими органами автоматизированного агрегата разработана программа ЭВМ (Свидетельство РФ № 2018614946). Программный код написан на языке про-

граммирования С++, включены программные модули, обеспечивающие управление рабочих органов навесного агрегата как в автоматическом режиме, так и дистанционно, с ИК-пульта.

Функциональные возможности программы для ЭВМ связаны с возможностями контроллеров STM32, Arduino Mega/Uno/Nano. Для вывода графической информации и взаимодействия с ней использован экран TFT 320x240, Nextion 2.4.

Выбор режима работы осуществляется на сенсорном дисплее экрана Nextion 2.4.

Также возможно дистанционное управление режимами работы, адаптации агрегата к междурядьям с помощью ИК-пульта. Разработанная программа ЭВМ позволят автоматизировать процесс облучения растений, управлять режимами работы навесного агрегата МИО. Предлагаемый алгоритм работы системы управления позволяет повысить точность выполнения операции облучения с возможностью настройки к различным агротехнологическим параметрам насаждений, обеспечивая требуемое значение магнитной индукции в зоне обработки [5-7].

Применение автоматизированного навесного агрегата магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве обеспечивает:

- повышение эффективности производства с-х продукции, за счет внедрения в технологию производства с-х продукции инновационного, экологически чистого способа стимуляции жизненных и ростовых процессов плодовых и овощных культур в закрытом и открытом грунтах;

- повышение производительности и экономию хим. препаратов за счет того, что оказанное стимулирующее воздействие на культурные растения повышает их биологическую активность и улучшает усвояемость вносимых удобрений на 12-32 % по сравнению с классическими технологиями;

- повышение урожайности обрабатываемых сельскохозяйственных культур на 35-50 % за счет доказанного эффекта магнитно-импульсной обработки с синхронным световым воздействием на научно-обоснованных режимах работы аппарата МИО;

- безопасность оператора и удобство использования за счет возможности интуитивного управления и регулирования параметров и режимов работы адаптера.

Библиографический список

1. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Ценч Ю.С. Магнитно-импульсная обработка семян земляники садовой // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 5. – С. 9-15.

2. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Моделирование и анализ конструкции технологического адаптера для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 3. – С. 29-34.

3. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Робототехническое средство с модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Мехатроника, автоматика и робототехника.– 2017. – № 1. – С. 28-30.

4. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А. Обоснование параметров аппарата для магнитно-импульсной обработки растений // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – Т. 1. – № 41. – С. 32-38.

5. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Смирнов И.Г., Вершинин Р.В. Система автоматизированного управления параметрами агрегата магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 16-21.

6. Свидетельство № 2018614946 Российская Федерация. Программа автоматизированного управления агрегатом магнитно-импульсной обработки растений: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ / А.И. Кутырёв, Д.О. Хорт, Р.А. Филиппов, И.Г. Смирнов, А.Ю. Измайлов; заявитель и правообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. № 2018610706; заявл. 26.01.2018; зарегистр. 19.04.2018. 1 с.

7. Кутырёв А.И. Проектирование автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки садовых растений // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 189-195.

Khort D.O., Kutyrev A.I.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS TECHNOLOGY AND AUTOMATED UNIT OF MAGNETIC-PULSE TREATMENT OF PLANTS IN HORTICULTURE

In article presents developed automated unit for magnetic pulse processing (MPP) of plants, the use of which will increase the yield and environmental safety of horticultural crops in various production technologies. The principle

of operation of mobile unit MPP, taking into account the agro-technological parameters of garden plantations. Schemes of maintenance of the set distance and an inclination angle between inductors and the plants processed by a low-frequency magnetic field are presented. To control the working bodies automated assembly developed computer programs that control, either automatically, or remotely. The menu of the unit operation mode selection is presented.

Keywords: magnetic pulse treatment, control system, automated unit, plant irradiation, gardening, low-frequency magnetic field.

УДК 631.371

Васильев А.Н., Тихомиров Д.А.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассматривается состояние и основные перспективные направления развития систем энергообеспечения объектов АПК. Важной задачей является разработка экспертной программы по выбору рациональной системы энергообеспечения конкретных объектов на стадии проектирования или модернизации.

Ключевые слова: энергообеспечение, топливно-энергетические ресурсы, энергосбережение, энергоемкость, экспертная программа, децентрализованные системы.

Стратегию развития энергетической базы села составляют перспективные направления и целевые показатели развития систем и средств энергообеспечения, снижения энергоемкости сельхозпроизводства и роста его энергоэффективности, повышения комфортности проживания и труда сельских жителей, а также прогнозируемые потребности в энергии и структура энергоносителей [1].

В результате анализа состояния систем и средств энергообеспечения сельских объектов, составляющих энергоемкости сельхозпродукции, новых перспективных разработок с учетом мирового опыта [2, 3] и последних решений по вопросам энергоэффективности энергосбережения определены перспективные направления развития и модернизации систем энергообеспечения сельских предприятий [4], повышения энергетической эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [5], к которым относятся:

- переход на новые энерго- и ресурсосберегающие технологии;
- повышение продуктивности сельского хозяйства;
- освоение энергоэффективной и интеллектуальной техники и оборудования с элементами цифровизации;
- повышение надежности электроснабжения и качества электроэнергии, сокращение потерь горюче-смазочных материалов (ГСМ) и энергии;
- производство альтернативных видов топлива, широкое использование нетрадиционных энергоресурсов;
- повышение эффективности использования топлива (КПИ) и энергии за счет утилизации тепла, использования тепловых насосов, аккумуляции тепла, комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, местного обогрева – снижение затрат энергии в данных процессах на 30-40 %;
- разработка и освоение систем и средств «малой энергетики» на базе использования местных энергоресурсов, отходов – замещение традиционных ископаемых видов топлива в пределах 10-15 % от потребностей;
- разработка и реализация технологий переработки биомассы и сельскохозяйственных отходов в газообразное и жидкое топливо (биодизель, биоэтанол, биогаз) – замещение традиционного топлива – до 10-12 %;
- освоение новых технологий содержания животных, широкое использование инновационной энергоэффективной техники.

Поэтому важнейшей задачей машинно-технологической и энергетической модернизации сельскохозяйственного производства, наряду с ростом продуктивности и производительно-

сти труда, является повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, их энергоотдачи, оптимизация энергопотребления, снижение потерь энергии и широкое использование местных и возобновляемых энергоресурсов [6].

В последнее время возрос интерес и потребность создания и использования децентрализованного (автономного) энергообеспечения различных предприятий и объектов в сельской местности [7]. Этому способствуют следующие обстоятельства:

- превышение спроса на энергию (в ряде регионов имеет место дефицит энергии);
- резкое увеличение стоимости (тарифов) на электрическую, тепловую энергию и топливо, поставляемые энергоснабжающими организациями;
- снижение надежности энергоснабжения и качества энергии – увеличение числа и продолжительности отключений, что влечет за собой рост ущерба у сельхозпотребителей, особенно в теплицах, птицефабриках, комплексах, фермах, хранилищах и перерабатывающих предприятиях;
- значительное возрастание платы за подключение новых мощностей и выполнение предъявляемых технических требований энергоснабжающей организации, что для многих потребителей становится практически не выполнимым;
- необходимость для многих (особенно животноводческих) объектов иметь комплексное энергоснабжение – электрической и тепловой энергией;
- наличие во многих регионах и хозяйствах местных энергоресурсов: биомассы, отходов животноводства, растениеводства, лесного хозяйства, масличных культур, развитие технологий их переработки в качественное жидкое топливо и газ, которые целесообразно использовать в децентрализованных системах для выработки электрической и тепловой энергии;
- сверхнормативные потери энергии при ее передаче;
- использование возможностей снижения стоимости вырабатываемой энергии независимыми производителями, срока окупаемости капвложений и продажи излишков энергии;
- возможность работы энергетического оборудования на различных видах топлива, как вырабатываемого на местах, так поставляемого централизованно (газ, дизельное топливо, биотопливо);
- возможность переоборудования имеющихся котельных в более эффективные мини- и малые ТЭС.

Значимая часть территории России не имеет централизованного электроснабжения до 30 %.

Подключение сельских поселений к централизованным электрическим системам затруднено из-за больших капитальных затрат и тарифов, отсутствия средств на прокладку дорогостоящих теплосетей и сооружение линий электропередачи. Это означает, что обеспечить электроэнергией и теплом ряд потребителей, расположенных на этих территориях, наиболее целесообразно с помощью систем и оборудования автономной малой энергетики. В настоящее время вопросы их электроснабжения решаются в основном установкой дизельных электростанций, но это далеко не оптимальный вариант, а только как выход из положения, поэтому важное значение приобретает реализация систем малой энергетики на базе децентрализованных и комбинированных источников энергоснабжения с использованием местных и возобновляемых энергоресурсов, которые для ряда потребителей (особенно удаленных) являются более эффективными, а в ряде случаев и безальтернативными.

В последние годы появились и появляются новые потребители – фермерские хозяйства, личные приусадебные хозяйства (ЛПХ), новые объекты в животноводстве, переработке для которых важен выбор эффективной системы энергообеспечения.

Поэтому важной задачей является разработка рекомендаций по выбору и обоснованию эффективных систем и технических средств энергообеспечения характерных сельских объектов с учетом места их расположения, величины электрической и тепловой нагрузки, расстояния от централизованных сетей энергообеспечения и наличия местных энергоресурсов, а также создание нового инновационного энергоэффективного оборудования.

Это позволит проводить обоснование наиболее эффективных вариантов энергообеспечения и энергетического оборудования вновь строящихся объектов, а также модернизации используемых систем и оборудования на действующих объектах.

Обоснованный выбор наиболее эффективной системы централизованного или автономного энергообеспечения, включая модернизацию действующей системы, для конкретных объектов (потребителей энергии) позволит наиболее рационально использовать энергоресурсы (традиционные, нетрадиционные, местные, возобновляемые), снизить энергозатраты, а следовательно, энергоемкость производимой продукции и ее себестоимость за счет снижения в ее структуре энергетической составляющей.

Для решения поставленной задачи важным является разработка экспертной программы по выбору наиболее оптимальной системы энергообеспечения конкретного объекта на стадии проектирования или модернизации. При этом для различных регионов страны необходимо создавать и пополнять базы данных о наличии традиционных, возобновляемых, местных ТЭР их стоимости для данного региона.

Для выбора рациональной и экономически оправданной системы теплообеспечения для животноводческих объектов такая экспертная программа в значительной степени разработана [8], однако находится еще в стадии совершенствования и требует постоянного пополнения баз данных по современному теплоэнергетическому оборудованию, наличию ТЭР и их стоимости, климатическим условиям для каждого региона России.

Технико-экономическое сравнение различных систем теплообеспечения [9, 10] показало эффективность применение децентрализованных систем (рисунок 1).

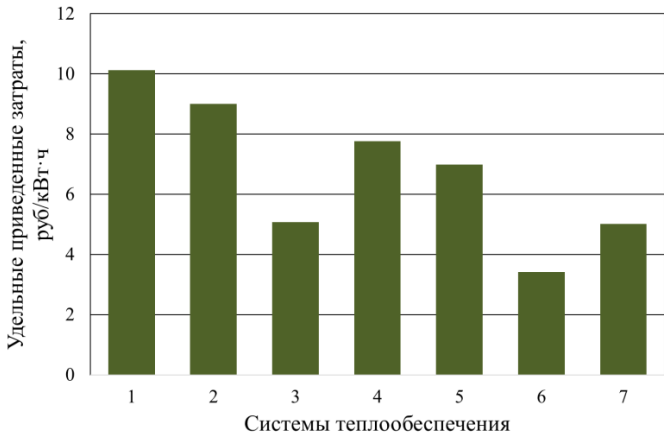


Рисунок 1 – Сравнение различных систем теплообеспечения фермы КРС на 200 голов.
Котельные: 1 – на твердом топливе (уголь); 2 – на жидком топливе; 3 – на природном газе.
Децентрализованные системы: 4 – на твердом топливе (уголь); 5 – на жидком топливе;
6 – на природном газе; 7 – на электроэнергии

Эффективное использование местных энергоресурсов в энергетике села – биомассы, древесных и растительных отходов, торфа, отходов растительных масел, навоза, стоков и др. во многих регионах может покрыть значительную часть (до 30 %) энергобаланса ряда хозяйств и предприятий, сократить наполовину число отключений электропитания, снизить зависимость от централизованного энергоснабжения, создавать децентрализованные системы, вплоть до самоэнергообеспечения [11].

Энергетическая потребность сельского хозяйства страны в использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнечная, ветровая, гидро, геотермальная способствует решению проблемы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве ряда регионов, экономии углеводородного топлива, модернизации действующих автономных систем [12].

Экономический потенциал ВИЭ составляет порядка 20 % современного внутреннего энергопотребления страны [5]. Однако фактически используется на селе не более 1,5 %

(без крупных ГЭС и древесного топлива), а совместно с местными ресурсами и отходами до 2,5 %.

В области электроснабжения села важным является решение назревших проблем в распределительных сетях, посредством модернизации, реконструкции и создания сетей нового поколения, удовлетворяющих современным условиям распределения и подачи электрической энергии потребителям, отвечающим экономико-экологическим требованиям и мировому техническому уровню. Развитие «умных сетей» электроснабжения села – представляющих собой автоматизированный программный комплекс, который позволяет на основе информации, полученной от всех объектов системы и промежуточных элементов сетей, правильно распределять всю имеющуюся энергию между потребителями, обеспечив при этом стабильность и надежность энергосети. Защищенность всей системы достигается за счет уменьшения зависимости от централизованных электростанций путем широкого применения автономных источников электроснабжения, а также способности сетей и оборудования к самодиагностике и самовосстановлению.

Разработка интеллектуальных энергосберегающих систем теплообеспечения, реализующих оперативный контроль и принятие решений по нормализации параметров микроклимата в сельскохозяйственных помещениях для создания оптимальных условий среды обитания животных и птицы, позволят в максимальной степени реализовать их генетический потенциал и обеспечить высокую продуктивность [13-15]. Система принимает решение по регулированию параметров микроклимата на основе информации, поступающей непосредственно от животного.

Природный газ является удобным и наиболее дешевым (на данный период) энергоносителем. Сейчас более 30 % сельских регионов, населенных пунктов и домов не имеют газоснабжения, поэтому ставится задача значительного (в 1,5 раза) расширения и углубления газоснабжения с широким его использованием как в жилищно-социальной сфере, так и в производстве (в первую очередь в тепловых процессах) [16].

К 2020 г. прогнозируется увеличение потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) по отношению к 2015 г. на 7 %, к 2030 г. – увеличение на 17 %.

В структуре используемых энергоносителей значительно должны возрасти объемы нетрадиционных источников, включая местные энергоресурсы, до 6 млн т у.т. к 2020 г., до 13,0 млн т у.т. – к 2030 г. и до 15,0 млн т у.т. – к 2035 г.

На рисунках 2 и 3 представлены прогнозные показатели потребностей села в энергоресурсах, а также электровооруженность труда по этапам на период до 2030 г.

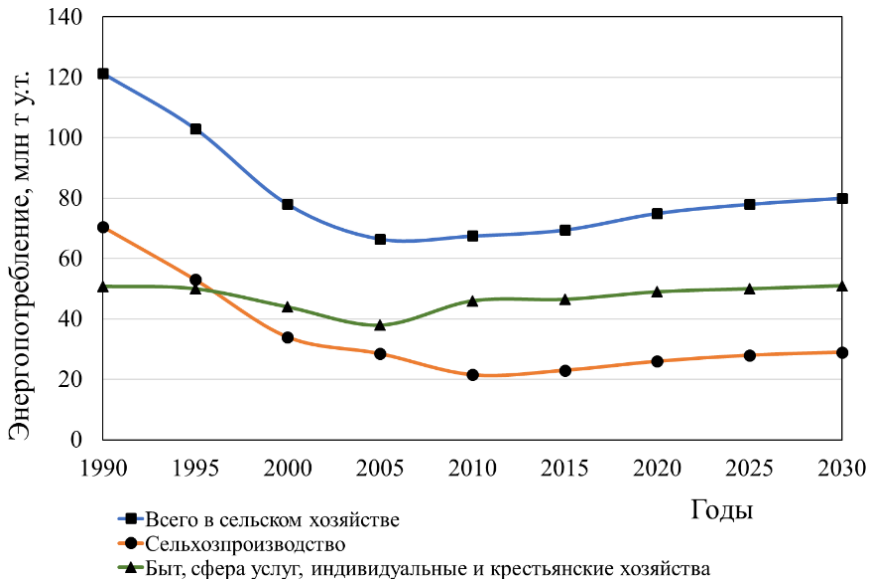


Рисунок 2 – Показатели энергопотребления и прогнозная оценка потребностей сельского хозяйства в ТЭР до 2030 г.

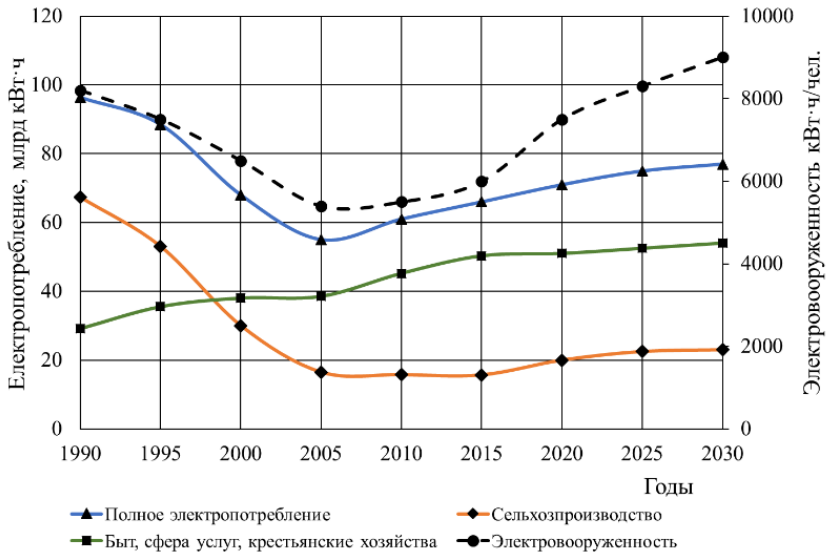


Рисунок 3 – Показатели электропотребления и электровооруженности труда сельского хозяйства на период до 2030 г.

Таким образом, развитие и модернизация энергетической базы села, проведение энергосберегающих мероприятий на объектах позволят (при общем снижении энергоемкости ВВП на 40 % к 2020 г.) обеспечить ее снижение за счет повышения энергоэффективности систем и средств энергообеспечения на 15-20 %.

Библиографический список

1. Тихомиров А.В., Свентицкий И.И., Маркелова Е.К., Уханова В.Ю. Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2030 г. – М.: ФАНО, ФГБНУ ВИЭСХ. 2015. – 75 с.
2. Vasant P., Voropai N. Sustaining Power Resources through Energy Optimization and Engineering / IGI Global, USA.-2016. DOI: 10.4018/978-1-4666-9755-3.
3. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. Internet of Things for Smart Cities / IEEE Internet of things journal. 11. – 2014.
4. Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Совершенствование и модернизация систем и средств энергообеспечения сельхозпредприятий – важнейшее направление снижения энергоемкости сельхозпроизводства // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – № 1 (30). – С. 3-11.
5. Тихомиров А.В. Концептуальные положения и перспективные направления развития энергетической базы и систем энергообеспечения сельского хозяйства России: сб. трудов конф. – Минск: БГАТУ, 2015, – 101 с.
6. Anisimova T.Yu. (2013). Energy-economic analysis of corporate activities in the system of energy management. World Applied Sciences Journal. 2013.- 27 (13A).– P. 570–575.
7. Делягин В.Н. Оценка эффективности использования автономных источников электроснабжения сельскохозяйственных потребителей // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды междунар. науч.-техн. конф. 2014. – Т. 4. – С. 9-13.
8. Тихомиров Д.А., Васильев А.Н. Программный проект расчета теплоэнергетических параметров объектов животноводства // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 8-3 (50). – С. 95-98.
9. Тихомиров Д.А. Программа расчета потребной мощности отопительной установки и годового расхода тепловой энергии на животноводческих объектах // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – № 3 (8). – С. 47-50.
10. Тихомиров Д.А. Рациональный выбор систем и технических средств теплообеспечения технологических процессов в животноводстве // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – № 3 (27). – С.73-79.
11. Тихомиров А.В., Маркелова Е.К., Тихомиров Д.А. Основные направления по совершенствованию систем и средств энергообеспечения сельхозобъектов // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – № 3 (16). – С. 34-42.
12. Стребков Д.С. На пороге эры бестопливной энергетики // Вестник ВИЭСХ, – 2017. – № 4 (29). – С. 66-78.
13. Дудин С.Н., Тихомиров Д.А. Устройства аккумуляционного типа для нагрева воздуха // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – № 3 (8). С. 73-74.
14. Kuzmichyov A.V., Malyshev V.V., Tikhomirov D.A. Efficiency of the combined pasteurisation of milk using uv and ir irradiation /Light & Engineering. 2011. – Vol. 19. – No. 1. – P. 74-78.
15. Тихомиров Д.А. Энергоэффективные электрические средства и системы теплообеспечения технологических процессов в животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2016. – № 4 (24). – С. 15-23.
16. Россия в цифрах. ФСГС. – М: Росстат, 2015, 543с.

Vasilyev A.N., Tikhomirov D.A.,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

THE STATE AND PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES

The article deals with the state and the main promising directions of development of power supply systems for agriculture. An important task is to develop an expert program for selecting a rational system of power supply for specific objects at the design or modernization stage.

Keywords: energy supply, fuel and energy resources, energy saving, energy intensity, expert program, decentralized systems.

УДК 631.316.22-26

Щукин С.Г.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ИНЕРЦИОННОГО ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В статье рассматривается использование численных методов в кинематических исследованиях с использованием вычислительных комплексов, позволяя получить достоверный результат для выявления диаграмм перемещений, скоростей и ускорений неуравновешенной массы в возбудителях вибрационных колебаний планетарного типа.

Ключевые слова: механический вибрационный возбудитель, неуравновешенная масса, диаграмма перемещений, диаграмма скоростей, диаграмма ускорений, кинематические диаграммы.

Введение. Развитие расчетных методов оценки колебаний рабочих органов различных машин тесно связано с конструктивными особенностями используемого вибровозбудителя. Преобразуя поступающее от внешних источников энергии вращательное движение в механические колебания вибрационный возбудитель (вибровозбудитель) планетарного типа определяет траекторию перемещения неуравновешенной массы внутри собственного корпуса, где она движется с изменяющимися скоростью и ускорением. Управлять изменением скорости и ускорением неуравновешенной массы внутри вибровозбудителя, значит предложить способы повышения энергоэффективности и ресурсосбережения в наиболее энергоёмких отраслях сельскохозяйственного производства: обработка почвы, почвенная заделка органических и минеральных удобрений, послеуборочная очистка урожая и целый ряд других.

Научная проблема – недостаточно научно обоснованы вибрационные механические системы как единое целое: источник энергии вращательного движения, механический вибрационный возбудитель, рабочий орган передающий энергию вибрации, рабочая среда, преобразуемая под воздействием энергии вибрации, система управления энергетической эффективностью и ресурсосбережением.

Цель работы – исследовать конструктивно-режимные параметры вибровозбудителя планетарного типа и их влияние на закон движения неуравновешенной массы в функции времени или угла поворота.

Объект исследования – процесс преобразования вращательного движения от внешних источников энергии в механические колебания.

Обзор предыдущих исследований. Конструктивные особенности запатентованного вибровозбудителя [1] представлены (рисунок 1) в разобранном (разнесенном) виде устройства с вынесенным увеличенным изображением собранного ведущего звена и неуравновешенной массы (НМ). Возбуждение механических колебаний происходит от преобразования энергии передаваемой в виде вращательного движения от внешнего источника на вал веду-

щего звена 2. Вращаясь, ведущее звено 2, хордами сегментных выступов 4 воздействует на цилиндрические выступы 5 неуравновешенной массы 3, которая при этом находится во взаимодействии с внутренней поверхностью корпуса 1. Под действием крутящего момента силы внешнего источника на вал ведущего звена 2 передаваемого на НМ 3, находящегося в контакте с цилиндрической поверхностью корпуса 1, НМ 3 начинает обкатываться по цилиндрической поверхности корпуса 1. При постоянной угловой скорости вращения ведущего звена 2 под действием центробежной силы НМ 3 прижимается к внутренней поверхности корпуса 1, одновременно перемещаясь цилиндрическими выступами 5 бегунка 3 по хорде сегментного выступа 4. Изменение расстояния от центра НМ 3 и центра масс сегментного выступа 8 до оси ведущего звена 2, при вращательном движении НМ 3, сопровождается изменением кинетической энергии в целом НМ 3 и сегментного выступа 8 от T_{max} до T_{min} и обратно, передаваемой на корпус 1 для поддержания его колебаний.

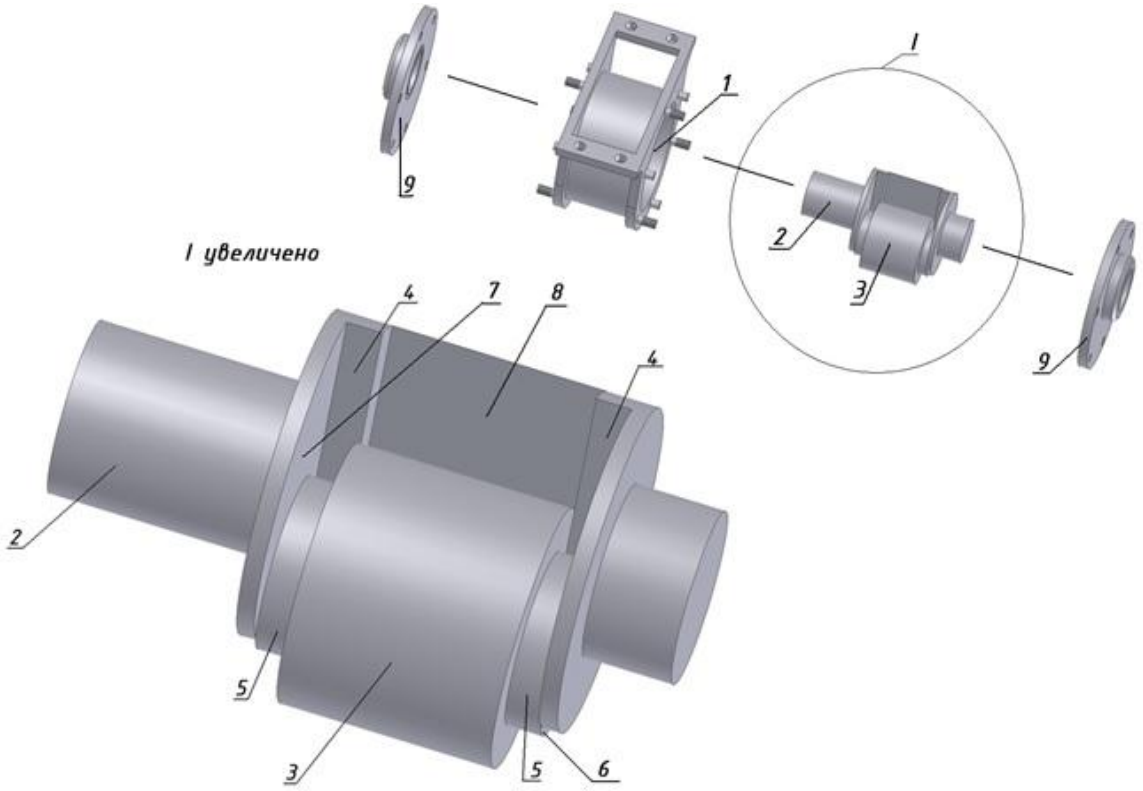


Рисунок 1 – Вибровозбудитель в разобранном виде (разнесенный вид устройства) с вынесенным увеличенным изображением в сборе ведущего звена и бегунка: 1 – корпус вибровозбудителя внутри которого расположено ведущее звено со смещением от центра корпуса; 2 – ведущее звено, вал-ротор, ось вращения которого смещена относительно центра корпуса, а его шейки опираются на подшипниковые узлы боковых крышек, прикрепляемых к корпусу; 3 – неуравновешенная масса (НМ), свободно перемещающаяся по сегментному пазу вала-ротора и перекатывающаяся по внутренней поверхности корпуса; 4 – сегментные выступы, расположенные на валу-роторе являющиеся опорой, по которой свободно перемещается НМ; 5 – цилиндрические выступы, размещенные на НМ и служащие для свободного перемещения по сегментным выступам, вала-ротора; 6 – плоскости краев бегунка, опирающиеся на плоскости ведущего звена удерживающие НМ от осевого смещения; 7 – плоскости боковых поверхностей вала-ротора, удерживающие НМ от осевого смещения; 8 – сегмент ведущего звена, вала-ротора, удерживает расположенные по разные стороны открытого паза сегментные выступы от скручивания под действием прикладываемого извне крутящего момента; 9 – боковые крышки, с подшипниковыми узлами, оси вращения которых смещены относительно оси корпуса.

Методика исследования вибровозбудителя методом диаграмм. Расчет выполнен по методике нахождения значений центра тяжести НМ обозначенного Sb на равноотстоящих узлах (рисунок 2), заданных углом поворота α = 0,0087 рад. (0,5 град.) для 720 точек, обозначенных на диаграмме ромбами, и заданных углом поворота α = 0,1745 рад. (10 град.) для 36 точек, обозначенных на диаграмме кругами. Диаграмма перемещений выполнена на равноотстоящих узлах методом кратного деления интервалов хордами слева и справа от точки, в которой находим положение касательной и угол между касательной и осью абсцисс.

Графическое представление указывает на высокую сходимость результатов, полученную независимо от использованных разных методов, одним – для 720, другим – для 36 точек.

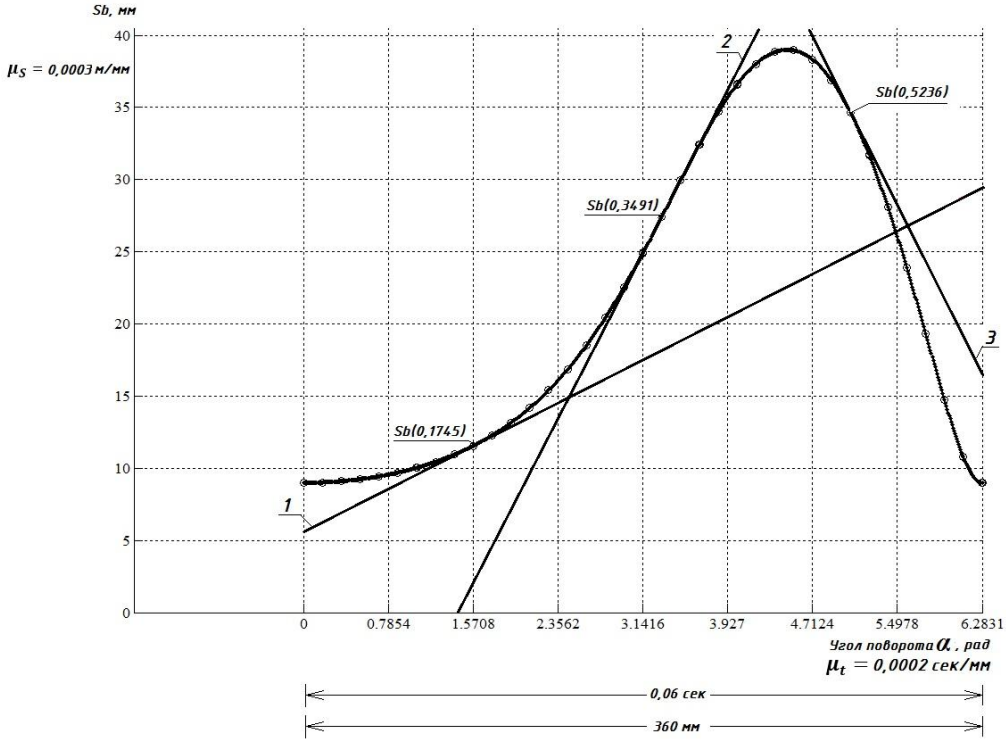


Рисунок 2 – Диаграмма перемещения центра тяжести НМ Sb для 720 значений, с шагом угла поворота 0,0087 рад. (0,5 град.) обозначена ромбиками и для 36 значений, с шагом угла поворота 0,1745 рад. (10 град.), обозначена кругами, по часовой стрелке сегмента, на которой методом графического дифференцирования представлены касательные 1, 2, 3, соответственно, для углов поворота 0,1745 рад. (10 град.), 0,3491 рад. (20 град.) и 0,5236 рад. (30 град.).

Результаты исследований и обсуждение. На рисунке 3 представлена Диаграмма скоростей, а на рисунке 4 – Диаграмма ускорений. Полученные значения указывают на величину тангенциальных скоростей и ускорений от перемещения центра тяжести НМ Sb.

Исследуя Диаграмму скоростей, следует выделить, что на этапе разгона НМ при движении с малыми длинами рычага значение величины скорости растет незначительно. Однако на участке возле положения α = 3,14 рад. направление действия скорости меняет свое значение на противоположное и величина начинает расти. В области α = 5,49 рад. происходит вновь изменение направления действия скорости и значительное её увеличение, которое очевидно при росте расстояния между отдельными значениями несмотря на (рисунок 3) единый шаг угла поворота.

Исследуя Диаграмму ускорений следует выделить пологий этап разгона НМ при движении с малыми длинами рычага, значение величины ускорения растет незначительно. Однако, на участке возле положения α =4,7 рад. наблюдается взрывной характер роста значения ускорения кратно в три раза. Достигнув максимума в области α = 6,28 рад. практически мгновенно меняется не только величина ускорения, но и направление действия на противополож-

ное. Резкие изменения ускорения как по величине, так и по направлению свидетельствуют о наличии ударной нагрузки (рисунок 4), которая приводит к образованию направленного выделения импульса энергии.

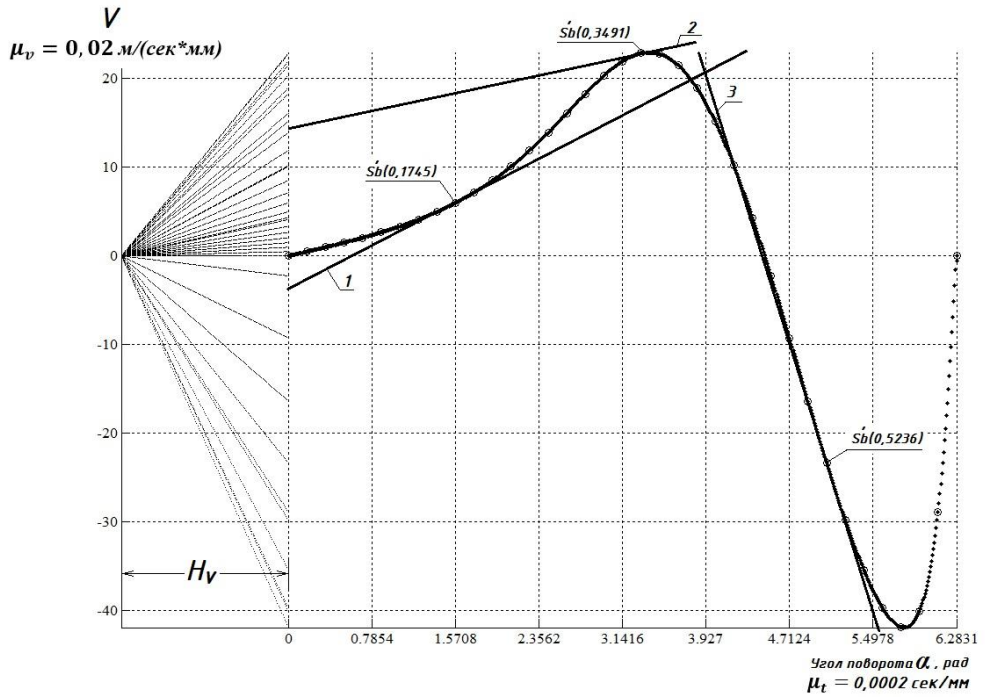


Рисунок 3 – Диаграмма скоростей перемещения центра тяжести НМ $S_b^{'}$ для 720 значений, с равномерным шагом угла поворота 0,0087 радиан (0,5 градуса) по часовой стрелке сегмента, на которой методом графического дифференцирования представлены касательные 1, 2, 3 соответственно для углов поворота 0,1745 радиан (10 градусов), 0,3491 радиан (20 градусов) и 0,5236 радиан (30 градусов)

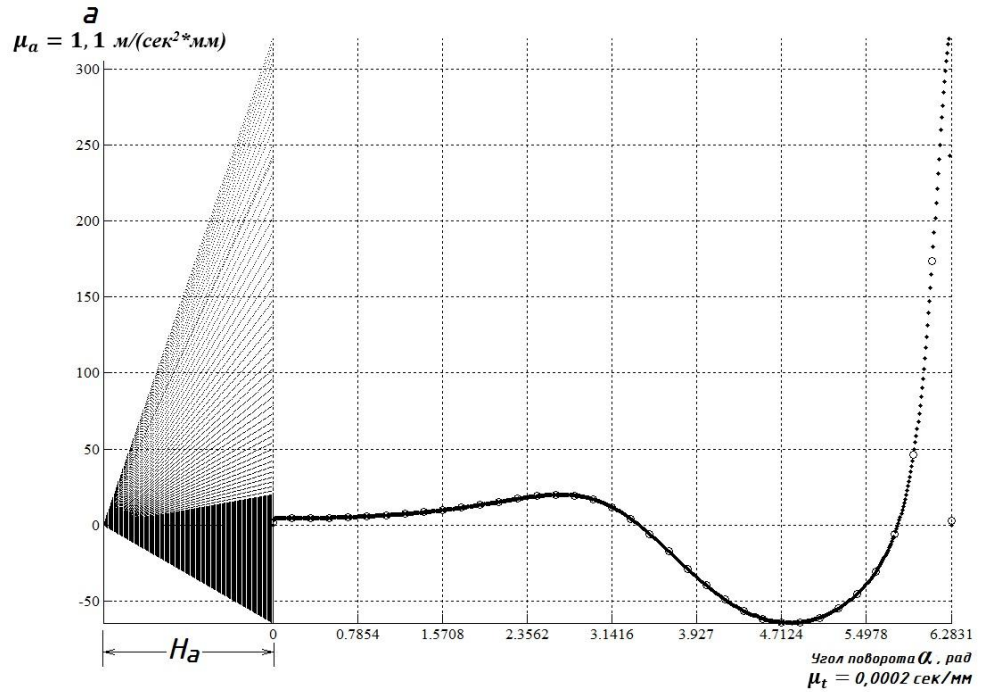


Рисунок 4 – Диаграмма ускорений перемещения центра тяжести бегунка $S_b^{''}$ для 720 значений, с равномерным шагом угла поворота 0,0087 радиан (0,5 градуса) по часовой стрелке сегмента

Важно выделить и частоту, с которой происходит изменение величин и направления ускорения НМ, для приведенных диаграмм было сделано допущения, перемещение НМ происходит равномерно со скоростью 1000 об/мин или 0,06 об/сек.

Дальнейшие исследования направлены на построение тангенциальной силы, на основе известных значений Диаграммы ускорений и величины НМ. Суммарное приложение сил тангенциальной, тяжести и действия со стороны сегментных выступов 4 (рисунок 1) ведущего звена позволяют получить результирующее значение суммы всех действующих сил на корпус вибровозбудителя и определение их общей составляющей вызывающей импульс.

Выводы:

1. Современные механизмы имеют сложное конструктивное исполнение, не позволяя аналитическими методами определить направление и величину скоростей и ускорений НМ.
2. Применение кинематического исследования для выявления скоростей и ускорений НМ выполняют по ограниченному числу точек на равноотстоящих значениях, что вынуждает аппроксимировать для получения функции, которые не соответствует исследуемым диаграммам перемещений, скоростей и ускорений.
3. Применение численных методов в кинематических исследованиях с использованием вычислительных комплексов позволяет получить достоверный результат для выявления диаграмм перемещений, скоростей и ускорений НМ.

Библиографический список

1. Патент РФ на изобретение № 2578745, B06B1/16. Вибровозбудитель / С.Г. Щукин, В.В. Альт, М.А. Нагайка, В.А. Вальков. – Заявл. 15.12.2014, опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9. – 6 с.

Shchukin S.G.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

THEORETICAL STUDY OF THE INERTIAL EXCITER PLANETARY TYPE FOR AN INTENSIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

The article discusses the use of numerical methods in kinematic studies using computer systems to obtain reliable results for the detection of diagrams of displacements, velocities and accelerations of the unbalanced mass in the vibration exciters planetary type.

Keywords: mechanical vibration exciter, unbalanced mass, displacement diagram, velocity diagram, acceleration diagram, kinematic diagrams.

УДК 631.316.022

Щукин С.Г., Леонидов А.А.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ БЕЗОТВАЛЬНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

В статье рассматривается использование механизма пассивных колебаний стреловидных лап, имеющих плоскую и выпуклую активную рабочую поверхность для повышения качества рыхления почвы. Расчетным способом установлено увеличение притока снеговой влаги, которая дает повышение урожая.

Ключевые слова: механизм пассивных колебаний, повышение качества рыхления почвы, выпуклая форма подошвы стрельчатой лапы, плоская форма подошвы стрельчатой лапы.

Введение. Рыхление почвы – технологическая операция, обеспечивающая изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с увеличением объема пор. Она отличается от крошения почвы – технологической операции при обработке почвы, обеспечивающей уменьшение размеров почвенных структурных отдельностей. Рыхление почвы не требует

уменьшение размеров почвенных структурных отдельностей, что даёт возможность роста энергоэффективности и ресурсосбережения, обеспечивая проникающую способность для газов и воды, которые создают благоприятные условия для развития аэробной и анаэробной бактериальной деятельности внутри почвы.

Научная проблема – недостаточное научное обоснование механизмов возбуждения пассивных колебаний стреловидных лап (как единого целого), которые обладают высокой проникающей способностью в почву, а благодаря выпуклой форме подошвы – повышенной рыхлящей способностью обрабатываемого почвенного слоя.

Цель работы – повышение качества рыхлящей способности почвы стреловидными лапами с механизмом возбуждения пассивных колебаний на основе поверхности, имеющей выпуклую форму подошвы.

Объект исследования – технологический процесс рыхления почвы стреловидной поверхностью лап, имеющей выпуклую форму подошвы, под действием пассивных колебаний.

Предмет исследования – закономерности влияния конструктивных параметров стреловидной поверхности лап, имеющей выпуклую форму подошвы, на процесс крошения структуры почвы.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние на конус крошения почвы ширины стреловидной поверхности лап, имеющих выпуклую форму подошвы, под действием пассивных колебаний.

2. Оценить влияние действующих пассивных колебаний стреловидной поверхности лап, имеющих выпуклую форму подошвы, на процесс крошения структуры почвы.

Обзор предыдущих исследований. Конструктивно-технологические особенности механизма возбуждения пассивных колебаний были теоретически исследованы на примере упругой способности плоских пружин (рисунок 1) нагруженных знакопеременной силой. Механизм крепления плоской пружины для соединения массивной рамы с рабочим органом (рисунок 1а) состоит из набора пальцев, удерживающих посредством загиба плоскую пружину как упругий элемент. Рассматривается процесс упругой деформации плоской пружины с загибами на концах (рисунок 1в) как изменяющий ее упругие свойства по нормальным сечениям (рисунок 1г). Однако практическое применение плоских пружин на тракторах с ломающейся рамой, типа Т-150К, оказалось малоуспешным, т. к. в процессе работы на переуплотненных почвах возникает дополнительная, не учитываемая при теоретических расчетах, боковая нагрузка от поворота трактора с заглубленным рабочим органом.

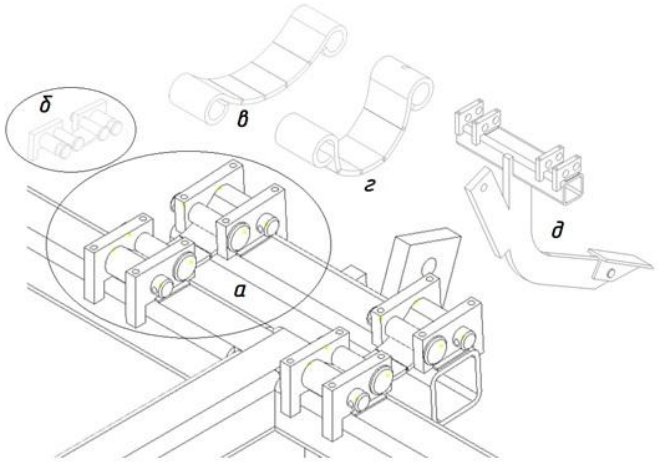


Рисунок 1 – Конструктивные особенности механизма возбуждения пассивных колебаний на примере упругой способности плоских пружин нагруженных знакопеременной силой

Устранить действие боковой нагрузка от поворота трактора с заглубленным рабочим органом удалось (рисунок 2), внеся изменения в конструкцию механизма возбуждения пассивных колебаний.



Рисунок 2 – Механизм возбуждения пассивных колебаний, устойчивых к действию боковой нагрузки от поворота трактора с шарнирно-ломающейся рамой при заглублении в почву рабочего органа

Методика полевых исследований. Механизм возбуждения пассивных колебаний (рисунок 2) устойчивых к действию боковой нагрузки от поворота трактора с шарнирно-ломающейся рамой при заглублении в почву рабочего органа. Его оснащали выпуклой и плоской активными поверхностями лап для выполнения глубокой безотвальной обработки почвы (рисунок 3) на глубину 0,5 м (50 см) (таблица 1).

Таблица 1

Технические характеристики плоской активной поверхности и выпуклой активной поверхности лап чизельного глубокорыхлителя

Технические характеристики	Плоская активная поверхность стрельчатой лапы	Выпуклая активная поверхность стрельчатой лапы
Рабочая ширина активной поверхности лапы, м	0,05	0,15
Угол наклона (рисунок 3) стенки борозды к его дну, рад.	0,4886 (28 град)	0,6458 (37 град)
Лапа со стойкой чизельного глубокорыхлителя, кг	81	86

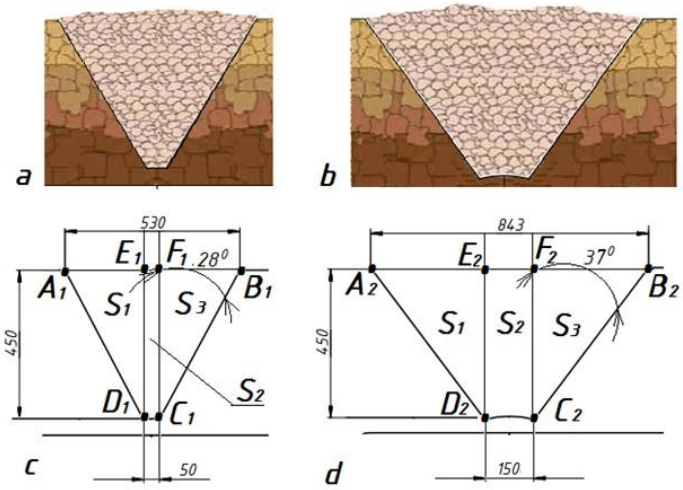


Рисунок 3 – Схема рыхления структуры почвы после прохода плоской и выпуклой активных поверхностей лап для определения площади сечения разрыхленной почвы: разрыхленная почва после прохода плоской активной поверхности лапы (a); разрыхленная почва после прохода выпуклой активной поверхности лапы (b); схема сечения пласта после прохода плоской активной поверхности лапы (c); схема сечения пласта после прохода выпуклой активной поверхности лапы (d).

Результаты исследований и обсуждение. Сравнение выпуклой и плоской поверхностей рабочих органов некорректно без результатов по урожайности. Примем допущение, что вспушенность почвы в усеченных конусах $A_1B_1C_1D_1$ и $A_2B_2C_2D_2$ (рисунок 3) не будем принимать во внимание, как на поверхности конуса, так и на его дне. Тогда согласно схеме площадь сечения пласта после прохода плоской активной поверхности лапы (рисунок 3c) S_P определим из выражения:

$S_P = S_1 + S_2 + S_3 = 240 * 450 + 50 * 450 = 108000 + 22500 = 130500$, мм^2 ,

$S_P = 1305$ см^2 .

Согласно схеме площадь сечения пласта после прохода выпуклой активной поверхности лапы (рисунок 3,d) S_{PL} определим из выражения:

$S_{PL} = S_1 + S_2 + S_3 = 346{,}5 * 450 + 150 * 450 = 155925 + 67500 = 223425$, мм^2 ,

$S_{PL} = 2234{,}25$ см^2 .

Разница по площади сечения усеченных конусов (рисунок 3) равна:

$S = S_{PL} - S_P = 2234{,}25 - 1305 = 929{,}25$ см^2 .

Увлажнение почвы сразу после уборки урожая, когда корнеобитаемый слой максимально иссушен в результате выноса влаги в убранный урожай, за счёт осенних осадков не дает возможность увеличить запасы продуктивной влаги, поскольку влага осенних осадков, не успев проникнуть в тёплую почву, испаряется холодными воздушными потоками с поверхности. Коэффициент использования осенних осадков мал – в пределах 0,24-0,43.

Основным источником наполнения запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы является преимущественно запас талых вод. Усвоить зимние осадки не всегда удаётся поскольку талые воды слабо впитываются, при условии, что осенние осадки не образовали ледяной корки неприступной талым водам, которые нужно впитать в почву. Поскольку разница по площади сечения усеченных конусов составляет 929,25 см^2, то её можно представить, как увеличение рыхлого слоя по сравнению с обработкой плоской лапой на 71%. Площадь сечения пласта после прохода выпуклой активной поверхности лапы чизельного глубокорыхлителя составляет 171 % в сравнении с площадью сечения пласта после прохода плоской активной поверхности лапы.

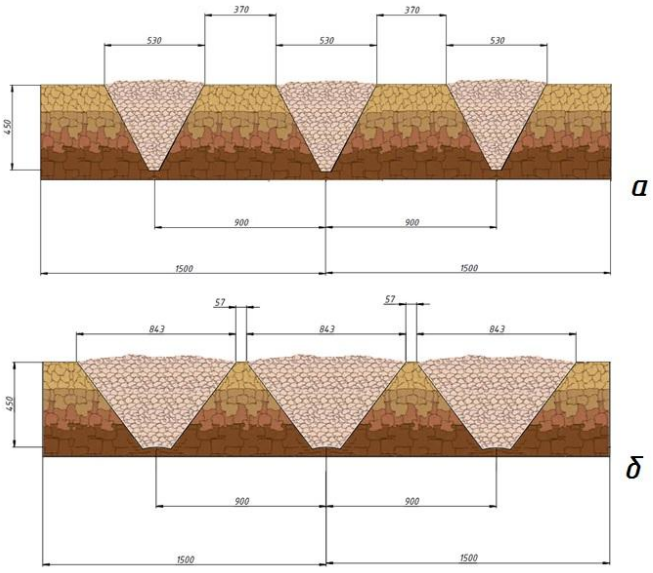


Рисунок 4 – Схема рыхления почвы после прохода плоской (а) и выпуклой (б) активной поверхности лапы

Практический запас влаги в почве по «нулевой» обработке не превышает 80 мм что дает возможность рассчитывать на урожай чуть более 5 ц/га. Каждый дополнительный центнер

зерна по «нулевой» обработке дают летние дожди при расчете 8,2 мм кратковременных, но обильных осадков. Весенние запасы влаги по безотвальной обработке, после прохода плоской активной поверхности лапы, повышаются от притока снеговой влаги на величину до 140 мм. Свыше 160 мм запасов влаги даёт использование выпуклой активной поверхности лапы чизельного глубокорыхлителя. Соответственно, 1 мм почвенной влаги формирует 14 кг зерна, что равносильно для плоской активной поверхности лапы урожая ≈ 19 ц/га, а для выпуклой активной поверхности лапы ≈ 22 ц/га [1].

Выполняя технологические расчеты, примем верхний индекс *П* для плоской активной поверхности лапы (рисунок 4а) и индекс В для выпуклой активной поверхности лапы (рисунок 4б).

Определим часовую производительность агрегатов по формуле:

$$W_{\text{Ч}} = 0{,}1 \cdot b_{\text{Р}} \cdot V_{\text{Р}} \cdot \tau, \quad (1)$$

где $b_{\text{Р}}$ – рабочая ширина захвата, $V_{\text{Р}}$ – рабочая скорость движения,
τ – коэффициент использования рабочего времени.

$W_{Ч}^{П} = 0{,}1 \cdot 1{,}9 \cdot 1{,}84 \cdot 0{,}8 = 0{,}28\ га/ч.$

$W_{\text{Ч}}^{\text{В}} = 0{,}1 \cdot 1{,}9 \cdot 1{,}72 \cdot 0{,}8 = 0{,}26$ га/ч.

Определим часовой расход топлива агрегатов, исходя из удельных затрат топлива на единицу мощности 0,173 кг/кВтч по формуле:

$$\text{Т} = w \cdot \text{Т}_{\text{уд}}, \quad (2)$$

где w – максимальная потребляемая мощность, $\text{Т}_{\text{уд}}$ – удельные затраты топлива, кг/кВт/ч]

Максимальная потребляемая мощность, кВт (л. с.) - 121,4 (165). Удельные затраты топлива, кг/кВт/ч – 0,252.

$T^{П} = 121{,}4 \cdot 0{,}252 = 30{,}6\ кг/ч$

$T^{В} = 121{,}4 \cdot 0{,}276 = 33{,}5\ кг/ч$

Выводы:

1. Использование узкой плоской стреловидной поверхности лап, в сравнении с широкой выпуклой стреловидной поверхностью лап под действием пассивных колебаний приводит к увеличению рыхлого слоя на 71 %.

2. Использование узкой плоской стреловидной поверхности лап, в сравнении с широкой выпуклой стреловидной поверхностью лап под действием пассивных колебаний приводит к увеличению притока снеговой влаги, соответственно, более 140 мм и 160 мм, что равносильно получению урожая зерновых культур, соответственно, ≈ 19 ц/га и ≈ 22 ц/га.

Библиографический список

1. Запасы влаги в почве перед посевом. [Электронный ресурс]. URL: http://agroinfo.kz/zapasy-vlagi-v-pochve-pered-posevom/ .

Shchukin S.G., Leonidov A.A.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

CONTROL AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF SUBSURFACE LOOSENING THE SOIL TO OPTIMUM DENSITY UNDER DIFFERENT CULTIVATED CROPS

The article considers the use of the mechanism of passive oscillations of swept paws with a flat and convex active working surface to improve the quality of soil loosening. The calculated method is established to increase the inflow of snow moisture, which gives an increase in yield.

Keywords: the mechanism of passive oscillations, improving the quality of soil loosening, convex shape of the sole of the pointed paw, flat shape of the sole of the pointed paw.

УДК 631.334: 633.1

Щукин С.Г., Леонидов Д.В.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

В статье рассматриваются показатели почвообрабатывающих многофункциональных машин, рабочие органы которых рыхлят почву на глубину обработки, а каток как финишное орудие выполняет процесс уплотнения.

Ключевые слова: процесс уплотнения, комбинированные машины, конструкции катков.

Введение. Совершенствование технологического процесса уплотнения взрыхленной в результате различных обработок поверхности почвы, способно обеспечивать повышение продуктивности возделываемых растений, за счет непрерывного развития новых корней, которые не обрываются в ходе естественной осадки почвы. Вернуть взрыхленную почву в естественное состояние, используя приемы уплотнения, невозможно, поскольку под действием нагрузки на поверхности почвы наблюдается очаговое уплотнение, не продвигающееся вглубь, а запирающее проход газов и влаги через почвенную плотную корку. Развиваемые как финишные орудия катки, с активной поверхностью в виде разреженных колец различной формы в нормальном сечении, работают только под углом атаки. Катки различных комбинированных машин, принимая на себя часть нагрузки рамы, показывают качественные показатели по уплотнению почвы, если работают под углом атаки. При этом применение любых конструкций катков под углом атаки приводит к росту крошащего и уплотняющего эффекта от их применения, но вызывая неравномерное сопротивления разных афронтально устанавливаемых секций и, как результат, «рыскание» влево и вправо от колеи трактора.

Научная проблема – повышение качества уплотнения и крошения почвы катками вызывает неравномерное сопротивления разных афронтально устанавливаемых секций, и, как результат, рыскание влево и вправо от колеи трактора, что приводит к образованию, с одной стороны огрехов в работе, а с другой – перекрытие обработанного слоя.

Цель работы – исследовать конструктивно-режимные параметры уплотнителей почвы применительно к точному копированию колеи трактора.

Объект исследования – процесс уплотнения взрыхленной почвы в границах колеи трактора.

Обзор предыдущих исследований. Обзор патентно-информационных исследований выполненный путем морфологического анализа позволил сформировать варианты различных конструктивных и технологических схем, процесса уплотнения ранее взрыхленной почвы. Проведена оценка этих вариантов экспертным путем и сделан выбор лучшего варианта. Исследован процесс работы многофункциональных машин, включающих выполнение нескольких технологических операций по рыхлению, выравниванию и крошению почвы и завершающихся процессом уплотнения ранее взрыхленной почвы. Нужно выдерживать проход точно по колее, что важно для выполнения работ по требованиям точного земледелия с соблюдением всех технологических процессов и агротехнических показателей.

Методика исследований. В процессе аналитических исследований сформированы требования для многофункциональных машин, выполняющих одновременно несколько технологических операций в целом – производящих перемешивание, выравнивание и рыхление обрабатываемой почвы. Агротехнические требования к машине:

1) качественное выполнение технологического процесса на всех типах почв, кроме каменистых, влажностью до 25 %, с наличием пожнивных остатков и без них, в рекомендуемые агротехнические сроки с минимумом затрат и соблюдением экологических нормативов и правил охраны труда;

2) необходимо обеспечить при обработке почвы:

– глубина обработки до 16 ± 1 см;

– хорошее крошение почвы, количество фракций размером 1-2,5 мм должно быть не менее 80 %, наличие глыб более 10 см не допускается;

– создание уплотненного ложа для семян;

– создание мульчирующего слоя на поверхности поля;

– в эрозионно опасных зонах наличие частиц размером менее 1 мм не должно увеличиваться более чем на 5 % по сравнению с исходным;

– сохранение растительных остатков на безотвальных фонах до 60 %;

– полное подрезание сорняков;

– вычесывание 98 % подрезанных сорняков;

– равномерное внесение удобрений по площади и равномерная их заделка по глубине;

3) необходимо обеспечить при посеве:

– заделка семян на глубину 3-8 ±1 см (зерновых), 1-3 ±0,5 см (трав);

– создание на поверхности поля мульчирующего слоя;

– норма высева семян с отклонением не более ±3 %;

– неравномерность высева семян по ширине захвата в пределах ± 5 %;

– повреждение семян не допускается;

– качественный посев при скорости 7-9 км/ч.

Технологический процесс рыхления почвы многофункциональными машинами лучше выполняют рабочие органы в форме стрельчатых лап, обеспечивающие полное подрезание сорняков, создание ровного дна борозды и не выворачивающие влажный слой на поверхность. Дисковые рабочие органы, работают под углом атаки, не полностью подрезают сорняки и создают гребнистое дно, вызывая рыскание влево и вправо от колеи трактора. Оборачивая пласт, они выносят на поверхность поля влажные слои почвы, не полностью удовлетворяя агротехническим требованиям.

Результаты исследований и обсуждение. При изучении различных типов катков выявлено, что лучшее качество уплотнения обеспечивает каток с рабочими органами в виде колец диаметром 550 мм с овальным каплевидным сечением обода шириной 25-27 мм с установкой их на оси через 80-100 мм. Обоснованы параметры конусных катков и профиля катков в виде эллипса.

Горячкин В.П. указывал, что самым сложным и, причем общим для всех работ орудием является винт. В теоретических исследованиях приняли допущения: почва является изотропной средой; частицы ее перемещаются наружной поверхностью катка не по своим траекториям, а по вертикали; закон изменения напряжения смятия от деформации описывается функцией гиперболического тангенса; влияние скорости движения и коэффициента скольжения катка на сопротивление смятию почвы не учитывается; поверхность катка плоская. Траектория движения точки, находящейся на спирали, в системе координат OXYZ при движении катка под некоторым углом атаки описывается уравнениями (1):

$$\begin{aligned} X &= R*\left[\frac{\Theta}{(1-\varepsilon)*\cos\alpha} - \cos\alpha*\sin(\Theta+\tau) \pm \tau*\sin\alpha*tg\beta\right], \\ Y &= R*\left[1-\cos(\Theta+\tau)\right], \\ Z &= R*\left[\pm\sin\alpha*\sin(\Theta+\tau) + \tau*\cos\alpha*tg\beta\right]. \end{aligned} \qquad (1)$$

где R - радиус спирали катка, м;

$\Theta = \omega * t$ - угол поворота катка, рад;

α – угол атаки, рад;

β – угол подъема витка спирали, рад;

τ – угол, характеризующий положение точки на спирали относительно начала витка спирали;

ε – коэффициент скольжения катка.

Знак (+) в уравнениях (1) – для спирали правой навивки, угол атаки которой образован поворотом против часовой стрелки, и знак (–) – по часовой стрелке относительно фронтального положения катка.

Для угла атаки $\alpha = 0$ уравнения (1) примут вид:

$$X = R*\left[\frac{\Theta}{(1-\varepsilon)} - \sin(\Theta + \tau)\right]$$
$$Y = R*\left[1 - \cos s(\Theta + \tau)\right],$$
$$Z = R*\tau*tg\beta \quad (2)$$

Угловая скорость вращения катка определится:

$$W = \frac{V_c*(1-\varepsilon)}{R}, \quad (3) \quad (3)$$

где V_C – поступательная скорость движения агрегата, м/с.

Коэффициент буксования, скольжения определится:

$$\varepsilon = \frac{R_к - R}{R_к}, \quad (4)$$

при $R_K > R$ наблюдается качение со скольжением, а при $R_K < R$ – качение с буксованием.

Радиусы качения определяются:

$R_{KC} = \frac{L_C}{2\pi}$ – кинематический радиус скольжения;

$R_{KB} = \frac{L_B}{2\pi}$ – кинематический радиус буксования;

$R = \frac{L}{2\pi}$ – радиус качения катка без буксования и без скольжения,

где L_C – фактический путь, пройденный катком со скольжением; L_B – фактический путь, пройденный катком с буксованием; L – фактический путь, пройденный катком без буксования и без скольжения.

$\varepsilon_C = \frac{L_C - L}{L_C}$ – коэффициент скольжения;

$\varepsilon_C = \frac{L_B - L}{L_B}$ - коэффициент буксования. (5)

Скорость частиц, перемещаемых боковой поверхностью витков, определяется:

$$V_п = \frac{V_c}{\cos\varphi}*\varepsilon*\sin\beta, \quad (6)$$

Перемещение боковой поверхностью витка определится:

$$S_п = \frac{2*V_п*R*\arccos\left(1-\frac{h}{R}\right)}{V_c*(1-\varepsilon)} + \frac{V_п^2*\sin\gamma}{2g}, \quad (7)$$

где $\gamma = 42^0$ – угол наклона вектора скорости почвы к горизонту в момент отбрасывания ее витком [1]; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Продольное перемещение почвы: $S_{пх} = S_п*\sin(\beta + \varphi)$ (8)

Боковое перемещение почвы: $S_{пz} = S_п*\cos(\beta + \varphi)$ (9)

Угол подъема витка винтового катка определится:

$$\beta = arctg\frac{t_в*n}{2\pi*R} \quad (10)$$

где t_B – шаг витков; n – число заходов винта.

Для уменьшения бокового перемещения почвы винтовой каток необходимо установить фронтально, т. е. без угла атаки.

Согласно теоретическим предпосылкам были изготовлены экспериментальные образцы винтовых катков и проведены исследования их работы (таблица 1)

Результаты работы катков приведены в таблице 2. Плотность необработанного верхнего слоя черноземов в лесостепи Приобья составляет 1,27 г/см^3, плотность мульчирующего слоя после прохода катков с различной поверхностью обода одинаковая и составляет 0,9 г/см^3. Плотность почвы в зоне семенного ложа после работы машины с дисковым катком, имеющим обод в форме эллипса (эллипсный) 1,2 г/см^3. У дискового катка, имеющего обод в форме конуса (конусный), 1,18 г/см^3. У катка, имеющего обод в форме многозаходного винта (винтового), в зависимости от диаметра образующего обод прутка плотность соответственно: диаметр 16 мм– 1,07 г/см^3, диаметр 22 мм – 1,14 г/см^3, диаметр 27 мм – 1,16 г/см^3. Высота гребней у эллипсного катка колеблется от 25 до 70 мм, у конусного катка гребней на данном режиме работы почти не видно, но зато справа по ходу агрегата образуется бороздка глубиной 50-85 мм, а слева – гребень высотой 45-70 мм, т. е. получается значительное боковое перемещение почвы. У винтового катка с диаметром прутка 16 и 22 мм гребней почти не видно, а при диаметре прутка 27 мм высота гребней составляет 35-55 мм. Угол наклона следа прутка к направлению движения агрегата у винтового катка составляет 18-23^0, у эллипсного катка и конусного он составляет 0^0.

Таблица 1

Техническая характеристика различных типов катков

Параметр	Величина
Катки – рабочая поверхность в виде многозаходного винта с различным диаметром прутка (винтовые)	
Число заходов, шт.	5
Диаметр катка, мм	490
Расстояние между прутками, мм	121
Диаметр прутка, мм	16, 22, 27
Катки – рабочая поверхность в виде диска, с эллипсовидным сечением прутка (эллипсные)	
Диаметр катка, мм	510
Длина большой оси эллипса, мм	38
Расстояние между дисками, мм	140
Катки – рабочая поверхность в виде диска, обод имеет конусную поверхность, выполненную из прутка, имеющего в сечении прямоугольную форму (конусные)	
Диаметр катка, мм	500
Ширина пластины, образующей поверхность обода, мм	30
Толщина пластины, образующей поверхность обода, мм	8
Угол конуса, град	20
Расстояние между дисками, мм	120

Таблица 2

Режимы работы машин при разных вариантах катков

Параметр	Величина
Скорость движения агрегата, м/с	1,8
Глубина хода лап, мм	100-120
Влажность почвы, %	18,0-20,3
Угол атаки, град винтовых винтовых эллипсных конусных	 0 20 20 20

Таблица 3

Результаты работы катков разного типа

Показатели работы катков	Типы исследованных катков				
	эллипсный	винтовой			конусный*
Ширина рабочей поверхности обода или ее диаметр, мм	38	16	22	27	30
Плотность не обработанного слоя, г/см^3	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
Плотность уплотненного слоя, г/см^3	1,20	1,07	1,14	1,16	1,18
Плотность мульчирующего слоя, г/см^3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Высота гребней, мм	25-70	Гребни отсутствуют			35-55
Угол наклона следа прутка к направлению движений, град	0	18-23	18-23	18-23	0

* Справа по ходу движения образуется борозда глубиной 50-85 мм, а слева гребень высотой 45-70 мм.

Из вышеизложенного видно, что для создания оптимальной плотности почвы семенного ложа в почвообрабатывающе-посевных машинах целесообразно использовать эллипсные и конусные катки под углом атаки 20^0. Винтовой каток с диаметром прутка 27 мм - под углом атаки 0^0. При работе эллипсных и конусных катков наблюдалось боковое перемещение почвы. Для почвообрабатывающей машины, на наш взгляд, можно использовать винтовой каток с диаметром прутка 16 мм.

Почвообрабатывающе-посевные машины с винтовым катком удовлетворяют агротребованиям на черноземных почвах лесостепи Приобья по формированию плотности семенного ложа, а также по вычесыванию сорняков на поверхность поля при угле атаки 0^0 в интервале влажности почвы от 18 % до 20,3 %. Указанные результаты достигаются при установке винтового катка на почвообрабатывающих и посевных машинах фронтально – под углом атаки 0^0.

Вывод. В целях формирования оптимальной плотности почвы на почвообрабатывающе-посевных машинах необходимо устанавливать винтовой каток с диаметром прутка 27 мм, а на почвообрабатывающих машинах с диаметром 16 мм – с углом винта 22^0.

Shchukin S.G., Leonidov D.V.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS SOIL COMPACTION

The article deals with the indicators of soil-cultivating multifunctional machines whose working bodies loosen the soil to the depth of processing, and the roller as a finishing tool performs the compaction process.

Keywords: compaction process, combined machines, roller designs.

УДК 631.331

Яковлев Д.А.[1], Беляев В.И.[1], Поляков Г.Н.[2]
[1]Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул
[2]Иркутский государственный аграрный университет, Иркутск

РАЦИОНАЛЬНОЕ КОМПЛЕКТОВАНИЕ ПОСЕВНЫХ МАШИН РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ

В статье описан опыт эксплуатации посевных машин с различными рабочими органами в условия повышенного увлажнения почв. Описаны пути решения трудностей, связанных с посевом во влажную почву. Представлены модернизированные рабочие органы стерневой сеялки для посева в почву с повышенным увлажнением и их рациональные параметры.

Ключевые слова: влажность почвы, сошник, сеялка, посевная, рациональные параметры, Прибайкалье, Алтайский край, no-till.

В настоящее время в распоряжении сельхозтоваропроизводителей, имеется множество посевных машин, произведенных в России и за рубежом. Данные машины изготавливаются с возможностью реализации необходимых технологий возделывания и применения их в различных условиях земледелия.

Таблица 1

Наличие посевных машин в Алтайском крае

Посевные машины	Количество, шт.
Сеялки	
в т.ч. зерновые	10000
в т.ч. точного высева	1050
Всего	11050
Посевные комплексы	
в т.ч. импортные	906
Всего	1215

Примечание - таблица составлена на основании данных МСХ по Алтайскому краю на 01.01.2018

Из статистических данных видно (таблица 1), что рынок техники Алтайского края достаточно насыщен посевными агрегатами, но, к сожалению, в настоящее время фермеры даже путем покупки дорогостоящих посевных комплексов не могут гарантировать себе, что посевная пройдет без проблем. Это определяется во многом погодными условиями в преддверии посевной.

Примером этому послужила весна 2018 года. Из-за высоких весенних влагозапасов в почве и большого количества осадков почва была очень влажной, что существенно затрудняло посевные работы. В таких условиях оказался практически весь Алтайский край, но более всего Западно-Кулундинская, Восточно-Кулундинская, а также Приобская и Приалейская степи.

В настоящее время в хозяйствах преобладают, в основном, многооперационные посевные машины, поскольку аграрии стремятся снизить расходы ресурсов за счет уменьшения количества операций, требующих дополнительных проходов по полю. А поскольку культивация является основополагающей операцией перед посевом, то и посевные агрегаты приобретаются преимущественно с лаповыми рабочими органами. На основании данных [2] установлено, что при повышенной влажности стрельчатые лапы начинают испытывать чрезмерное тяговое сопротивление со стороны почвы, растительные остатки с почвой сгруживаются перед сошниками и забивают основные их части (рисунок 1), в итоге на поле мы получаем недопустимую по агротехническим требованиям глыбистость и гребнистость (рисунок. 2).

Такие проблемы возникают, когда влажность почвы начинает превышать 25 %. Также это зависит от гранулометрического состава почв: чем тяжелее почвы, тем ниже может быть критическая отметка их увлажнения [1].

В этих условиях появляется необходимость использовать посевные агрегаты, предназначенные для работ по технологии «No-Till». Данные сеялки и комплексы преимущественно комплектуются специальными анкерными и долотовидными рабочими органами. Одно из их преимуществ в том, что они имеют меньшее тяговое сопротивление в сравнении со стрельчатыми лапами. Однако, применение агрегатов такого типа подразумевает применение гербицидов в технологии посева, что диктует необходимость использования опрыскивателей и ведет к дополнительным затратам, но всё же это лучше, чем вовсе остаться без урожая.



Рисунок 1 – Налипание почвы на рабочие органы сеялки



Рисунок 2 – Поле после посева машинами с лаповыми сошниками во влажную почву

Исходя из данного опыта, приходим к выводу, что фермерам необходимо комплектовать посевные машины двумя типами рабочих органов: долотами (для посева в ранние сроки с высоким увлажнением почв) и стрельчатыми лапами (для посева в более поздние сроки при оптимальном увлажнении почв). Это будет существенно дешевле, чем иметь два вида дорогостоящих посевных комплексов, к тому же их переоборудование займет совсем немного времени.

Поэтому нами были проведены работы по модернизации рабочих органов посевных машин на примере наиболее распространенной у мелких и средних фермеров стерневой сеялки (рисунок 3).

Суть модернизации – в изменении угла входа сошника в почву. Он составил 45 градусов. Данное изменение продиктовано теоретическими расчетами и полевыми исследованиями. Также были обоснованы задний угол резания и угол скоса лезвия, что позволило значительно снизить тяговое сопротивление сеялки. На разработку получен патент РФ на изобретение № 2018100532/13(000654).



Рисунок 3 – Модернизированные сошники

Анализ проведенных исследований показывает, что вопросы комплектования посевных комплексов двумя вариантами высевающих сошников в зависимости от условий увлажнения во время посевной кампании имеют высокую практическую значимость. Исследования в этом направлении продолжаются и включают комплексную оценку эффективности предлагаемых решений (агротехническую, энергетическую и технико-экономическую).

Библиографический список

1. Поляков Г.Н., Яковлев Д.А. Выбор и обоснование сошников посевных машин // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2016. – № 20. – С. 43-49.
2. Солодун В.И. Опыт применения и сравнительные испытания почвообрабатывающе-посевных комплексов в Предбайкалье // Symposium «Agrartechnik der Zukunft / Anforderungen an die Landtechnik 2030. – 2013. – С. 154-159.

Yakovlev D.A.[1], Belyaev V.I.[1], Polyakov G.N.[2],
[1]Altai State Agricultural University, Barnaul,
[2]Irkutsk State Agricultural University, Irkutsk

THE RATIONAL ACQUISITION OF SEEDING MACHINES WORKING BODIES TO CONDITIONS OF HIGH SOIL MOISTURE

The article describes the operating experience of sowing machines with various working bodies in conditions of high soil moisture. Describes how to solve the difficulties associated with sowing in wet soil. Modernized working bodies of the stubble seeder for sowing into the soil with increased moisture and their rational parameters are presented.

Keywords: soil moisture, coulter, seeder, sowing, rational parameters, Baikal region, Altai Territory, no-till.

Секция 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ

УДК 004:528.91; 631.58:001.891.57

Добротворская Н.И., Дубровский А.В., Малыгина О.И., Троценко Е.С.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН НОВОСИБИРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ С УЧЕТОМ ТИПИЗАЦИИ ПОЧВ

В статье показаны возможности применения геоинформационной системы для информационного обеспечения разработки стратегии освоения земель при развитии Новосибирской агломерации. Показаны достоинства комплексного подхода в исследовании индивидуальных свойств и характеристик земельных участков для планирования направлений их хозяйственного использования. Основным требованием при этом является обеспечение сохранности естественного плодородия ценных сельскохозяйственных угодий. В качестве практических результатов получены: расчетные значения увеличения количества жителей в границах территории Новосибирской агломерации, а также цифровая почвенная карта на территорию предполагаемой зоны расселения Новосибирской агломерации.

Ключевые слова: геомоделирование, селитебная зона, агломерация, типы почв, сельскохозяйственная ценность почв, экологически-ориентированное землепользование.

Агломерационное устройство для комфортного проживания большого количества населения является одной из самых передовых форм территориального планирования. Агломерация, представляет собой такое расположение населенных пунктов (поселков, поселений), при котором они граничат с центральным городом (ядром), обеспечивающим население необходимыми ресурсами [1, 3]. Агломерация – наиболее рациональная, грамотно спланированная форма организации территории для проживания человека. На ней осуществляется эффективное и целесообразное совместное использование территории и расположенных на ней ресурсов: земельных, водных, агроклиматических, природных полезных ископаемых и т.д. Городские агломерации демонстрируют принцип эмерджентности («системного эффекта»), который заключается в том, что целое качественнее и продуктивнее чем обычная сумма частей, из которых оно состоит.

Новосибирская агломерация уже сложилась и существует [4-6]. Однако на сегодняшний день нет единой системы планирования развития территорий, входящих в состав агломерации. Возникают вопросы по отчуждению земельных участков, предназначенных для строительства транспортных магистралей и промышленных зон.

По прогнозам специалистов в области территориального управления и планирования, для реализации всего комплекса мероприятий по созданию и развитию, Новосибирской агломерации понадобится 30 лет. По прогнозам авторов проекта, численность жителей Новосибирской агломерации к 2035 году составит 2.4 млн. человек, т.е. увеличится на 400 тыс. чел., а ее площадь составит 20 тыс. кв. км. [6]. По расчетам специалистов Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области к 2035 году численность городского населения Новосибирской области должна увеличиться на 377 тыс. человек, при этом общее увеличение жителей составит всего 288 тыс. человек[7, 8]. Рост численности городского населения произойдет, в том числе, и за счет миграции сельского населения в населенные пункты

с более развитой инфраструктурой. Эти данные коррелируют с прогнозными значениями численности жителей, полученными разработчиками проекта Новосибирской агломерации.

В таблице 1 приведены результаты прогнозных расчетов численности жителей Новосибирской агломерации, на основании геоинформационного анализа местоположения и площади зоны планируемого расселения, с учетом существующей специфики распределения плотности населения на территории Новосибирской области [9-12]. В расчет зоны расселения не были включены территории центрального ядра агломерации (г. Новосибирск), а также городов спутников (Бердск, Искитим, Обь, Кольцово), где плотность населения варьирует от 1000 до 3200 чел./кв. км. В расчете использовались данные о плотности населения в Новосибирском районе, которая составляет 60 чел./кв. км. [13].

Таблица 1

Расчетные значения количества жителей на территории предполагаемого расселения Новосибирской агломерации

Наименование зоны	Визуализация зоны расселения	Площадь расселения (км. кв.)	Средняя плотность населения (чел./км. кв.)	Планируемое количество жителей (чел.)
Зона предполагаемого расселения		4674	60	280440

Полученные значения планируемого числа жителей в границах предполагаемой зоны расселения Новосибирской агломерации соответствует данным статистического прогноза. Однако для того, чтобы население размещалось именно в зонах планируемого расселения необходимо комплексное освоение территории с созданием социально-комфортных условий проживания. Важное значение имеет создание «плана резерва земель», которые будут включаться в состав агломерации и использоваться под нужды строительства объектов жилой и социальной инфраструктуры [14]. Планы должны предусматривать достаточно отдаленные перспективы развития, чтобы уже сегодня резервировать земельные участки под будущее строительство [16, 17]. В качестве элемента стратегического планирования освоения земельных ресурсов выступает информационная база данных о почвах. В рамках проекта по подготовке комплексной информации по территории Новосибирской агломерации созданы цифровые почвенные карты, рисунок 1.

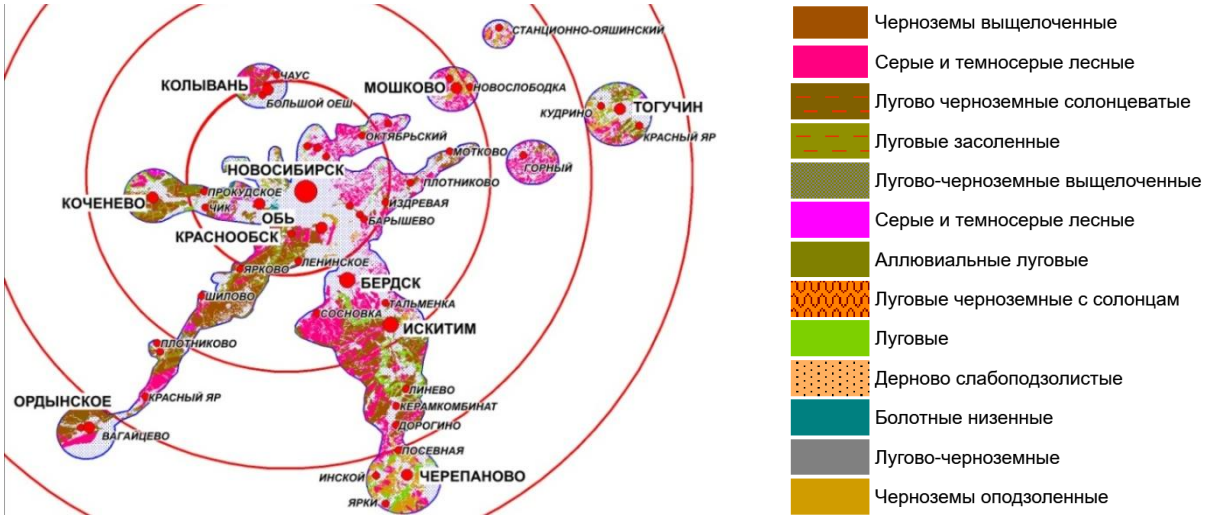


Рисунок 1 – Почвенная карта на территорию предполагаемой зоны расселения Новосибирской агломерации

Почвенные карты в рамках развития проекта Новосибирской агломерации могут помочь в разработке стратегии освоения территории. Предлагается провести ранжирование земельных участков по ряду показателей: транспортной доступности, удаленности от центра агломерации, сельскохозяйственной ценности почв. На первом этапе планирования использования земельных участков под строительство необходимо выделить ряд очередей освоения, рисунок 2:

– первая очередь – земельные участки максимально приближенные к центру агломерации или, обладающие хорошей транспортной доступностью и низкой сельскохозяйственной ценностью почв. Также в первую очередь освоения входят земельные участки находящиеся рядом с периферийными центрами – городами спутниками;

– вторая очередь – земельные участки, находящиеся на среднем расстоянии от центра агломерации и городов спутников, при этом обладающие транспортной доступностью и низкой сельскохозяйственной ценностью почв;

– третья очередь – все оставшиеся земельные участки с низкой сельскохозяйственной ценностью почв.

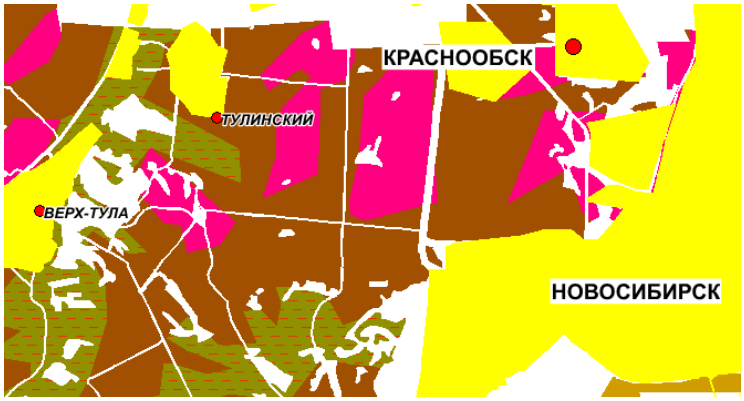


Рисунок 2 – Планирование очередности освоения земельных участков

Для реализации экологически-ориентированного землепользования рекомендуется не вовлекать в строительство земельные участки занятые лесами (на рисунке 2 эти участки с белой заливкой). Допускается их частичное использование с применением концепции геодизайна [12].

Таким образом, для разработки стратегии освоения земель при развитии Новосибирской агломерации необходим комплексный подход, заключающийся в исследовании индивидуальных свойств и характеристик земельных участков с обеспечением сохранности естественного плодородия ценных сельскохозяйственных угодий.

Библиографический список

1. Папело В.Н. Городская агломерация как фактор опережающего развития региона: сборник трудов конференции. – 2014. – С. 178-185.
2. Зобова Л.Л, Шабашев В.А. О теоретических основах пространственной структуры городской агломерации: сборник научных трудов. – Кемерово. – 2014. – С. 25-31.
3. Герцберг Д.Я. Агломерации как объект экономической политики, государственного регулирования и территориального планирования. – Редакция журнала «Academia. Архитектура и строительство». – Москва. – 2015. – № 4. – С. 98-106.
4. Владимир Городецкий: «Цель развития агломерации заключается в формировании комфортной среды проживания». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.vseon.com/themes/gost-nomera/item/vladimir-gorodeckij-cel-razvitiya-aglomeracii-zaklyuchaetsya-v-formirovanii-komfortnoj-sredy-prozhivaniya.html– Загл. с экрана.
5. Проекты агломерационного развития. Выпуск 3, ОАО Российский институт градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.giprogor.ru. – Загл. с экрана.
6. Пространственное развитие Новосибирской агломерации. Проект «Схема территориального планирования Новосибирской агломерации». ОАО «Российский институт градостроительства и инвестиционного развития «ГИПРОГОР». Москва – Новосибирск. – 2013.
7. В Новосибирскстате составили прогноз численности населения Новосибирской области до 2036 года. [Электронный ресурс]. – режим доступа:https://ksonline.ru/310136/v-novosibirskstate-sostavili-prognoz-chislennosti-naseleniya-novosibirskoj-oblasti/– Загл. с экрана.

8. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://novosibstat.gks.ru/– Загл. с экрана.
9. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 150 с.
10. Дубровский А.В., Добротворская Н.И. К вопросу разработки планов освоения межселенной территории для развития Новосибирской агломерации // Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью: матер. междунар. науч. конф. в 4 т. – Новосибирск:СГУГиТ, 2015. – Т. 3. – С. 106-113.
11. Добротворская Н.И., Дубровский А.В. О необходимости выполнения работ по подготовке тематических почвенных карт для уточнения схемы развития Новосибирской агломерации // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-ой Международной научно-практической конференции «АГРОИНФО-2015 (Новосибирск, 22-23 октября 2015 г.) / Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 394-398.
12. Дубровский А.В. Возможности применения геоинформационного анализа в решении задач мониторинга и моделирования пространственных структур // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 220–224.
13. Благова Е.А., Бугаева И.А., Дубровский А.В. К вопросу создания информационной модели городской агломерации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIV Междунар. науч. конгр., 25–27 апреля 2018 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии» : сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 62-67.
14. Дубровский А.В., Середович В.А., Байков К.С. Опыт создания цифровых почвенных карт на территорию Новосибирской области // Информационные технологии, системы и приборы в АПК.: материалы 4-й междунар. научн. – практич. конф. «Агроинфо-2009». – Новосибирск, 2009. – Ч. 2. – С. 81-86.
15. Сельскохозяйственная ценность почв. [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://resources.arcgis.com/ru/communities/soils/02ms00000005 000000.htm. – Загл. с экрана.
16. Проект стратегии социально-экономического развития Новосибирской области до 2030 года: Открытая площадка Управления молодежной политики Новосибирской области для обсуждения проекта Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области до 2030 года. Новосибирск, 2014. [Электронный ресурс]. режим доступа: http://mnso.ru/news/read/2316.html. – Загл. с экрана.
17. Основные направления модернизации экономики Новосибирской области: постановление правительства Новосибирской области от 30.03.2012 г. № 158-п/Консультант Плюс: справ. правовая система. Электрон. дан. – М., 2014. [Электронный ресурс]. – режим доступа::http://www.consultant.ru – Загл. с экрана.

Dobrotvorskaya N.I., Dubrovsky A.V., MalyginaO.I., TrotsenkoE.S.,
Siberian State University geosystems and technologies, Novosibirsk

GEOMODELIZATION OF TERRITORIAL DISTRIBUTION OF SELF-SIZED ZONES OF NOVOSIBIRSK AGGLOMERATION WITH THE TYPES OF SOIL TYPES

The article shows the possibilities of using the geoinformation system for the development of a land development strategy in the development of the Novosibirsk agglomeration. The advantages of an integrated approach in the study of individual properties and characteristics of land plots for planning the directions of their economic use are shown. The main requirement in this case is to ensure the preservation of the natural fertility of valuable agricultural land. As practical results were obtained: the calculated values of the increase in the number of residents, as well as a soil map on the territory of the proposed settlement zone of the Novosibirsk agglomeration.

Keywords: geomodeling, residential area, agglomeration, types of soils, agricultural value of soils, ecologically oriented land use.

УДК 528.4

Дубровский А.В., Евсюкова И.Н.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА РЕКРЕАЦИОННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В статье рассмотрено понятие рекреация, приведены виды рекреационных объектов. Выполнен геоинформационный анализ рекреационной обеспеченности территории города Новосибирска. Получены реальные данные свидетельствующие о существенной нехватке рекреационных зон на территории города Новосибирска.

Установлено, что для 73 % населения города рекреационные зоны находятся вне шаговой доступности и не могут быть использованы ежедневно для отдыха, занятий спортом и восстановления сил и здоровья.

Ключевые слова: рекреация, рекреационный кадастр, геоинформационный анализ, населенные пункты, строительные правила, территориальное планирование.

Рекреация позволяет организовать отдых и процесс восстановления сил человека, которые он расходует в процессе труда. Исследованиями в этой области занимаются такие специалисты как географы, биологи, психологи, экологи, медики, социологи, экономисты. Этот термин появился в конце 90-х годов XIX века в США. Понятие «рекреация» определяет предмет исследования таких наук как рекреационная география, рекреалогия, рекреационное природопользование, курортология и другие [1–2].

В соответствие с п. 9.1 СП «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» – «в состав зон рекреационного назначения могут включаться зоны в границах территорий, занятых городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, пляжами, также в границах иных территорий, используемых и предназначенных для отдыха, туризма, занятий физической культурой и спортом. В пределах черты городских, сельских поселений могут выделяться зоны особо охраняемых территорий, в которые включаются земельные участки, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное особо ценное значение» [3].

Новосибирск – третий по численности город России. Является самым большим по площади муниципальным образованием. Его современные размеры превышают 500 кв. км. Ряд особенностей на этапе становления и развития города повлиял на его современное функциональное зонирование. Основными особенностями формирования территории города Новосибирска являются [4–5]:

– территориальное расположение города на двух берегах реки Обь и необходимость развивать в первую очередь транспортное сообщение между левым и правым берегом на много лет предопределило стратегические направления транспортной политики города. Создание и поддержка зеленых рекреационно-оздоровительных зон не являлась основной задачей развития города. В первую очередь требовалось развитие улично-дорожной сети и транспортного сообщения. На данный факт также влияет и современная роль города Новосибирска как транспортно-логистического узла при движении различных грузов внутри страны, а также как центра зарубежного экспорта и импорта товаров;

– природно-климатические особенности территории не позволяют создавать постоянно зеленые зоны на территории города в первую очередь из-за резко-континентального климата и суровых зим с отрицательными температурами в диапазоне от – 15 до –35 градусов. Короткое лето также не стимулирует у населения повышенный спрос на городские рекреационные зоны;

– сохранившийся традиционный уклад жизни населения города обуславливает наличие у 60 % населения дачного участка или недвижимости в сельской местности, где возможно ведение огородничества и садоводства. Данный факт также во многом определяет низкую потребность у населения в рекреационных зонах на территории города;

– бурное развитие промышленности на территории города в 40-е – 70-е годы. Новосибирск в доперестроечное время по праву являлся промышленным центром Сибири. Для развития промышленных мощностей были задействованы огромные территории. В городе было несколько заводов гигантов: авиационный завод, завод химконцентратов, машиностроительный завод и др. Как следствие этого – освоение участков занятых естественной растительностью, полное переформирование естественных ландшафтов;

– низкая заинтересованность органов городской власти в создании и развитии рекреационных зон. Данный факт можно проследить из анализа генерального плана и тех планировочных и градостроительных решений, которые принимались последние 25 лет. За это время не произошло существенного увеличения зеленых зон города. Среди последних крупных проектов по рекреационному оздоровлению города можно выделить только реконструкцию Михайловской набережной в 2017 году, благоустройство парка «Березовая роща», создание

рекреационной композиции «сквер на Орджоникидзе», однако все эти проекты имеют частный локальный характер и направлены на улучшение и обустройство уже сложившихся рекреационных зон.

Согласно СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», обеспеченность населения объектами рекреации для крупных городов должна составлять 16 кв. м на человека. В таблице 1 приведены расчеты по обеспеченности территории города Новосибирска объектами рекреационной инфраструктуры.

Таблица 1

Обеспеченность жителей города Новосибирска объектами рекреационной инфраструктуры

Численность жителей в городе (чел.)	Норма обеспеченности ($м^2$)	Необходимая площадь рекреационных зон ($км^2$)	Фактическая площадь рекреационных зон города ($км^2$)
1 700000	16	27,20	11,05

Как видно из таблицы 1 рекреационных зон в Новосибирске не достаточно. Фактическая площадь рекреационных зон в 2,4 раза меньше требуемой. На основании полученных расчетов интерес представляет исследование рекреационной обеспеченности не всей территории города, а наиболее плотно населенных районов. При этом предлагается расчет осуществить не по традиционному административно-территориальному делению, по районам города, а по оценочным блокам, рисунок 1.

Оценочные блоки были разработаны с учетом географических, орографических, транспортных особенностей территории, а также с учетом улично-дорожной сети города. Для расчета транспортной доступности рекреационной зоны, были выбраны территории в радиусе около 3 км. Учитывались естественные водные преграды на территории города. В расчет рекреационной обеспеченности не входили территории с малоэтажной застройкой и частным сектором [6-8].

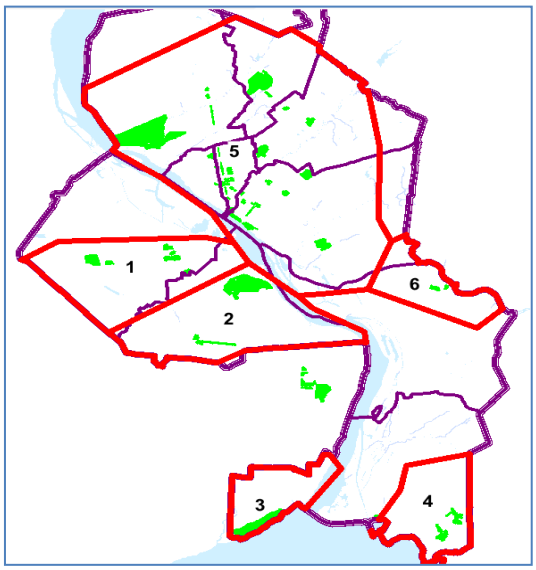


Рисунок 1 – Схема деления территории на экспертные блоки

В итоге, на территории города было сформировано пять блоков, в таблице 2 приведен расчет по обеспеченности жителей оценочных блоков объектами рекреационной инфраструктуры. Как показал результат анализа, наиболее комфортно в плане рекреационного обеспечения чувствуют себя жители левого берега территории Кировского района вблизи парка «Бугринская роща», а также жители блока 3, района ОбьГЭС.

Таблица 2

Обеспеченность жителей оценочных блоков объектами рекреационной инфраструктуры

№ блока	Численность жителей в оценочном блоке (чел.)	Норма обеспеченности ($м^2$)	Необходимая площадь рекреационных зон ($км^2$)	Фактическая площадь рекреационных зон оценочного блока ($км^2$)	Дефицит рекреационных зон (%)
1	302454	16	4,84	0,68	– 711
2	138140	16	2,21	1,94	–114
3	43190	16	0,69	1,20	50
4	63295	16	1,01	0,38	–265
5	764672	16	12,23	6,04	–185
6	39383	16	0,63	0,09	–700

Таким образом, в результате геоинформационного анализа обеспеченности территории города Новосибирска рекреационными зонами установлено, что только 26 % жителей города не испытывают дефицит в местах рекреации. Для 73 % населения города рекреационные зоны находятся вне шаговой доступности и не могут быть использованы ежедневно для отдыха, занятий спортом и восстановления сил и здоровья. Как показывает мировой опыт рекреационного обеспечения мест проживания населения необходимо уже на этапе перспективного территориального планирования «проводить исследования для создания системы рационального использования природных ресурсов на основе сохранения уникальных экосистем» [8].

Библиографический список

1. Подрядчикова Е.Д., Дубровский А.В. К вопросу рекреационно-туристического землепользования в сельской местности // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 5-й междунар. науч. конф. «Агроинфо-2012». – Новосибирск: СО РАСХН, 2012. – Ч.1. – С. 436-440.
2. Гейл Я. Города для людей. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 277 с.
3. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений // Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. – М.: Минрегион России, 2011.
4. ShresthaR.K., SteinT.V., ClarkJ., ShresthaR. K. ValuingNature-BasedRecreationinPublicNaturalAreasoftheApalachicolaRiverRegion, Florida // JournalofEnvironmentalManagement. – 2007. – № 85. – P. 977-985.
5. Гороховодацкая Е.В. Тенденции проектирования адаптивных рекреационных пространств в городской среде. [Элетронный ресурс]. – Режим доступа: http://archvuz.ru/2013_22/63.
6. Дубровский А.В., Подрядчикова Е.Д., Геоинформационные аспекты формирования рекреационного кадастра // Интерэкспо Гео-Сибирь. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 3. – № 3. – С. 103-109.
7. Батин П.С., Дубровский А.В., Твердовская О.О., Шабалина В.П. Перспективное планирование развития городской территории с учетом проектного срока эксплуатации существующих зданий и сооружений // Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии»: сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 120-125.
8. Дубровский А.В. Перспективное районирование территории для цели рационального использования в хозяйственной деятельности // Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью: сб. материалов междунар. науч. конф. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016.

Dubrovsky A.V.,
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

TECHNOLOGY OF GEOINFORMATIONAL ANALYSIS OF RECREATIONAL SECURITY OF HUMAN SETTLEMENTS

The concept of recreation is considered in the article, types of recreational objects are given. Geoinformation analysis of the recreational provision of the territory of the city of Novosibirsk is performed. Obtained real evidence of a significant shortage of recreational areas in the city of Novosibirsk. For 73% of the city's population, recreational areas are out of step accessibility and can not be used daily for rest, sports and restoring strength and health.

Keywords: recreation, recreational cadastre, geoinformation analysis, settlements, building rules, territorial planning.

УДК 004.043, 631.3.004.58

Молородов Ю.И., Ходорченко Д.А.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО НАУЧНОГО ИНТЕРНЕТ–РЕСУРСА

В статье рассматривается один из способов развертывания инфраструктуры интеллектуального научного Интернет-ресурса (ИНИР) на основе онтологического подхода. При этом онтология служит для систематизации и формализации знаний и информационных ресурсов. На основе онтологии организована удобная навигация и содержательный поиск. Пользователь может осуществлять навигацию по контенту ИНИР, используя дерево понятий онтологии. Важной особенностью онтологического подхода является возможность предоставления доступа не только к описаниям методов обработки информации и решения задач, но и к их конкретным реализациям.

Ключевые слова: портал знаний, информационная система, система информационного обеспечения, информационные ресурсы, интеграция данных.

Введение

Важной особенностью развития современного общества является экспоненциальный рост объема и быстрого устаревания научной информации. Поэтому актуальна проблема понятного и удобного отображения информации, и взаимодействия с потенциальным потребителем этой информацией. Любое научное исследование начинается с поиска научной информации об исследованиях в данной предметной области, но этот поиск затруднен постоянно возрастающим объемом статей, книг, монографий и пр. Ученый вынужден тратить много времени на поиск и обработку информации, позволяющей быстро ознакомиться с результатами других исследований, с тем, чтобы исключить дублирование результатов [1]. Не прекращается разработка новых методов хранения и отображения научной информации. Одним из достаточно новых методов работы с информационными потокамиявляются онтологии. Они используются, как средство объединения информации от нескольких источников в одной области знаний.

Интеграция информационных ресурсов в единую информационную среду и организация доступа к информационным ресурсам, позволяет унифицировать процесс обмена научными результатами, что повышает эффективность общения групп исследователей. В настоящее время в Интернете активно используются семантические сети и онтологии. Однако, несмотря на это, многие области знаний до сих пор не охвачены. Пользователи не имеют удобного доступа к упорядоченной информации о предметной области, и им приходится собирать данные из множества источников для составления полной картины знаний. Поэтому возникает необходимость создания интеллектуальных научных интернет-ресурсов по определенным тематикам с развитой онтологической структурой для эффективного доступа к информации.

Создание онтологий особо популярно, в частности, в биоинформатике. Они позволяют структурировать данные, обмениваться результатами исследований в конкретной предметной области между представителями различными научных организаций, а также вносить новые данные. В свою очередь использование онтологии в качестве навигационной системы позволяет не только отображать информацию в виде четкой структуры взаимосвязей, но и дополнять имеющиеся данные распределенным методом в соответствии с существующими аксиомами.

Онтология, как основа ресурса, позволяет, помимо структуризации данных, производить первоначальную верификацию данных, исходя из заданных в ней правил. Это помогает улучшить качество вносимой информации, и, в ряде случаев, исключить противоречивые факты.

Определение онтологического подхода

Онтология – это спецификация концептуализации [2]. Концептуализацией называется некоторая форма представления знаний, содержащая описание объектов предметной области, а также всю информацию, имеющую отношение к объектам (атрибуты, отношения, ограничения, аксиомы, утверждения).

Формально, онтология портала представляет собой семерку вида O = {C, R, T, D, A, F, Ax}, где C – конечное непустое множество классов, описывающих понятия некоторой предметной области; R – конечное множество бинарных отношений, заданных на классах (понятиях); T – множество стандартных типов; D – множество доменов (множеств значений стандартного типа string); A – конечное множество атрибутов, описывающих свойства понятий C и отношений R; F – множество ограничений на значения атрибутов понятий и отношений; Ax – множество аксиом, определяющих семантику классов и отношений онтологии.

В нашем случае онтология является ядром, базовым компонентом информационной модели портала. Она не только описывает систему знаний портала, но и задает формальные структуры для представления его контента. Онтология содержит понятия моделируемой области, связывающие их отношения, атрибуты понятий и отношений, ограничения на значения атрибутов, а также аксиомы, определяющие семантику понятий и отношений. Формализм, используемый в технологии построения порталов научных знаний, обеспечивает компактное и непротиворечивое описание понятий проблемной и предметной областей портала и разнообразных семантических связей между ними, а также выстраивание понятий в иерархию «общее-частное» и поддержку наследования свойств по этой иерархии. Так на базе информационной модели реализуется навигация, поиск и хранение знаний и данных. Что позволяет многократно использовать знания, пополнять онтологию, редактировать ее при изменении знаний.

Систематизация информации предметной области

Социально значимой информацией являются данные об инфекционных заболеваниях, переносимых иксодовыми клещами, вызванных их разнообразием и сложной структурой природных очагов этих заболеваний [3]. Для интеграции сведений, полученных разными группами исследователей полученных в различных географических регионах, необходим современный подход, основанный на онтологии. Этот подход мы используем для разработки информационного ресурса по клещевой опасности в Новосибирской области. Этот ресурс позволит не только осветить проблему заражения трудноизлечимыми заболеваниями передаваемых путем укуса клещами, но и предоставить площадку для сбора и обмена информацией по данной проблеме в научных кругах. Различное территориальное расположение и отсутствие единой базы в знаниях являются серьезной помехой в продвижении научной и практической деятельности. Становится актуальным организация эффективного доступа не только к публикациям, описывающим методы и подходы к исследованию генетического разнообразия инфекционных агентов, переносимых клещами разного типа.

Построение интеллектуального ресурса научных знаний – длительный процесс. Важным этапом является изучение предметной области и систематизация полученной информации. Важным звеном является создание информационной модели. Она позволяет унифицировать процесс обмена результатами исследований, а также оперировать с данными и документами, интегрированными в открытое семантическое пространство. Модель позволяет предоставить сервисы преобразования разнородных ресурсов, реализующих средства описания, предоставления, автоматического связывания ресурсов и их взаимодействие с поисковыми и классификационными механизмами, в соответствии с потребностями пользователя [1].Известным подходом при создании модели является составление таксономии. Таксономия – это предметная классификация, которая группирует термины и упорядочивает их в виде иерархических структур. Основу классификации составляет выделение ключевых терминов и установление парадигматических отношений между ними (например, типа родитель-потомок) [4, 5]. Таким образом, построенная таксономия будет являться иерархией классов онтологии по отношению вложения.

Объектом нашего внимания является проблема клещевой опасности. На основе таксономии были получены следующие ключевые термины: клещи, территории и местности их распространения, переносимые ими патогены и заболевания. Таксономия также должна включить персон (первооткрывателей, исследователей и других людей); а также методы исследования и полученный ими научный результат.

Онтология предметной области

Онтология является базовой компонентой ресурса. Для каждого из объектов онтологии задаются отношения, атрибуты и ограничения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Онтология информационной модели ресурса

Объектом нашего внимания являются те виды клещей, которые переносят возбудителей заболеваний, наиболее опасных для человека. Это – Ixodespersulcatus, Ixodesricinus, Dermacentorreticulatus, Dermacentormarginatusидр. Особое внимание обратим на виды, что обитают в Новосибирской области. Информация о них будет пополняться текущей статистикой укусов и заражений, а также анализом и возможным прогнозом ситуации.

При разработке онтологии информационной модели ресурса особое внимание уделено связям между экземплярами классов онтологии, поскольку данные, указанные в атрибутах и описании, являются основным источником знаний для пользователей. С этой точки зрения важно поддерживать не только навигацию через иерархию наследования, определяемую отношениями is-A, subClassOf и т.п., но и другими видами отношений [6].

Для каждого вида клещей необходимо определить связанные с ним понятия из иерархий других ключевых терминов. Схема связей между понятиями выглядит следующим образом (рисунок 2):



Рисунок 2 – Схема связей между ключевыми терминами

Архитектура создаваемого ресурса

В основе архитектуры ресурса положена концепции MVC [7], позволяющая произвести разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: модель, представление и контроллер (рисунок 3):

–модель (Model) предоставляет данные и реагирует на команды контроллера, изменяя свое состояние;

–представление (View) отвечает за отображение данных модели пользователю, реагируя на изменения модели;

– контроллер (Controller) интерпретирует действия пользователя, оповещая модель о необходимости изменений.

Выбранный подход позволяет производить независимые манипуляции как с разработкой, модификацией так и с заменой каждого из компонент независимо друг от друга. Функционально ресурс можно разделен на:навигационнуюи поисковуюсистемы, и также редакторы данных и онтологии.

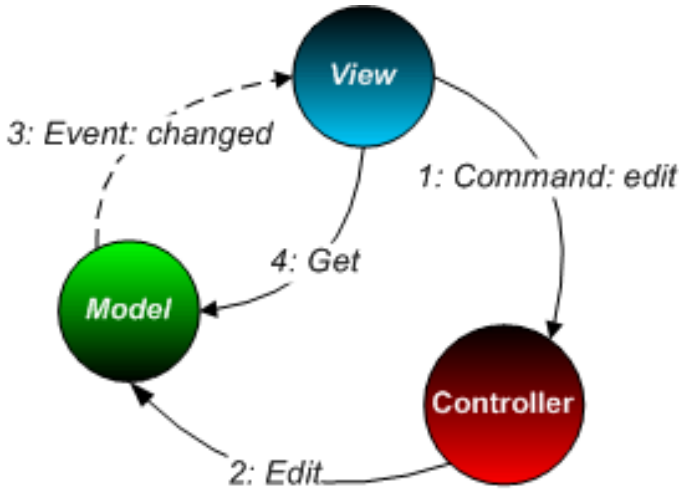


Рисунок 3 – Шаблон проектирования MVC

Хранилище данных

Для того чтобы контент ресурса и онтология хранились в одном месте необходимо использовать специализированное хранилище данных. Так как должна быть возможность редактирования данных и онтологии после окончания проектирования ресурса, то необходимо использовать RDF-хранилище.

Модель RDF представляет собой утверждение о ресурсе в виде тройки (триплета) – субъект-предикат-объект, описывающего направленную связь от субъекта к объекту, пригодного для машинной обработки. Для обозначения субъектов, отношений объектов используются Uniform Resource Identifier (URI) [8].В качестве RDF-хранилища был выбран Jena Fuseki Web Server, так как он является бесплатным, мультиплатформенным средством, поддерживающим запрос данных через SPARQL Query Language, изменение данных через SPARQL Update, а также логический вывод для проверки согласованности базы знаний. Взаимодействие с ним проходит через SPARQL HTTP соединение, что позволяет при необходимости перейти на другое RDF-хранилище, поддерживающие такие же функции.

Так как модель RDF служит только для описания данных, но не их обработки, то необходимо использовать сторонние средства. SPARQL – язык запросов, рекомендованный консорциумом W3C. SPARQL-запрос условно можно разделить на две части – префикс и шаблон подграфа, который необходимо найти или изменить в графе.

Таким образом, функциональные компоненты ресурса можно разделить на две группы по типу SPARQL-запросов. Навигационная и поисковая системы только обращаются к базе данных, тогда как редактор данных и онтологии еще и модифицируют ее.



Рисунок 4 – Структура ресурса

Структура информационной системы

Концептуальным базисом информационной системы создаваемого интернет-ресурса (портала знаний) является описанная выше онтология. Онтология портала вводит формальные описания понятий предметной области в виде классов объектов и отношений между ними, тем самым задавая структуры для представления реальных объектов и их связей. В соответствии с этим данные на портале представлены в виде семантической сети, т.е. как множество разнотипных взаимосвязанных информационных объектов. Содержательный доступ к систематизированным знаниям и информационным ресурсам обеспечивается с помощью информационной системы (ИС), предоставляющей развитые средства навигации и поиска [9]. Архитектуру ИС определяют ее компоненты, их функции и взаимодействие.

Система построена на основе технологии «клиент – сервер» и состоит из клиентской части, серверной, и СУБД MYSQL. В описываемой архитектуре клиентом выступает браузер (пользователь), а сервером – веб-сервер. Логика системы распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется в СУБД MYSQL, обмен информацией происходит по сети. Важным преимуществом подобного подхода является то обстоятельство, что клиенты не зависят от конкретной операционной системы пользователя, следовательно, система представляет собой межплатформенный сервис.

В основе клиентской части приложения построенного на основе структуры (рисунок 4) лежит использование картографического сервиса на основе библиотеки Leaflet. Это инновационная, с открытым исходным кодом, JavaScript библиотека. С ее помощью, отображается векторная карта, которая загружается с сервиса MapBox (https://www.mapbox.com/). Сервис MapBox предоставляет большой выбор различных карт, которые могут отличаться по дизайну, языку заголовков на карте и другим параметрам. В качестве источников, для формирования точных карт, MapBox использует сервис OpenStreetMap (https://www.openstreetmap.org/). OpenStreetMap — некоммерческий, открытый проект, который предоставляет точные координаты обо всех объектах, которые находятся на карте. Сервис использует OpenStreetMap для определения полигонов областей, которые формируют наглядный интерфейс для пользователя.

Отображение информации на географической карте дополняется элементами статистического анализа данных, накопленных в течение несколько лет [4]. Для этого мы используем библиотеку GoogleCharts (https://developers.google.com/chart/). Она написана на JavaScript,

построения комбинированных гистограмм, столбчатых диаграмм, календарных графиков, секторных диаграмм.

Заключение

На основе концептуальной модели информационной системы определено абстрактное представление сущностей и отношений (связей между сущностями) и обеспечивается поддержка архитектуры универсальной информационной системы, связанной с конкретной областью научных знаний. Концептуальная модель включает в себя основные сущности: акторы (персоны, действующие лица, организации и др. субъекты деятельности, включая компьютерные приложения). Существенной составляющей концептуальной модели являются документы, публикации, словарные статьи, ключевые термины, данные и другие объекты деятельности, включая факты – особый вид документа. В свою очередь факты понимаются как характеристика сущностей, описываемых в онтологии информационной системы, представляемой как единичное значение данных.

По результатам изучения предметной области была выполнена структуризация информации. Вследствие чего была составлена онтология предметной области, являющаяся базовым компонентом при построении информационной модели ресурса.

Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-07-01457, Интеграционного Проекта СО РАН № АААА-А18-118022190008-8 (№ 0316-2018-0002) и темы г. з. № АААА-А17-117120670141-7 (№ 0316-2018-0009).

Библиографический список

1. Леонова Ю.В., Федотов А.М. Создание прототипа системы управления информационными ресурсами // Вестник Восточно-Казахстанского гос. Техн. Университета и журнала Вычислительные технологии ИВТ СО РАН. – CITech-2018, Усть-Каменогорск, Казахстан, 25-28 сентября 2018. – С. 47-56.
2. Gruber T. R. Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // International Workshop on Formal Ontology, March, Padova, Italy, 1993.
3. Колонин Г.В. Мировое распространение иксодовых клещей. – М.: Наука, 1978. – 70 с.
4. Молородов Ю.И., Ходорченко Д.А. Онтологический подход для построения информационных систем // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания – Онтологии – Теории» (ЗОНТ-2017), 2 – 6 октября 2017г. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 2017. – Т. 2. – С. 94-99.
5. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Онтологии и их практическое применение в системах, основанных на знаниях // Всероссийская конференция с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2011). – Новосибирск: Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН. – 2011. – Т. 1.
6. Грегер С.Э. Проектирование и реализация онтологии навигационной системы сайта // Объектные системы. – 2012. – №1 (6).
7. Model – view – controller. Wikipedia, the free encyclopedia. [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Model–view–controller (дата обращения: 15.05.2018).
8. Головков В., Портнов А., Чернов В. RDF – инструмент для неструктурированных данных // Открытые системы. – 2012. – №. 5. [Электронный ресурс]. URL: https://www.osp.ru/os/2012/09/13032513 (дата обращения 20.05.2018).
9. Молородов Ю.И., Черненко В.В. Использование библиотеки Leaflet для визуализации и анализа зараженности территорий клещевыми инфекциями // Вычислительные технологии. – 2016. – Т. 21. – № Спец. 1. – С. 75-81.

Molorodov Yu.I., Khodorchenko D.A.,
Institute of Computational Technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

DEPLOYING INFRASTRUCTURE INTELLIGENT SCIENTIFIC INTERNET RESOURCE

The article considers one of the ways to deploy the infrastructure of an intellectual scientific Internet resource (INIR) based on the ontological approach. At the same time, ontology serves both for systematization and for the formalization of knowledge and information resources. On the basis of ontology, it is possible to organize convenient navigation and a meaningful search. The user can navigate through the content of the INIR using the ontology tree of con-

cepts. An important feature of the ontological approach is the ability to provide access not only to descriptions of information processing methods and problem solving, but also to their specific implementations.

Keywords: knowledge portal, information system, information support system, information resources, data integration.

УДК 528.8.04

Пестунов И.А., Мельников П.В., Рылов С.А., Синявский Ю.Н.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВСХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО RGB-ИЗОБРАЖЕНИЯМ С БПЛА

Предлагается метод, позволяющий по RGB-изображениям, полученным с беспилотных летательных аппаратов, обнаруживать сорняки и получать количественную и качественную оценку всходов сельскохозяйственных культур. Приводятся результаты тестирования, подтверждающие высокую эффективность предлагаемого метода.

Ключевые слова: RGB-изображения, БПЛА, индекс TGI, сорняки, автоматизированная оценка качества всходов.

Введение. Современные концепции точного земледелия требуют наличия точной информации о состоянии сельскохозяйственных культур. Получение такой информации традиционным способом (с помощью полевых наблюдений) сопряжено со значительными материальными и временными затратами.

В последние годы наблюдается стремительный прогресс в развитии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и их масштабное проникновение во многие области человеческой деятельности, в том числе и в сельское хозяйство. Применение БПЛА позволяет существенно удешевить и ускорить процесс получения актуальных данных о состоянии посевов с высоким временным и пространственным разрешением. Однако существенным недостатком распространенных БПЛА является их малая грузоподъемность, поэтому на БПЛА зачастую устанавливают легкие и недорогие фото- и видеокамеры, позволяющие получать изображения только в видимом диапазоне спектра.В связи с этим, в настоящее время RGB-изображения с БПЛА активно используются для оценки качества посевов [1, 2].

В данной работе предлагается автоматизированный метод, позволяющий по RGB-изображениям с БПЛА обнаруживать сорняки и получать количественную и качественную оценку всходов сельскохозяйственных культур.

Исходные данные. Для исследований были использованы RGB-изображения всходов льна и подсолнечника, полученные с помощью беззеркальной камеры SONY ILCE-6000 в июне 2017 г. в Алтайском крае специалистами ООО «Беспилотные технологии». Изображения сняты с высоты 150 м, пространственное разрешение – 1,5 см/пикс. Размер каждого изображения составил 6000×4000 пикселей. На рисунке 1 представлены примеры фрагментов таких изображений.



Рисунок 1 – Примеры фрагментов RGB-изображений всходов льна и подсолнечника

Описание предлагаемого метода. При реализации метода предполагается выполнение следующих основных этапов обработки.

1. Построение карты растительности с использованием модифицированного индекса TGI (TriangularGreennessIndex [3]), позволяющего оценивать количество хлорофилла в листьях по данным RGB-изображений.
2. Определение положения рядов посадок и междурядий на основе построенной карты растительности.
3. Обнаружение сорняков и построение соответствующей картосхемы.
4. Разбиение рядов посадок на непересекающиеся фрагменты и подсчет в каждом из них значения плотности растительности (отношения площади, занятой растительностью, к общей площади фрагмента).

Задавая найденные эмпирически пороговые значения для карты плотностей фрагментов, можно получить картосхему, характеризующую качество всходов.

Наглядная схема обработки представлена на рисунке 2.

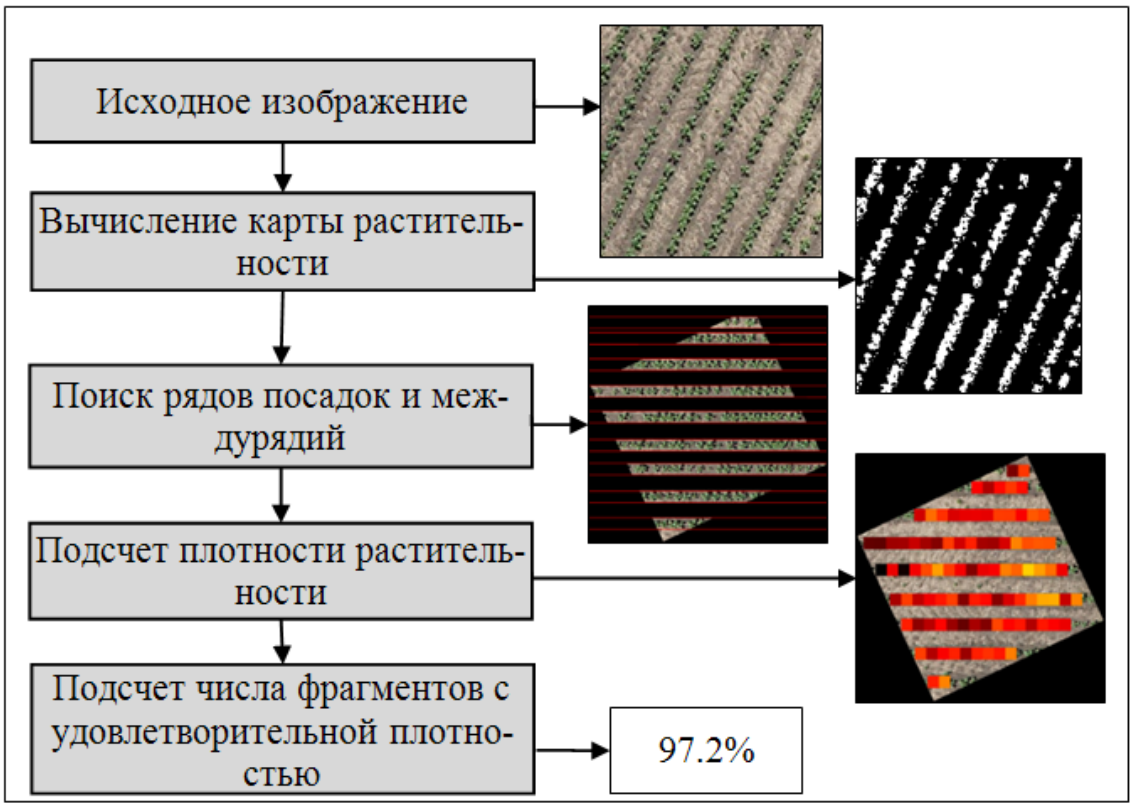


Рисунок 2 – Схема обработки изображений

Построение карты растительности. В работе [3] предлагается индекс TGI для оценки количества хлорофилла в листьях по данным RGB-съемки. В статье дан обзор большого числа других индексов, в том числе использующих только RGB-данные:VARI, GLI, NGRDI, и показывается, что индекс TGI лучше других коррелирует с содержанием хлорофилла.

Значение индекса TGI определяется как площадь треугольника, образованного точками на спектральной кривой с длинами волн 480, 550 и 670 нм по формуле:

$$TGI = -0.5\big((\lambda_R - \lambda_B)(R - G) - (\lambda_R - \lambda_G)(R - B)\big). \quad (1)$$

На рисунке 3 показаны две спектральных кривых для двух объектов, имеющих различное содержание хлорофилла, и значения, по которым считается индекс.

Типичный сенсор CMOS для бытовой фотоаппаратуры имеет пики чувствительности $\lambda_R = 625$ нм, $\lambda_G = 525$ нм, $\lambda_B = 460$ нм [4]. Для задачи выделения растительности индекс можно считать с точностью до постоянного коэффициента, и формулу (1) можно упростить:

$$TGI = -0.61B + G - 0.39R.$$

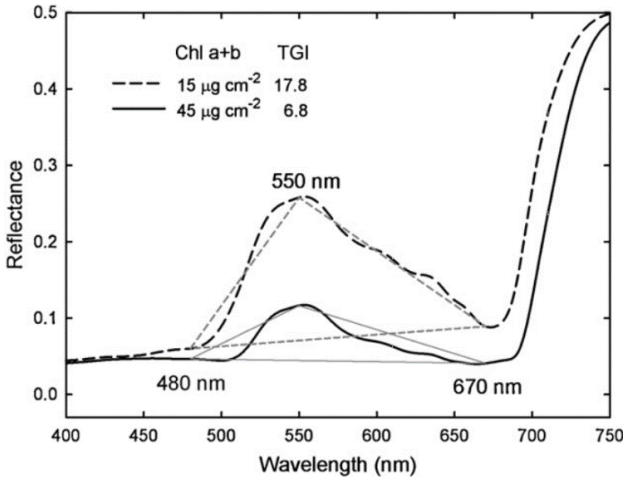


Рисунок 3 – Две спектральных кривых разных объектов и треугольники, используемые для расчета индекса TGI (показаны серым)

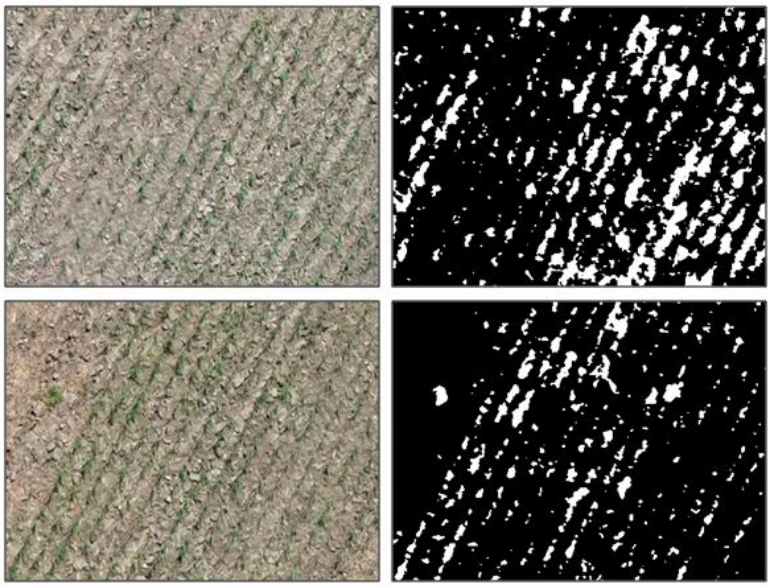


Рисунок 4 – Обучающее изображение и его эталонное разбиение (вверху), тестовое изображение и его эталонное разбиение (внизу)

Для оценки эффективности индекса были выбраны размеченное (для обучения) и тестовое изображения размером 400×300 пикс. (рисунок 4). Они являются фрагментами полноразмерных изображений всходов пшеницы.

Точность классификации с помощью индекса TGI с порогом 0,07 (оптимальное значение, подобранное эмпирически) составила 94,19 % для обучающего изображения и 83,88 % – для тестового.

Поскольку рассматриваемая задача отличается от задачи, для которой был разработан индекс TGI, представляется целесообразным модификация индекса для задачи выделения растительности с использованием конкретного сенсора и конкретных условий съемки.

Модификация индекса TGI. Для поиска оптимальных значений коэффициента индекса была выполнена процедура глобальной оптимизации, целевой функцией являлось количество неправильно классифицированных пикселей:

$$TGI_{a,b}[i,j] = aB[i,j] + G[i,j] + bR[i,j], \qquad Ret_{a,b,t}[i,j] = \begin{cases} 1, & TGI_{a,b}[i,j] > t, \\ 0, & \end{cases}$$

$$Err_{a,b,t}[i,j] = \begin{cases} 1, & Ret_{a,b,t}[i,j] \neq GT[i,j], \\ 0, & \end{cases} \qquad Cost_{a,b,t} = \sum_{i,j} Err_{a,b,t}[i,j] \xrightarrow[a,b,t]{} min.$$

Здесь i, j – координаты пикселей на изображениях; R, G, B– каналы обрабатываемого изображения; GT– бинарное изображение эталонной картосхемы, созданной на основе экспертных данных.

Для решения задачи оптимизации был использован метод дифференциальной эволюции – предложенный в 1995 г. метод глобальной оптимизации, не требующий вычисления производных функций и являющийся развитием идей генетических алгоритмов [5]. В результате были найдены оптимальные значения коэффициентов индекса и порога:

$$TGI_{best} = -0.25B + G - 0.76R > 0.017.$$

Точность выделения растительности на обучающей выборке с помощью данного индекса составила 97,88 %, точность на тестовом изображении составила 89,48 %.

Поиск рядов всходов и междурядий. На следующем этапе необходимо на карте растительности найти области, занятые полезными всходами, чтобы при последующем расчете качества всходов не учитывать сорняки. Для этого выполняется поиск рядов и междурядий по следующему алгоритму:

1) определение направления рядов всходов;
2) определение положений рядов всходов.

Карта растительности поворачивается на всевозможные углы, для каждого угла для каждого горизонтального ряда пикселей определяется количество пикселей, содержащих растительность. По полученному вектору определяется «контраст» – разница между 5 и 95 процентами значений. Когда ряды растительности расположены вдоль горизонтальной оси изображения, «контраст» имеет большое значение (рисунок 5б), так как некоторые ряды пикселей содержат только пиксели почвы, а некоторые – только пиксели растительности. Если же ряды всходов не параллельны оси изображения, «контраст» имеет малое значение, так как горизонтальные ряды пикселей содержат как пиксели почвы, так и пиксели растительности (рисунок 5а). Поэтому направление рядов всходов на изображении определяется как угол поворота изображения, при котором «контраст» максимален (рисунок 6).

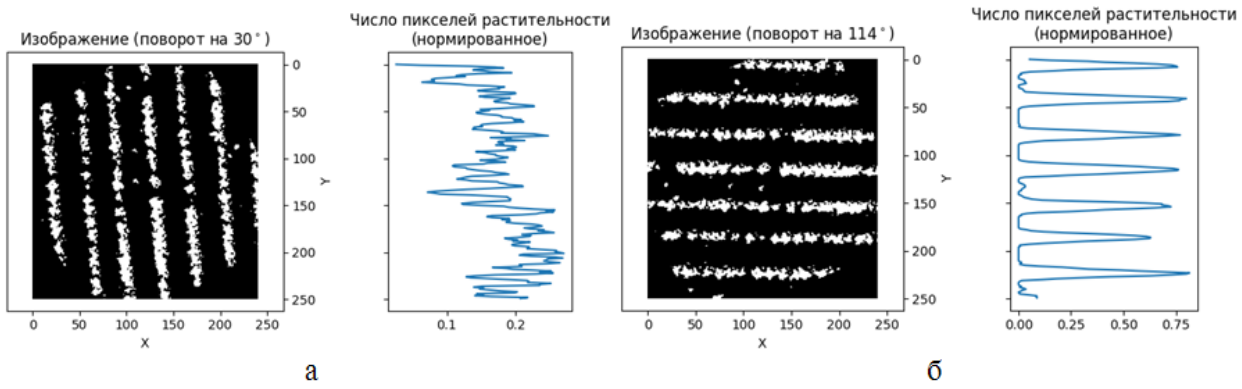


Рисунок 5 – Число пикселей растительности в горизонтальных рядах изображения при повороте на 30° (а) и 114° (б)

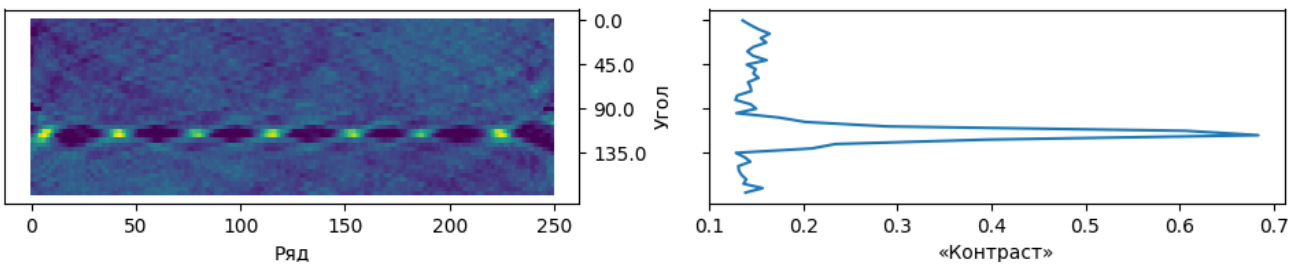


Рисунок 6 – Количество пикселей растительности в каждом горизонтальном ряду пикселей в зависимости от угла поворота изображения (слева, показано цветом) и значения «контраста» для различных углов поворота изображения (справа)

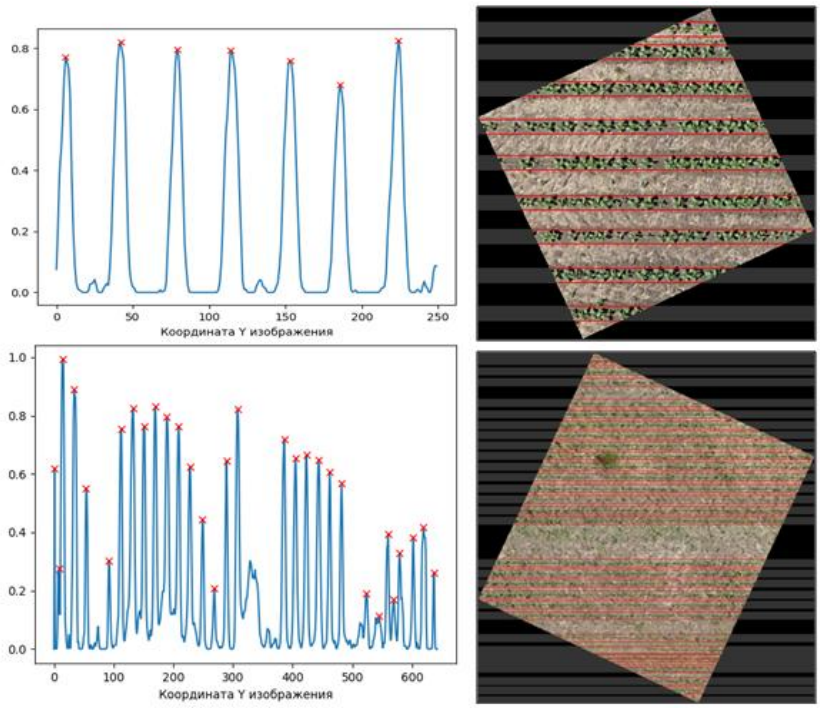


Рисунок 7 – Результат поиска пиков на графике количества пикселей растительности (слева, символами «×» обозначены найденные ряды всходов) и ряды всходов, отмеченные на изображении (справа) для изображений подсолнечника (сверху) и льна (снизу)

После нахождения угла поворота рядов всходов необходимо определить положение каждого ряда. Эта задача решается путем поиска пиков (локальных максимумов) с определенными характеристиками на графике числа пикселей растительности. Искомые пики должны иметь достаточное абсолютное значение и достаточно сильно отличаться от окружающих пикселей (рисунок 7).

Ширина рядов может определяться как автоматически путем поиска минимумов на том же графике (при этом качество определения может быть снижено при наличии сорняков, увеличивающих ширину рядов), так и задаваться экспертом, исходя из информации о сельскохозяйственных культурах (нормативы посевов, возраст посадок и т. д.). На основе этой информации строится карта сорняков (рисунок 8).

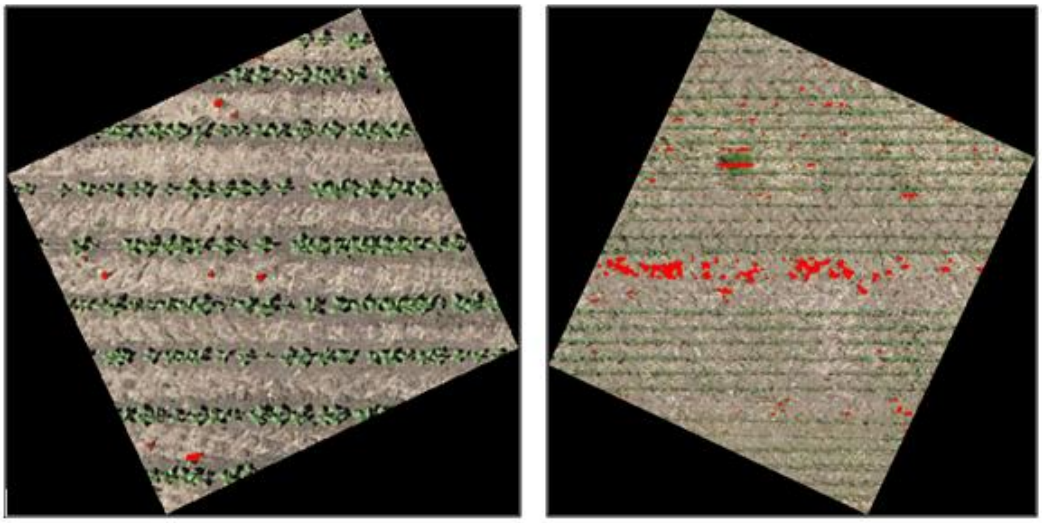


Рисунок 8 – Карта сорняков для изображений подсолнечника (слева) и льна (справа)

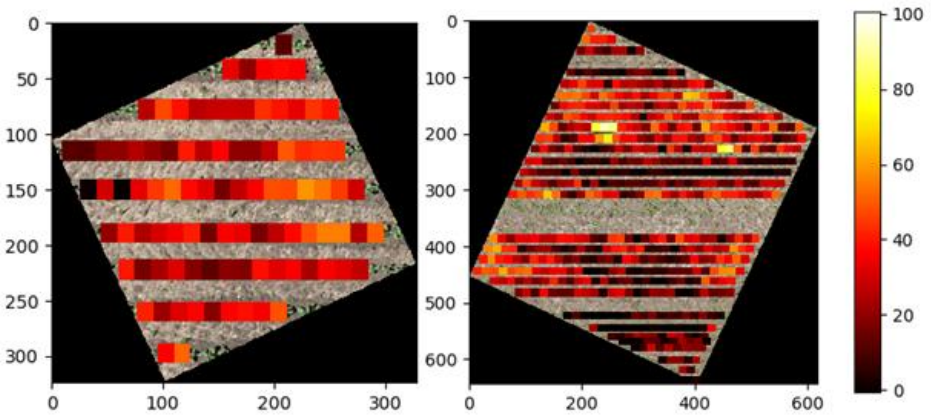


Рисунок 9 – Визуализация фрагментов, занятых полезной растительностью

Вычисление качества всходов. Помимо карты сорняков, полученной на предыдущем этапе, важным результатом работы всей предлагаемой схемы является карта плотности полезной растительности, по которой можно оценить качество всходов. Для построения карты найденные ряды посадок разбивались на непересекающиеся прямоугольные фрагменты, в каждом из них подсчитывался процент пикселей, занятых растительностью (рисунок 9). Задавая пороговые значения для данной карты, эксперты могут получить классификацию растительности по качеству, содержащую необходимое число классов.

Выводы. В работе предложен автоматизированный метод обнаружения сорняков и оценки качества всходов сельскохозяйственных культур. Предложенный метод выделения растительности основан на индексе TGI, который был модифицирован для выполнения данной задачи. В отличие от известных методов, предлагаемый подход не использует данные в ИК-диапазоне и может применяться для работы с обычными RGB-изображениями в связке с распространенными типами БПЛА.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных исследований 2018-2020 гг. (проект № 49).

Библиографический список

1. Makanza R., Zaman-Allah M., Cairns J.E., et al. High-Throughput Phenotyping of Canopy Cover and Senescence in Maize Field Trials Using Aerial Digital Canopy Imaging // Remote Sens. – 2018. – Vol. 10. – P. 330. – DOI: 10.3390/rs10020330.
2. Peña J.M., Torres-Sánchez J., Serrano-Pérez A., de Castro A.I. Quantifying Efficacy and Limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Weed Seedling Detection as Affected by Sensor Resolution // Sensors. – 2015. – Vol. 15. – P. 5609-5626.
3. Hunt E.R. Jr., Doraiswamy P.C., McMurtrey J.E. et al. A visible band index for remote sensing leaf Chlorophyll content at the Canopy Scale // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2013. – Vol. 21. – P. 103-112. DOI: 10.1016/j.jag.2012.07.020.
4. McKinnon T., Hoff P. Comparing RGB-Based Vegetation Indices with NDVI for Agricultural Drone Imagery. – [Режим доступа: https://agribotix.com/blog/2017/04/30/comparing-rgb-based-vegetation-indices-with-ndvi-for-agricultural-drone-imagery].
5. Storn R., Price K. Differential Evolution – a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces // Journal of Global Optimization. – 1997. – Vol. 11. – P. 341-359.

Pestunov I.A., Melnikov P.V., Rylov S.A., Sinyavskiy Yu.N.,
Institute of Computational Technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

EVALUATION OF CROP SPROUTS WITH UAV RGB IMAGES

Weed detection and seedling quantitative and qualitative assessment method via RGB-images obtained from umannedaerial vehicles is proposed. Testing results confirming the high efficiency of the proposed method are presented.

Keywords: RGB images, UAV, TGI index, crop seedlings, weeds, automated quality assessment of seedlings.

УДК 631.001.004

Барановский Н.В.[1], Янкович Е.П.[1], Базаров А.В.[2], Сычев Р.С.[3], Гончиков Б.Н.[4] ,
[1] Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,
[2] Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ,
[3]Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, Улан-Удэ,
[4]Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ

КОНЦЕПЦИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОТ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ТИПИЧНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА В ОКРЕСТНОСТИ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И РАЗЛИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

Рассматриваются вопросы создания системы мониторинга лесной пожарной опасности, обусловленной антропогенной нагрузкой. В качестве области исследования выбраны типичные территории Республики Бурятии вблизи озера Байкал. Рассматриваются вопросы математического моделирования антропогенной нагрузки от точечного и линейного источника. Рассматривается концепция мониторинга и прогноза лесной пожарной опасности от антропогенной нагрузки. Обсуждаются типичные математические модели антропогенной нагрузки на лесопокрытые территории.

Ключевые слова: лесная пожарная опасность, антропогенная нагрузка, линейный источник, точечный источник, концепция.

Введение. Лесные пожары представляют опасность для сельских населенных пунктов, которые расположены на лесопокрытых территориях [1]. Частота лесных пожаров увеличивается год от года [2]. Основная причина возникновения лесных пожаров является антропогенная нагрузка на лесопокрытые территории [3].

Концепция. В настоящей работе рассматриваются вопросы создания системы мониторинга лесной пожарной опасности, обусловленной антропогенной нагрузкой. В качестве области исследования выбраны типичные территории Республики Бурятии (Российская Федерация) вблизи озера Байкал. Рассматриваются вопросы математического моделирования антропогенной нагрузки от точечного и линейного источника. Типичным точечным источником является сельский населенный пункт или объект индустриальной инфраструктуры. Типичными линейными источниками являются железнодорожные пути, автомобильные трассы и проселочные дороги. Предлагается использовать математическое моделирование для описания процессов человеческого воздействия на лесопокрытые территории. Разработаны математические модели для описания пространственно-временной динамики антропогенной нагрузки на лесопокрытые территории. Вводится так называемое виртуальное число лесных пожаров. Распределение антропогенной нагрузки во времени и пространстве описывается дифференциальным уравнением в частных производных параболического типа с соответствующими начальными и граничными условиями. В результате математического моделирования могут быть получены распределения виртуального числа лесных пожаров по пространству и времени в окрестности сельского населенного пункта. Реализация программных компонент будущей системы мониторинга и прогноза лесной пожарной опасности ведется с использованием языка программирования высокого уровня. Информационно-вычислительная система прогноза антропогенной нагрузки на лесопокрытые территории может взаимодействовать с программным обеспечением, реализованном в системах геопространственного анализа и графической визуализации прогнозной информации.

Требования к современной системе оценки антропогенной нагрузки представлены ниже. Результаты предварительного исследования показывают, что развитие в обозримой перспективе отечественной системы прогноза лесной пожарной опасности, обладающей конкурентно способными качествами, потребует привлечения современных информационно-вычислительных технологий и физически-содержательных моделей и критериев. Минималь-

ными требованиями, которые необходимо выполнить на пути создания системы прогноза лесной пожарной опасности, являются:

1. Наличие государственной концепции создания и развития отечественной системы прогноза лесной пожарной опасности, обусловленной антропогенной нагрузки.
2. Ранжирование всех источников антропогенной нагрузки на точечные, линейные и площадные.
3. Ранжирование и группировка различных причин возникновения лесных пожаров, обусловленных антропогенной нагрузкой и соответствующих источников повышенной температуры.
4. Наличие физико-математических моделей сушки и зажигания лесных горючих материалов источниками антропогенного характера.
5. Наличие сети регистрации транспортных средств различного вида, а также методик оценки начальных и граничных условий для моделей антропогенной нагрузки на конкретной территории.
6. Наличие физико-математических моделей учета антропогенной нагрузки на лесопокрытые территории.
7. Наличие физически и математически обоснованного критерия оценки уровня лесной пожарной опасности.
8. Наличие базы исходных данных для моделирования физико-химических процессов, протекающих при возникновении лесных пожаров.
9. Методика должна быть реализована в виде программного комплекса, позволяющего осуществлять прогноз лесной пожарной опасности в режиме, опережающем реальное время развития процесса.
10. Методика прогноза лесной пожарной опасности и ее программная реализация должны обладать возможностью модернизации и обновления отдельных моделей и подсистем.
11. Наличие государственного стандарта не на конкретную методику со всеми фиксированными компонентами, а на спецификацию соответствия методики определенным требованиям.
12. Наличие стандартов, спецификаций на файлы входной, промежуточной и выходной информации в системе прогноза лесной пожарной опасности, обусловленной антропогенной нагрузкой.
13. Наличие технологий, позволяющих потребителям оперативно получать прогнозную информацию о лесной пожарной опасности по конкретной лесопокрытой территории. Например, с использованием технологий веб-ориентированных геоинформационных систем.
14. Наличие технологий и данных, позволяющих отслеживать степень достоверности получаемых прогнозов на основе моделирования физико-химических процессов зажигания лесных горючих материалов антропогенным источником повышенной температуры.
15. Наличие соответствующим образом подготовленных специалистов, способных обслуживать систему.
16. Доступность понимания прогнозной информации для лиц, принимающих управленческие решения.

Обсуждение. Следующим этапом является пространственно-временной прогноз полей данных параметров. Важное значение имеет вероятность наличия источников огня, которая определяется через частоту событий. Однако невозможно определить число лесных пожаров по антропогенным причинам в течение всей недели и в конкретный день недели с пространственным разрешением на уровне лесотаксационного выдела. Поэтому в качестве параметра, который будет характеризовать уровень антропогенной нагрузки, будем использовать так называемое виртуальное число лесных пожаров. Следует ввести сетку, которая покроет лесную территорию, прилегающую к транспортному пути, проходящему через лесную террито-

рию. Только в отдельных точках лесного массива оно будет совпадать с реальным числом лесных пожаров, а в промежуточных точках конкретные численные значения будут получены с помощью математической модели. Антропогенная нагрузка в начальный момент времени характеризуется нулевым уровнем. Следующим этапом станет прогноз эволюции данного поля в различные моменты времени. В литературе есть факты, которые позволяют рассмотреть антропогенную нагрузку как детерминированный процесс. Авторы [18] утверждают, что процессы принятия решений и поведения, несмотря на влияние многообразных факторов, не являются случайными, так как всем людям присущи общие реакции на информацию о структуре и качествах пространства, общие механизмы восприятия этой информации для принятия решения. Люди со сходными полями информации проявляют сходные предпочтения мест отдыха, то есть ведут себя в географическом пространстве почти одинаково.

Выводы. В рамках настоящего исследования предлагается модельная концепция создания и развития отечественной системы прогноза лесной пожарной опасности [16]. Концепция предполагает создание и развитие отечественной системы прогноза лесной пожарной опасности с целью повышения экологической, экономической безопасности государства посредством мониторинга и управления уровнем пожарной опасности с учетом основных значимых факторов. Основные задачи концепции естественным образом вытекают из сформулированных выше требований к современной системе прогноза лесной пожарной опасности. В рамках настоящей концепции предлагается объединить в единую систему (распределенный аппаратно-программный комплекс) как информационно-вычислительное ядро (параллельный программный комплекс для многопроцессорной вычислительной системы), так и необходимые для функционирования инструментальные средства регистрации наземных грозовых разрядов. Усиление влияния антропогенного фактора обязывает при создании комплексов прогноза лесной пожарной опасности уделить внимание разработке системы усвоения данных об уровне антропогенной нагрузки с целью оценки ее пространственно-временной динамики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований. Грант 17-29-05093.

Библиографический список

1. Михалев Ю.А., Ряполова Л.М. Защита таежных поселков от лесных пожаров // Лесное хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 40-41.
2. Девисилов В.А. Русский лес просит пощады и защиты // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 6. – С. 3-7.
3. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2009. – 301 с.

Baranovskiy N.V.[1], Yankovich E.P.[1], Bazarov A.V.[2], Sychev R.S.[3], Gonchikov B.N.[4],
[1]National Tomsk Polytechnic University, Tomsk,
[2]Institute of Physical Materials Science SB RAS, Ulan-Ude,
[3]Buryat State Academy of Agriculture, Ulan-Ude,
[4]Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude

THE CONCEPT TO MONITOR FOREST FIRE DANGER FROM ANTHROPOGENIC LOAD IN THE TERRITORY OF TYPICAL FORESTRY NEAR RURAL SETTLEMENTS AND VARIOUS TRANSPORT WAYS

Consideration is given to the creation of a system for monitoring forest fire danger caused by anthropogenic load. Typical territories of the Republic of Buryatia near Lake Baikal are selected as a research area. Questions of mathematical modeling of anthropogenic load from a point and a linear sources are considered. The concept of monitoring and forecasting forest fire danger from anthropogenic load is considered. Typical mathematical models of the anthropogenic load on forested areas are discussed.

Keywords: forest fire danger, anthropogenic load, linear source, point source, concept.

УДК 528.9

Бугакова Т.Ю., Кацко С.Ю., Кокорина И.П.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ

В статье рассматривается сущность единого геоинформационного пространства, представлена функциональная схема создания единого геоинформационного пространства рационального природопользования.

Ключевые слова: геоинформация, единое геоинформационное пространство, рациональное природопользование.

Современное человеческое общество живет одновременно во множестве пересекающихся пространств: физическом, правовом, образовательном, профессиональном и т. д. Каждое из этих пространств отличается набором характеристик. При этом их действие всегда рассматривается на какой-либо территориальной (пространственной) основе. Выделяя территориальную основу как системообразующий фактор, мы можем объединить разного рода информацию из каждого пространства в одну большую информационную систему, которую можно назвать «единое геоинформационное пространство».

Геоинформационное пространство (ГИП) представляет собой совокупность информационных координированных компьютерных моделей территорий. Оно является цифровым описанием совокупности частных представлений изучаемого геопространства, созданных человеком в компьютерной среде и предназначенных для компьютерного использования при решении пространственных задач и выработки пространственных решений. ГИП содержит информацию об изучаемом географическом пространстве в упорядоченном виде: в виде геоинформации и множества его моделей, отображающих основные, нужные одному потребителю или множеству потребителей, пространственные предметы и их свойства. В отличие от объективной реальности (геопространства), ГИП проектируется и создается человеком только в компьютерной среде, т. е. его свойства в значительной мере предопределены в соответствии с решаемой задачей [1-7].

Геоинформационное пространство является не просто хранилищем информации, но и представляет механизмы для ее переработки, должно содержать унифицированные интерфейсы доступа для интеграции в однородную систему разнородных массивов данных, а также защиту информации являющейся коммерческой тайной. Геоинформационное пространство можно представить в виде программного приложения, с которым связан объемный комплекс структурированных массивов информации разного вида: текстовой, табличной, графической, картографической, диаграммной, звуковой, фото, аэро- и космические снимки, видео. Сочетание большого объема информации с многообразием форм ее представления определяет новые возможности ее применения в различных сферах деятельности.

В техническом и информационном аспектах геоинформационное пространство должно представлять собой совокупность пространственных информационных систем на разных территориальных уровнях.

Как инструмент для решения пространственных задач геоинформационное пространство является основой для принятия решений на различных уровнях: муниципальном, региональном, государственном, межгосударственном, глобальном (рисунок 1).

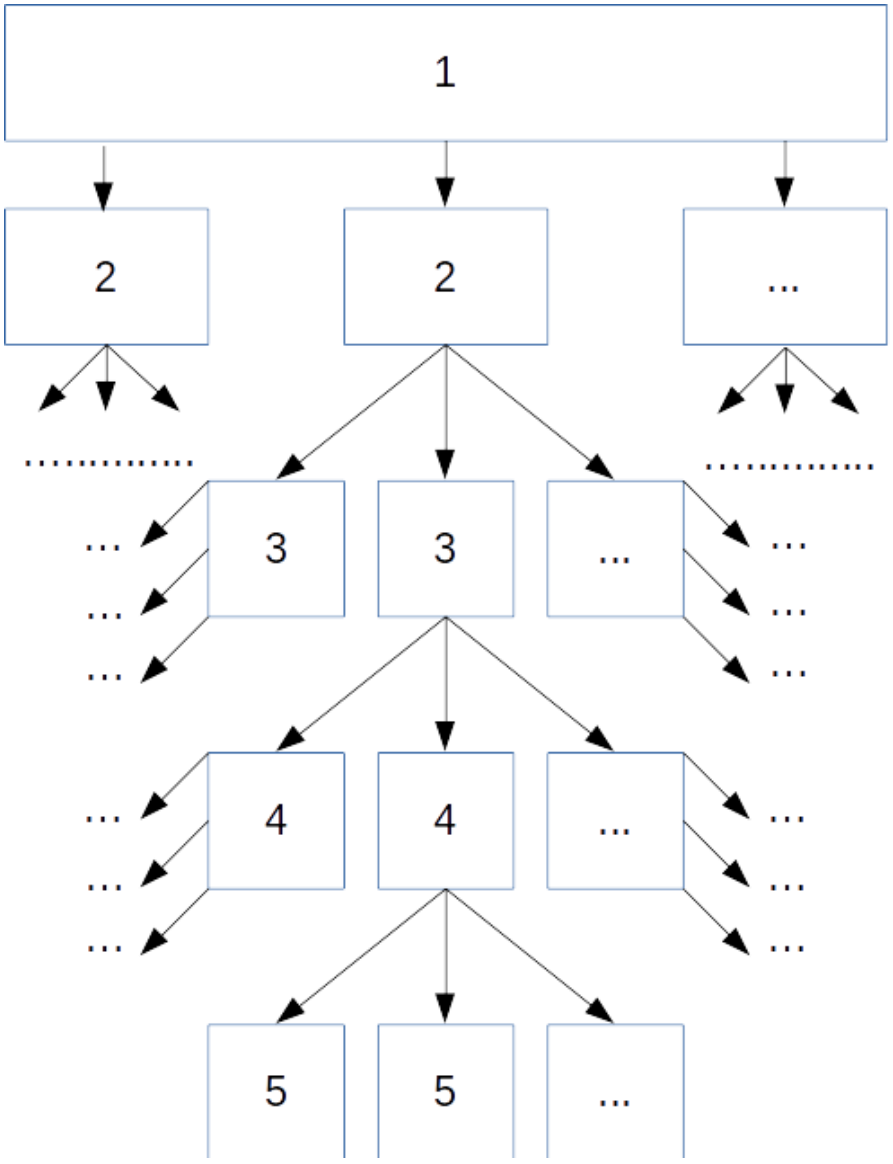
Таким образом, геоинформационное пространство может быть муниципальным, если оно формируется на территории одного муниципального образования (города). В масштабах региона (района) государства оно может быть региональным. Далее идет уровень одного государства, на котором можно организовать государственную (или национальную) ГИП. Наконец, ГИП может быть межгосударственным или глобальным в рамках нескольких государств, континентов или всех стран. Масштаб ГИП непосредственно влияет на возможности

ее использования, а также задает типы моделей, применяемых для реализации геоинформационного пространства.

Геоинформационное пространство должно предоставлять пользователям и информационным системам, по запросу, уникальную ГИС-функциональность: пространственный анализ, 3D-моделирование, построение пространственных моделей, создание тематических карт специального назначения, предоставление геостатистических данных, создание картографических отчетов.

Единое геоинформационное пространство может быть создано в различных сферах экономики, в том числе в сфере рационального природопользования. На рисунке 2 представлена функциональная схема процесса создания единого геоинформационного пространства рационального природопользования.

Геоинформационное пространство, ориентированное на определенную территорию, предназначено для массового пользователя, например: органов местного самоуправления, коммерческих структур, различных организаций и учреждений, научных и учебных, библиотек, широкого круга граждан и юридических лиц, а также международных и иностранных организаций, фирм, граждан других государств, а также всех жителей округа.



1 – глобальное ГИП, 2 – межгосударственное ГИП, 3 – государственное ГИП, 4 – региональное ГИП, 5 – муниципальное ГИП

Рисунок 1 – Многоуровневая структура геоинформационного пространства



Рисунок 2 – Функциональная схема процесса создания ЕГИПРП

Информация может быть использована в качестве справочного источника, а также для комплексного изучения и оценки территории и включает:

– составление планов освоения природных ресурсов и прогноза последствий вмешательства человека в окружающую среду, проектирование природоохранных мер для улучшения экологической обстановки;

– инженерное обустройство территории;

– оперативное принятие управленческих решений в сфере осуществления руководства и планирования устойчивого развития территории;

– осуществление внутрихозяйственного и межхозяйственного землеустройства и планирования мероприятий по рациональному природопользованию.

Массовое пользование предполагает ежедневное использование картографического материала для знакомства с территорией и бытовых нужд (использование виртуального путешествия, поиск нужного объекта на карте с получением о нем достоверной информации, выбор объектов, отвечающих определенным требованиям, оптимизация маршрута проезда, выполнение простейших измерительных операций и т. д.).

Использование геоинформационного пространства отдельными отраслями экономики и частным бизнесом возможно в качестве инструмента для проектирования и построения сети различных видов коммуникаций (сеть опорных точек для размещения передатчиков сотовой связи, определение прямой видимости между двумя объектами для беспроводной сети), также построения и оптимизации движения авто- и железнодорожного транспорта и т. д.

Библиографический список

1. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41-44.

2. Кацко С.Ю. От освоения пространства к формированию единого геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 2: сб. матер. VIII Междунар. научн. конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012», 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 100-105.

3. Кацко С.Ю. Возможности информационно-аналитических ГИС в работе непрофессиональных пользователей с пространственной информацией // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 76-80.

4. Лисицкий Д.В., Кацко С.Ю. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – Москва, 2012. – № 2 доп. – С. 156-161.
5. Лисицкий Д.В., Кацко С.Ю. Концепция создания и функционирования геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX междунар. науч. конгр.:сб. материалов. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 72-75.
6. Лисицкий Д.В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – Новосибирск, 2013. – № 2 (22). – С. 8-16.
7. Хорошилов В.С., Кацко С.Ю. Геоинформационное пространство и виртуальная географическая среда // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – М., 2015. – № S5. – С. 256-260.

Bugakova T.Yu., Katsko S.Yu., Kokorina I.P.,
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

FORMATION OF A UNIFIED GEO-INFORMATION ENVIRONMENT OF RATIONAL NATURE MANAGEMENT FOR DIFFERENT TERRITORIAL LEVELS

The article discusses the essence of a unified geo-information environment, presents a functional scheme for creating a unified geo-information environment of rational nature management.
Keywords: geoinformation, unified geo-information environment, environmental management.

УДК 528.9: 591.9

Ганагина И.Г., Косарева А.М.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РАВНОВЕЛИКИХ ТРАПЕЦИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ КАРТ В СРЕДЕ ГИС

Для отображения пространственного распределения видов животных в работе предлагается метод разбивки земной поверхности на равновеликие трапеции для целей зоологического картографирования. Выполнено деление территории Новосибирской области на равновеликие трапеции размером 6' х 6'. Дан прогноз дальнейшего использования метода равновеликих трапеций для целей картографирования животного населения.
Ключевые слова: метод Жонголовича, равновеликие трапеции, зоологическое картографирование, геоинформационные системы.

Выбор наименьшей единицы рассмотрения является традиционной проблемой при зоологическом картографировании, которая связана со специфической формой Земли. Сферическими особенностями поверхности можно пренебречь для картографирования небольших территорий в крупном масштабе и принять в качестве наименьшей единицы рассмотрения прямоугольников равной формы.

Выделение прямоугольников или квадратов равной формы и размеров для значительных территорий земной поверхности вызывает затруднение, связанное с невозможностью развернуть сферическую земную поверхность на плоскости карты без искажений. Возникающие при этом деформации сжатия и растяжения, различные по величине и направлению, приводят к непостоянству масштабов длин и площадей [2]. Именно поэтому сетка квадратов, накладываемая на карту территории, теряет свою информативность. Пространственные выделы в данном случае не являются равнозначными, а значит, сравнение значений в них будет некорректным. Использование простого способа градусных полей, возможно, лишь на очень ограниченных пространствах. При смещении по градиенту широты площадь одинаковых градусных полей будет сильно различаться. Для целей построения средне- и мелкомасштабных зоологических карт необходимо деление территории на наименьшие, равные по площади, единицы рассмотрения с учетом кривизны земной поверхности [5, 7].

Для построения средне- и мелкомасштабных зоологических карт авторами предлагается метод разбивки земной поверхности на равновеликие трапеции, применяемый в физической и динамической геодезии для изучения характеристик гравитационного поля Земли.

Наибольшее распространение в нашей стране и за рубежом получил метод, разработанный Жонголовичем И.Д. в 1952г.[3]. Земная поверхность, представленная единичной сферой ω, разбивается системой параллелей на пояса, и затем каждый пояс отрезками меридианов делится на равновеликие элементарные трапеции $\Delta\omega$. Расчет количества трапеций в поясе выполняется по формуле [1]:

$$U_i = \frac{M}{2\pi}(\sin\varphi_i + \sin\varphi_{i-1}), \quad (1)$$

где i = 0,...t– номер параллели, ограничивающий пояс;

M– количество всех трапеций $\Delta\omega$ на сфере ω;

φ_i, φ_{i-1}– широты северной и южной параллелей, ограничивающих пояс с номером i;

u_i– количество трапеций $\Delta\omega$ в поясе с номером i.

Долгота пояса элементарной трапеции $\Delta\omega_{iK}$ в поясе с номером i;

$$\Delta\lambda_i = \frac{2\pi}{U_i}. \quad (2)$$

Деление каждой зоны на элементарные трапеции производится от начального меридиана Гринвича.

Каула У. [6] предложил новую технологию использования метода Жонголовича И.Д. В ее основе лежит деление земной поверхности на равновеликие трапеции за счет проведения параллелей ровно через равные приращения широт и смещением меридианов в каждой широтной зоне. Схема деления земной поверхности на 1654 равновеликих трапеций размером 300 × 300 миль ($5^0 \times 5^0$ на экваторе) по данной технологии приведена в работе [1].

Данная технология определения равновеликих трапеций предполагает получение большого объема вычислительной информации. Авторами разработан программный продукт «Формирователь сеток по методу Жонголовича», позволяющий оптимизировать процесс вычислений. На рисунке 1 представлено диалоговое окно программы.

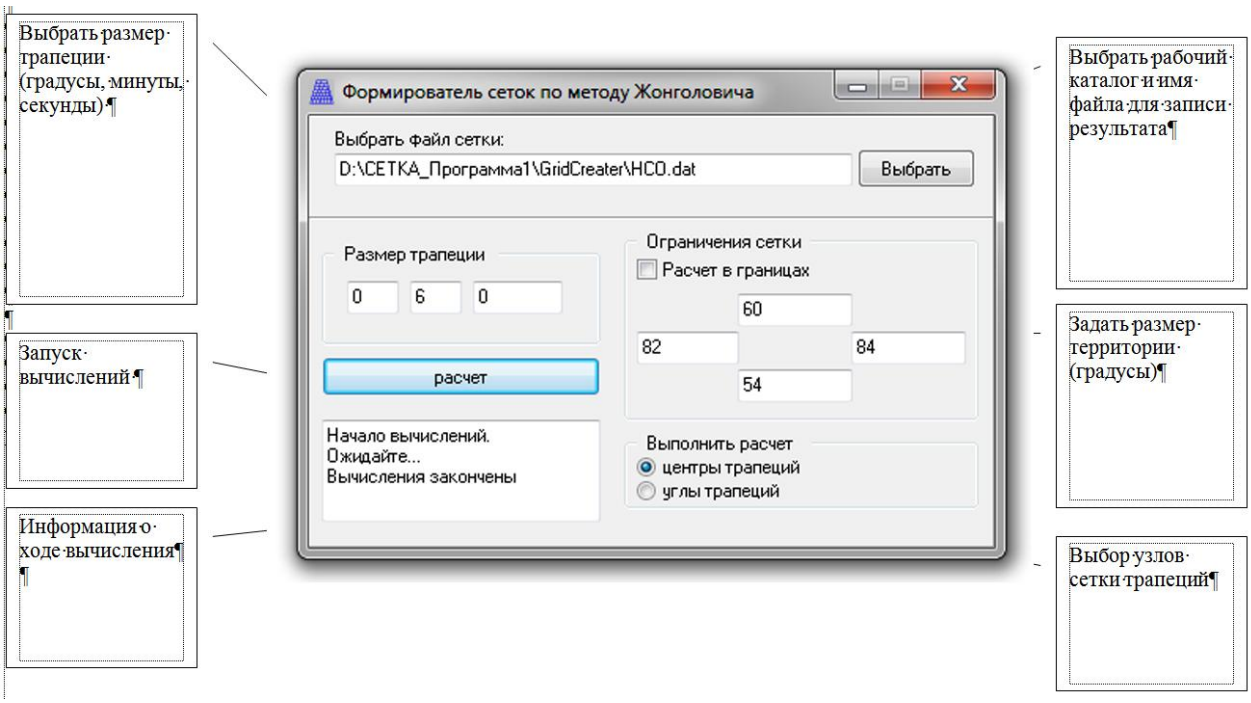


Рисунок 1 – Диалоговое окно программы

Результатом работы программы является текстовый файл, который содержит два столбца значений: долгота λ (градусы и доли градусов) и широта φ (градусы и доли градусов), разделенные пробелом. Данная информация может использоваться в программных пакетах машинной графики и геоинформационных системах для построения картосхем вычисленного поля.

Используя представленный метод деления земной поверхности на равновеликие трапеции, для целей картографической визуализации пространственного распределения сибирской косули (*Capreolus pygargus*) в программном продукте MapInfo Professional построена регулярная сетка, покрывающая территорию Новосибирской области (рисунок 2).

Для получения более детальной карты исследуемая территория поделена на 6-минутные трапеции. Количество наименьших пространственных единиц рассмотрения составило 1574 трапеций, площадь каждой трапеции равна 124,5 км^2. Каждая пространственная единица рассмотрения получила свой номер в зависимости от ряда и порядкового номера в ряду. Средствами MapInfo Professional автоматически для каждой трапеции определили площадь, занимаемую каждым отдельным интервалом плотности, умножили ее на среднее значение интервала, просуммировали все произведения каждого интервала в пределах трапеции и каждую сумму разделили на площадь трапеции [4]. Полученную среднюю плотность пространственного распределения косули присвоили центру каждой равновеликой трапеции (рисунок 2).

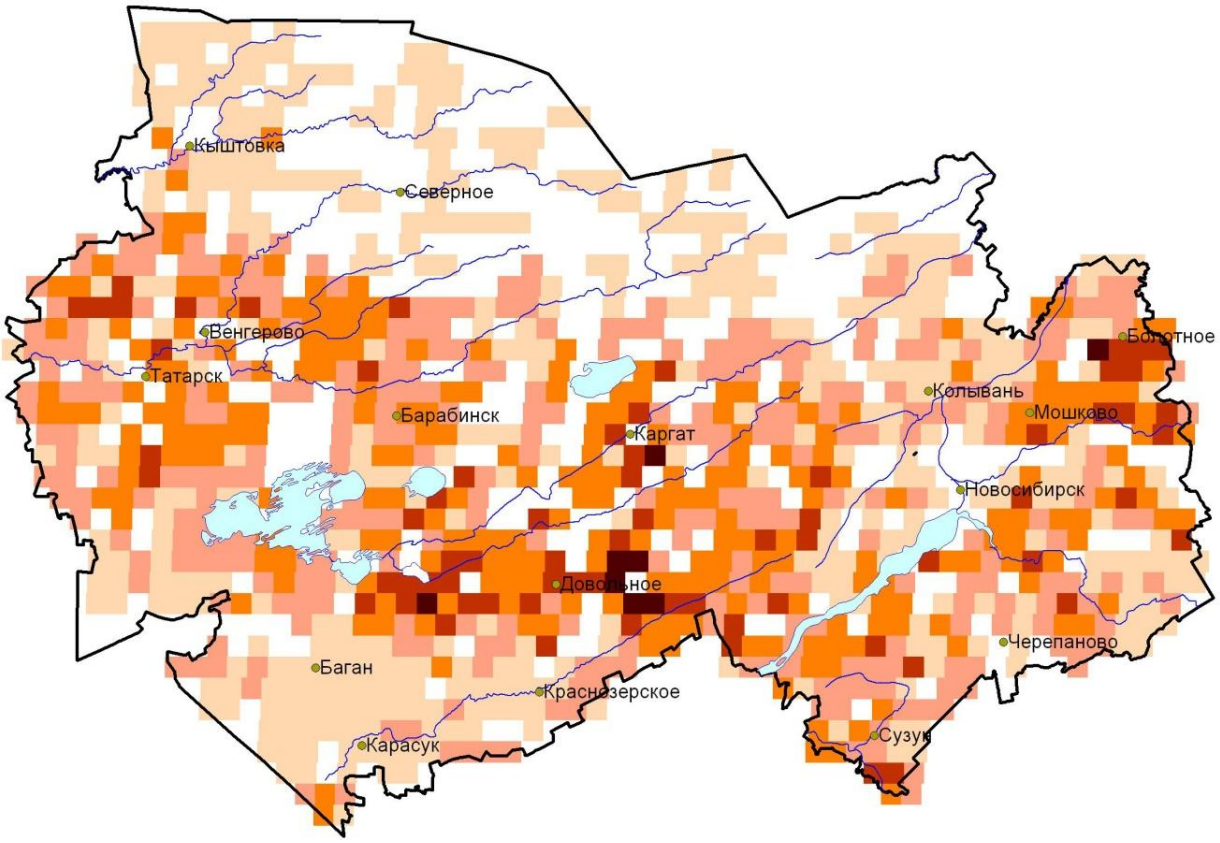


Рисунок 2 – Регулярная сетка, покрывающая территорию Новосибирской области

На тематической карте удалены трапеции, которые не содержат информацию плотности распределения сибирской косули (*Capreolus pygargus*). Такое представление данных позволяет выявить «белые пятна» в исходных эмпирических данных.

Преимущества использования данного метода для картографирования пространственного распределения видов животных заключается в возможности:

- создания картографических произведений пространственного распределения отдельных видов, групп животных и их популяционных характеристик;
- анализа пространственного распределения животных на территории любой площади;
- равномерного размещения учетных маршрутов на исследуемой территории;

- увеличения информативности создаваемых произведений;
- получения объективной оценки ресурсов на определенной территории.

Выводы. Использование равновеликих трапеций как наименьших единиц рассмотрения является удобным, объективным и рациональным методом.

Применение данного метода в зоологическом картографировании открывает широкие возможности для анализа картографических данных, четкого количественного сравнения карт распределения вида в разные годы, сравнения размещения разных видов. Тем самым обеспечивается возможность проведения картографического мониторинга ресурсов животного мира и корректной оценки достоверности его результатов.

Библиографический список

1. Ганагина И.Г., Канушин В.Ф., Голдобин Д.Н. Современные проблемы физической геодезии: учеб. пособие.– Новосибирск: СГГА, 2011. – 59 с.
2. Емельянова Л.Г, Огуреева Г.Н. Биогеографическое картографирование. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – 132 с.
3. Жонголович И.Д. Труды института теоретической астрономии. Внешнее гравитационное поле Земли и фундаментальные постоянные, связанные с ним. Гл. 4. Некоторые выводы из изучения внешнего гравитационного поля Земли. – М., 1952. – Вып.3. – С. 63-85.
4. Косарева А.М., Юдкин В.А. Картографическая визуализация результатов зимних маршрутных учетов косули сибирской (*Capreolus pygargus*) в Новосибирской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2 – С. 86-94.
5. Косарева А.М. Применение метода равновеликих трапеций для создания зоологических карт // Изв. вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2014. – № 1. – С. 70-73.
6. Каула У. Спутниковая геодезия. Теоретические основы. / пер. с англ. – М.: Мир, 1970. – 179 с.
7. Юдкин В.А. Опыт математико-картографического моделирования распределения птиц // Вычислительные технологии. – 2007. – Т.12, Спец.выпуск 1, – С. 153-167.

Ganagina I.G., Kosareva A.M.,
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE EQUAL TRAPEZOIDS METHOD TO CREATE ZOOLOGICAL MAPS IN THE GIS ENVIRONMENT

To display the spatial distribution of animal species, the paper proposes a method of dividing the earth's surface into equal-sized trapezoids for the purposes of Zoological mapping. The division of the territory of the Novosibirsk region into equal-sized trapezoids of size 6' x 6' was performed. The forecast of further use of the equal-sized trapezoids method for the purposes of the animal population mapping is given.

Keywords: Key words: the method of Jongolovich, equal trapezoid, Zoological cartography, geographic information systems.

УДК 631.46:631.417(571.1)

Данилова А.А.,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ШКАЛА ДЕТОКСИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЛОЯ НА ГИС–КАРТАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ

Предложена шкала для оценки детоксикационной активности почвы, основанная на измерении отклика активности (по мультисубстратному тесту) и числа КОЕ (колониеобразующих единиц) микробного сообщества почвы на внесение метсульфурон-метила. Градации шкалы расшифрованы с точки зрения скорости самоочищения почвы от остаточных количеств пестицидов в пределах текущего вегетационного периода.

Ключевые слова: самоочищение почвы, метсульфурон-метил, МСТ.

В настоящее время в мире около половины урожая сельскохозяйственных культур обеспечивается за счет средств защиты растений. То есть, обеспечить возрастающее население планеты продуктами питания и сырьем без применения пестицидов практически невозможно[1, 2]. В этих условиях высока актуальность проблем, связанных с контролем поведения агрохимикатов в среде и продуктах. Загрязнение объектов окружающей среды остаточными количествами пестицидов (ОКП) становится одной из актуальных проблем современности.

Как известно, концентрация остаточных количеств пестицидов в почве наряду с дозой их применения определяется способностью почвы к детоксикации агрохимикатов. Детоксикационная (самоочищающая) активность почвы (ДАП)– способность почвы к разложению, инактивации токсикантов естественного и антропогенного происхождения, обусловлена, прежде всего, ее биологическими свойствами.

Необходимость создания дополнительного слоя ГИС карт агроэкологической оценки земель, отражающего ДАП является актуальной задачей на современном этапе формирования агротехнологий, который характеризуется интенсификацией применения химических средств регуляции продукционного процесса и защиты растений.

Основная сложность в решении этой проблемы заключается в практическом отсутствии количественных критериев ДАП.

Возможность визуализации самоочищающей способности почвы была показана Ананьевой Н.Д. [3]. В качестве критерия была принята величина микробной биомассы в почве, определяемая физиологическим методом. Автор исходила из положения о наличии прямой пропорциональной связи между количеством микробной биомассы и уровнем самоочищающей способности почвы. На этой основе было сделано заключение, что в естественных ландшафтах уровень самоочищающей способности почвы выше, чем в пахотных почвах. Для агроэкологической оценки земель необходима детализация подобного вывода.

В многолетних исследованияхнами предпринята попытка разработки количественного критерия для оценки ДАП. Отметим, что методические подходы к решению данной проблемы можно подразделить на прямое определение динамики токсиканта в почве при помощи физико-химических анализов и косвенное – при помощи различных биотестов. Первая группа методов, как известно, требует дорогостоящего оборудования. Во второй – возникает сложная проблема выбора индикаторного показателя из их обширного списка. К настоящему времени ясно, что не существует единого критерия для оценки экотоксикологических последствий тех или иных агротехнологий, вследствие чего возникает необходимость применения комплекса показателей, отражающих различные стороны функционирования микробного сообщества почвы. Традиционный подход к проблеме предусматривает определение числа тех или иных групп микроорганизмов. Попытка применения показателей активности (дыхание, нитрификация, ферментативная активность и др.) часто дает противоречивые результаты. Это вполне понятно, так как последние отражают отдельные стороны функционирования микробной системы почвы. В этих условиях возрастает актуальность исследований, связанных с поиском более или менее интегрального показателя для оценки способности почвы к детоксикации пестицидов. Разработанный нами способ предусматривает в качестве такового количественную меру отклика активности (по мультисубстарному тесту, МСТ) и числа КОЕ (колониеобразующих единиц) микробного сообщества почвы на внесение действующего вещества ряда гербицидов, характеризующихся высокой остаточной устойчивостью в среде.

В качестве тест-системы для оценки ДАП мы использовали метсульфурон-метил (МСМ), который является действующим веществом ряда гербицидов против двудольных растений. Выбор препарата обусловлен тем, что поведение этого соединения в почве достаточно хорошо изучено. Кратко эти сведения заключаются в следующем: МСМ в дозах, рекомендованных для применения в агроценозе, обычно вызывает повышение метаболической активности микроорганизмов, длительная остаточная токсичность в почве отмечается в условиях недостатка влаги, нейтральной реакции почвенного раствора и обогащении среды растительными остатками, фиксируется в твердой фазе почвы и может высвобождаться при изменении

влажности и температуры почвы [4-9].То есть, неблагоприятные с точки зрения агроэкологии свойства МСМ являются полезными для использования его в качестве индикатора ДАП.

Возможная пригодность МСТ для оценки состояния микробного комплекса почвы при пестицидной нагрузке была отмечена разработчиками модифицированного варианта МСТ в России [10]. Ценность метода заключается в том, что в одном анализе оценивается активность утилизации широкого спектра источников углерода. При этом возникает возможность подбора необходимых субстратов исходя из целей исследования. В таблице 1 представлена разработанная нами шкала, калибровка градаций которой проведена при помощи биотеста, а именно, по исчезновению остаточной фитотоксичности МСМ, внесенного в почву в рекомендованной дозе, в течение 45 дней. В качестве тест-растения использовали редис.

Таблица 1

Шкала для оценки детоксикационнойактивности черноземов в агроценозах

Кд (повышение УМА при внесении МСМ, % от почвы без внесения МСМ)	Уровень детоксикационной активности	Критерий оценки (степень исчезновения остаточной фитотоксичности рекомендованной дозы МСМ за 45 суток), %
1	2	3
>200	Низкий	0-20
100-200	Средний	30-50
20-100	Высокий	50-80
0-20	Очень высокий	100

Примечание. Рекомендованная доза МСМ в составе гербицида магнум (60 % д.в.) для применения в зерновых агроценозах равна 6 г/га

Таблица 2

Детоксикационная активность чернозема выщелоченного Приобья при различных агротехнологиях

Агрофон	Вариант	Сумма баллов при МСТ	Число КОЕ, млн /г	УМА	Кд (повышение УМА, % от контроля)	Уровень детоксикационной активности
Бессменные зерновые на протяжении 27 лет	Контроль*	5-15	10-15	0,5-1		Низкий
	МСМ	35-40	10-20	2-3,5	250-300	
Удаление соломы с поля + чистый пар	Контроль	10-20	10-16	1-1,3		Средний
	МСМ	55-63	18-20	3-3,2	150-180	
Оставление соломы на поле + чистый пар	Контроль	25-40	21-23	1,2-1,7		Высокий
	МСМ	45-55	20-25	2,1-2,3	30-90	
Оставление соломы на поле + занятый пар	Контроль	30-35	22-24	1,4-1,5		Высокий
	МСМ	55-60	22-24	2-2,5	70-80	
Оставление соломы на поле + сидеральный пар	Контроль	35-40	21-22	1,7-1,8		Высокий
	МСМ	55-65	20-23	2,7-2,8	55-65	
Залежь многолетняя	Контроль	80-100	25-30	3,2-3,3		Очень высокий
	МСМ	90-110	25-30	3,6-3,7	10-15	

Примечание. В указанные интервалы входят не менее 75 % экспериментальных значений при n=21. * Контроль – почва без внесения МСМ.

Предлагаемый нами способ оценки детоксикационной активности черноземов прост в исполнении, не требует специального лабораторного оборудования и может быть использован в малобюджетных лабораториях.

Критерий хорошо коррелирует с особенностями использования почвы в агроценозе. Выделено всего четыре градации. Самый низкий уровень показателя отмечен в почве агроценозов бессменных зерновых культур, в зернопаровых севооборотах выделилось два уровня показателя в зависимости от того, оставляли пожнивные остатки на поле или нет. В целом, в почвах агроценозов уровень активности колеблется в пределах оценок от «низкий» до «высокий». Оценка «очень высокий» отмечена только в залежной почве.

При оценке «высокий» уровень ДАП обеспечит разложение остаточных количеств пестицидов в пределах текущего вегетационного периода. При оценке «средний» такая возможность существует только при относительно благоприятных гидротермических условиях вегетационного периода. В засушливое лето высока вероятность сохранения остаточных количеств пестицидов в почве. При оценке «низкий» опасность накопления в почве ОКП высока в любые по условиям годы.

Таким образом, разработанный нами количественный критерий позволяет как оценку уровня ДАП в данный конкретный момент времени, так и прогноз ее в зависимости от складывающихся условий вегетации и агротехнических мероприятий.

Библиографический список

1. Odukkathil G., Vasudevan N. Toxicity and bioremediation of pesticides in agricultural soil // Rev Environ Sci Biotechnol. – 2013. – Vol.12. – P. 421-444.
2. TripathiaV., Dubeya R.K., Edrisia S.A., Narainb K., Singhc H,B., Singhd N., Abhilasha P.C. Towards the ecological profiling of a pesticide contaminated soil site for remediation and management // Ecological Engineering. –2014. – Vol. 1. – P. 318-325.
3. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивость почв. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
4. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г., Матвеев Ю.М., Спиридонова Г.С., Талалакина Т.Н., Колупаев М.В. Гербицидная активность хлорсульфурона в зависимости от почвенно-климатических факторов // Агрохимия. – 1991. – № 12. – С. 75-80.
5. Стецов Г.Я. Практическое значение последействия гербицидов в севообороте // Современные проблемы возделывания с.-х. культур и пути повышения величины и качества урожая. – Барнаул: Алтайский НИИСХ. СО РАСХН. – 2006. – С. 29-34.
6. Boldt T.S., Jacobsen C.S. Different toxic effects of the sulfonylurea herbicides metsulfuron methyl,chlorsulfuron and thifensulfuron methyl on fluorescent Pseudomonads isolated from an agricultural soil // FEMS Microbiology Letters. – 1998. – N 161. – P. 29-35.
7. Ye Q., Sun J., Wu J. Causes of phytotoxicityof metsulfuron methyl bound residues in soil //Environmental Pollution. – 2003. – Vol. 126. – N 3. – P. – 417-423.
8. Yun L.Y., Wang X., Yong M.L., Ji F.Y., Jing Q.Y., De F.F. Fungal degradation of metsulfuron-methyl in pure cultures and soi // Chemosphere. – 2005. – Vol. 60. – N 4. – P. 460-466.
9. Tahir N.M., Tay Joo Hui, Marinah Mohd Ariffin, Suhaimi Suratman and Tiung Swee Khoon. Adsorbtion of chlorimuron – ethyl and metsulfuron - methyl on selected agricultural soils // The Malaysian Journal of Analytical Sciences. – 2008. – Vol. 12. – N. 2. – P. 341-347.
10. Горленко М.В., Кожевин П.А. Мультисубстратное тестирование природных микробных сообществ. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 88 с.

Danilova A.A.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

A SCALE FOR ASSESSING THE DETOXIFICATION ACTIVITY OF AGRICULTURAL SOILS

We proposed a scale for assessing the detoxification activity of the soil. The scale is based on measuring the microbial communityresponse to the effects of metsulfuronmethyl. Gradations of the scale are made on the basis of measuring of the residual phytotoxicity dynamics of the pesticide during the growing season.

Keywords: detoxification activity of the soil, metsulfuronmethyl, CLPP.

УДК 504.3.054

Потапов В.П., Счастливцев Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Кемеровский филиал, Кемерово

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ ПРИМЫКАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Сельскохозяйственные земли вблизи угледобывающего предприятия испытывают значительный техногенный пресс, связанный в том числе и с выпадением из атмосферы аэрозольных загрязнений. В статье рассматривается расчетная оценка воздействия атмосферных выбросов предприятия открытой добычи угля и прилегающих к нему источников фонового загрязнения на расположенные в районе участки сельскохозяйственных земель. Проводится сравнительная оценка суммарного и удельного выпадения аэрозолей для отдельных участков.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, добыча угля, выбросы в атмосферу, выпадение на почву, расчетные модели.

Выбросы в атмосферу крупного предприятия по добыче угля открытым способом содержат большое количество пылевых частиц, обладающих эффектом оседания на подстилающую поверхность. При исследованиях экосистем в окрестности такого предприятия стоят задачи по оценке количества пыли, выпадающей из атмосферы на заданную территорию в течение сезона или года. В частности, представляют интерес оценки выпадения и накопления пылевых выбросов на сельскохозяйственных (СХ) землях, в снеговом покрове, в бассейнах рек и т.д. При этом не исключена ситуация, когда промышленные выбросы, даже будучи допустимыми с точки зрения максимальных разовых и среднегодовых концентраций, могут привести к весьма существенному накоплению вредных веществ на подстилающей поверхности. Многолетнее оседание из атмосферы техногенной пыли может существенно снизить урожайность посевных площадей и повысить содержание вредных элементов в СХ продукции до величин, превосходящих допустимые нормы. Кроме того умение моделировать выпадение загрязняющих веществ на почву и растительность дает возможность рассчитывать и прогнозировать риски для здоровья, связанные с пероральным путем поступления вредных веществ в организм человека с СХ продукцией.

Авторами разработана и доведена до практического использования локальная долгосрочная модель расчета выпадения пылевых частиц на подстилающую поверхность. Модель реализована в составе широко используемого в Сибирском регионе для нормативных расчетов программного комплекса «ЭРА» (www.lpp.ru). Это позволяет использовать накопленные в форматах данного комплекса исходные данные об источниках выбросов в атмосферу для дополнительных научных исследований. Таким образом, в рамках одного программного комплекса на основе созданных для проектных работ данных инвентаризации выбросов по предприятию (совокупности предприятий) можно проводить весь перечень расчетов разового и среднегодового (сезонного) загрязнения атмосферы и выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность и отдельные ее элементы (водные поверхности, сельхозугодия, бассейны рек и т. д.).

Основы построения модели, результаты сравнения с данными экспериментов, обзор литературных данных по дисперсному составу пылевых выбросов, исследование влияния исходных данных на результаты вычислений рассмотрены в работах авторов [1-3].

В настоящей работе представлена попытка проведения модельной оценки годового выпадения промышленной пыли на пять участков СХ земель, расположенных в окрестности угледобывающего предприятия (рисунок 2).

Для практического использования модель необходимо обеспечить исходными данными по источникам выбросов в атмосферу и метеорологическим параметрами, определяющими картину долговременного распространения примесей в атмосфере на заданной территории.

Выбранные участки СХ земель прилегают к участку отработки разреза «Сибэнергоуголь». Однако для расчета выпадения пыли на участки 1-5 (рисунок 2) использованы не только источники выброса в атмосферу разреза «Сибэнергоуголь», но и выбросы печного отопления ближайших населенных пунктов, дорог общего пользования, крупного железнодорожного пункта хранения и погрузки угля (Листвяги), старых отвалов и близко расположенных других угледобывающих предприятий (не принадлежащих компании «Сибэнергоуголь»). Инвентаризация источников разреза «Сибэнергоуголь» предоставлена авторам администрацией разреза, остальные выбросы оценены как фоновые, ориентировочно на основе удельных показателей [4]. Печное отопление населенных пунктов задано площадными источниками с выбросом, пропорциональным количеству дворов. Для уточнения расположения и мощности пылевых выбросов агрегированных источников загрязнения атмосферы учитывались данные космических снимков потемнения снегового покрова в районе исследований, которые были взяты из работы [5] (рисунок 1).

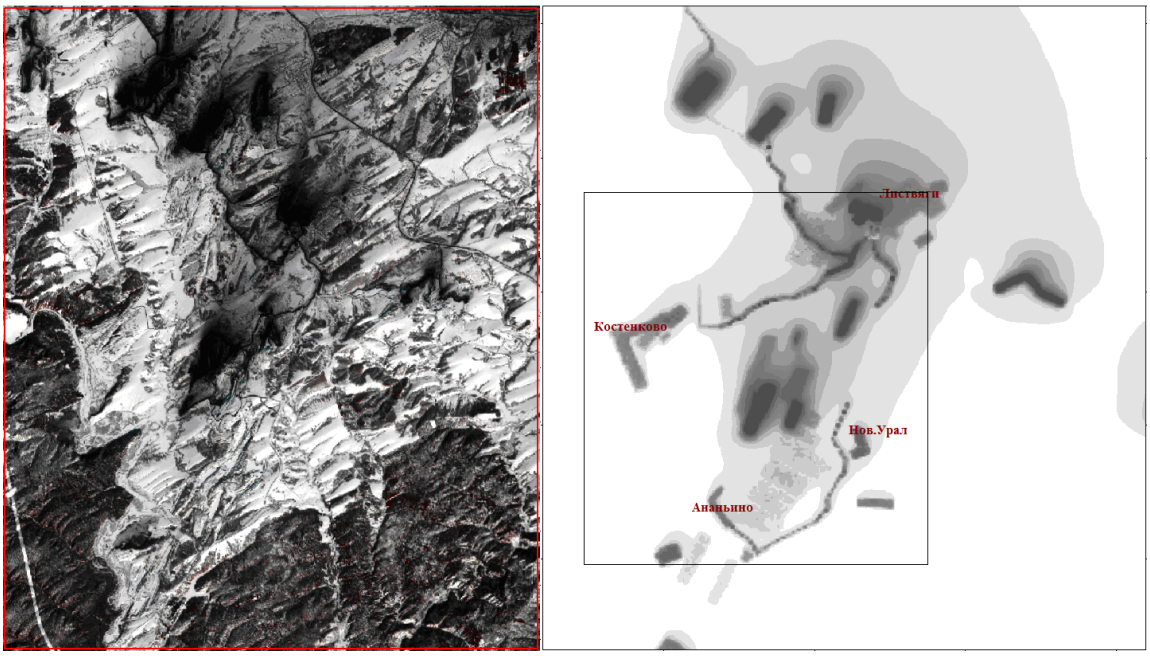


Рисунок 1 – Космический снимок (слева) с загрязнением снегового покрова окрестностей разреза ООО Сибэнергоуголь (март 2017) и расчетная оценка выпадения пылевых частиц за зиму 2016-2017 годов. Прямоугольник справа есть граница расчетной сетки для рисунка 2

Годовое выпадение пылевых частиц зависит от двух важнейших параметров: среднегодовой приземной концентрации C_a (мг/м^3) и скорости выпадения частиц V_d (м/с).

Для расчета C_a с использованием методики [6] кроме параметров источников необходимо знать розу ветров и плотность распределения скорости ветра $P_2(U)$, которые можно построить по данным стандартных метеорологических наблюдений. Ближайшая к рассматриваемой территории метеостанция (18 км) находится в аэропорту Спиченково, и архив данных на этой станции за пять лет (2009-2013 гг.) был скачан с сайта www.rp5.ru. На рисунке 3 представлены результаты обработки архива, которые использованы в расчете выпадения пылевых выбросов на СХ земли, представленных на рисунке 2.

Учитывая значительное влияние [3] на результаты расчетов скорости выпадения V_d, дисперсный состав выбрасываемых различными типами источников частиц разбивается по фракциям в соответствие с таблицей 1 (обоснована в [2], допускает пополнение). Разбиение происходит автоматически в процессе исполнения программы расчета в зависимости от кода источника. Фракционный состав не попавших в таблицу источников задается единообразно из пяти фракций с усредненным процентным составом. Каждая фракция частиц имеет свою скорость выпадения V_d, которая может быть откорректирована экспертом, проводящим расчет.

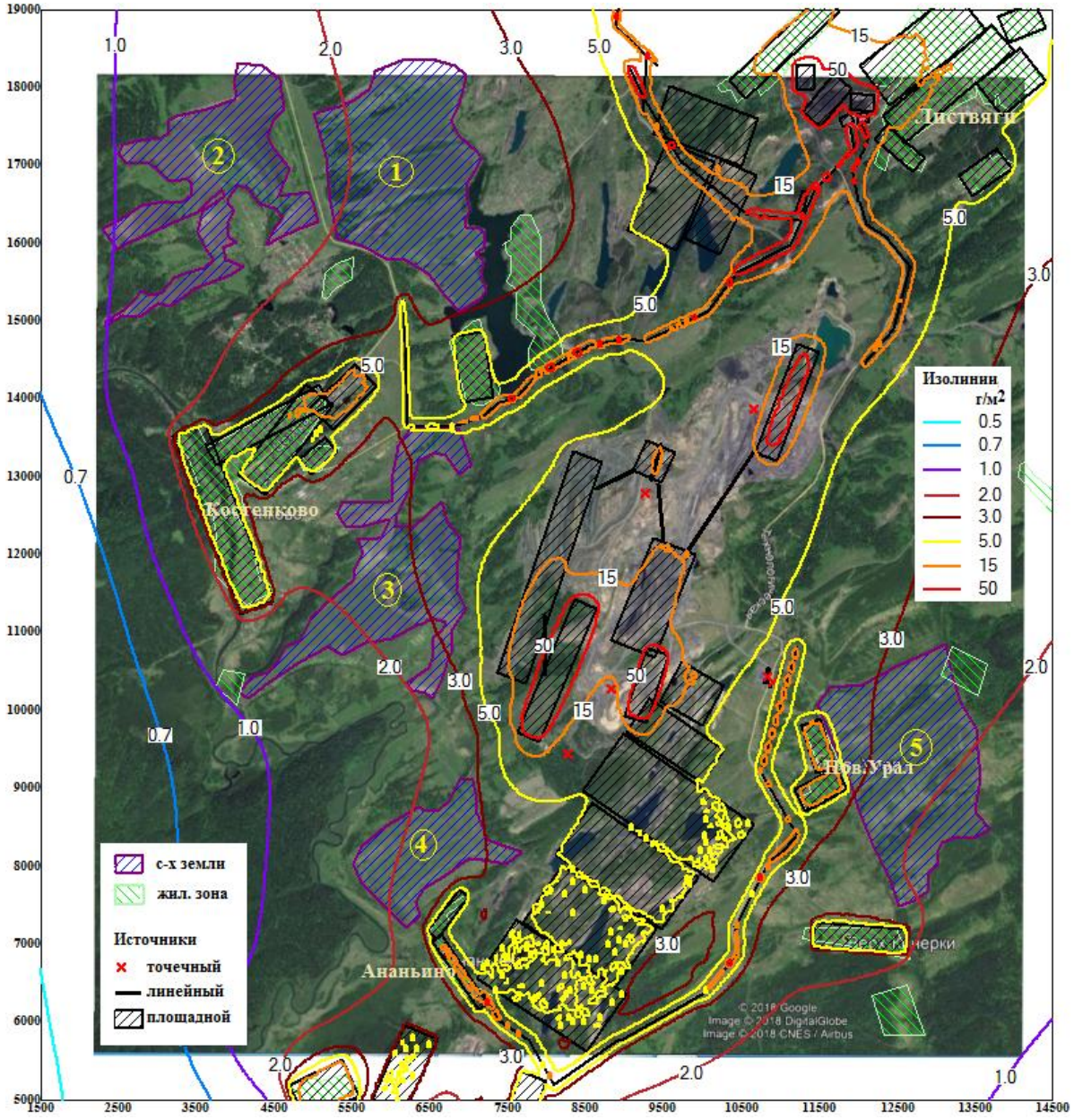


Рисунок 2 – Изолинии расчетного выпадения пылевых частиц в окрестности разреза «Сибэнергоуголь». Расчет на регулярной сетке 13 на 14 км с шагом 50 м. К участку отработки (виден на космоснимке) примыкают сельскохозяйственные земли 1–5

Таблица 1

Разбиение суммарных выбросов пыли по фракционному составу

Класс источника		Класс частиц по размеру, мкм						
		1	2	3	4	5	6	7
Код	Тип	0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100	>100
001	Котельная с ручной загрузкой	17	15-	15	11	8	5	11
101	Взрывные работы	50	20	15	10	4	0,9	0,1
201	Сдувание с отвалов	95	3	0,9	0,1			
301	Погрузка угля	6	8	-	31	54	-	-
501	Дробление горной массы	20	30	35	13	2	0	-

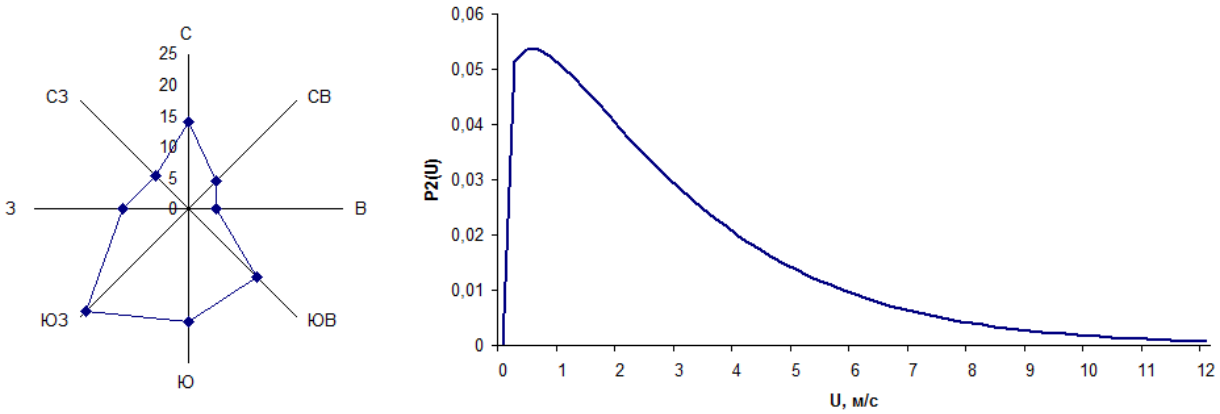


Рисунок 3 – Роза ветров (слева) и плотность распределения скорости ветра за 5-летний период (2009-2013), использованные для расчета пылевых выбросов на СХ земли

Программный комплекс ЭРА позволяет проводить расчеты концентраций в атмосфере и выпадения частиц на поверхность не только на регулярной сетке, но и по произвольному полигону или их совокупности. В случае расчета выпадения частиц доступна возможность рассчитать интегральное выпадение на каждый полигон, что используется для оценки суммарной пылевой нагрузки на бассейны рек, участки СХ земель и т. д. При расчете по полигону программно создается покрытие его внутренней части и границы расчетными точками с заданным шагом (в нашем случае 100 м) к которым добавляются все точки перегиба границы полигона.

Расчетные оценки суммарного годового и удельного (на единицу площади) выпадения всех пылевых частиц, учтенных для расчета при задании выбросов обозначенных выше источников, приведены в таблице 2. При сравнении таблицы 2 и рисунка 2 следует учитывать, что выпадение 1 г/м^2 соответствует 10 кг/га (или 1 т/км^2).

Таблица 2

Характеристики расчетного выпадения промышленной пыли за год
из атмосферы на сельскохозяйственные земли в районе ведения горных работ

Участок СХ земель		Площадь, га	Суммарное годовое выпадение, кг	Удельное годовое выпадение, кг/га
№	Описание			
1	Костенково, сев-восток	453	9785	21,6
2	Костенково, север	323	4684	14,5
3	Костенково, юг	331	9665	29,2
4	Ананьино, север	169	3566	21,2
5	Новый Урал, восток	417	9799	23,5

Таблица 2 показывает, что согласно проведенным расчетным оценкам на все участки СХ земель из атмосферы впадает в год от 15 до 30 кг/га суммарной промышленной пыли, в которой основную долю составляют пыль породы, угля и угольная зола. Наиболее нагруженными являются СХ земли, расположенные к югу от Костенково (участок 3), что объясняется наименьшей удаленностью от участка интенсивного ведения горных работ.

Таким образом, показано что модель расчета выпадения промышленных аэрозолей на подстилающую поверхность позволяет проводить количественные оценки осаждения пылевых частиц на территории СХ земель как от действующих предприятий, так и находящихся на стадии проектирования. Исследования состава угля и породы на участке проведения открытых горных пород на содержание отдельных элементов позволят оценить загрязнение почвы этими элементами. Кроме того, по аналогии с [7] можно провести расчетную оценку выпадения на СХ земли сульфатов, нитратов и других загрязняющих веществ, учтенных в инвентаризации источников загрязнения атмосферы.

Библиографический список

1. Быков А.А., Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г. Особенности построения и практического применения локальной модели загрязнений почвы техногенными выбросами пылевых частиц // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2007. – № 4. – С. 74-82.
2. Быков А.А., Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г., Смирнова О.В. Моделирование загрязнения почвы атмосферными выбросами от промышленных объектов угледобывающего региона // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2 – С. 209-217.
3. Быков А.А., Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г. Влияние изменчивости распределений метеорологических параметров и дисперсного состава выбросов в атмосферу на модельные оценки осаждения промышленной пыли // Вестник КемГУ. – 2012. – № 4 (52). – Т. 2 – С. 11-18.
4. Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для некоторых производств - основных источников загрязнения атмосферы /под ред. Миляева В.Б. – СПб .: НИИ Атмосфера, 2002.
5. Опарин В.Н., Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Быков А.А., Счастливцев Е.Л. Комплексный мониторинг техногенной нагрузки на атмосферу горнопромышленного региона // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2017. – № 5. – С. 162-168.
6. Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (Зарегистрировано в Минюсте России 10.08.2017 № 47734).
7. Счастливцев Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И., Пушкин С.Г. Оценка техногенной нагрузки на бассейны рек горнодобывающего района в южной части Кузбасса // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2015. – № 4. – С. 333-339.

Potapov V.P., Shastlivcev E.L., Bykov A.A., Yukina N.I.,
Institute of Computational Technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo branch

INFLUENCE OF COAL MINING ENTERPRICE ON AGRICULTURAL LANDS OF ADJACENT TERRITORY

Agricultural land near the coal mining enterprise is experiencing a significant man-made press, including the deposition of aerosol pollutants from the atmosphere. The article deals with the calculated assessment of the influence of atmospheric emissions of the open coal mining enterprise and the adjacent sources of background pollution on the areas of agricultural land located in the area. A comparative assessment of the total and specific deposition of aerosols for individual sites is carried out.

Keywords: agricultural land, coal production, air emissions, fallout on the soil, calculation models.

УДК 551.511.61

Рапута В.Ф.[1], Коковкин В.В.[2], Ярославцева Т.В.[3], Амикишиева Р.А.[1],
[1]Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,
[2]Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,
[3]Научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ НАЗЕМНОГО И СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Предложены модели реконструкции полей аэрозольных выпадений примеси в локальном и региональном масштабе от точечных и распределенных источников. Проведены примеры их апробации на данных мониторинга загрязнения снежного покрова. С помощью зимних спутниковых снимков изучены ореолы выноса взвешенных веществ на земли сельскохозяйственного назначения от крупных промышленных предприятий Новосибирской области. Установлены функциональные связи между изображениями ореолов и данными наземного мониторинга.

Ключевые слова: атмосфера, загрязнение, аэрозольная примесь, модель реконструкции, оценка, мониторинг, снежный покров, спутниковые изображения, тона серого цвета.

Проблема численного моделирования распространения газовых и аэрозольных примесей в атмосфере относится к числу наиболее сложных. Распространение примесей тесно связано с полями ветра, химическим и дисперсным составом примесей характеристиками подстилающей поверхности и др. Учет этих факторов приводит к необходимости построения сложных математических моделей, включающих в себя значительное число параметров, требующих дальнейшей детализации, что не всегда согласуется с имеющимися возможностями. Такая ситуация требует более компромиссного совместного использования экспериментальной информации и модельных описаний процессов переноса и диффузии примесей в приземном и пограничном слоях атмосферы в рамках постановок обратных задач оценивания параметров источников и полей концентраций.

Кроме непосредственных инструментальных измерений важную роль играют естественные планшеты-накопители природных и антропогенных загрязнений. В зимний период времени наиболее удобным является снежный покров. Он дает возможность без привлечения значительных ресурсов выполнять как контактный, так и дистанционный мониторинг загрязнения территорий [1-3]. Спутниковые снимки высокого пространственного разрешения снежного покрова окрестностей городов и промышленных площадок показывают атмосферную динамику процессов выпадения примеси за определенный промежуток времени. В пробах талого снега определятся химический состав примесей. Модели реконструкции позволяют проводить калибровку между контактными и спутниковыми наблюдениями загрязнения снежного покрова [4].

Цель работы – численный анализ процессов локального и регионального атмосферного загрязнения территорий аэрозольными выбросами от точечных и площадных источников с использованием данных наземного и спутникового мониторинга.

Модели реконструкции полей загрязнения

а) Оценивание полей локальных выпадений. При численном анализе полей концентраций примесей в приземном слое атмосферы определяющими являются часто встречающиеся метеорологические условия. Для этих условий вполне применима степенная аппроксимация вертикального профиля ветра и коэффициентов турбулентного обмена [5]. Это позволяет получить эффективные асимптотики решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии и на их основе представить плотность выпадений полидисперсной примеси за длительный промежуток времени в виде следующей регрессионной зависимости [4]:

$$\bar{q}(r,\varphi,) = \frac{\theta_1}{r^{1.5}} P(\varphi+180^\circ)\exp(-\frac{c}{r})\int_0^\infty \frac{\omega^{\theta_2}\exp(-\theta_3\omega)}{\Gamma(1+\omega)}\left(\frac{c}{r}\right)^\omega d\omega \ , \qquad (1)$$

где r, φ – полярные координаты; $P(\varphi)$ – приземная роза ветров; $\Gamma(m)$ – гамма-функция Эйлера; c – константа, зависящая от высоты источника; θ_1, θ_2, θ_3 – неизвестные параметры, определяемые по данным наблюдений.

Оценка неизвестных параметров θ_1, θ_2, θ_3 в регрессионной зависимости (1) проводится по данным наблюдений поверностной концентрации осадка методом наименьших квадратов.

б) Численное восстановление региональных выпадений примесей. Описание полей концентраций примесей в атмосфере на значительных удалениях от источника допускает значительные упрощения. Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что, начиная с расстояний порядка 5-7 км от источника, распределение концентрации примеси выравнивается по высоте [5]. Для таких расстояний влияние ряда параметров становиться не существенным. К ним следует отнести высоту источника, скорость оседания аэрозольных частиц, коэффициент вертикального турбулентного обмена и т.д. В этом случае поле осредненной за длительный промежуток времени концентрации от точечного источника описывается соотношением [6].

$$\Phi(r,\varphi)=\frac{\theta\cdot g(\varphi)}{r},\quad \theta=\lambda\cdot M/(2\pi\cdot u\cdot h), \tag{2}$$

где r,φ – полярные координаты расчетной точки с началом в месте расположения источника; $g(\varphi)$ – вероятность противоположного φ направления ветра; M – мощность источник; u, h – средняя скорость ветра и толщина слоя перемешивания; λ – коэффициент взаимодействия примеси с подстилающей поверхностью.

Численная реконструкция полей выпадений примесей

С использованием малопараметрической модели реконструкции (1) проведен численный анализ экспериментальных исследований загрязнения территорий выбросами Искитимского цементного и Новосибирского электродного заводов. По небольшому числу опорных точек наблюдений были численно восстановлены поля выпадений взвешенных веществ, тяжелых металлов, полиароматических углеводородов, ионных компонентов.

Искитимский цементный завод. На рисунке1а представлено восстановленное по данным снегового мониторинга 2017 г. поле водорастворенного кальция.

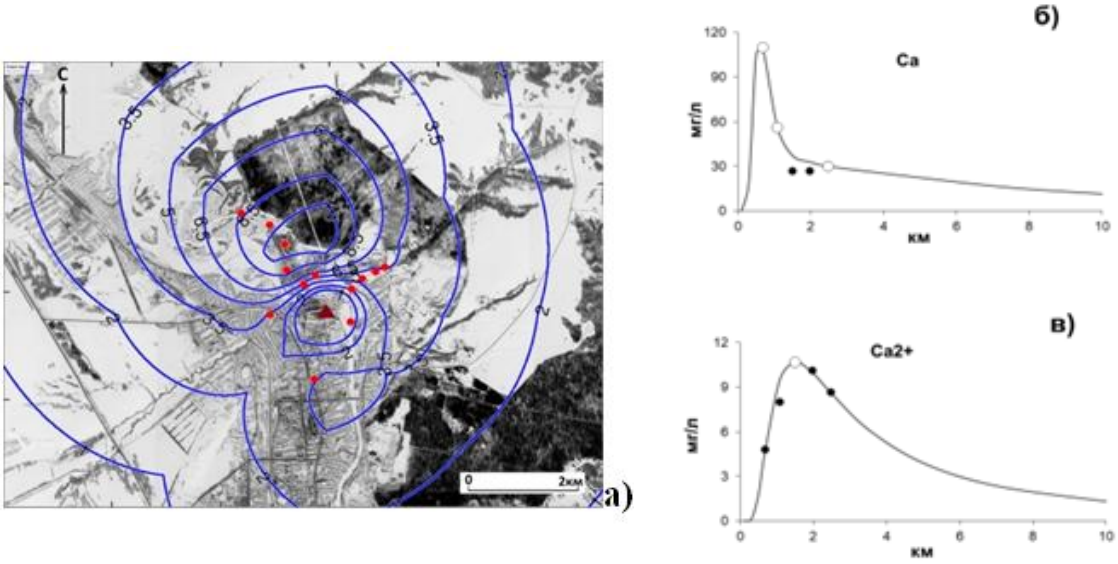


Рисунок 1 – Численная реконструкция поля концентрации водорастворенного кальция (мг/л) в районе Искитимского цементного завода (а). Измеренные и восстановленные концентрации кальция (б) и его водорастворенной части (в) в северо-западном направлении

Анализ рисунка 1б показывает, что кальций в основном находится в составе крупнодисперсных фракций частиц и выпадает вблизи завода. Из рисунка1в вытекает, что водорастворенная часть кальция была представлена легкими аэрозольными фракциями. Полученные зависимости позволяют, исходя из условий термодинамического равновесия ионного состава, проводить оценки риска здоровью населения, степени защелачивания почв и водных объектов и контроль атмосферных выбросов завода.

Новосибирский электродный завод (НЭЗ). На рисунке 2 представлена схема маршрутного отбора проб снега в окрестностях НЭЗ в начале марта 2018 г. Маршруты отбора проб расположены в соответствии с преобладающими направлениями направлениями ветра в пограничном слое атмосферы в зимний период времени [7].

Уровень согласия результатов численного восстановления, приведенных на рис. 2б, 2в, с экспериментальными данными вполне удовлетворительный. Учитывая, что ПДК по воде для бенз(а)пирена равен 5 нг/л, следует отметить чрезвычайно высокие концентрации бенз(а)пирена в снеге.

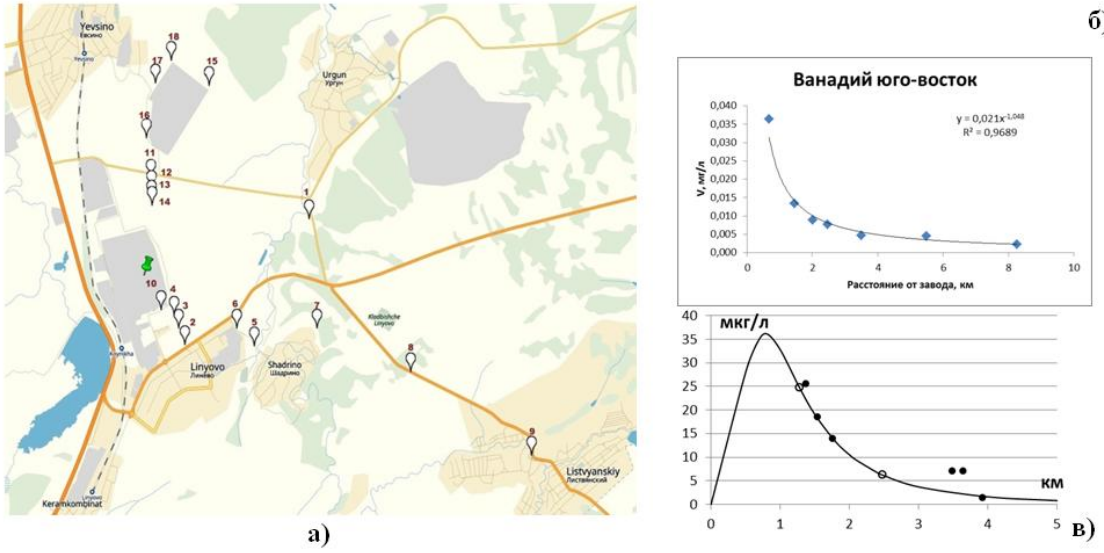


Рисунок 2 – Схема отбора проб снега в окрестностях НЭЗ (а). Численно восстановленные концентрации ванадия(б) и бенз(а)пирена (в) по направлениям выноса от высотных труб НЭЗ

Анализ региональных выносов примесей с территорий городов. В рамках регрессионной зависимости (2) на рисунке 3 приведены результаты численного восстановления в снеговом покрове выносов пыли с территории г. Новосибирска и хлоридов с территории г. Кемерово.

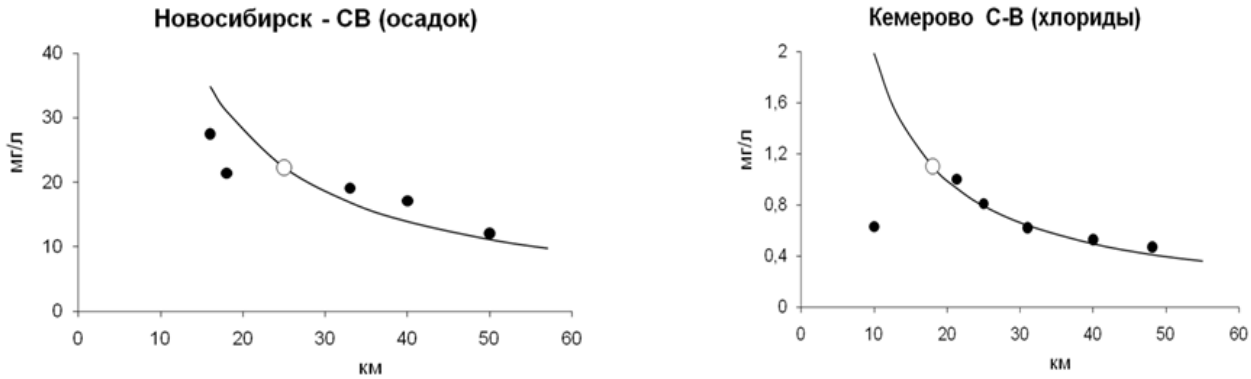


Рисунок 3 – Измеренные и численно реконструированные концентрации примесей в снеге для северо-восточного направления выноса от гг. Новосибирска, Кемерово. о – опорные, ● – контрольные точки наблюдения

Анализ рисунка 3 показывает, что модель (2) вполне адекватно описывает процессы загрязнения окрестностей городов. Она позволяет воспроизвести количественные закономерности регионального выноса пыли, тяжелых металлов, редкоземельных элементов, полиароматических углеводородов.

Анализ спутниковых наблюдений

Зимние спутниковые снимки окрестностей промышленных предприятий дают большой объем информации по пространственным выносам примесей от различных видов источников. На рисунке 4 приведены оцифрованные в тонах серого цвета зимние снимки окрестностей НЭЗ. На рисунке 4 представлено действие всех видов источников, включая высотные трубы обжигового цеха, технологическую трассу, карьерные выносы пыли. Динамика изменения тонов серого цвета с удалением от источников позволяет провести поиск эффективных функциональных связей по направлениям выносов примесей.

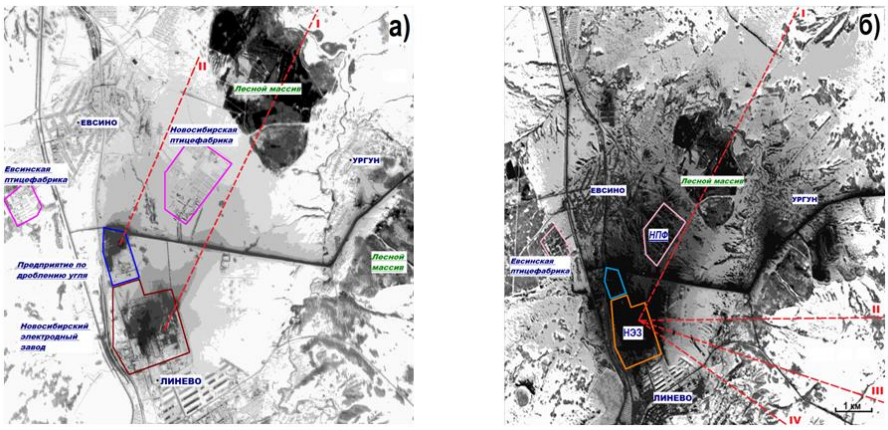


Рисунок 4 – Поля выпадений пыли в окрестностях НЭЗ на спутниковых снимках от 2 марта 2011 г. (а) и 31 марта 2009 г. (б);
– – – – сечения полей выпадений пыли по направлениям выноса

На рисунке 5 представлены связи на маршрутах I и II между тонами серого цвета и модельными описаниями полей выпадений пыли от высотных труб обжигового цеха и площадного источника – предприятия по дроблению угля.

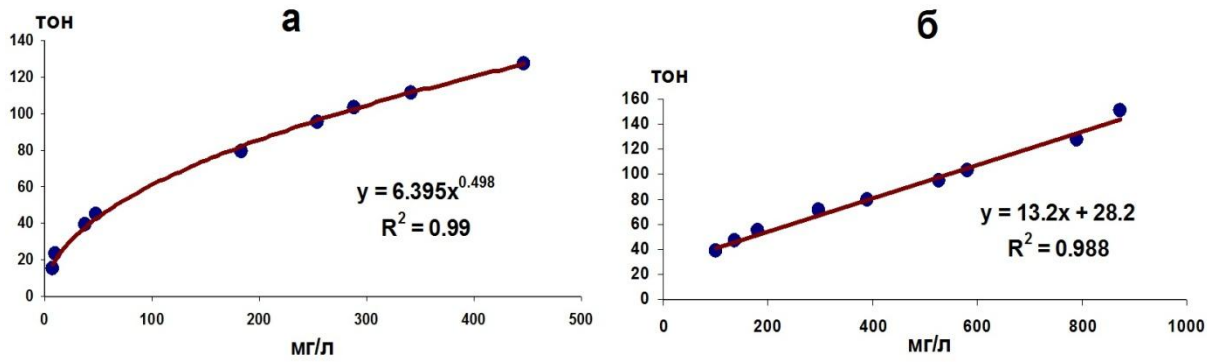


Рисунок 5 – Функциональная связь в северо-восточном направлении между изменениями тонов серого цвета (снимок 2.03.2011г.) и пыли от высотных труб НЭЗ (а) и от площадного источника (б)

Анализ рисунка 5 позволяет сделать вывод, что в ближней зоне выпадений пыли для высотного точечного источника характерна степенная связь, для площадного источника – линейная. Полученные зависимости дают возможность с использованием данных мониторинга напрямую проводить оценивание полей выпадений примесей.

Заключение

Восстановленные поля по моделям реконструкции плотности выпадений загрязняющих примесей на снеговой покров в окрестностях городов и промышленных площадок являются интегральной характеристикой длительного воздействия источников примеси на окружающую среду. Полученные закономерности указывают на возможность создания экономичной системы наземного и спутникового мониторинга и получения на ее основе оценки состояния длительного загрязнения сельскохозяйственных территорий и определения эмиссии характерных примесей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 17-47-540342, Программы Президиума РАН № 51 (проект 0315-2018-0016), государственного задания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0004).

Библиографический список
1. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров как индикатор кумулятивного техногенного загрязнения в сфере влияния городов и дорог // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 3. – С. 94-106.
2. Mishra S., Siddiqui N.A. A Review On Environmental and Health Impacts Of Cement Manufacturing Emissions // International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences. – 2014. – Vol. 2, Iss. 3. – P. 26 – 31.
3. Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Егоров В.В., Стальная М.В. Использование данных ИСЗ Landsat для определения концентрации загрязнителей в шлейфах от продувки газовых скважин на основании модели источника // Исследование Земли из космоса. – 2014. – № 2. – С. 55-66.
4. Рапута В.Ф., Шлычков В.А., Леженин А.А., Романов А.Н, Ярославцева Т.В. Численный анализ данных аэрозольных выпадений примесей от высотного источника // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – № 8. – С. 713-718.
5. Бызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 278 с.
6. Рапута В.Ф., Олькин С.Е., Резникова И.К. Методы численного анализа данных наблюдений регионального загрязнения территорий площадным источником // Оптика атмосферы и океана. – 2008. – Т. 21, № 6. – С. 558-562..
7. Лучицкая И.О., Белая Н.И., Арбузов С.А. Климат Новосибирска и его изменения. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2014. – 224 с.

RaputaV.F.[1], KokovkinV.V.[2], Yaroslavtseva T.V.[3], Amikisheva R.A.[1],
[1]Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk,
[2]Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk,
[3] Novosibirsk Institute of Science Research in Hygiene, Novosibirsk

MODELS AND METHODS OF DIRECT AND SATELIYTE CONTAMINATION MONITORING OF AGRICULTURAL GRAUNDS IN NOVOSIBIRSK REGION

Models of reconstructing fields of aerosol impurity fallout at local and regional scale from point and distributed sources are proposed.Examples of their approbation on the data of snow cover contamination monitoring are given. Using winter satellite images, agricultural land pollution halos from Novosibirsk region industrial plants were studied. Functional regularities between the images of halos and ground monitoring data have been established.

Keywords: atmosphere, contamination, aerosolimpurity, modelofreconstruction, estimation, monitoring, snow cover, satellite images, greycolortones.

УДК 633.1

Жарников В.Б., Ларионов Ю.С., Стуканов А.А., Конева А.В.,
Сибирский университет геосистем и технологий, Новосибирск

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ АПК НА ОСНОВЕ БИОЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАКОНА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Обсуждаются новые подходы управления плодородием почв, продуктивностью растений и устойчивостью агроценозов на основе биоземледелия, основанного на законе плодородия почв, корнеобороте и управлении эдафитными и эпифитными процессами в земледелии. Использование закона позволяет управлять плодородием почв, целенаправленно повышать потенциальный и эффективный ресурс сельскохозяйственного производства и возможностей биосферы. Масштабная реализация принципов биоземледелия в сельскохозяйственном производство требует разработки специальных программ развития АПК, его геоинформационного обеспечения, включая мониторинг плодородия земель с использованием ГИС-технологий.

Ключевые слова: почва, плодородие, биота, биоземледелие, закон плодородия, экосистема, агроценоз.

По экологическим оценкам, на планете может использоваться под пашню и в сельском хозяйстве около 2,8 млрд. га, используется же в современном земледелии 1,5 млрд. га, остающиеся 1,3 млрд. га – это как раз трудно осваиваемые почвы. За всю историю цивилизации (это более 2 тысяч лет) человек уже испортил около 2 млрд. га некогда пахотных почв, превратив их в антропогенные пустыни и деградированные малопригодные земли. Но и сегодня этот процесс не прекратился и из сельскохозяйственного использования в мире выбывают 15 млн. га плодородных почв ежегодно, из которых половина приходится на отчужде-

ние под строительство, транспорт и другие нужды, а половина списывается из употребления в результате опустынивания и деградации почв (Добровольский Г.В., 2001).

Наблюдающееся повсеместное падение плодородия почв, усиливающаяся неустойчивость продуктивности полей и всего сельскохозяйственного производства, при возрастающем требовании экологизации отрасли в соответствии с новой (биосферной) парадигмой природопользования, диктует необходимость смены парадигмы в почвоведении, агрохимии, земледелии и растениеводстве.

В связи с переходом Российской федерации к рыночной экономике и совершенствованию использования земель любых категорий в народном хозяйстве, а также падением плодородия земель во всех странах мира, возникает необходимость критической оценки основных положений интенсификации сельскохозяйственного производства на основе химизации.

Современное состояние научных исследований и сформированные на их основе земледельческие технологии часто сталкиваются с недостаточной воспроизводимостью и противоречиями в их трактовке, которые носят системный характер и трудно преодолимы в связи с отсутствием универсальных обобщающих идей, теорий и законов [1-4].

Почва – это та среда, где постоянно совершается непрерывный круговорот питательных элементов. Благодаря этим процессам органические и минеральные вещества меняют свои свойства, переходя то в растворимое, то в нерастворимое состояние. Эти противоположные процессы и составляют сущность малого биологического круговорота, который и нашел отражение в законе плодородия почв и принципах биоземледелия.

Большой геологический и малый биологический круговороты взаимосвязаны, невзирая на их противоположную направленность. Медленно протекающий на протяжении столетий геологический круговорот вызывает снос вещества с плакоров и накопление в межводораздельных пространствах или акваториях. Малый биологический круговорот за год или несколько более удлиненный отрезок времени обеспечивает создание биомассы, ее частичную минерализацию и биогеохимическую трансформацию. Функция малого биологического круговорота аккумулятивная. Накопление элементов биологического круговорота, в первую очередь органического вещества, создаваемого на основе фотосинтеза, происходит именно в почве и, в частности, ее обменных свойствах и всей биоты, которые обеспечиваются органо-минеральными соединениями и вторичными минералами. Таким образом, почва – это связующее звено между биологическим и геологическим круговоротами, задерживающее вещества, которые могли быть вынесены большим геохимическим потоком.

Современное антропогенное воздействие ведет к нарушению почвенного покрова (распашка почв, внесение минеральных удобрений, пестицидов и мелиорантов, вырубка лесов и другие негативные воздействия), при котором происходят принципиальные изменения в соотношении круговоротов: ослабление биологического и усиление геологического, что негативно сказывается на экологическом состоянии агроландшафтов и плодородии почв. К настоящему времени фактов отрицательного воздействия широкой химизации (удобрения и пестициды – защита растений от сорных растений, болезней, вредителей на плодородие почвы и ее биоту, а также экологию окружающей среды), накоплено огромное множество. Это кратко сделано нами и другими учеными в работах [1-8]. При этом была обоснована необходимость перехода от общепринятых в земледелии и химизации принципов ведения сельского хозяйства к экологически обоснованному биоземледелию и закону плодородия почв (ЗПП), на основе эволюционно-генетического и эколого-генетического принципов взаимодействия живой материи (различные виды растений, животных, микроорганизмов) с косной, которые обусловили формирование различных видов почв и их плодородие на нашей планете на основе принципа естественного отбора.

Концептуальная формулировка Закона плодородия почв – создание, сохранение и повышение плодородия почв в любых экологических условиях осуществляется путем поддержания баланса органического вещества почвы, обеспечивающего круговороты элементов питания и водообмена (водооборота) между живой и косной материей экосистемы на основе регулирования корнеоборота растений, эдафитных и эпифитных процессов, т. е. в тесном взаимодействии с другими компонентами биоты (бактерии, грибы, водоросли, почвенные животные).

Эпифитный процесс – совокупность процессов, обусловленных живыми организмами, обитающими на растениях и поверхности почвы.

Эдафитный процесс – совокупность процессов, обусловленных живыми организмами, обитающими в почве.

Круговороты указывают на наличие прямых и обратных связей всех звеньев сложнейшей агроэкологической системы, входящей в биосферу, одним из главных элементов которой является почва. Только системный подход, лежащий в основе биоземледелия способен обеспечить эффективное ведение сельскохозяйственного производства, получение экологически чистой продукции на новой инновационной биотехнологической основе и сохранение биосферы планеты. Ведь сельскохозяйственное производство является планетарной отраслью. Формулировка закона плодородия почв показывает, что плодородие является возобновляемым ресурсом. Это открывает новые горизонты перед сельскохозяйственной отраслью, как в нашей стране, так и в целом в мире.

Плодородные почвы, как правило, характеризуются высоким содержанием подвижных минеральных и органических веществ, высоко гумусированы, имеют благоприятную для растений физическую структуру, хорошую водоудерживающую способность, достаточный запас питательных веществ, сбалансированное биоразнообразие и способность аборигенного микробного сообщества противостоять фитопатогенной и патогенной биоте, как местной, так и интродуцированной [2 - 4, 7]. Это очень важное эволюционно – и эколого-генетическое свойство почвы в целом характеризует ее биологическую активность [1, 2, 7].

Современные исследования почвоведов, земледелов, физиологов растений, микробиологов, агрохимиков часто обобщают органическое вещество только в «лице углерода и гумуса» и судят на их основе об аккумулирующей роли почвы для всех химических элементов, необходимых для функционирования живого вещества биосферы и выращивания растений[1-3,7-10]. Роль почв в аккумуляции этих элементов раскрыта еще далеко не полностью. Но убедительно показано на примере углерода, что почва – его мощный резервуар. При этом следует отметить, что первоначально углерод синтезируется в биомассе растений, а окончательный баланс органического вещества – это сумма биомассы растений, микрофлоры и фауны почвы.

Сегодня помимо снижения гумусированности почв, резко ухудшились их агрофизические и водно-физические свойства, что привело к значительному колебанию и нестабильности урожайности возделываемых культур и сортов по годам, а также снижению качества растениеводческой продукции, что требует дополнительной химической нагрузки на агроценоз. Оценка тотальной химизации сельскохозяйственной отрасли показывает, что это экономически и экологически тупиковый путь развития[2, 3, 7-10].

Становится очевидным, что необходим, новый инновационный подход к ведению сельскохозяйственного производства объективно учитывающий экологическую и эволюционную сущность появления и существования почвы в биосфере планеты[1-8], т. е. на основе принципов биоземледелия и Закона плодородия почв.

Сегодня необходимо четко усвоить, что биоземледелие – это управляемый процесс возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на сложном взаимодействии между собой почвы с различными видами растений, животных и микроорганизмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем [5-7]. Почва – это совокупность живой и косной материи, обеспечивающая устойчивую взаимосвязь их в биосфере планеты на основе круговорота вещества и энергии.

Фактически биоземледелие преследует цель не только повышение урожайности возделываемых сельскохозяйственных растений, а постоянного сохранения и наращивания плодородия почв и защиты растений на эволюционном и эколого-генетическом принципах.

Эти принципы подводят новую парадигму под сельскохозяйственное производство и требуют разработки новых подходов к социально-экономическому развитию современного сельского хозяйства на основе использования инноваций, как фактора выхода из кризиса.

Принципы биоземледелия и закон плодородия почв сегодня представляют собой не что иное, как инновационные подходы к развитию АПК, где плодородие почвы становится управляемым процессом и базируется на ресурсе и балансе органического вещества [6, 7]. Сегодня необходимы технологии максимального использующие ресурсы тепла и влаги для реализации ФАР на уровне 2,5-3 %. Для этого требуются такие технологии возделывания, которые бы обеспечивали высокую адаптивность современных сортов и реализацию их генетического потенциала [5-8].

На основе новых технологий может быть достигнута потенциальная урожайность основной зерновой культуры пшеницы в зернопроизводящих районах даже в условиях короткого лета Сибири (на широте 52°–56°) – 9,5-10,8 т/га. Но это возможно только на основе перевода производства сельскохозяйственной продукции, в частности растениеводства, на биоземледелие как системный управляемый процесс повышения плодородия почв на основе естественно возобновляемых минеральных и органических ресурсов, используемых в сельскохозяйственном производстве, включающий систему чередования культур на основе корнеоборота. В эту систему в совокупности входят эдафитный и эпифитный комплексы, обеспечивающие максимальное использование агроэкологических ресурсов почвенно-климатической зоны хозяйства.

На что, по нашему мнению, необходимо ориентироваться и обратить особое внимание ученых при разработке новых технологических подходов для успешного развития АПК – внедрение инновационного проекта в сельскохозяйственное производство на основе биоземледелия и закона плодородия почв необходимо (для каждого хозяйства или агроэкологической зоны) осуществлять на основе Программы развития растениеводства и кормопроизводства, которая включает следующие разделы:

1. Система чередования культур в севообороте (и если это возможно) на основе корнеоборота (различные типы корневых систем), сформировавшихся в результате эволюционно – и эколого-генетических процессов у различных видов растений для пополнения органики и элементов питания из нижних слоев почвы в верхний, наиболее корнеобитаемый, т. е. управляемые малые круговороты элементов питания на основе баланса органического вещества при формировании агроэкосистем.

2. Система чередования культур в пределах вегетационного периода ежегодно на каждом поле (пожнивные, поукосные сидераты, смеси культур, аллелопатические взаимодействия), осуществляемые на основе корнеоборота с обязательным оставлением их биомассы на поле, заделкой ее в верхний слой почвы и созданием мульчи, а также агролесомелиоративных мероприятий, обеспечивающих дополнительные условия для тесного взаимодействие всей биоты и косной материи в агроэкосистеме.

3. Система обработки почвы (основной, предпосевной и др.), нацеленная на сохранение и накопление влаги (воды), как основного энергоинформационного компонента агроэкосистемы в корнеобитаемом слое почвы.

4. Система сохранения целостности пахотного и всех других горизонтов почвы и живых организмов, обитающих в ней и на прилегающих участках (в биоценозе, агроландшафте), а также биологической регуляции их роста и развития для обеспечения защиты культурных растений от фитофагов, возбудителей болезни, сорных растений, а также проведение биостимуляции процессов роста и развития растений, так и разложения органических остатков в условиях агроценоза (регулирование эдафитных и эпифитных процессов).

5. Мониторинг посевных и урожайных свойств семян и разработка рекомендаций по их возделыванию (агротехника), управлению адаптивностью сорта и реализацией генетического потенциала его продуктивности на основе биологически активных препаратов.

В социально-экономическом аспекте, Программа развития должна базироваться на строительстве агрогородков со всей инфраструктурой, обеспечивающих возделывание, хранение и переработку растениеводческой продукции и кормов для животноводства и птицеводства, на территории не менее 100-400 тыс. га пашни.

Применение специальных компьютерных программ и ГИС-систем мониторинга плодородия почв и специальных компьютерных программ нового поколения (СКПНП), позво-

ляющих дистантно, в заданный интервал времени, гармонизировать рост и развитие растений, реализацию их генетического потенциала, в соответствии с сформированными агроэкологическими ресурсами поля.

Для быстрого и эффективного внедрения Программы развития необходимо проведение специальных курсов «Биоземледелие и Закон плодородия почв – основа будущего сельскохозяйственного производства» и обучение действующих специалистов и выпускников вузов ведению сельскохозяйственного производства в соответствии с новыми концепциями.

Внедрение биоземледелия в хозяйства в любой зоне страны обеспечит получение экологически чистой продукции растениеводства, повышение урожайности возделываемых культур и сортов через 3-5 лет на 20-50 %, а через 7-10 лет в 2 раза, при снижении использования минеральных химических удобрений или полном исключении их. Защиту растений полностью осуществлять с помощью биометодов. Все это обеспечит производство экологически чистых кормов для животноводства.

Для внедрения инновационно-инвестиционного проекта повышения плодородия почв как возобновляемого агроэкологического ресурса по программе «Биоземледелие и закон плодородия почв» необходимо при каждом областном или краевом Минсельхозе на уровне заместителя министра создать группу, ответственную за внедрение в масштабах области данного проекта, поручив непосредственное исполнение руководству и сотрудникам НИИ РАН, работающим в конкретном регионе.

Целесообразно на основе использования телевидения и компьютерных интернет-ресурсов организовать обучение принципам биоземледелия и закону плодородия почв в масштабах регионов и страны.

Библиографический список

1. Овсянников Ю.А. Экологическое земледелие (необходимость и особенности). – Екатеринбург: изд-во «Диамант», 1992. – 146 с.
2. Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екатеринбург: изд.-во Уральского ГУ, 2000. – 263с.
3. Курдюмов Н.И. Мастерство плодородия. – Ростов на Дону: изд. дом «Владис», 2007. – 512с.
4. Конев А.А. Система биологизации земледелия. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2004. – 51с.
5. Ларионов Ю.С., Ларионова Л.М., Новокрещинов Е.П. Управление адаптивностью сорта. – Челябинск: ИАЭ, Челябинский ГАУ, 2004. – 301с.
6. Ларионов Ю.С., Ярославцев Н.А., Косов А.А., Ларионова О.А. Пути повышения продуктивности и стабильности функционирования агроэкосистем // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: материалы II междунар.науч.-практ. конф. – Омск:: ОмГПУ, 2008. – С. 100–104.
7. Ларионов Ю.С. Закон плодородия почвы биологического земледелия: материалы междунар. практ. конф., посвящ. 75-летию Ю.И. Ермохина. – Омск: Омский ГАУ, 2010. – С. 138-147.
8. Ларионов Ю.С., Ларионова О.А., Баранова Е.И., Селезнев Б.В. Биоземледелие – новая парадигма сельскохозяйственного производства и повышения плодородия почв: монография в 2 томах. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – Т. 1 – 288 с.; Т. 2 – 209 с.
9. Яшутин Н.В., Дробышев А.П., Хоменко А.И. Биоземледелие (научные основы, инновационные технологии и машины). – Барнаул: изд. АГАУ, 2008. – 191с.
10. Красницкий В.М., Ермохин Ю.И. Плодородие почв Сибирского Федерального округа в аспекте сегодняшнего дня: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 75-летию Ю.И. Ермохина. – Омск: Омский ГАУ, 2010. – С. 128–138.

Zharnikov V.B.[1], Larionov Yu.S.[1], Stukanov A.A.[1], Koneva A.V.[1],
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

INNOVATIVEAPPROACHESTOAGRO-INDUSTRIALCOMPLEXES (AIC) DEVELOPMENT ON THE BASIS OF BIOFARMING AND SOIL FERTILITY LAW

The article discusses new approaches to soil fertility management, plant productivity and agrocenosis stability on the basis of biofarming, based on soil fertility law, root circulation and edaphytic and epiphytic process management in farming. The use of the law makes it possible to manage soil fertility, to increase on purpose potential and actual resource of agricultural production and potential of biosphere. Large-scale realization of biofarming principles in agricul-

tural production requires creation of special AIC development programs, its geoinformation support, including soil fertility monitoring with the use of GIS- technologies.

Keywords: soil, fertility, biota, biofarming, soil fertility law, ecosystem, agrocenosis.

УДК629.735.3

Митрофанова Н.О., Чернов А.В., Стегниенко Е.С., Гоголев Д.В.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье рассмотрены преимущества применения беспилотных авиационных систем для мониторинга сельскохозяйственных угодий в части выявления земель, не вовлеченных в сельскохозяйственное производство, получение актуальной и достоверной информации о качестве сельхозугодий, а также контроля посевных и уборочных работ.

Ключевые слова: мониторинг, площадь, территория, земли сельскохозяйственного назначения.

Беспилотные авиационные системы или беспилотные летательные аппараты (БПЛА) начали приобретать популярность в гражданских сферах с 2010 года. Изначально БПЛА представляли собой крупногабаритные и дорогостоящие комплексы, которые зачастую применялись в военных целях. Именно последнее десятилетие стало прорывом в сфере беспилотных технологий. Данная тенденция связана с миниатюризацией вычислительных систем, а также с развитием спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. В этот период происходит оптимизация размеров, веса, а также стоимости летательных аппаратов уже нового уровня, и которые становятся доступными наряду с технологиями бытового характера. Области применения таких летательных аппаратов настолько разнообразны, что на сегодняшний день мировой объем продаж составил свыше 9,4 миллионов аппаратов. Согласно такому высокому темпу развития в России как и в большинстве стран мира, формируется новая индустрия услуг [4].

Понятие «Беспилотный летательный аппарат» в Российской Федерации установлено Правилами использования воздушного пространства, согласно которым данные технологии понимаются как летательный аппарат, осуществляющий полет без пилота или экипажа на борту и управляемый в полете либо автоматически, либо оператором с пункта управления, либо в сочетании указанных способов.

БПЛА применяются во многих гражданских сферах, в том числе и в сельском хозяйстве. БПЛА позволяют получать актуальные сведения о границах и площади полей, о состоянии растений и почв. Детальные ортофотопланы с точностью до сантиметра и 3D-модели рельефа позволяют осуществлять инвентаризацию земель, а также проводить мониторинг их использования, точные агрохимические исследования и контролировать состояние растений.

Еще в 80-е годы прошлого века японские ученые выяснили, что самолеты над полями фермеров – не самое лучшее решение. Их применение ограничивает сложный рельеф местности, линии электропередач и деревья, населенные пункты. Ученые пришли к выводу, что наиболее эффективны не большие машины, пилотируемые людьми на борту, а маленькие дистанционно управляемые беспилотные летательные аппараты [1].

Нужно заметить, что данное направление съемки является новым для России, и до сегодняшнего дня беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве России практически не применялись.

В настоящее время одной из перспективных и результативных сфер применения БПЛА является сельское хозяйство, где они применяются для повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством.

Наземные исследования не всегда позволяют в полном объеме проанализировать и оценить состояние сельскохозяйственных угодий и проконтролировать процесс посева и уборки урожая, а также выявить неиспользуемые земельные участки пригодные для сельхозпроиз-

водства. Наиболее рентабельным и действенным в данном случае является осуществление аэрофото- и видеосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов [2].

На сегодняшний день благодаря БПЛА, которые успешно применяются в крупнейших холдингах России, данные о состоянии сельхозугодий возможно получать в режиме реального времени, БПЛА позволяют контролировать посевные и уборочные работы на территории целых регионов одновременно, а также находить заброшенные (неучтенные) земельные участки.

Также, следует отметить, что преимущества и уникальность данной технологии очевидны для топографо-геодезического производства.

В настоящее время многие землепользователи намеренно занижают свои площади, чтобы уменьшить размер платы за землю, находящуюся у них в обороте. Чтобы избежать подобных ситуаций, следует производить мониторинг площади полей. Такой мониторинг нужно производить при помощи спутниковых систем, что является довольно дорогостоящим процессом. Альтернативный метод – использование беспилотных систем [3].

Уточнение площади полей при помощи беспилотных систем помогло бы решить ряд проблем, например, таких как «присвоение» чужих земель при посеве (если соседние поля не используются), и, как следствие, неуплата налогов за такой «вид использования» земли.

В Новосибирской области больше восьми миллионов гектар сельхозугодий различных предназначений. По словам министра сельского хозяйства региона, зонирование сельхозземель дает возможность не только оптимизировать сельскохозяйственную отрасль, но и заложить надежный фундамент для успешной работы следующих поколений работников сельского хозяйства [4]. Кроме того, благодаря использованию беспилотных авиационных систем для мониторинга, появляются широкие возможности не только проконтролировать качество состояния земель, но и наиболее рационально спрогнозировать их дальнейшее использование.

Говоря о мерах поддержки вовлечения в оборот неиспользованных земель, следует сказать, что до 2017 года в регионе существовала компенсация части затрат на проведение культуртехнических работ за счет средств федерального и областного бюджетов. Однако с 2017 года в рамках ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» указанное мероприятие субсидируется только на орошаемых или осушаемых землях. В связи с этим региональный Минсельхоз выступил с инициативой с 2018 года включить в государственную программу развития сельского хозяйства области мероприятие по проведению культуртехнических работ на немелиорируемых землях [5].

Выявление неучтенных и неиспользуемых земель является важной задачей для органов местного самоуправления, поскольку неучтенные земли переходят в фонд распределения в соответствие со статьей 80 Земельного кодекса РФ, из которого в дальнейшем предоставляются земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения, находящиеся в государственной или муниципальной собственности, гражданам и юридическим лицам в порядке, установленном Федеральный закон от 24.07.2002 N 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» [6].

Точность данных полученных с помощью беспилотников нельзя переоценить. Их актуальность и точность является сегодня фундаментом современного сельского хозяйства. Основными методами инвентаризации земель сегодня являются объездной метод по контуру и обрисовка по данным полученным со спутника. Расхождение этих данных с реальной площадью поля может достигать 20%, соответственно, это приводит к ошибочному расчету затрат на семена и пестициды, а в следствии и урожайности в целом. В результате применения беспилотных технологий в сельском хозяйстве получают точно определенные границы и площади полей, реальное использование земель и тип растительного покрова.

По данным, полученным с помощью беспилотников можно разрабатывать план мелиоративных мероприятий. Именно высокодетальные ортофотопланы, карты высот и 3D-модели рельефа позволяют выявлять засушливые или наоборот переувлажненные участки, тем самым заказчик работ может грамотно спланировать график полива и создать карты влажности почв [7].

Также обработка данных полученных с дронов в трехмерной среде моделирования позволяет создавать проекты орошения и осушения, обустройства водоемов, рекультивации земель и мелиоративной обработки почвы. Инструменты программного обеспечения позволяют оценивать объемы выемок грунта, сформированные 3D-модели в свою очередь можно использовать для различных гидрологических анализов, а именно для построения карт водотоков, определения бессточных областей, получения карт уклонов и профилей [8].

В области сельского хозяйства беспилотные летательные технологии позволяют также осуществлять сопровождение и контроль за агротехническими мероприятиями, то есть вести наблюдение в режиме реального времени и тем самым контролировать процесс уборки, отслеживать технику и предотвращать несанкционированные погрузки урожая уже с воздуха [9].

Однако, существует ряд проблем, которые останавливают стабильное использование и, следовательно, развитие беспилотных летательных технологий. Основными из них на сегодняшний день являются проблемы, связанные с использованием воздушного пространства, выделением частотного диапазона для управления беспилотником, а также с передачей информации с борта аппарата на землю и в обратном направлении. Все эти задачи, которые необходимо решить, подкрепляются еще и тем, что рынок гражданских услуг в сфере беспилотных летательных технологий еще только формируется и развивается.

В рамках современного российского законодательства возможно осуществлять вылеты с беспилотника законно, если отнести их к виду экспериментальной авиации, в этом случае такой летательный аппарат будет являться воздушным судном и сможет использовать воздушное пространство уже по готовым правилам [10]. Экспериментальная авиация имеет многолетний опыт и, как следствие, нормативные документы, возможность контроля за техническим состоянием дрона.

Таким образом, говоря сегодня об использовании беспилотных летательных аппаратов в воздушном пространстве необходимо добиться также безопасности полетов вне зависимости от класса аппарата, желаемый уровень этой безопасности равняется безопасности полетов самолетов [11]. С этой целью необходимо решить задач по разработке технических требований к беспилотным летательным аппаратам [12].

Библиографический список

1. Беспилотные летательные аппараты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.geoscan.aero/ru/products/bpla/.

2. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://coollib.com/b/322192/read.

3.Сенюшкин Н.С., Ямалиев Р.Р., Усов Д.В., Мураева М.А. Особенности классификации БПЛА самолетного типа // Молодой ученый. – 2010. – № 11. – Т. 1. – С. 65-68.

4. Беспилотные летательные аппараты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://robotrends.ru/robopedia/osnovye-konstrukcii-bespilotnikov.

5. Основные конструкции беспилотников. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.missiles.ru/UAV_class.htm.

6. Официальный сайт Федеральной кадастровой палаты Росреестра по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kadastr.ru Загл. с экрана.

7. Беспилотники: назначение и классификация дронов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cpcastle.com/oboronnye-tehnologii/1840-bespilotniki-naznachenie-i-klassifikaciya-dronov.html.

8. Каримов А.Х. Цели и задачи, решаемые беспилотными авиационными комплексами нового поколения // Труды МАИ. – 2014. – № 47. – С. 1-8.

9. Беспилотные технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bpla-t.ru/unmanned.

10.Звуйковский Н. Беспилотные технологии. Применение дронов в нефтегазовой отрасли // Современные технологии. – 2017. – №.3. – С. 98-100.

11. Беспилотный летательный аппарат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/.

12. Использование беспилотных летательных аппаратов для выполнения землеустроительных работ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.racurs.ru/download/conf/italy2010/presentations/zaharov.pdf.

Mitrofanova N.O., Chernov A.V., Stegnienko E.S., Gogolev D.V.,
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

INVENTORY OF AGRICULTURAL PURPOSE LANDS WITH THE APPLICATION OF AIRCRAFT-FREE AVIATION SYSTEMS

The article discusses the benefits of using unmanned aircraft systems for monitoring agricultural land in terms of identifying land not involved in agricultural production, obtaining relevant and reliable information about the quality of farmland, as well as monitoring sowing and harvesting.

Keywords: monitoring, area, territory, agricultural land.

УДК 631.471:631.58:004.65:631.153.3

Нечаев А.И.,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирская обл., р.п. Краснообск

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ АГРЕГАТАМИ НА ПОЛЕ ПРИ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

В статье описан программный комплекс расчета параметров оптимального управления сельскохозяйственными агрегатами на поле при спутниковой навигации "АВТОТРЕК", предназначенный для моделирования расчета параметров оптимального управления сельскохозяйственными агрегатами при непрерывном движении за счет минимизации экологического вреда, энергоресурсных затрат и выбора типа агрегата в составе информационно-управляющей системы точного земледелия.

Минимизации экологического вреда и энергоресурных затрат обеспечивается за счет выбора точки входа начала вертикальной челночной системы гонов относительно границы поля, расчета для этой точки оптимального трека движения и управления форсунками опрыскивателя. Расчет осуществляется по математической модели поля, штанги опрыскивателя и моделирования их перемещения по расчетному треку с кривизной не менее радиуса разворота.

Программный комплекс "АВТОТРЕК" реализован в системе программирования Mathcad 15 для 32-разрядной ЭВМ и PTC Mathcad Prime 4 для 64 -разрядной ЭВМ. Объем программного комплекса для ЭВМ составляет 17,5 Мбайт.

Ключевые слова: точное земледелие, информационно-управляющие системы, защита растений, спутниковая навигация.

Программный комплекс «АВТОТРЕК» реализует метод непрерывного оптимального управления сельскохозяйственными агрегатом при движении на поле, исходя из минимума экологического вреда и энергоресурсных затрат с учетом объектов-препятствий и с исключением вмешательства водителя на различных стадиях обработки поля. Метод непрерывного оптимального управления сельхозагрегатом при движении на поле является развитием ранее запатентованного метода «Способ управления агрегатом защиты растений при спутниковой навигации на сельскохозяйственных полях» [1]. При этом «непрерывность» управления сельхозагрегатом предполагает расчет трека движения агрегата с кривизной не менее радиуса разворота агрегата с учетом геометрии объектов-препятствий (колков и пр.).

Исключение вмешательства водителя дает возможность использовать рассчитанное управление в полностью автоматизированном агрегате - сельхозроботе точного земледелия со спутниковой навигацией.

Основные принципы метода непрерывного оптимального управления сельхозагрегатом при движении на поле изложены в [2]. Программный комплекс (ПК) «АВТОТРЕК» реализован в системе программирования Mathcad 15 для 32-разрядной ЭВМ и PTC Mathcad Prime 4 для 64-разрядной ЭВМ. Объем программного комплекса для ЭВМ составляет 17,5 Мбайт.

ПК «АВТОТРЕК» состоит из четырех основных программ и 62 подпрограмм:

- программа задания параметров расчета;
- программа расчета непрерывного трека управления движением агрегата на поле при челночных гонах с огибанием объектов-препятствий и разворотом на концах поля;
- программа расчета параметров опрыскивания поля штанговым опрыскивателем и формирования файла управления работой форсунками опрыскивателя;
- программа расчета оптимальных параметров.

Последовательность функциональных операций в цикле угла поворота поля приведена в таблице 1.

Таблица 1

Последовательность функциональных операций расчета / преобразования информации

№ п\п	Операция
1	Преобразование координат входных файлов контуров поля, объектов в формат ПК
2	Расчет контуров защитной зоны поля, объектов, кривизной не менее радиуса разворота агрегата Ragr, слияние близко расположенных контуров
3	Поворот с центрированием контуров поля, объектов на угол fi в диапазоне fin, fik
4	Расчет трека трассы челночного гона для угла поля fi с шагом гона LS, с учетом перекрытия гонов, обходом объектов препятствий, разворотом на границе поля с кривизной не менее Ragr
5	Расчет параметров пробега: длина трассы LTR, длина холостого пробега LXX
6	Перевод в растр исходных контуров поля, объектов, контуров защитных зон, трассы для угла fi
7	Формирование исходных файлов подкачки растра номера jf с перекрытиями фрагментов
8	Расчет площадей объектов поля для fi=0
9	Расчет цифрового моделирование процесса опрыскивания растра подкачки jf
10	Расчет параметров управления включения\выключения секции (форсунок) штанги агрегата номера nagr угла fi
11	Расчет площадей опрыскивания\ переопрыскивания\ неопрыскивания пикселей растра jf в диапазоне погрешности определения GPS координат drm агрегата nagr, угла fi, критерия включения форсунки KFR
12	Расчет и визуализация параметров оптимальной точки по критериям оптимальности, соответствующим агрегату и углу поворота поля

Технические характеристики

Входными данными являются:

- набор агрегатов с параметрами штанги опрыскивателя, параметрами посевного агрегата: длина штанги LS, число секций NS, диаметр форсунки DF, радиус разворота Ragr;
- файл с координатами границ поля и объектов-препятствий в системе GPS/ГЛОНАСС формата UTM, преобразованные в файлы xls.

Задаваемые параметры расчета:

- mst – масштаб преобразования линейных длин в количество точек растра (м/пкс). Определяется погрешностью представления факела распыла форсунки в растре;
- dxp – перекрытие гонов (м). Определяется погрешностью позиционирования агрегата на расчетном треке;
- dpz – точность расчета координат (м). Шаг дискретизации расчетов в метрическом пространстве X,Y;

- drm – максимальная ошибки навигации (м). Определяется погрешностью определения координат навигатором;

- dfi, fin, fik – шаг по углу (град), начальный угол (град), конечный угол (град) поворота метрической системы координат поля X,Y. Шаг по углу должен быть любым целым числом в диапазоне 0-359 град;

- dfx, dfy – дискретность файла подкачки растра bmp X, Y (пкс). Определяется доступным объемом ОЗУ ЭВМ в операционной системе ЭВМ x86 или x64;

- KFR – критерий включения форсунки по площади заполнения, при этом: KFR=1 – 50 %, KFR=2 – 100 %, KFR=3 – >1 пкс.;

- расчетный набор варьируемых типов агрегата из дополняемой общей таблицы агрегатов. При этом максимальная длина штанги LS опрыскивателя не более 50 м, радиус разворота агрегата Ragr не более 1,5*LS (м).

Выходными данными являются оптимизированные по критерию минимума энергоресурсных затрат агрегата и минимума экологического вреда при варьировании точки входа начала челночной системы гонов относительно границы поля:

- тип агрегата из расчетного набора;

- fiopt – оптимальный угол поворота метрической системы координат поля X,Y;

- файл с треком для непрерывного перемещения агрегата в системе прямоугольных координатах поля с начальной точкой определяемой пересечением границы контура поля, с поворотом метрической системы координат поля X,Y на угол fiopt, с вертикальной линией первого гона;

- файл смещения координат трека перемещения относительно зоны UTM системы WGS 84;

- файл управления включения/отключения форсунок опрыскивателя при движении агрегата по расчетному треку на поле.

Параметры трека:

- тип гонов трека: челночная система возвратно-поступательных вертикальных линий относительно метрической системы координат поля X,Y;

- минимальная кривизна трека для непрерывного перемещения агрегата, не более: Rt=Ragr±dpz/2 (м);

- минимальное расстояние контура трека до контуров границ поля или объектов препятствий Lmin, не менее: Lmin=LS/2±dpz/2 (м);

- обход объектов-препятствий осуществляется по контуру с минимальной длиной;

- ширина гона: Lg=LS-dxp (м).

При расчете используются следующие критерии оптимальности:

- коэффициент энергоресурсных затрат Ken=LTRm/LTR;
- коэффициент эффективности использования агрегата Kenf=(LTR-LXX)/LTR;
- коэффициент эффективности трассы Keng=Ken*Kenf;
- коэффициент покрытия поля Kegp=Sop/(Spol-Sobj), где: Sop – площадь опрыскивания, Spol – рабочая площадь, Sobj – площадь объектов-препятствий поля;
- коэффициент дополнительного экологического вреда Kegd=Spop/(Sop+Spop), где: Spop – площадь переопрыскивания поля;
- коэффициент качества опрыскивания Kopr=Kegp*Kegd;
- коэффициент качества обработки поля Kprm=Kopr+kveg*Ken, где: kveg –- коэффициент веса энергоресурсных затрат в стоимости общих расходов.

Результат расчета оптимального и наихудшего вариантов записывается в файл, содержащий параметры расчета, оценку потерь урожая, а также визуализацию 3D-графика коэффициентов критериев. Для оценки основных параметров ПК «АВТОТРЕК» осуществлен контрольный расчет тест-поля (рисунок 1) для 6 различных агрегатов (таблица 2) с визуализацией 3D-графика коэффициентов критериев на рисунке 2.

Таблица 2

Набор агрегатов (опрыскивателей) и их параметры

№ агрега-та Nagr	Длина штанги LS (м)	Число сек-ций NS	Диаметр форсун-ки DF (м)	Длина секции Lns (м)									Радиус разворо-та Ragr (м)
12	21	5	0,5	4,5	4,5	3	4,5	4,5	-	-	-	-	10
11	21	7	0,5	3	3	3	3	3	3	3	-	-	10
10	21	1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
25	30	9	0,5	4,5	3	3	3	3	3	3	3	4,5	13
42	30	1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
38	30	60	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13

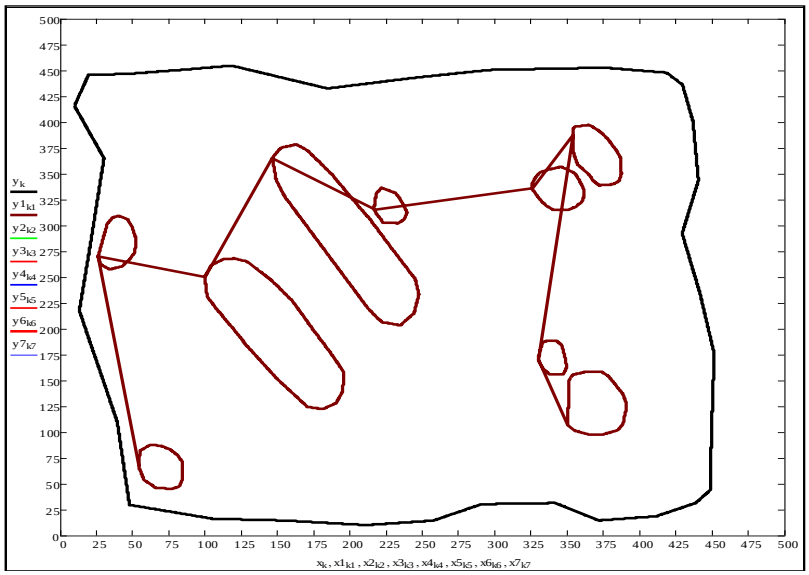


Рисунок 1 – Тест-поле в формат ПК «АВТОТРЕК»

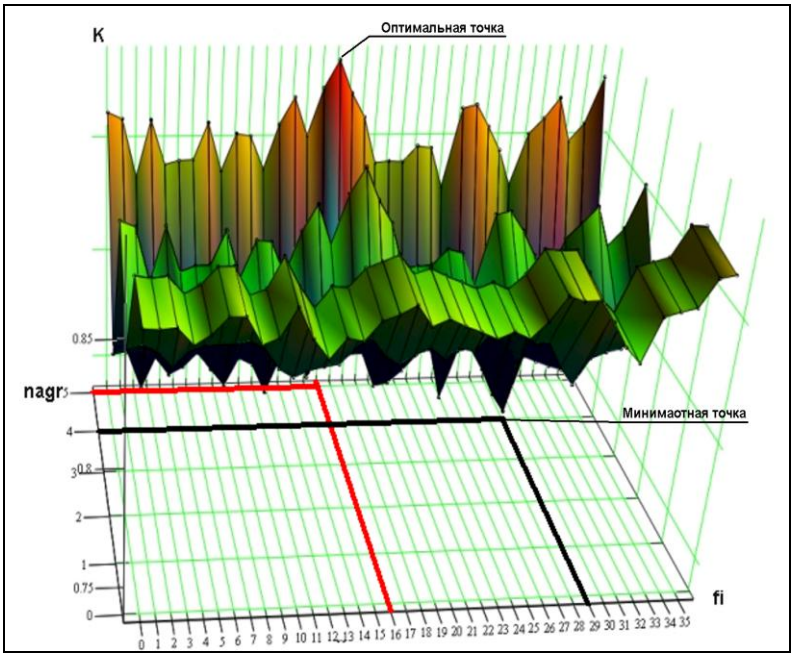


Рисунок 2 – Коэффициент качества обработки поля Kprm

Результаты расчета тест-поля:

- ПК «АВТОТРЕК» выполняет все заданные операции расчета/преобразования информации в соответствии с разработанным алгоритмом и позволяет определить точку входа начала челночной системы гонов относительно границы поля, оптимизированную по критерию минимума энергоресурсных затрат агрегата и минимума экологического вреда;

- для заданного значения дискретности контуров dpz=0,5 м и масштабом преобразования mst=0,1 пкс/м погрешность вычисления площади поля составила ±0,15 %;

- относительная погрешность моделирования факела распыла форсунки опрыскивателя по площади для диаметра факела распыла форсунки 0,5 м составила 6,95 %;

- отклонение минимальной кривизны трека Rt от номинального радиуса разворота агрегата Ragr (м) составило ±0,5 м, что не превышает заданную дискретность вычислений dpz;

- отклонение минимального расстояние контура трека до контуров границ поля или объектов Lmin от номинальной LS/2 (м) составило +0,5 м, что не превышает заданную дискретность вычислений dpz;

- для заданного тестового поля определена оптимальная точка входа начала вертикальной челночной системы гонов относительно границы поля fiopt=160 град. поворота поля и оптимальный тип агрегата-опрыскивателя № 38 с параметрами LS=30м, NS=60 (таблица 2); наихудший вариант fiopt=290 град, тип агрегата-опрыскивателя № 42 с параметрами LS=30м, NS=1 (таблица 2). При этом потери в стоимости урожая для оптимального варианта составили 5,59 % (13590,48 руб.) и для наихудшего варианта 9,99 % (24299,87 руб.).

- время расчета 1 агрегата на 1 угол поворота поля для ЭВМ с 6-ядерным процессором и быстродействием 3.3 GHz составило 0,53 часа. Для сокращения времени расчета в настоящее время ведется реализация этих алгоритмов на языке СИ++.

Библиографический список

1. Способ управления агрегатом защиты растений при спутниковой навигации на сельскохозяйственных полях: пат. 2492626 Рос. Федерация: МПК A01G 13/00/ авторы и заявители Альт В.В., Нечаев А.И.

2. Альт В.В., Нечаев А.И. Экспериментальное программное обеспечение расчета параметров оптимального управления сельхозагрегатом с учетом радиуса разворота агрегата и поворота штанги при криволинейном непрерывном движении агрегата по полю с проведением полевого эксперимента // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. – Рязань: ВНИМС, 2014, – С. 94-107.

Nechaev A.I.,
Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems of Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk of Novosibirsk Region

PROGRAM COMPLEX OF CALCULATION OF PARAMETERS OF OPTIMUM CONTROL OF AGRICULTURAL UNITS IN THE FIELD AT SATELLITE NAVIGATION

In article the program complex of calculation of parametres of optimum control is described by agricultural units in the field at satellite navigation.

Keywords: exact agriculture, is information - operating systems, protection of plants, satellite navigation.

УДК 631.82+044.4

Скрынник Б.С.[1], Семизоров С.А.[2],
[1]ООО «Системы точного земледелия», Новосибирск,
[2]ГАУ «Северного Зауралья», Тюмень

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ «АГРОНАВИГАТОР» ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассматриваются технические решения по совершенствованию системы точного земледелия «Агронавигатор», обеспечивающей параллельное вождение автотракторной техники с различными точностями оп-

ределения координат и автоматическое управление процессом внесения расходных материалов в технологиях сева, опрыскивания, внесения жидких и гранулированных удобрений.

Ключевые слова: точное земледелие, бортовой навигационный комплекс, параллельное вождение, штанговый опрыскиватель, средства защиты растений, дифференцированное внесение удобрений, автоматическое отключение форсунок.

В аграрном бизнесе России уделяется большое внимание применению информационных технологий, применению их при агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий [1, 2]. Широко известна технология на основе навигационных систем при возделывании сельскохозяйственных культур, связывающая космические возможности и земельные ресурсы. Она получила название точное земледелие и нашла свое применение практически во всех агротехнологических процессах. Данная технология включает в себя отдельные элементы: мониторинг плодородия пахотного фонда; картирование урожайности сельскохозяйственных культур; дифференцированное внесение удобрений в почву в режимах on-line и of-line [3–5].

Предпосылками использования послужили достижения информационных технологий, широкое внедрение компьютерных информационных систем во все сферы АПК, созданию предметно-ориентированных информационных систем, баз данных и виртуальных приборов, способствующих инновационному развитию сельскохозяйственного производства на основе информационных ресурсов [6–8].

Технологии точного земледелия находят все большее применение по всему миру: США, ЕС, Китай, Бразилия и многие другие страны. Накоплен достаточный опыт практического применения технологий точного земледелия в хозяйствах: Ленинградской, Самарской, Новосибирской, Тюменской, Белгородской, Московской, и других областях.

Как известно, в хозяйствах имеется множество полей неоднородных по рельефу, почвенному покрову и содержанию элементов питания, что оказывает непосредственное влияние на продуктивность сельскохозяйственных угодий. При автоматизации управления производственным процессом существенную роль играет навигационная координатная привязка сельскохозяйственных орудий и агрегатов к местности. Это позволяет проконтролировать производственный процесс, обеспечить автоматизированное управление исполняющими механизмами сельскохозяйственных агрегатов при технологических операциях (управление заслонками на разбрасывателях удобрений; управление подачи средств защиты растений и выдерживание дозы внесения в зависимости от скорости движения агрегата по полю; полное или частичное отключение секций опрыскивателя при заезде на уже обработанную часть поля).

ООО «Системы точного земледелия» является разработчиком и изготовителем системы точного земледелия типа «Агронавигатор», имеет многолетний опыт внедрения этих систем в сельскохозяйственное производство [9–12]. Система обеспечивает параллельное вождение автотракторной техники с различными точностями определения координат и автоматическое управление процессом внесения расходных материалов в технологиях сева, опрыскивания, внесения жидких и гранулированных удобрений.

В данной статье представлен практический опыт модернизации сельхозтехники при использовании этих систем.

В навигаторе (рисунок 1) предустановлены три программы обработок.

ОПРЫСКИВАНИЕ. Навигация + автоматическое выдерживание нормы внесения раствора пестицидов при изменениях скорости обработки с автоматическим отключением форсунок/секций штангового опрыскивателя при заходе на ранее обработанный участок

+ дифференцированное внесение растворов пестицидов и жидких удобрений по картам – заданиям.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ. Навигация + автоматическое выдерживание нормы внесения до двух видов гранулированных удобрений при изменениях скорости и местоположения агрегата на поле + забор почвенных проб на полях хозяйства.

КОНТРОЛЬ ВЫСЕВА. Навигация + вывод информации о параметрах работы системы

контроля высева пневматического посевного комплекса + дифференцированное внесение по картам-заданиям почвенных удобрений.



Рисунок 1 – Агронавигатор

Модернизация опрыскивателей. С 2014 г. предприятие предлагает для модернизации опрыскивателей технологию смешанного автоматического отключения секций/форсунок штангового опрыскивателя, при которой четыре концевые форсунки с каждой стороны штанги, отключаются раздельно во время параллельного вождения опрыскивателя при заходе на ранее обработанную полосу, а внутренние секции штанги отключаются при заходе на ранее обработанный участок при обработке клиньев или обходе внутренних препятствий (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Модернизация опрыскивателей

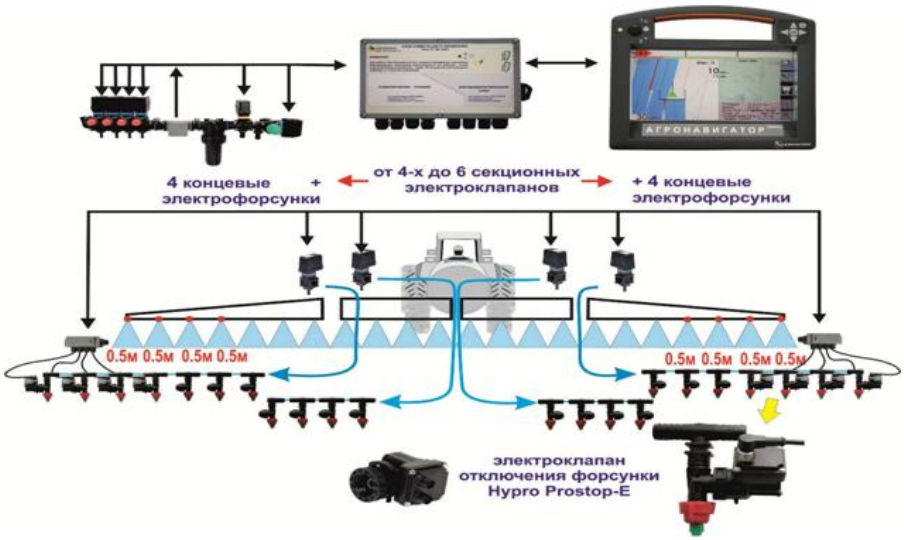


Рисунок – 3 Схема подключения оборудования при модернизации штангового опрыскивателя

Такой функционал обеспечивает экономию пестицидов только за счет автоматического отключения форсунок до 5-8 % при обработках полей со сложной границей и большим количеством внутренних лесных массивов. Например, при обработке двадцати полей сельхозпредприятия, специализирующего на выращивании картофеля, опрыскивателем, дооборудованным системой управления «Агронавигатор-АСУР-Секции», зафиксированная «Агронавигатором» разница в обработанных площадях (по штанге *S=1506* гектаров и с учетом отключения форсунок/секций *S=1421* гектаров) составила 6 %. Таким образом, на обработку 1421 га было потрачено средств защиты растений на 6 % меньше чем расходовалось в предыдущие годы.

Такую функцию автоматизации можно обеспечить практически на любом имеющемся у сельхозтоваропроизводителя щелевом опрыскивателе путем самостоятельной установки выпускаемого предприятием комплекта переоборудования (электроника + опрыскивающая система + штанги).

Модернизация разбрасывателей удобрений и посевных комплексов для дифференцированного внесения (рисунки 4, 5). В этом случае навигатор в программе работы «диф. внесение», обеспечивает управление двумя линейными актуаторами с обратной связью через встроенные потенциометры.

При установке системы на разбрасыватели гранулированных удобрений обеспечивается выдерживание заданной нормы при изменениях скорости и по местоположению на поле.

При установке на посевные комплексы обеспечивается выдерживание заданной нормы внесения до двух препаратов по местоположению на поле. Выдерживание нормы по скорости обеспечивает штатная система комплекса.

Для модернизации разбрасывателей необходимо заменить пневматические (гидравлические) цилиндры управления «Старт» – «Стоп» на электрические цилиндры (актуаторы). Для модернизации посевных комплексов необходимо подключить актуаторы к приводам штатных вариаторов управления.

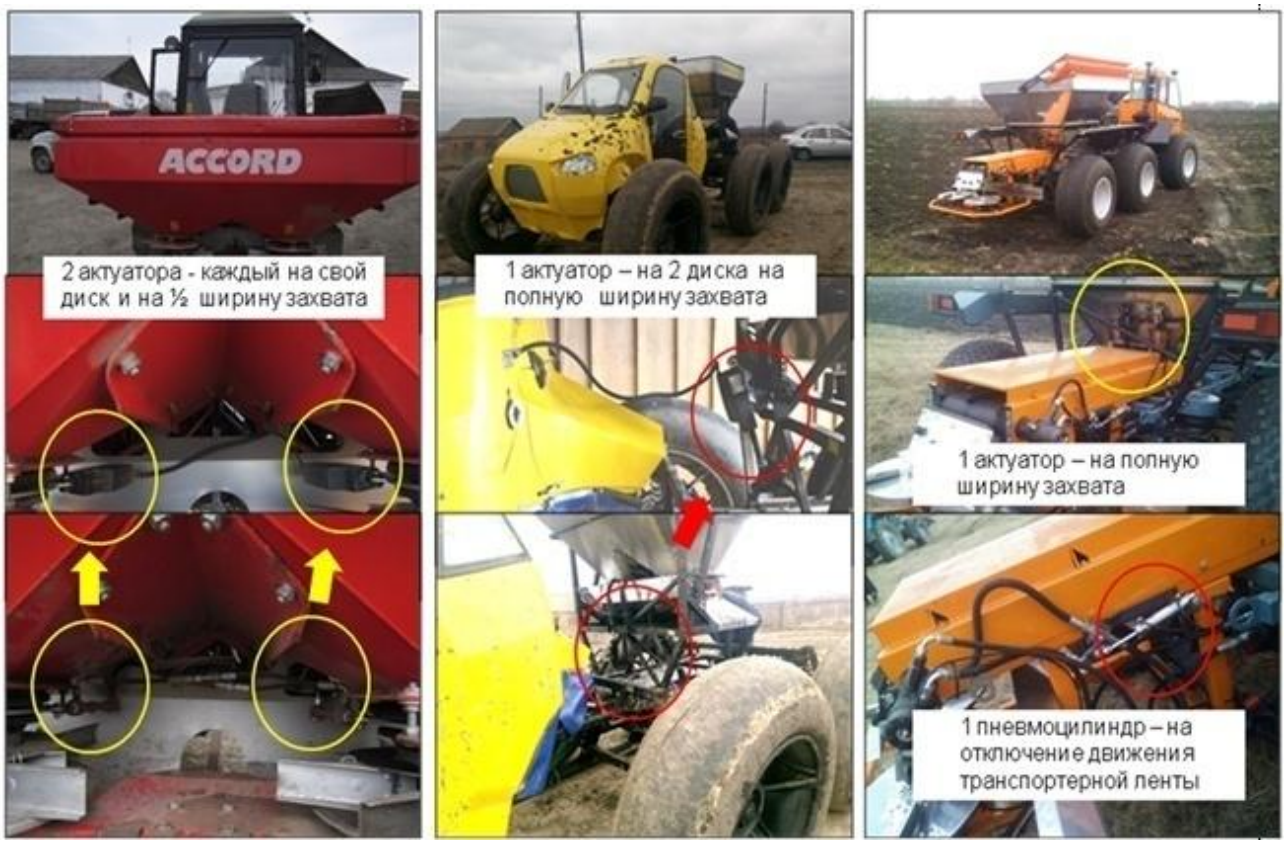


Рисунок 4 – Модернизация разбрасывателей удобрений



Рисунок – 5 Модернизация посевных комплексов

Исключение пересева. При выполнении посевных работ отмечается перерасход посевного материала при заходе концевых сошников на ранее засеянные участки.

Пересев происходит из-за:

- нахлеста засеянных полос друг на друга из-за низкой точности выдерживания заданной линии гонов;
- повторного внесения при обработке клиньев на полях со сложной границей;
- повторного внесения при обходе внутренних препятствий – лесных массивов.

Особенно это характерно при использовании широкозахватной техники. По отзывам производителей Сибирского региона потери семян за счет пересева достигают 6-20 %.

Для импортных сеялок точного высева существуют технические решения по отключению поступления посевного материала в сошники при их заходе на ранее засеянные участки. Для зерновых сеялок и посевных комплексов такого решения до сих пор не известно.

В полевом сезоне 2018 г. проведены тестовые работы по *автоматическому отключению подачи семян* в сошники от крайних дозаторов посевного комплекса Amazone Citan 12000 при заходе на ранее засеянный участок. Ширина захвата на сошниках одного дозатора составляет 3 м. Отключение потока семян от дозатора осуществлялось перекрывной заслонкой пневматическим цилиндром по сигналам системы «Агронавигатор-АСУР-Секции». В *результате опытных работ* отработана технология отключения крайних дозаторов для уменьшения пересева при модернизации сеялок. По записям системы «Агронавигатор», с учетом отключения высева при поднятии культиватора, обработано 144,6 га. С учетом отключения крайних дозаторов, засеянная площадь составила 132,4 га. Фактический размер поля составлял 122,8 га. Таким образом, пересев по существующей технологии составил бы 17,8 %. За счет отключения подачи семян в сошники от крайних дозаторов при их заходе на ранее засеянный участок удалось снизить пересев до 7,8 %.

Для полного исключения пересева необходимо технически обеспечить раздельное отключение подачи семян (туков) в сошник, при его заходе на ранее засеянный участок, с одновременным автоматическим пропорциональным снижением потока материала от дозатора в башне вторичного распределителя.

В дальнейшем целесообразно провести следующие работы:

- подбор оборудования и отработка пропорционального управления гидромотором для перевода механического управления вращением дозаторов сеялок на гидравлическое управление;

- подбор или разработка клапанов дистанционного отключения потока посевного материала от башни вторичного распределителя до сошника;

- отработка выпускаемой смарт-антенны «Стриж» до необходимых точностей координатной фиксации местоположения сошника на поле.

Почвенное внесение жидких удобрений. В 2015 году в системе «Агронавигатор» добавлена программа «Контроль высева» для пневматической сеялки на базе оборудования «Скиф» завода Радиан. С началом реализации в Кемеровском АО «Азот» проекта по крупнотоннажному производству нового вида удобрений – *Карбамидо-аммиачной смеси* (КАС) у сельхозтоваропроизводителей Сибирского Федерального округа появился интерес к практическому применению этого удобрения в своей деятельности**.**

С 2017 года программа «Контроль высева» доработана до функционала одновременного внесения жидких удобрений и КАС и на предприятии начали оказываться услуги по модернизации почвообрабатывающей техники и сеялок под внесение жидких удобрений.

В большинстве случаев при дооборудовании сеялок и почвообрабатывающих агрегатов системами внесения ЖКУ и КАС используют стандартные опрыскивающие системы, применяемые на штанговых опрыскивателях. Однако, большая вязкость используемых растворов, конструктивные особенности почвенных агрегатов и технологии их применения предъявляют особые требования к устанавливаемому оборудованию:

- необходимо использование материалов стойких к агрессивному воздействию компонентов раствора;

- большие длины напорной системы и площадное разнесение выпускных коллекторов на рамах агрегатов ухудшают равномерность подачи раствора к большому количеству точек впрыска (сошникам);

- сложность замены калибров в подающих трубках ограничивает возможность оперативного изменения требуемой нормы внесения;

- небольшие диапазоны рабочих скоростей почвенных агрегатов и регулировок давлений в напорной системе, ограничивают диапазоны требуемых норм внесения по картам-заданиям.

Основой распределительной системы подачи удобрений фирмы Liquid Systems (Австралия, *www.liquidsystems.com.au*) являются коллекторы-распределители, размещаемые на раме агрегата, к которым с помощью быстроразъемного соединения подключаются трубки подвода жидкости к сошникам.

Оборудование фирмы Liquid Systems уменьшает неравномерность внесения удобрений по сошникам агрегата с 25 % - 8 % до 5 % - 3 % на малых и больших нормах соответственно. Дополнительно обеспечивается возможность дистанционного отключения коллекторов (секций) и подача в сошник разных удобрений.

В сезоне 2019 г. планируется поставка Заказчикам комплектов дооборудования под внесение КАС аналогичных по неравномерности внесения выпускаемым фирмой Liquid Systems с расширенной возможностью работы по картам-заданиям и автоматическим отключением групп сошников при заходе на ранее обработанный участок.

Библиографический список

1. Адаптивно–ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / под ред. В.И. Кирюшина, А.Н. Власенко. – Новосибирск, 2002. – 387 с.

2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехно-

логий: монография / под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М., 2005. – 783 с.
3. Михайленко И.М. Управление системами точного земледелия: монография. – СПб., 2005. – 233 с.
4. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия: монография – СПб., 2007. – 382 с.
5. Михайленко И.М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями: монография. – СПб., 2017. – 247 с.
6. Альт В.В. Компьютерные информационные системы в агропромышленном комплексе / Альт В.В., … Савченко О.Ф. [и др.]; РАСХН, Сиб. отд-ние, СибФТИ. – Новосибирск, 2008. – 220 с.
7. Альт В.В., Савченко О.Ф. Инновационное развитие АПК на основе информационных ресурсов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 10. – С. 25-29.
8. Савченко О.Ф., Шинделов А.В. Применение информационных технологий в инженерно-технической системе АПК // Вестник НГАУ. – 2013. – № 4. – С. 99-104.
9. Коробов В.А., Шинделов А.В., Васильев А.Л., Скрынник Б.С. Применение спутниковой навигации в защите растений // Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2006): мат. 3-й междунар. научн.-практ. конф. – Новосибирск: СибФТИ. – 2006. – Ч. 2. – С. 43-45.
10. Скрынник Б.С. Применение системы параллельного вождения «БНК Агронавигатор» в технологии точного земледелия // Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2012): мат. 5-й межд. научн.-практ. конф. – Новосибирск: СибФТИ. – 2012. – Ч. 1. – С. 390–394.
11.Семизоров С.А. Технология внесения минеральных удобрений настоящего времени // Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2012): мат. 5-й междунар. научн.-практ. конф. – Новосибирск: СибФТИ. – 2012. – Ч. 1. – С. 394–398.
12. Скрынник Б.С. Инновационные Глонасс-Навигационные технологии при внесении средств защиты растений в картофелеводстве // Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2015): мат. 6-й междунар. научн.-практ. конф. – Новосибирск: СибФТИ. – 2012. – Ч. 2. – С. 287–291.

Skrynnik B.S.[1], Semizorov A.S.[2],
[1] LLK «Precision agriculture Systems», Novosibirsk,
[2] SAU «Northern Trans-Ural», Tyumen

THE EXPERIENCE OF MODERNIZATION OF AGRICULTURAL MACHINERY WITH USE OF PRECISION AGRICULTURE SYSTEM «AGRONAVIGATOR» FOR THE DIFFERENTIATED INTRODUCTION OF EXPENDABLES

Technical solutions to improve of the precision agriculture system «Agronavigator» are considered in the article. The system provides parallel driving of automotive vehicles with different accuracy of coordinates and automatic control of the process of application of consumables in the technologies of sowing, spraying, application of liquid and granular fertilizers.

Keywords: precision agriculture, on-Board navigation system, parallel driving, shtankovy sprayer, plant protection products, differentiated fertilizer, auto shut off nozzles.

УДК 004:528.91; 631.58:001.891.57

Дубровский А.В.,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье рассматривается понятие рациональное природопользование. Вводится термин техногенные природно-территориальные комплексы. Дано описание информационной модели рационального природопользования техногенных природно-территориальных комплексов функционирующей с использованием геоинформационного обеспечения. В качестве основного элемента модели выступает геоинформационный ресурс – совокупность данных пространственного характера на исследуемую территорию. Для реализации этапов информационного моделирования предлагается комплексное использования геотехнологий, а именно: систем сбора и обработки пространственных данных, специализированных средств геоанализа и геомоделирования, геопортала.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение, информационное моделирование, рациональное землепользование, техногенные природно-территориальные комплексы, система планирования.

Рациональное природопользование представляет собой комплекс правовых, экономических, землеустроительных, инженерно-технологических, биологических и других методов направленных на «достижение необходимого экономического эффекта в осуществлении целей природопользования с одновременным соблюдением требований охраны, как используемых природных объектов, так и окружающей природной среды в целом. Вместе с тем во всем мире наблюдается существенное ухудшение экологического состояния природных систем, снижение потенциала плодородия почв и замедление процессов восстановления природо-ресурсного баланса на техногенно-освоенных землях. Для создания системы рационального природопользования на территории необходимо использовать различные элементы геоинформационного обеспечения, а именно: инфраструктуру пространственных данных, многоцелевую мультимасштабную геоинформационную основу в границах исследуемой территории, геоинформационную модель рациональной организации территории, адаптированную для целей хозяйственного освоения, автоматизированную систему поддержки принятия управленческих решений [7]. Все перечисленные элементы образуют единый информационно-аналитический ресурс позволяющий выполнять оптимальное проектирование распределения промышленно-хозяйственных и природно-общественных систем [8].

При создании геоинформационного обеспечения необходимо учитывать ее многоцелевое назначение и возможность использования для решения широкого круга задач территориального управления, в том числе с учетом Градостроительного кодекса, информационной системы обеспечения градостроительной деятельности, кадастра [25]. В качестве основных единиц пространства, учет которых ведется в инфраструктуре пространственных данных выступают техногенные природно-территориальные комплексы. Техногенные природно-территориальные комплексы – это совокупность взаимодействующих природных и искусственных объектов, образующихся в результате строительства и эксплуатации инженерных и иных сооружений, комплексов и технических средств, взаимодействующих с природной средой. Техногенные природно-территориальные комплексы являются сложными самоорганизующимися системами с природными компонентами, содержащими в себе взаимосвязанные элементы различного уровня иерархии. Характерная черта техногенных природно-территориальных комплексов – это открытость границ и условность в их определении и установлении на местности. Это обусловлено тем, что различные техногенные воздействия на окружающую природную среду, в частности на геолого-физическую среду имеют синергетический (кооперативный) характер и могут создавать общее экологическое неблагополучие не только в границах локализации техногенного природно-территориального комплекса, но и в смежных с ним природно-территориальных образованиях. В освоенных промышленных и сельскохозяйственных районах, правомерно выявление не границ техногенных природно-территориальных комплексов в контурном их понимании, а граничных зон влияния [26-28].

Система планирования организации эффективной хозяйственной деятельности учитывает специфические особенности техногенных природно-территориальных комплексов.

Для описания информационной модели рационального природопользования техногенных природно-территориальных комплексов введем следующие обозначения:

X – единый информационный поток;

x_i, $i = 1, 2, \ldots, n$ – информационные фрагменты – исходные данные, полученные в процессе проведения комплекса работ по сбору информации.

A_1, $A_2, \ldots, A_i$ – виды работ;

F – процесс обработки информации;

k – критерий информативности исходных данных, показывает в какой степени та или иная информация может быть использована для выполнения определенного вида работ;

$I_{1,1}$, $I_{1,2}$, …, $I_{i,j}$ – виды продукции (производная информация);

K – показатель интегрального качества;

α_i – коэффициент относительной важности (вес) показателя W_i в интегральном качестве, i = 1, …, n;

W_i – уровень достижения требуемого качества i – го элемента (при возрастающей шкале оценок) по натуральным показателям (градусы, м/с и т. п.) или относительным (баллы и т. д.).

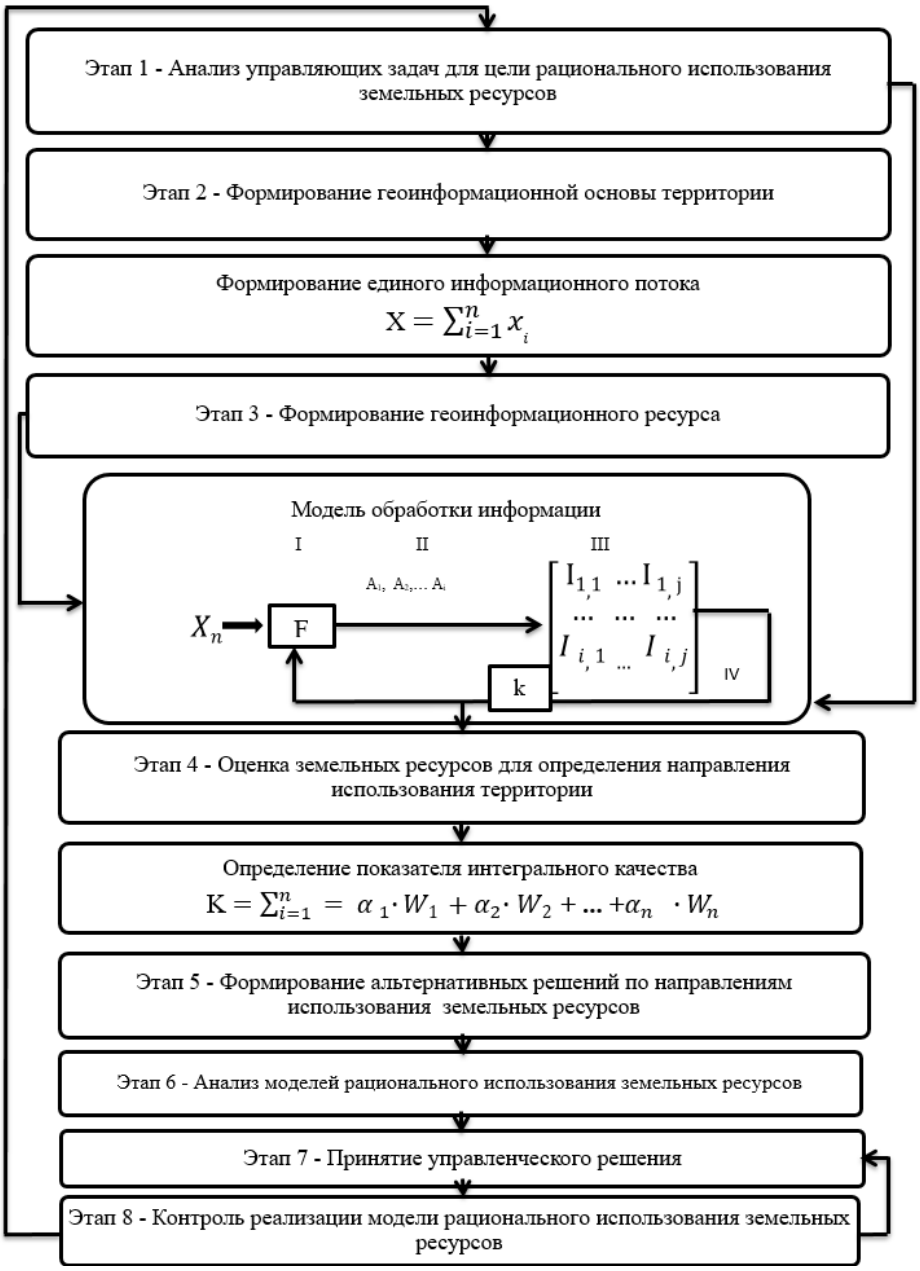


Рисунок 1 – Схема информационной модели рационального природопользования

Общая схема информационной модели рационального природопользования техногенных природно-территориальных комплексов представлена на рисунке 1. Данная схема отображает этапы функционирования информационной модели и является замкнутой системой с возможностью реализации функций самоконтроля и обучения.

Представленная информационная модель рационального природопользования техногенного природно-территориального комплекса является основой формирования системы перспективного планирования освоения территории.

Библиографический список
1. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 150 с.
2. Карпик А.П. Современное состояние и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Интерэкспо Гео-Сибирь-2012: VIII междунар. науч. конгр.: сб. материалов. – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 3−8.
3. Дубровский А.В., Добротворская Н.И. К вопросу разработки планов освоения межселенной территории для развития Новосибирской агломерации // Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью: сб. материалов междунар. науч. конф. в 4 т.– Новосибирск :СГУГиТ, 2015. – Т. 3. – С. 106-113.
4. Жарников В.Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–82.
5. Добротворская Н.И., Дубровский А.В. О необходимости выполнения работ по подготовке тематических почвенных карт для уточнения схемы развития Новосибирской агломерации // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-ой междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2015» (Новосибирск, 22-23 октября 2015 г.). – Новосибирск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем, 2015. – Ч. 1. – С. 394-398.
6. Чурсин А.И., Тихонова Е.А., Косматова А.О. Анализ и перспектива перехода к территориальному зонированию // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8-1. – С. 75-77.
7. Дубровский А.В., Малыгина О.И., Подрядчикова Е.Д. Геоинформационные системы: пространственный анализ и геомоделирование: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – 69 с.
8. Карандеевам В.В. Оценка эффективности использования городской территории на основе геоинформационной системы. Интенсивность использования территории Нижнего Новгорода // Инновации в ландшафтной архитектуре: материалы VIII науч.-практ. конф. – Нижний Новгород, 2012. – С. 14-16.
9. Москвин В.Н., Ланшакова Н.В. Государственная кадастровая оценка земель как основа экономической составляющей государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 3. – С. 30-33.
10. Дубровский А.В. Возможности применения геоинформационного анализа в решении задач мониторинга и моделирования пространственных структур // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5. – С. 220–224.

Dubrovsky A.V.,
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk

APPLICATION OF GEOINFORMATION SUPPORT FOR THE PURPOSES OF RATIONAL USE OF AGRICULTURAL LAND USES

The article deals with the concept of rational nature management. The term technogenic natural-territorial complexes is introduced. The description of the information model of rational nature management of technogenic natural and territorial complexes functioning using geoinformation support is given. The main element of the model is the geoinformation resource - a set of spatial data for the area under study. To implement the stages of information modeling, the complex use of geotechnologies is proposed, namely: systems for collecting and processing spatial data, specialized means of geoanalysis and geomodeling, and geoportals.

Keywords: geoinformation support, information modeling, rational land use, technogenic natural and territorial complexes, planning system.

УДК 631.032

Кузнецова И.Г.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

РОЛЬ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрено понятие цифровой экономики. Определены различные интерпретации и подходы к определению «цифровая экономика». Автором выявлена необходимость внедрения инновационных достижений в производственный процесс сельскохозяйственный организаций.

Ключевые слова: цифровая экономика, инновация, индустрия 4.0, API экономика.

Многие специалисты сходятся во мнении, что мир стоит на пороге индустриальной революции. Стоит отметить, что во всех сферах жизнедеятельности человека значительную роль

играют информационные компьютерные технологии. В экономической научной среде данный феномен получил название цифровой экономики.

Несмотря на это содержание данного понятия до сих пор является не совсем понятным. Стоит заметить, что даже сам термин «цифровая экономика» зачастую заменяется такими дефинициями как «API экономика», «экономика приложений», «креативная экономика», «индустрия 4.0» и т. д. Тем не менее, во всех нормативных документах используется понятие «цифровая экономика».

Справедливости ради стоит отметить, что к термину «цифровая экономика» существует несколько основных подходов. В рамках первого – классического подхода, под цифровой экономикой понимается экономика, основанная на цифровых технологиях и при этом ее можно охарактеризовать исключительно как область электронных товаров и услуг.

Согласно второму подходу, цифровая экономика – это экономическое производство с использованием цифровых технологий.

Если обратиться к определению цифровой экономики, то по определению Всемирного банка – это система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно - коммуникационных технологий.

Урманцева А. под цифровой экономикой понимает основу, которая задает новую парадигму развития государства, экономики и всего общества» [1].

Весьма интересным является определение, которое дает А.А. Кунцман: «цифровая экономика – это современный тип экономики, характеризующийся преобладающей ролью информации и знаний как определяющих ресурсов в сфере производства материальных продуктов и услуг, а также активным использованием цифровых технологий хранения, обработки и передачи информации [2].

Согласно программе развития цифровой экономики в России до 2035 г., цифровая (электронная) экономика – это совокупность общественных отношений, складывающихся при использовании электронных технологий, электронной инфраструктуры и услуг, технологий анализа больших объемов данных и прогнозирования в целях оптимизации производства, распределения, обмена, потребления и повышения уровня социально-экономического развития государств [3].

Таким образом, проанализировав различные интерпретации дефиниции «цифровая экономика» можно сделать вывод, что подавляющее большинство исследователей сходятся во мнении, что в условиях сложившихся на сегодняшний день наступает «эра знаний», в которой главную ценность играет информация и человеческий капитал.

В июне 2016 г. Министр сельского хозяйства Александр Ткачёв на XXI Петербургском международном форуме, выступая с основным докладом на сессии, посвященной инновациям в сельском хозяйстве, отметил: «Перед нами стоят задачи повышения производительности труда, урожайности. Для решения всех этих задач необходимо использовать инновационные технологии, проводить роботизацию» [4].

По словам Ткачева А.Н. состояние сельского хозяйства на сегодняшний день переживает этап трансформации. Прежде всего, это происходит, потому что население планеты ежегодно увеличивается и производство продукции сельского хозяйства за ближайшие несколько лет должно вырасти на 60-70 % [5].

Стоит заметить, что уровень интенсификации сельскохозяйственной отрасли значительно отстает от среднемировых показателей. Страны с более развитым аграрным сектором за 5 лет осваивают в среднем около 55 % инновационного потенциала, в то время как в Российской Федерации используется не более 5 %. За прошедшие 20 лет было создано более 1000 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. По мнению ученых, их освоение дало бы возможность увеличить эффективность сельскохозяйственной отрасли более чем в 3 раза.

Характерной особенностью является то, что финансирование инновационных технологий в большинстве случаев осуществляется за счет собственных средств организаций – 48,8 %, и федерального бюджета – 29 % [6].

Таблица 1

Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования на сельскохозяйственные науки

Показатели	Годы		
	2015	2016	2017
Внутренние затраты – всего (млн. руб.), в т. ч.	309,8	360,0	548,3
собственные средства	1,0	25,5	151,4
средства бюджетов всех уровней	199,7	260,0	334,8
из них: федерального бюджета	191,8	250,0	334,8
бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов	7,9	-	-
средства внебюджетных фондов	-	-	
средства организаций госсектора	104,1	-	-
средства организаций предпринимательского сектора	-	74,0	-
средства частных некоммерческих организаций	2,6	-	-
средства иностранных источников	309,8	-	-

Внутренние затраты на технологические исследования в области сельскохозяйственных работ в Новосибирской области в абсолютном значении распределяются следующим образом: собственные средства 151,4 млн. руб., средства бюджетов всех уровней – 334,8 млн. руб.

Характерной особенностью сельскохозяйственной продукции, произведенной благодаря инновационным достижениям, является то, что статистические наблюдения по объемам сельхозпроизводства стали производиться только с 2016 г.

На сегодняшний день информационные технологии играют значительную роль во всех сферах жизнедеятельности человека, значительно упрощая и делая ее более комфортной. Стоит заметить, что сельскохозяйственная отрасль является весьма трудоемкой, зависящей от климатических условий и «капризов» природы и потому человечество всегда пыталось прибегнуть к различным технологиям, в целях увеличения урожайности и продуктивности сельхозугодий.

Вместе с тем, Министерством сельского хозяйства планируется запуск программы «Цифровизация сельского хозяйства», которая появится в 2019 г.

Основные направления поддержки цифровизации отрасли:

- создание единой системы учета сельскохозяйственных земель (позволит проследить количество участков, задействованных сельскохозяйственными культурами);
- указание участков, на которых действительно выращивают сельхозкультуры;
- отслеживание всех продуктов, производимых в АПК (движение продуктов от поля до прилавка);
- возмещение части затрат на закупку программного обеспечения и техники;
- внедрение роботов, которые будут собирать пробы почв (сколько нужно внести удобрений и на каких земельных участках) снизит затраты сельхозпроизводителей и повысит урожайность культур.

Особое внимание обращает то, что Правительство Российской Федерации Постановлением от 25 августа 2017 г. № 996 утвердило Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. На реализацию данной программы выделено 29 млрд. руб. Основными целями является обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения семян новых отечествен-

ных сортов и племенной продукции, технологий производства высококачественных кормов, современных средств диагностики, методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [7].

Вышесказанное, позволяет резюмировать, что актуальность внедрения и использования современных технологий не вызывает сомнения. Поскольку, по оценкам специалистов уже через 15 лет население Новосибирской области превысит 3 млн. чел. Решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности населения региона зависит как от методов и стратегий применения технологий в отечественном и мировом сельском хозяйстве, так и от правильного и эффективного использования научно-технических внедрений в отрасли [8].

Библиографический список

1. Урманцева А. Цифровая экономика: как специалисты понимают этот термин / [Электронный ресурс]. – URL:https://ria.ru/science/20170616/1496663946.html

2. Кунцман А.А.. Адаптация бизнеса к вызовам цифровой экономики / Человеческий капитал в формате цифровой экономики: междунар. науч. конф., посвященная 90-летию С.П. Капицы, Москва,16 февраля 2018 г.: сб. докладов. – М.: Редакционно-издательский дом РосНОУ. – 2018. – С. 45-47.

3 Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»)

4. АПК ждёт спроса на интеллект [Электронный ресурс] URR: http://expert.ru/south/2017/06/apk-zhdyot-sprosa-na-intellekt/ (дата обращения 8.10.2018 г.).

5. Бураева, Е. В. Инновации в сельском хозяйстве как фактор роста эффективности аграрного производства // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С 2161-2165.

6. Наука и инновации: краткий статистический сборник / Территориальный орган Росстата по Новосибирской области. – Новосибирск, 2018. – С. 74

7. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы / [Электронный ресурс] URR: http://government.ru/docs/29004/ (дата обращения: 8.10.2018 г.).

8. Кузнецова И.Г. Проблемы формирования человеческого капитала в сельской местности Новосибирской области // Современные финансовые отношения, проблемы и перспективы развития: материалы III междунар. науч.-практ. конф. препод., аспирантов и магистрантов. – Новосибирск, 2016. – С. 158-163.

Kuznetsova I.G.,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

THE ROLE OF THE DIGITAL ECONOMY IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

The article discusses the concept of digital economy. Different interpretations and approaches to the definition of «digital economy» are defined. The author identified the need to introduce innovative achievements in the production process of agricultural organizations.

Keywords: digital economy, innovation, industry 4.0, API economy.

УДК 536.5

Бродников А.Ф.[1], Черепанов В.Я.[2],
[1]Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск
[2]Академия стандартизации метрологии и сертификации (Новосибирский филиал)

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рассмотрены метод и измерительная установка, предназначенные для определения теплопроводности существующих и вновь создаваемых композиционных материалов, используемых в сверхпроводящих магнитах и на других объектах криогенной техники. Приведены результаты исследований температурной зависимости теплопроводности новых перспективных материалов на основе соединений гадолиния, бора и углеродных нанотрубок в диапазоне от 7 до 298 К.

Ключевые слова: теплопроводность, измерения, метод пластины (цилиндра), погрешность, криостат.

Законы «О техническом регулировании» и «О стандартизации» отменили обязательность соблюдения государственных (национальных) стандартов, придав им статус «добровольного применения». Однако эти законы постепенно дополняются исключениями, которые отменяют этот статус «добровольности» в нескольких наиболее ответственных сферах государственного регулирования и, в том числе, в атомной энергетике [1]. Тем не менее, предприятия, включая зарубежные, поставляющие различные материалы, не имеют обязательств и возможностей осуществлять выходной контроль по колоссальному числу существующих свойств, да еще и в диапазоне криогенных температур. В связи с этим в ИЯФ создана измерительная установка, предназначенная для получения значений теплопроводности композиционных материалов, используемых при проектировании сверхпроводящих магнитов и других объектов криогенной техники. Полученные значения позволяют подтвердить или получить новые данные по температурной зависимости теплопроводности существующих и вновь создаваемых материалов.

В большинстве современных наиболее точных методах измерений теплопроводности используют стационарные методы пластины или цилиндра [2, 3]. Созданная криогенная установка основана на методе стационарного одномерного температурного поля в пластине. Для расчета теплопроводности λ использовалась классическая формула

$$\lambda = Q_0 h / (T_H - T_X)\, S_0, \qquad (1)$$

где: Q_0 – тепловой поток в образце; h, S_0 – толщина и площадь поперечного сечения образца; Tн и Tх – температура его нагретой и охлажденной поверхностей.

Схема метода пластины приведена на рисунке 1.

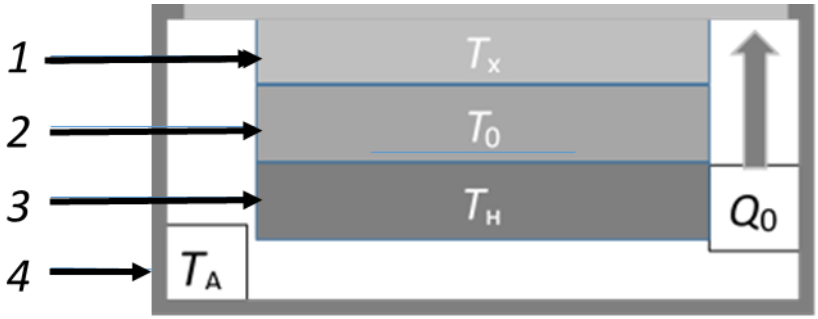


Рисунок 1 – Схема метода: 1 – теплосток, 2 – исследуемый образец, 3 – нагреватель, 4 – адиабатический экран

Образец 2 исследуемого материала в виде плоскопараллельной пластины устанавливают между поверхностями нагревателя 3 и теплостока 1. Стационарность температуры T_0 образца обеспечивают стабилизацией температуры T_X теплостока. Тепловой поток Q_0 в образце задают электрическим нагревателем с известной мощностью. Для исключения теплообмена на нижней и боковой поверхностях нагревателя используют адиабатический экран 4, температуру T_A которого поддерживают равной температуре T_H нагревателя. В этом случае значение теплового потока, направляемого в образец, равно мощности P_H нагревателя, и уравнение (1) принимает вид

$$\lambda = P_H h / (T_H - T_X) S_0 . \qquad (2)$$

Достоверность значений теплопроводности, полученных данным методом, зависит от погрешностей измерений величин, входящих в (2). При этом их главным источником является несоответствие измеренных значений мощности P_H фактическим значениям теплового потока Q_0, обусловленное несоблюдением условий адиабатичности и стационарности. Если разность ΔT_{AH} температуры T_A адиабатического экрана и T_H нагревателя образца не равна нулю, то между ними в общем случае возникают тепловые потоки, обусловленные тепло-

проводностью проводов (Q_λ), конвенцией (Q_α) и тепловым излучением (Q_ε) [4]. При этом в образец будет направлен тепловой поток, равный

$$Q_0 = P_H \pm (Q_\lambda + Q_\alpha + Q_\varepsilon) = P_H \pm (\lambda_{ПР} S_{ПР} / l + \alpha F_H + 4\varepsilon\sigma T_H^3 F_H)\Delta T_{AH}, \quad (3)$$

где P_H – мощность нагревателя образца, $\lambda_{ПР}$, $S_{ПР}$ и l – теплопроводность, площадь сечения и длина проводов, идущих от нагревателя к экрану; α и F_H – коэффициент теплообмена на открытой поверхности нагревателя и ее площадь; ε – приведенный коэффициент черноты в системе нагреватель–экран, σ – константа Стефана-Больцмана.

В условиях вакуума теплопроводностью остаточного газа, а также конвективной составляющей теплообмена между нагревателем и экраном можно пренебречь($\alpha = 0$ и $P_\alpha = 0$). Радиационный тепловой поток Q_ε,как следует из (3), резко уменьшается при понижении их температуры. Таким образом, при криогенных температурах и в условиях вакуума теплообмен между нагревателем и экраном определяется, в основном, теплопроводностью (Q_λ) проводов, идущих от нагревателя и датчика температуры T_H.

При реализации метода важно также соблюдать условие стационарности, при котором тепловой поток Q_V, поглощаемый или выделяемый при изменении средней температуры T_0 образца, пренебрежимо мал по сравнению с тепловым потоком Q_0, идущим от нагревателя. В этом случае зависимость δ_V погрешности от скорости v изменения температуры образца имеет вид:

$$\delta_V = cmv / Q_0 = c\rho\pi r^2 hv / Q_0. \quad (4)$$

Здесь c, m, ρ, r, h – удельная теплоемкость, масса, плотность, радиус и толщина образца. При заданном значении δ_V формула (4) позволяет установить требования к стационарности температуры в зависимости от характеристик образца [4].

Еще одним источником методической погрешности являются измерения температуры контактных поверхностей образца. Для их уменьшения необходимо обеспечить надежный тепловой контакт образца с нагревателем и теплостоком, значения температуры которых T_H и T_X обычно приписывают поверхностям образца.

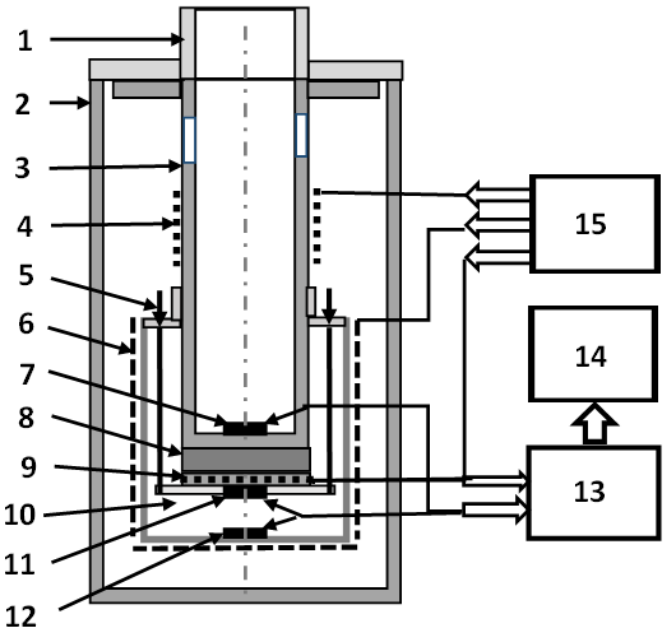


Рисунок 2 – Тепловой измерительный блок установки: 1 – фланец, 2 – вакуумная камера, 3 – теплосток, 4 – нагреватель теплостока, 5 – тяга, 6 – адиабатический экран с нагревателем, 7 – датчик температуры теплостока, 8 – образец, 9 – основной нагреватель, 10 – прижимной упор, 11 – датчик температуры нагревателя, 12 – датчик температуры адиабатического экрана, 13 – многоканальный мультиметр, 14 – компьютер, 15 – источник питания

Установка для реализации рассмотренного метода создана на базе криостата КГ-15/150-1 с жидким гелием (рисунок 3), в который погружают ее тепловой блок (рисунок 2). Блок содержит основной нагреватель 9, окруженный адиабатическим экраном 6, который обеспечивает исключение тепловых потерь нагревателя, и теплосток 3 с нагревателем 4, задающим необходимую температуру образца 8. Прижимным упором 10 и тягой 5 обеспечивают плотный контакт основного нагревателя с образцом и теплостоком. Кроме этого для улучшения контакта использовался индий совместно с криогенной вакуумной смазкой «APIEZON». Для измерений температуры использовались датчики 7, 11 и 12 на основе кремниевых диодов DT-670C-CU (фирмы «Lake Shore»). Все устройство помещалось в вакуумную камеру 2.

Нагреватели образца 9, теплостока 4 и адиабатического экрана 6 подключались к трехканальному источнику питания «АКИП-1142» 15 с цифровым управлением. Выделяемую нагревателем образца мощность, а также сигналы датчиков температуры измеряли многоканальным мультиметром 13 на базе АЦП AD7794. Весь процесс измерений регистрировали при помощи персонального компьютера 14.

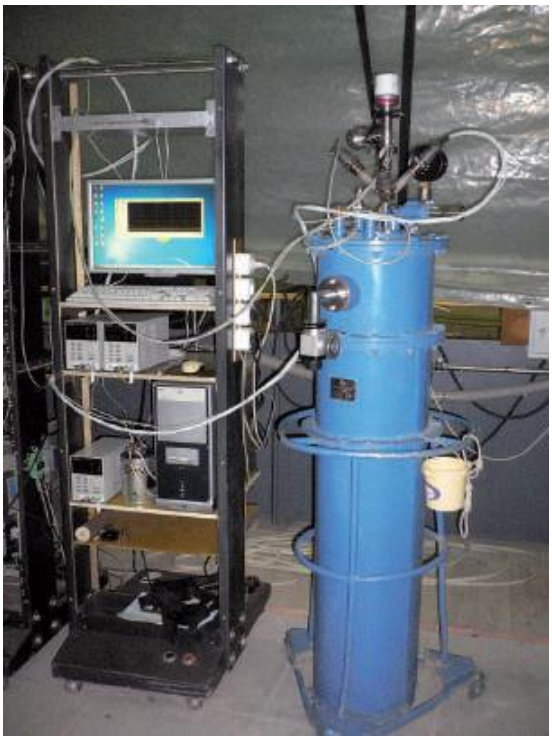


Рисунок 3 – Внешний вид криогенной установки ИЯФ СО РАН

Расчет погрешности измерений на такой установке в диапазоне теплопроводности от 0,05 до 5 Вт/(м К) и значений температуры от 4,2 до 300 К при условии, что температура адиабатического экрана отличается от температуры нагревателя не более, чем на0,02 К, а нестабильность температуры образца в течение 10 минут не превышает0,05 К, показывает, что ее значение составляет менее 5 %. Исследования погрешности установки с помощью стандартных образцов теплопроводности из кварцевого стекла марки КВ и оргстекла (ПММА) диаметром 30 мм и толщиной 8 мм подтвердили результат расчета [5]. Полученная оценка погрешности соответствует требованиям ГОСТ 8.511-84 [6] и ГОСТ 8.177-85 [7], предъявляемым к средствам измерений теплопроводности в указанном диапазоне температур.

С помощью установки проведены исследования температурной зависимости теплопроводности ряда конструкционных материалов, используемых при изготовлении сверхпроводящих магнитов на основе окиси алюминия (Al_2O_3), нитрида бора (BN), оксисульфида гадолиния (Gd_2O_2S), оксида гадолиния (Gd_2O_3), одностенных углеродных нанотрубок (состав: TUBALL 78 %, металлические примеси 12 %.) и смолы без наполнителя (Эд-20). Результаты измерений теплопроводности этих композиционных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1

№	Материал образца	Теплопроводность, Вт/(м·К)		
		7К	80К	298 К
1	Эд20/BN	0,082	0,562	0,930
2	Эд20/TUBALL	0,073	0,157	0,406
3	Эд20/Gd_2O_3	0,057	0,225	0,497
4	Эд20	0,083	0,157	0,347
5	Эд20/Gd_2O_2S	0,118	0,676	0,978
6	Эд20/Al_2O_3	0,051	0,296	0,522

Анализ приведенных в таблице результатов измерений показывает, что у таких исследованных материалов как Эд20/BN, Эд20/Gd_2O_2S и Эд20/Al_2O_3 наибольшая нелинейность температурной зависимости теплопроводности находится в области самых низких температур (от кипения гелия до кипения азота). Действительно, в узком диапазоне от 7 до 80 К измеренные значения теплопроводности возрастают в 5-9 раз, а в значительно более широком диапазоне от 80 до 298 К – не более, чем в 2 раза. Наибольшую теплопроводность во всем диапазоне температур имеет композитный материал Эд20/Gd_2O_2S, а наименьшую – Эд20/Al_2O_3 (при 7 К). Наиболее линейными и невысокими значениями во всем диапазоне температур обладают температурные зависимости теплопроводности образцов из углеродных нанотрубок Эд20/TUBALL и смолы Эд20.

Полученные результаты измерений являются основой для разработки технологии изготовления новых композиционных материалов с заданными значениями теплопроводности и характером ее температурной зависимости в области криогенных температур. Созданная для этой цели измерительная установка позволяет, кроме этого, осуществлять входной контроль соответствия данных по теплопроводности материалов, поступающих от фирм-изготовителей, ее фактическим значениям.

Библиографический список

1. Рыбак Н.И., Черепанов В.Я., Шейнин Э.М., Ямшанов В.А. Правовой статус национальных стандартов единства измерений // Стандарты и качество. – 2015. – № 12. – С. 44-47.
2. Свириденко В.И., Медведев В.А., Рыбкин Н.П., Горбунова В.Г. Теплопроводность кварцевого стекла КВ при температуре 2–300 К // Измерительная техника. – 1987. – №5. – С. 34-36.
3. Черепанов В.Я. Измерения параметров теплообмена // Мир измерений. – 2005. – № 9. – С. 4-15.
4. Лозинская О.М., Рыбак Н.И., Черепанов В.Я., Шейнин Э.М., Ямшанов В.А. Государственный первичный эталон единицы поверхностной плотности теплового потока // Измерительная техника. – 2009. – № 10. – С. 52-55.
5. Бродников А.Ф., Черепанов В.Я. Криогенная установка для измерений теплопроводности конструкционных материалов // Приборы. – 2015. – № 6. – С. 35-38.
6. ГОСТ 8.511-84. ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений теплопроводности твердых тел в диапазоне температур от 4,2 до 90 К.
7. ГОСТ 8.177-85. ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений теплопроводности твердых тел в диапазоне температур от 90 до300 К.

We considered a method and a measuring device designed to determine thethermal conductivity of existing and newly created composite materials. It used in superconducting magnets and other objects of cryogenic technology. We presented the results of investigations of the temperature dependence of the thermal conductivity of new promising materials based on gadolinium, boron and carbon nanotubes in the range from 7 to 298 °K.

The obtained measurement results are the basis for the development of a technology for manufacturing new composite materials with given values of thermal conductivityand the nature of its temperature dependence in the region of cryogenic temperatures, we believe. Created measuring system allows for the entrance compliance control of the data on the thermal materials conductivity coming from the manufacturer to its actual values.

Keywords: Thermal conductivity, measurements, method of the plate (cylinder), error cryostat.

УДК004.9 + 025.4.03

Козин Т.В., Чеснялис П.А., Багирова А.В.,
Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

АВТОРАМ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье приводится краткий сравнительный анализ авторских профилей и идентификаторов в наукометрических системах Российский индекс научного цитирования, WebofSciencеи Scopus. Рассмотрен опыт работы справочно-библиографического отдела Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН по работе в данном направлении.

Ключевые слова: авторскиепрофили, РИНЦ, ScienceIndex, ResearcherID, WebofScience, Scopus, профили организаций, наукометрический анализ, наукометрические системы, индекс цитирования.

Необходимость использования наукометрических систем для оценки качества научных работ до сих пор является дискуссионным вопросом. Объективность показателей, используемых информационно-аналитическими системами для наукометрического анализа, вызывает споры в отечественном научном сообществе и за его пределами. Однако, несмотря на разнообразие мнений по данному вопросу, доминирующей позицией является та, согласно которой авторам научных публикаций не только полезно, но и необходимо обращаться для оценки собственной публикационной деятельности к показателям индексов цитирования, отраженных в наукометрических системах. Повсеместная борьба за публикационную активность – не единственная тому причина. Решающую роль здесь играет тот факт, что в ходе реформирования российской науки в двухтысячных годах наукометрические показатели были признаны мерой результативности научных коллективов и отдельных сотрудников [1]. Таким образом, независимо от собственного желания, авторам научных работ рано или поздно приходится столкнуться с необходимостью обращения к наукометрическим системам.

Несмотря на описанную выше ситуацию, многие авторы не спешат осваивать возможности, предоставляемые информационно-аналитическими системами, а если и осваивают, то, как правило, весьма поверхностно. Следствие этого – неумелая работа с авторскими профилями и профилями организаций (или вовсе отказ от их использования), в результате чего информация, содержащаяся в наукометрических системах, искажается или представляется в неполном объеме, что в свою очередь влияет на показатели цитируемости и публикационной активности, как отдельных авторов, так и целых учреждений.

Опыт ГПНТБ СО РАН подтверждает вышесказанное. В 2017 году сотрудники Справочно-библиографического отдела (СБО) ГПНТБ СО РАН приняли участие в проекте компании Elsevier по созданию и корректировке профилей организаций в базе данных Scopus путем оказания методической помощи научно-исследовательским учреждениям СО РАН. Работа в данном направлении показала, что у одного учреждения такой профиль отсутствовал, а профили тридцати одного учреждения нуждались в редактировании.

В 2018 году, в ходе работы СБО с медицинским сообществом, был выявлен спрос на консультативно-методическую помощь по созданию авторских профилей в информационно-аналитических системах. Кроме того, проведенный среди участников обучающих мероприятий СБО опрос показал, что подавляющее большинство (68 % опрошенных) сомневаются в полноте и релевантности результатов при самостоятельном поиске информации.

По нашему мнению, решить упомянутую проблему возможно путем доведения до пользователей наукометрических систем актуальной информации по работе с ними. Необходимо провести обучающие мероприятия в сфере научных метрик, и мы считаем, что это задача сотрудников библиотек.

Рассмотрим некоторые ключевые возможности информационно-аналитических систем для авторов научных публикаций. Начнем с Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и надстройки ScienceIndex.

Важнейшее преимущество РИНЦ перед Webof Science и Scopus заключается в отсутствии авторских множеств. Это означает, что публикации автора не будут рассеяны по множеству автоматически созданных профилей на разные варианты написания ФИО. После регистрации в системе ScienceIndex автор получает доступ к тщательно обработанному модератором eLibrary профилю с уже привязанными к нему публикациями, имевшимися в базе данных на момент регистрации, а также идентификационный номер – Spin-код. В дальнейшем индексируемые публикации будут автоматически привязываться к профилю автора. Регистрация в системе ScienceIndex дает авторам научных работ ряд преимуществ. Перечислим некоторые из них:

- просмотр списка своих публикаций и цитирований с возможностью его анализа и отбора по различным параметрам;
- возможность добавить найденные в РИНЦ публикации и цитирования в авторский профиль;
- возможность удалить из списка своих работ или цитирований ошибочно попавшие туда публикации и цитирования;
- возможность идентификации организаций, указанных в публикациях автора в качестве места выполнения работы [3].

Также авторы произведений, которые не передавали сторонним организациям или лицам права на электронные версии своих книг, могут заключить договор с Научной электронной библиотекой eLibrary, позволяющий им самостоятельно вносить в базу данных информацию о собственных публикациях в виде метаданных и / или полных текстов.

Надстройка ScienceIndex в РИНЦ обладает тем преимуществом, что автору требуется лишь подать заявку на предоставление ему доступа к правке своего профиля, после чего работники технической службы сами отредактируют его профиль. Однако, последующие действия автора уже не модерируются, и ответственность за достоверность данных возлагается исключительно на него [2].

Scopus, в отличие от РИНЦ, не предоставляет авторам возможности самостоятельно создавать профиль и вносить изменения непосредственно в базу данных. Профиль создается автоматически, как только в Scopus появляется хотя бы одна статья данного автора, а для его изменения необходимо воспользоваться формой обратной связи на сайте (http://scopus.com/authorfeedback). Перечислим некоторые причины, по которым возникает необходимость корректировки авторского профиля:

- смена фамилии (объединить 2 фамилии в один профиль);
- смена аффилиации;
- дублирование профилей (происходит из-за различных транслитераций фамилии);
- выбор предпочтительной фамилии (издатели могут по-разному писать фамилию одного автора)
- добавление или удаление статей в профиле и т.п.

Отличие WebofScience от двух предыдущих баз данных заключается в отсутствии встроенного авторского профиля. Для работы со списком своих публикаций в WoS автору необходимо зарегистрироваться в системе ResearcherID. После регистрации пользователю присваивается индивидуальный номер ID, который сохраняется на все время работы независимо от изменения личных данных или принадлежности к организации. ResearcherID позволяет создать профиль в интерактивном режиме для представления истории публикаций. Ресурс разработан для связи пользователя с его научной работой, что обеспечивает точную запись выводимых данных и авторства.

На веб-сайте ResearcherID.com можно выполнить следующие операции:

- обновить биографическую информацию (профиль) в любое время;
- создать список «Мои публикации», загрузив работы, автором которых вы являетесь, из любой коллекции WebofScience, используя функцию поиска по автору;
- управлять списком публикаций с помощью EndNote;

- управлять доступностью профиля для других пользователей, как это выполняется в социальной сети Facebook и на других веб-сайтах;
- просматривать метрики цитирования для элементов, которые находятся в WebofScienceCoreCollection;
- выполнять поиск по теме, чтобы найти соавторов, просмотреть списки публикаций и изучить ведение вопроса по всему миру.
- назначить администратора от организации для обновления списка публикаций ResearcherID.

Кроме того, инструменты ResearcherID включают интерактивную среду лаборатории для исследования метрик на уровне автора. Эти инструменты позволяют выполнить визуальный анализ исследовательских сетей.

Итак, мы рассмотрели некоторые возможности информационно-аналитических систем для авторов научных публикаций. Однако затронутая тема, на наш взгляд, слишком сложна и объемна, чтобы предоставить по ней исчерпывающую информацию в одной лишь статье. Именно поэтому СБО ГПНТБ СО РАН планирует проводить регулярные семинары-практикумы по работе с наукометрическими системами, в рамках которых авторы научных публикаций могли бы в полной мере изучить и освоить возможности этих систем.

Библиографический список

1. Гуськов А.Е. Российская наукометрия: обзор исследований // Библиосфера. – 2015. – № 3. – С. 75-86.
2. Мазов Н.А., Гуреев В.Н. Проблемы идентификации метаданных в наукометрических базах данных Web of Knowledge, Scopus и РИНЦ на примере профилей авторов // Девятнадцатая Международная Конференция «Крым 2012. Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса». – 2012.
3. Муравицкая Р.А. Заставь свои публикации работать на себя // Библиотеки в информационном обществе: сохранение традиций и развитие новых технологий. Тема года – «Эффективное использование информационных технологий и наукометрических инструментов в библиотечно – информационной, научной и образовательной деятельности». – 2016. – С. 39-43.

Kozin T.V., Chesnyalis P.A., Bagirova A.V.,
State Public Scientific-Technological Library of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk

TO THE AUTHORS SCIENTIFIC PUBLICATIONS: POSSIBILITIES OF INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEMS

The article provides a brief comparative analysis of author profiles and identifiers in scientometric systems Russian Science Citation Index, Web of Science and Scopus. The experience of the reference and bibliographic department of the State Public Scientific Technical Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences on work in this direction is considered.

Keywords: author profiles, Russian Science Citation Index, Science Index, ResearcherID, Web of Science, Scopus, organization profiles, scientometric analysis, scientometric systems, citation index.

УДК 631.527:[633.34+635.657]

Рожанская О.А., Горшкова Е.М.,
Сибирский научно-исследовательский институт кормов Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская обл., р.п. Краснообск

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СОИ И НУТА В СИБИРИ

Представлены результаты многолетних исследований влияния погодных условий на урожайность сои и нута. Определены направления отбора для создания сортов на основе сомаклональной изменчивости. Представлена информация о новых сортах сои и перспективных линиях нута, адаптированных к условиям Сибири.

Ключевые слова: соя, нут, селекция, Сибирь, климат.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.), главная мировая зернобобовая культура, в России возделывается преимущественно на полях Приморья, Приамурья, Поволжья и Кубани. Соя теплолюбива и влаголюбива. Попытки интродукции в Сибири предпринимались с 1950-х годов, и главной проблемой были засухи и недостаток тепла, приводившие к затягиванию появления всходов, развития растений и созревания семян. Май и сентябрь в Сибири зачастую имеют среднесуточную температуру ниже 10°С, но наиболее опасны для сои раннеосенние заморозки, повреждающие незрелые семена и зеленые листья. Первый сибирский сорт СибНИИК 315, сочетающий скороспелость с высокой семенной продуктивностью, созданный Гориным В.Е. и коллегами путем отбора из сортообразца коллекции ВИР (К-5828), включен в Госреестр РФ в 1991 г. и в настоящее время допущен к использованию в пяти регионах России и Казахстане. Этот сорт признан в качестве стандарта в регионах возделывания, семена его востребованы.

Нут (*Cicer arietinum* L.) для субаридных регионов Сибири является одной из наиболее перспективных культур. В мировом земледелии по площади посевов нут стоит на третьем месте среди зерновых бобовых после сои и фасоли, занимая наибольшие площади в странах с жарким и сухим климатом. В пределах России нут возделывается в основном на Северном Кавказе, в Крыму и Нижнем Поволжье. По питательной ценности и вкусовым качествам зерна он превосходит другие зернобобовые культуры, легко переносит почвенную и воздушную засуху, семена его начинают прорастать при +2…+4°С, всходы появляются на 10-й день при температуре почвы +8…+10°С и выдерживают заморозки до –11°С. В условиях Западной Сибири семена нута не повреждаются вредителями. Однако оплодотворение и формирование урожая затруднено при высокой влажности воздуха и температура ниже 20°С [1, 2].

Продвижению нута на север и восток России препятствует неустойчивость к переувлажнению и прохладной погоде в период цветения и формирования семян. В условиях Новосибирской области на небольших площадях возделывается сорт Краснокутский 123. В сухие годы он дружно созревает в августе, давая до 3 т/га зерна, но избыток осадков во второй половине сезона приводит к израстанию, развитию листо-стеблевых болезней и поражению семян грибной инфекцией.

Цель работы – определение требований к новым сортам сои и нута, способным ежегодно давать достаточно высокий урожай качественных семян в агрометеорологических условиях Сибири.

Методика и условия.

Исследования проводились в селекционных и коллекционных питомниках Сибирского НИИ кормов, заложенных по методике ВИР. На полях лесостепного участка, расположенного на левом берегу р. Оби близ г. Новосибирска (пос. Краснообск), проводилось изучение сои и нута. В степной зоне (Северная Кулунда, пос. Баган Новосибирской области) изучался только нут, как засухоустойчивая культура. Характерной особенностью сибирского климата является максимум осадков во второй половине лета.

В лесостепи, по данным Огурцовской ГМС, сумма эффективных температур варьирует в пределах 1800–2100°С; среднемноголетний гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) в первой половине лета не превышает 0,9 условных единиц; в конце июля достигает 1,3; в начале августа 1,7. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, pH почвенного раствора 6,6.

На степном опытном участке, по данным Баганской ГМС, климат более теплый и сухой. Сумма эффективных температур варьирует в пределах 2100–2400°С; ГТК составляет в мае–июне 0,7; в июле 0,9; в августе 0,8. Почва участка — чернозем южный солонцеватый, реакция почвенного раствора слабощелочная (pH = 7,3–7,4).

Посев проводили по пару на степном участке 8–12 мая, на лесостепном – 18–25 мая. Способ посева широкорядный с площадью питания растения сои 60х5 см, нута 60х10 см. Объем выборки для структурного анализа составлял 15–20 растений. Для статистической обработки использовали пакет программ «Снедекор» [3].

Результаты и обсуждение.

Корреляционный анализ позволил оценить степень зависимости признаков исходного сорта сои СибНИИК 315 от погодных условий Новосибирска за 1998-2009 гг. в соответствии с главными направлениями селекции (таблица 1).

Таблица 1

Парные корреляции по Пирсону гидротермических условий и признаков сои СибНИИК 315 в лесостепи Новосибирской области

Пары признаков		Коэффициент корреляции*
Вегетационный период, дней	Сумма осадков за июнь, мм	0,66
	Сумма осадков за июль, мм	0,78
	Ср. температура июня, ^{o}C	-0,44
	Ср. температура июля, ^{o}C	-0,43
	Масса 1000 семян, г	0,52
	Всхожесть семян, %	0,50
Масса семян на растении, г	Сумма осадков за июнь, мм	0,45
	Сумма осадков за июль, мм	0,39
	Сумма осадков за август, мм	0,45
	Ср. температура июля, ^{o}C	-0,37
	Число семян на растении	0,55
	Масса 1000 семян, г	0,51
Масса 1000 семян, г	Сумма осадков за июнь, мм	0,39
	Сумма осадков за июль, мм	0,70
	Ср. температура июня, ^{o}C	0,35
	Ср. температура июля, ^{o}C	-0,70
Всхожесть семян, %	Сумма осадков за июль, мм	0,51
	Сумма осадков за август, мм	0,50
	Ср. температура июля, ^{o}C	-0,59
	Масса 1000 семян, г	0,49

*Примечание. Порог достоверности на уровне 5 % = 0,46

Установлено, что длина вегетационного периода прямо зависит от количества осадков в июне и особенно июле, и связана обратными корреляциями со среднесуточной температурой воздуха этих месяцев. Продолжительный период вегетации способствует увеличению крупности и всхожести семян сои. Масса семян на растении прямо связана с количеством осадков в летние месяцы. Высокая температура июля зачастую снижает массу семян, прямо зависящую от их количества и крупности. Масса 1000 семян сои особенно сильно зависит от июльской погоды, прямо коррелируя с суммой осадков, обратно – с температурой воздуха. Всхожесть семян имеет прямые связи с количеством осадков в июле и августе (в период формирования и налива семян), и обратную корреляцию с июльской температурой. Впрочем, не слишком тесная зависимость элементов семенной продуктивности от обилия осадков и тепла позволяет обеспечивать относительно стабильный уровень урожайности сои сибирского экотипа в годы с разным гидротермическим режимом.

Исходя из результатов корреляционного анализа, для увеличения урожайности и качества семян сои в условиях Сибири требуется повышение устойчивости новых сортов к летней засухе и жаре на фоне толерантности к обильным осадкам в июне-июле, удлиняющим период вегетации.

Для изучения зависимости нута от погодных условий проведен корреляционный анализ гидротермических показателей и признаков семенной продуктивности в степи и лесостепи за период 2006–2013 гг. (таблица 2). Выявлена тесная обратная связь температуры июня с количеством осадков второй половины лета, причем в лесостепи связь ограничивалась июлем, а в степи продолжалась в августе. Такие характеристики климата ограничивают адаптивные возможности культурных растений. И действительно, установлена жесткая, почти функциональная зависимость элементов семенной продуктивности нута Краснокутский 123 от гидротермического режима. В целом влияние температуры июня–июля и июльских осадков на формирование урожая было гораздо более заметным в лесостепи. В степной зоне слабые и недостоверные корреляции урожайности с гидротермическими характеристиками говорят о более благоприятных условиях для возделывания нута, но все же температура июня и сумма осадков июля являются критическими для формирования выполненных семян.

В лесостепи число семян обратно коррелировало с температурой воздуха в августе; доля семян, пораженных грибной инфекцией, была прямо связана с количеством августовских осадков (r = 0,74), и обратно – с числом бобов (r = –0,91) и семян (r = –0,79) на растении. В степной зоне подобные корреляции не выявлены.

Тесные прямые связи между элементами семенной продуктивности у однолетних растений свидетельствуют о нормальном морфогенезе в оптимальных условиях. Менее достоверная связь между числом бобов и массой семян нута в условиях лесостепи объясняется неблагоприятными погодными условиями, когда повышенное увлажнение приводит к израстанию нута и препятствует формированию и созреванию семян. Об этом же говорит сильная зависимость массы семян на растении от массы 1000 семян: в неблагоприятные годы семена оказываются невыполненными и щуплыми.

Таблица 2

Парные корреляции по Пирсону гидротермических условий и признаков нута Краснокутский 123 в степи и лесостепи Новосибирской области

Пары признаков	Коэффициент корреляции*	
	степь	лесостепь
Температура июня – сумма осадков июля	–0,80	–0,87
Температура июня – сумма осадков августа	–0,67	0,03
Масса семян на растении – температура июня	0,23	0,81
Масса семян на растении – сумма осадков июля	–0,53	–0,80
Масса 1000 семян – температура июня	0,87	0,87
Масса 1000 семян – сумма осадков июля	–0,84	–0,92
Масса 1000 семян – температура июля	0,28	0,69
Число семян на растении – температура августа	0,40	–0,69
Число бобов на растении – число семян на растении	0,85	0,82
Число бобов на растении – масса семян на растении	0,76	0,61
Число семян на растении – масса семян на растении	0,97	0,86
Масса семян на растении – масса 1000 семян	0,52	0,88

*Примечание. Порог достоверности на уровне 5 % = 0,75

Сравнительный анализ 8-летних данных по возделыванию нута Краснокутский 123 в условиях лесостепи и степи Западной Сибири свидетельствует о снижении семенной продуктивности на 30 % и массы 1000 семян на 40 % в более холодном и влажном климате лесостепи. Менее благоприятные для нута условия лесостепи снижают стабильность урожая в разные годы, о чем говорит возрастание коэффициентов вариации по массе семян на растении (на 15 %) и массе 1000 семян (на 28 %) по сравнению с данными степного участка.

Выявлено достоверное влияние температуры летних месяцев и июльских осадков на формирование урожая нута в лесостепи (коэффициенты корреляции по абсолютной величине составили 0,69…0,92). В степной зоне слабые и недостоверные корреляции элементов семенной продуктивности с гидротермическими характеристиками говорят о более благоприятных условиях для возделывания нута, но все же температура июня и сумма осадков июля являются критическими для формирования выполненных семян (r=0,87 и -0,84 соответственно).

Для увеличения биологического разнообразия селекционного материала используется биотехнологический метод сомаклональной изменчивости [4]. Нами доказано появление качественных наследуемых вариаций и значительное увеличение дисперсии по количественным признакам в популяциях сомаклонов сои и нута по сравнению с исходными сортами СибНИИК-315, Краснокутский 123, а также экспериментальными формами, полученными под действием мутагенов. Коллекции сомаклонов сои и нута, проходящие селекционное изучение в различных регионах Сибири и Казахстана, продемонстрировали более высокую, чем исходный сорт, частоту встречаемости форм с повышенной онтогенетической адаптацией к новым эколого-географическим условиям, биотическим и абиотическим стрессорам [5, 6].

Заключение.

Для увеличения урожайности и качества семян сои в условиях Сибири требуются новые сорта с повышенной устойчивостью к засухе на фоне толерантности к прохладной погоде и обильным осадкам в июне-июле, удлиняющим период вегетации. Путем отборов из сомаклональных линий нами созданы новые сорта сои, не уступающие по скороспелости стандарту СибНИИК-315 и превышающие его по семенной продуктивности и засухоустойчивости [7]. Сорт СибНИИК 9 с 2017 года включен в Государственный Реестр и допущен к использованию в четырех регионах РФ: Средневолжском (7), Уральском (9), Западно-Сибирском (10) и Восточно-Сибирском (11). Сорт Краснообская успешно проходит Государственное сортоиспытание с 2015 г. В Казахстане передан на ГСИ с 2017 г. новый сорт Русия на основе сомаклональной линии в рамках Договора о творческом сотрудничестве.

Селекция нута для условий степи Западной Сибири должна быть направлена на повышение устойчивости к холодной погоде в июне и избыточному увлажнению в июле, что способствует увеличению семенной продуктивности и стабильности урожая. Эффективным способом селекции нута следует считать увеличение биологического разнообразия методами сомаклональной изменчивости и мутагенеза с многократным отбором элитных растений по признакам продуктивности семян и устойчивости к грибной инфекции в неблагоприятных условиях лесостепи, и последующим селекционным изучением в степной зоне. Получены перспективные сортообразцы с продуктивностью в 1,5-2 раза выше уровня стандарта Краснокутский 123, которые изучаются в конкурсном сортоиспытании.

Библиографический список

1. Туркова Е.В., Ахундова В.А. Об особенностях генеративного развития нута // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 2. – С. 17-20.

2. Рожанская О.А., Ашмарина Л.Ф., Коробейников А.С. Получение новых форм нута (*Cicer arietinum* L.), устойчивых к био- и абиотическим стрессорам, с помощью методов биотехнологии // Кормопроизводство. – 2017. – № 12. – С. 18-24.

3. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск, ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

4. Рожанская О.А. Сомаклональная изменчивость in vitro и селекция растений. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 404 с.

5. Чураков А.А., Халипский А.Н. Оценка сомаклональных популяций сои и нута по качеству и продуктивности // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 11. – С. 183-189.

6. Рожанская О.А., Ломова Т.Г., Шилова Т.В., Горшкова Е.М. Новые сомаклональные линии сои для селекции в Сибири // Сиб. вест. с-х. науки. – 2016. – №2. – С. 35-42.

7. Рожанская О.А., Полюдина Р.И. Новый сорт сои СибНИИК 9 для условий Сибири, Среднего Поволжья и Урала // Сиб. вест. с-х. науки. – 2017. – 47(3). – С. 14-20.

Rozhanskaya O.A., Gorshkova E.M.,
Siberian Research Institute of Fodder Crops of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobs of Novosibirsk region

AGROMETEOROLOGICAL ASPECTS OF SOYBEAN AND CHICKPEA BREEDING IN SIBERIA

The results of long-term studies of the influence of weather conditions on the yield of soybeans and chickpea are presented. The directions of selection for creation of varieties on the basis of somaclonal variability are determined. There is some information on new soybean varieties and promising chickpea lines adapted to the conditions of Siberia.

Keywords: soybean, chickpea, breeding, Siberia, climate.

УДК 631.3.004.58

Вихарева Н.А., Черепанов В.Я., Шейнин Э.М., Ямшанов В.А.,
Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ВЕЛИЧИН

В статье предложены и экспериментально исследованы теплометрические установки для измерений теплового сопротивления и теплопроводности тонких слоев материалов, а также высоких значений теплопроводности и коэффициента черноты покрытий. Принцип действия установки основан на использовании контактных датчиков теплового потока. Приведены результаты исследований установки.

Ключевые слова: теплометрическая установка, тепловое сопротивление, теплопроводность, коэффициент черноты покрытий, теплообмен, плотность теплового потока, датчик теплового потока.

Контактные датчики теплового потока широко применяют в энергосбережении, в частности, при определении эффективности теплоизоляции зданий и сооружений. Для повышения достоверности получаемых при этом результатов измерений непрерывно совершенствуются средства метрологического обеспечения таких датчиков. В частности, в 2016 году был утвержден новый Государственный первичный эталон единицы поверхностной плотности теплового потока (ГЭТ 172-2016) с повышенными показателями точности в расширенных диапазонах ее воспроизведения и передачи. Это открывает широкие возможности для использования датчиков теплового потока не только для определения качества теплоизоляции, но и для создания средств измерений различных тепловых величин и, прежде всего, параметров теплообмена и теплопередачи. К этим параметрам относятся такие физические величины как теплопроводность, тепловое сопротивление и коэффициент черноты теплового излучения поверхностей [1].

Для их измерений, как правило, используют методы и приборы, основанные на применении в качестве источников теплового потока специальных электрических нагревателей, например, адиабатических, по измерениям мощности которых определяют значения плотности теплового потока. Это усложняет применяемые методы и средства измерений указанных параметров. Действительно, анализ базовых законов теплообмена и теплопередачи, к которым относятся законы Фурье, Ньютона и Стефана-Больцмана, показывает, что основной физической величиной наряду с температурой является другая физическая величина – поверхностная плотность теплового потока. Из этого следует, что при наличии датчиков теплового потока возможно создание теплоизмерительных устройств, которые основаны на их использовании и не требуют применения специальных электрических нагревателей.

В данной работе рассматриваются технические решения, положенные в основу создания теплометрических установок, предназначенных для измерений таких тепловых величин как тепловое сопротивление, теплопроводность тонких пленок, теплопроводность металлов с ее высокими значениями, а также для измерений и коэффициентов черноты поверхностей.

Устройство таких установок содержит две термоэлектрические батареи, одна из которых выполняет функцию источника теплового потока, а вторая – теплостока (холодильника). Для задания необходимых значений температуры эти термобатареи подсоединены к соответствующим регуляторам тока, значение которого устанавливают по сигналам датчиков температуры, находящихся в контактных дисках, расположенных на рабочих поверхностях датчиков теплового потока. Для определения значений указанных выше тепловых величин необходимо располагать, прежде всего, результатами измерений плотности теплового потока, а также использовать измерения температуры и геометрических величин, которые можно выполнить с высокой точностью [2].

Согласно закону Фурье значение теплопроводности можно будет определить по формуле:

$$\lambda = q_\lambda d/\Delta T. \quad (1)$$

где λ – теплопроводность среды, Вт/(м·К); d – расстояние между двумя изотермическими поверхностями среды с температурами T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$), К;

Внешний вид теплометрической установки для измерений теплопроводности тонких слоев материалов приведен на рисунке 1.

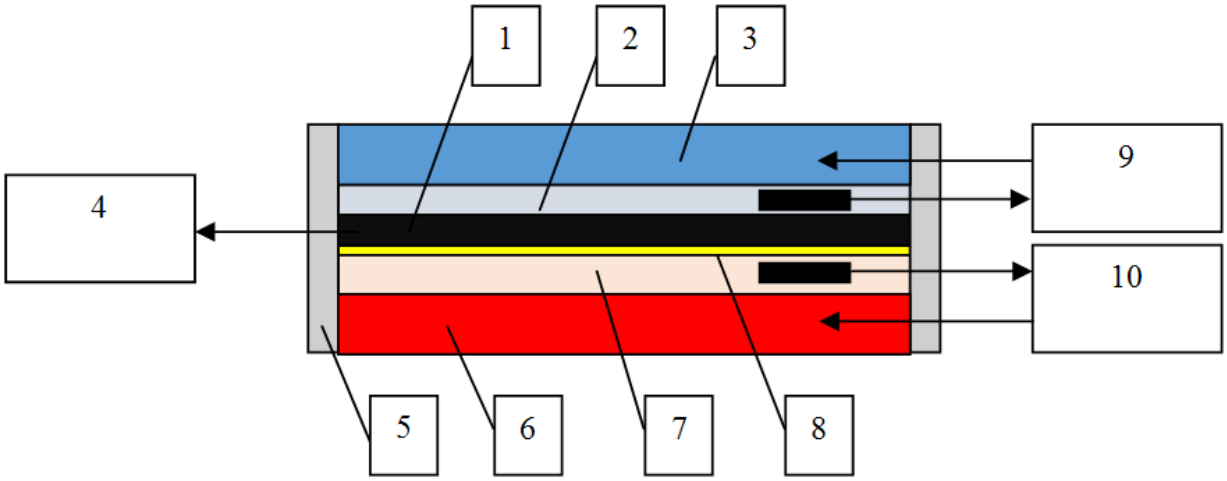


Рисунок 1 – Теплометрическая установка для измерений теплопроводности тонких слоев материалов: 1 – датчик теплового потока, 2 – верхняя пластина с датчиком температуры, 3 – верхняя батарея Пельтье, 4 – измеритель сигнала датчика теплового потока, 5 – теплоизоляция, 6 – нижняя батарея Пельтье, 7 – нижняя пластина с датчиком температуры, 8 – испытываемый образец, 9 – регулятор температуры верхней пластины, 10 – регулятор температуры нижней пластины

Устройство работает следующим образом. С помощью регуляторов температуры задают и поддерживают постоянными значения температуры нижней и верхней пластин, соответственно, T_2 нагревателя и T_1 теплостока. Эти значения должны находиться в интересующем диапазоне температуры, для которого требуется найти значения теплопроводности исследуемого покрытия [3]. Формула для расчета теплового сопротивления Rx и теплопроводности Lx исследуемой тонкой пленки материала имеет вид

$$Rx = (T_2 - T_1) / q_2 - (T_2 - T_1)/ q_1; \; Lx = d / Rx. \quad (2)$$

где q_1 – плотность теплового потока без исследуемого образца, q_2 – плотность теплового потока с исследуемым образцом, d – толщина исследуемой пленки.

При исследовании установки были проведены измерения теплопроводности тонких слоев различных материалов. В результате выполненных исследований установлено, что пределы допускаемой погрешности измерений тонких слоев материалов не превышают +/- 5 %.

Другой вариант рассмотренной теплоизмерительной установки может быть использован для измерений высоких значений теплопроводности стационарным методом, предусматривающим использование продольного теплового потока в образце исследуемого материала на рисунке 2. Устройство содержит две батареи Пельтье – нижнюю и верхнюю. Каждая из этих батарей может выполнять функцию нагревателя или теплостока. На нижней батарее 1 установлен датчик теплового потока 2, на котором размещена пластина-концентратор теплового потока 3 с датчиком температуры. На пластине последовательно размещены: исследуемый образец 4, контактная пластина 6 с датчиком температуры и верхняя батарея 7. Образец окружен теплоизоляцией 5. Батареи подключены к источникам питания 8, а датчики теплового потока и датчики температуры – к измерителям их сигналов 9.

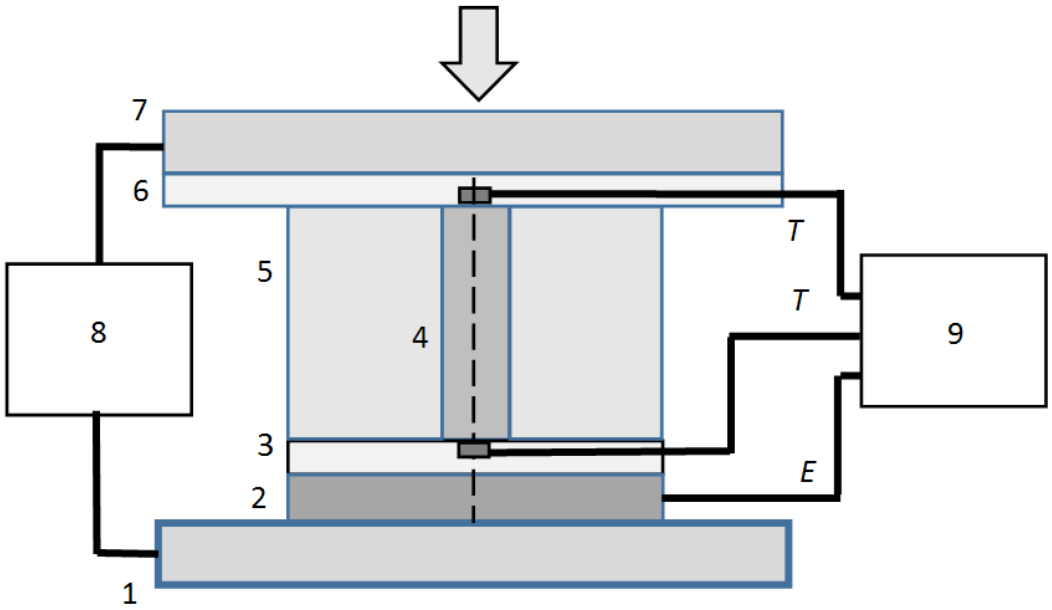


Рисунок 2 – Устройство для измерений высоких значений теплопроводности: 1 – холодильник, 2 – датчик теплового потока, 3 – диск-концентратор, 4 – образец, 5 – теплоизоляция, 6 – контактный диск, 7 – нагреватель, 8 – источник питания, 9 – измеритель сигналов

Устройство работает следующим образом. Исследуемый образец высотой h_X и площадью S_X поперечного сечения устанавливают вместе с теплоизоляцией между концентратором и контактной пластиной. Все элементы конструкции сдавливают прижимным устройством. С помощью источников питания батарей задают значения T_1 и T_2 температуры торцов образца, необходимые для уверенных измерений их разности. При наступлении стационарного температурного режима измеряют сигнал E датчика теплового потока, площадь S_T контактной поверхности которого равна площади контактной поверхности пластины-концентратора. В этом случае плотность q_X теплового потока в образце равна

$$q_X = K\,E\,S_T / S_X \qquad (3)$$

где K – значение коэффициента преобразования датчика, определенное путем калибровки с помощью эталона плотности теплового потока; S_T – паспортное значение площади датчика. С учетом этого из (3) следует уравнение измерений теплопроводности

$$\lambda_X = q_X\,S_T\,h_X / S_X\,(T_2 - T_1), \qquad (4)$$

Из уравнения следует, что источниками погрешности полученных значений теплопроводности являются погрешности измерений плотности теплового потока, температуры торцов образца, а также его длины и площади поперечного сечения. Гарантированные значения этих погрешностей устанавливают при калибровке средств измерений указанных величин по соответствующим эталонам [4].

Еще одним примером использования датчиков теплового потока является их применение для измерений интегрального полусферического коэффициента черноты теплового излучения (в дальнейшем – коэффициента черноты) поверхности различных материалов. Наиболее просто такой теплометрический метод осуществляется на основе заранее установленной градуировочной зависимости плотности q_{12} теплового потока от коэффициента ε_1 черноты. Эту зависимость можно определить с помощью стандартных образцов (СО) покрытий с известными коэффициентами черноты.

Исследования рассмотренного метода проводилось на экспериментальной установке, схема которой приведена на рисунке 3. Ее тепловой блок содержит теплообменник с двумя половинами – нижней и верхней. Каждая из этих половин может выполнять функцию источника тепла или теплостока. На батарее Пельтье 5 нижней половины теплообменника закреплены изотермическая пластина 4 с датчиком температуры, а также датчик теплового потока 2, на котором установлена нижняя пластина теплообменника 3 с исследуемым покрытием, обращенным в сторону зазора 1. На пластине последовательно размещены: фиксаторы воздушного зазора 11, верхняя пластина 10 с обращенным в сторону зазора исследуемым покрытием и верхней батарее Пельтье 9. Теплообменные пластины снабжены термопарами, которые соединены встречно, образуя дифференциальную термопару 7.

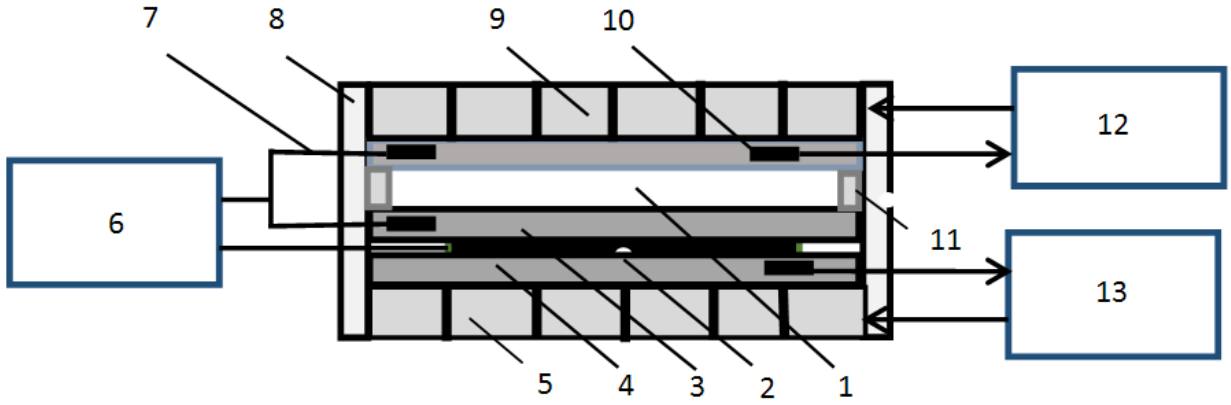


Рисунок 3 – Схема установки для измерений коэффициента черноты: 1 – воздушный зазор, 2 – датчик теплового потока, 3 – нижняя пластина теплообменника, 4 – изотермическая пластина с датчиком температуры, 5 – нижняя батарея Пельтье, 6 – измеритель сигналов, 7 – дифференциальная термопара, 8 – теплоизоляция, 9 – верхняя батарея Пельтье, 10 – верхняя пластина теплообменника с датчиком температуры, 11 – фиксатор зазора, 12 – регулятор температуры верхней пластины, 13 – регулятор температуры нижней пластины

Датчик теплового потока и дифференциальная термопара подключены к измерителю сигналов 6, а датчики температуры пластин – к входам регуляторов температуры 11 и 12. Выходы регуляторов подключены к батареям Пельтье. Использование батарей Пельтье, которые могут работать как в режиме нагревания, так и в режиме охлаждения, позволяет измерять температурную зависимость коэффициента черноты, в том числе, при температуре ниже комнатной. Автоматическое регулирование и поддержание заданных значений температуры пластин теплообменника обеспечивают постоянство и воспроизводимость температурного режима всего теплового блока установки.

Для определения градуировочной зависимости (рисунок 4) в качестве СО были использованы покрытия из алюминиевой фольги (ε = 0,02) и копировальной бумаги (ε = 0,92), а также покрытия, составленные из 75 % фольги и 25 % копирки (ε = 0,24), СО из 50 % фольги и 50 % копирки (ε = 0,47), СО из 25 % фольги и 75 % копирки (ε = 0,70).

Измерения проводились при температуре T_1 = 20 С и T_2 = 30 С, для которой были известны коэффициенты черноты используемых СО. Полученные градуировочные зависимости (рисунок 2) соответствуют их характеру, который описывается формулами (3) и (4).

Анализ источников погрешности измерений, выполненных в [5], с учетом экспериментально полученных результатов, показывает, что при неопределенности значений коэффициента черноты образцов, использованных для построения градуировочной зависимости в 2 %, значения погрешности измерений исследованным методом составляют от 4 % до 6 %. Для большинства практических приложений это является вполне приемлемой точностью измерений коэффициента черноты покрытий.

В настоящее время в СНИИМ ведутся исследования возможности дальнейшего использования датчиков теплового потока для создания средств измерений других тепловых величин, в частности, для определения тепловой мощности и количества теплоты, выделяемой теплоносителем в системах теплоснабжения.

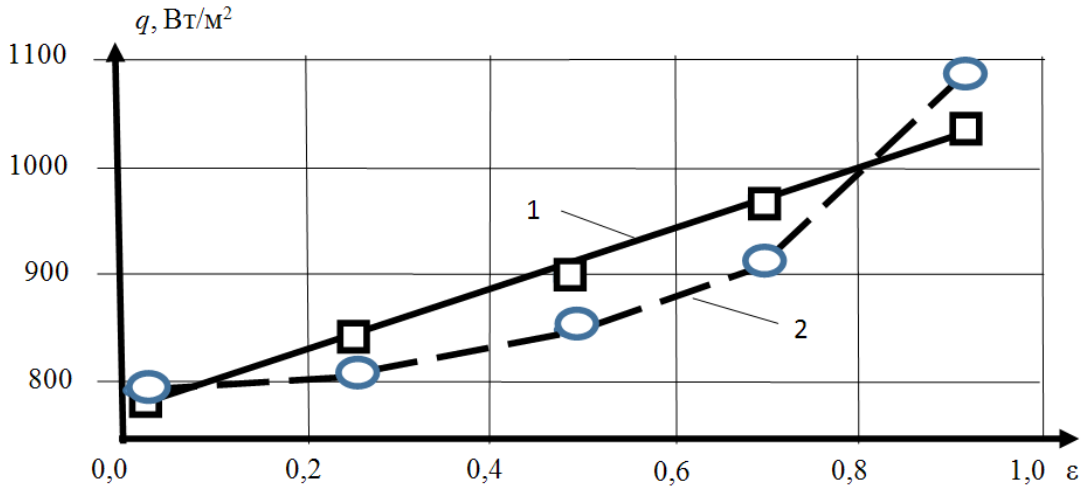


Рисунок 4 – Экспериментальные градуировочные зависимости $q = f(\varepsilon)$: 1 – одна пластина теплообменника с постоянным $\varepsilon = 0{,}92$, другая – с изменяющимся ε; 2 – обе пластины с изменяющимся, но одинаковым ε

Библиографический список

1. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат. – 1990. – 367 с.
2. Излучательные свойства твердых материалов: справочник / под ред. А.Е. Шейндлина. – М.: Энергия. – 1974. – 472 с.
3. Мисяченко И.И., Черепанов В.Я. Измерительная установка для исследования и аттестации стандартных образцов излучательных свойств / Вопросы авиационной науки и техники. Авиационные материалы. Оптико-физические свойства материалов: науч.-техн. сб. – М.: ВИАМ, 1989. – С. 44–49.
4. Вихарева Н.А., Черепанов В.Я. Метод измерений коэффициента черноты поверхностей в системе двух параллельных плоскостей // Приборные и метрологические аспекты измерительной техники: сб. материалов XI Международного научного конгресса и выставки «Интерэкспо ГЕО-СИБИРЬ-2015». – Новосибирск: СГУГиТ, 2015 – Т.5. – Ч.3. – С. 13-17.
5. Черепанов В.Я. Относительные измерения интегральной излучательной способности материалов модуляционным методом // Измерительная техника. – 1981. – № 5. – С. 36-38.

Vikhareva N.A., Cherepanov V.Ya., Sheynin E.M., Yamshanov V.A.,
Siberian State Institute of Metrology, Novosibirsk

APPLICATION OF HEAT FLUX SENSORS FOR MEASURING HEAT QUANTITIES

The proposes and experimentally studies the thermometric installation for measuring the thermal resistance and thermal conductivity of thin layers of materials, as well as high values of thermal conductivity and blackness coefficient of coatings in this article considered. The principle operation of the installation is based on the use of contact heat flow sensors. The results of research installation presented.

Keywords: thermometric installation, thermal resistance, thermal conductivity, blackness coefficient of coatings, heat exchange, heat flux density, heat flux sensor.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

1 **Альт В.В.** Взаимодействие информационных технологий при создании баз данных инновационных разработок АПК 8

2 **Шокин Ю.И.**, **Юрченко А.В.** Роль информационных технологий в науке. Развитие ИТ-сервисов для современных научных исследований 14

3 **Федоренко В.Ф.** Векторы технологического развития сельского хозяйства России 22

4 **Пальчикова И.Г., Алейников А.Ф.**, **Смирнов Е.С.** Компьютерное зрение в задачах экспертной оценки цвета 28

5 **Юрченко А.В.** Центр научных ИТ-сервисов ИВТ СО РАН 35

6 **Dr. Markus Gandorfer, Sebastian Schleicher, Sebastian Heuser, Johanna Pfeiffer, Dr. Markus Demmel.** Landwirtschaft 4.0 - Digitalisierung und ihre Herausforderungen 39

7 **Т. Хэрууга, Г. Гантулга, Б. Бямбаа.** Насущные проблемы развития сельского хозяйства Монголии и четвертая промышленная революция 48

СЕКЦИЯ 1

1 **Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б.** Модификация норм кормления животных в программах «Коралл» 56

2 **Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Тихонов Н.И.** Комплексная поддержка разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях 59

3 **Редькина Н.С., Шевченко Л.Б.** Исследователь и библиотека: новые диалоги 62

4 **Коковкин В.В., Рапута В.Ф.** Базы данных по загрязнению сельскохозяйственных земель в окрестностях промышленных предприятий Новосибирской области 66

5 **Ярославцева Т.В.**, **Рапута В.Ф.** Модели анализа и управления процессами аэрозольных обработок сельскохозяйственных полей 71

6 **Бендик Н.В., Вашукевич Е.В., Иваньо Я.М., Петрова С.А.** Информационные системы управления природными и техногенными рисками 76

7 **Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П.** Актуальность применения информационных технологий в растениеводстве 80

8 **Исакова С.П., Лапченко Е.А., Боброва Т.Н., КолпаковаЛ.А.** Влияние различных факторов на выбор технологии в растениеводстве 84

9 **Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А.** Анализ информационных систем при выборе технологий в растениеводстве 87

10 **Бузина Т.С., Тулунова Е.С., Ковалёва Е.А., Вараница-Городовская Ж.И.** Информационные системы планирования производства продовольственной продукции 90

11 **Асалханов П.Г., Иваньо Я.М., Полковская М.Н.,** канд. техн. наук. Информационные системы прогнозирования параметров производства сельскохозяйственной продукции 94

12 **Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Гребенникова И.Г., Стёпочкин П.И**. Сравнительный анализ и классификация методов оценки фенотипической стабильности сельскохозяйственных растений 99

13 **Гребенникова И.Г.,Степочкин П.И., Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Чанышев Д.И.** Сравнительное изучение продуктивности зерна яровых культур тритикале и пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири 109

14 **Потанин В.Г., Алейников Ф.Ф.** Влияние агроклиматических факторов на формирование урожая. 112

15 **Чанышев Д.И., Алейников А.Ф., Чешкова А.Ф.** Использование искусственной нейронной сети для корректировки сомнительных по достоверности результатов измерений 117

16 **Осипова Г.М.**, **Потапов Д.А.** Стратегия мобилизации генетических ресурсов для селекции ярового рапса с использованием информационных технологий 120

17 **Гребенникова И.Г., Боровикова Т.В., Чешкова А.Ф.** Применение информационных технологий в селекции ягодных культур 123

18 **Гурова Т.А., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Чесноченко Н.Е.** Выбор дифференцирующих концентраций солевого стрессора для диагностики стрессоустойчивости сортов ячменя 128

19 **Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.** Совместное влияние обыкновенной корневой гнили и хлоридного засоления на проростки пшеницы 132

20 **Шинделов А.В., Ноедорфер Р.** Технико-технологические способы снижения засоренности и элементы цифровых технологий при возделывании зерновых 136

21 **Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.** Разработка базы данных «Реакция сортов пшеницы сибирской селекции на совокупное действие стрессоров» 139

22 **Сероклинов Г.В., Гунько А.В.** Информационные технологии при оценке предпосевной обработки семян пшеницы триходермином 143

23 **Будников Д.А.** Применение программных продуктов при моделировании СВЧ обработки зерна 149

24 **Сырбаков А.П., Пономаренко С.В.** Разработка автоматизированной системы для жизнеобеспечения растений в теплице 154

25 **Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.**, **Штайнерт Т.В.** Определение всхожести моркови кондуктометрическим методом 157

26 **Андреева И.В., Шаталова Е.И., Ульянова Е.Г., Денисюк С.Г.** Методические положения создания базы данных «Лабораторные культуры фитофагов и энтомоакарифагов». 160

27 **Неменущая Л.А.** Применение компьютерных программ, баз данных в защите растений 164

28 **Рехлецкая Е.К.** Влияние отбора кур по живой массе в раннем возрасте на качественные характеристики яиц 168

29 **Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б.** Показатели продуктивности перепелов разного генотипа 171

30 **Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Юров К.П., Петрова С.Г., Эльбядова Е.И., Попов А.А., Павлова А.И.** Информационная компьютерная база данных «Мыт лошадей» 176

31 **Делягин В.Н., Делягина Н.И.** Оценка энергетической эффективности сельскохозяйственного производства с использованием методов имитационного моделирования 178

32 **Криков А.М., Фёдоров А.Г.** Информационная поддержка процессов технического обслуживания техники в сфере сельского хозяйства 182

33 **Криков А.М., Коротких В.В.** Разделение текстов публикаций по технической эксплуатации машин на фрагменты 187

34 **Чавыкин Ю.И.** Систематизация и учет результатов НИР научных и образовательных учреждений Минсельхоза России 191

35 **Королькова А.П.** Поддержка и стимулирование спроса на инновационные продукты и технологии предприятиями АПК 196

36 **Тырышкин И.С.** Коммерциализация научных исследований в АПК 200

37 **Гарке Т.М., Кретова Е.А., Мельникова Т.Н.** Деятельность СибНСХБ-филиала ГПНТБ СО РАН по сохранению единого информационного пространства аграрной науки Сибири 201

СЕКЦИЯ 2

1 **Ulzii-Orshikh Dorj, Uranbaigal Dejidbal, Hongseok Chae, Lkhagvadorj Batsambuu, Altanchimeg Badarch, Shinebayar Dalkhaa**. Citrus fruit quality classification based on size using digital image processing 207

2 **Ульзии-Орших Дордж, Уранбайгаль Деиджибал, Хунсеок Чае, Лхагвадордж Бацамбуу, Алтанхимег Бадарч, Шинебайар Далхаа.** Классификация качества цитрусовых на основе размера с использованием обработки цифровых изображений 212

3 **Мотовилов К.Я., Мотовилов О.К.** Нанобиотехнологии – эффективный путь реализации продовольственной безопасности России 218

4 **Ашмарина Л.Ф., Сухоруков А.А., Коробейников А.С.** Рентгеноспектральный микроанализ как перспективный метод ранней диагностики болезней растений 221

5 **Болотов Д.С.** Влияние диэлектрических пластин на распространение электрического поля рабочих органов электротехнологического культиватора 223

6 **Калюжный А.Т., Гуськов Ю.А., Долгушин А.А.** Теория и практика индукционной сельхознавигации 226

7 **Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Ханин Д.А.** Методика определения коэффициентов трения скольжения зернорастительных масс по лакокрасочным покрытиям 231

8 **Бекенёв В.А., Большакова И.В., Фролова В.И., Фролова Ю.В., Дементьев В.Н.** Совершенствование методов оценки племенных свиней с использованием информационных технологий 235

9 **Большакова И.В.** Алгоритмические решения анализа и прогнозирования продуктивных и экономических показателей свиноводства 239

10 **Зазнобин А.М., Самсонов С.Е.** Разработка микроконтроллерной системы автоматизированного управления температурой инфракрасной сушилки 244

11 **Зазнобин А.М., Сембенов Т.А.** Виброплатформа для счетчика 1000 зерен 249

12 **Савиных Е.В., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А.** Качество и безопасность птицеводческой продукции при включении кормовой добавки – БАД из зерна пшеницы 253

13 **Мазалевский В.Б.** Исследование микроструктуры напитка из семян сосны сибирской 260

14 **Нициевская К.Н.** Использование капиллярного электрофореза «Капель» для анализа аминокислотного состава растительного сырья 263

15 **Шувалов Г.В., Васильева Т.В.** Возможности экспресс-анализа параметров нефтепродуктов 265

16 **Дмитриева Л.И., Шувалов Г.В.** Исследования характеристик микрочастиц посредством воздействия неоднородным переменным электрическим полем 269

17 **Шувалов Г.В.** Разработка и применения приборов контроля и мониторинга качества нефтепродуктов 273

18 **Буклагин Д.С., Шмелев С.А.** Возможности применения трехмерных измерительных систем в сельхозмашиностроении 277

19 **Липатов Е.И., Шулепов М.А., Буренина А.А., Полторацкая Т.Н**., **Скакун В.С., Печеницин Д.С.** Эксилампы для обеззараживания воды и стимуляции роста в растениеводстве 283

20 **Лялякин В.П., Аулов В.Ф., Ишков А.В., Трохин А.Ю.** Инновационная технология упрочнения ножей соломоизмельчителя комбайнов ООО «КЗ «Ростсельмаш» 288

21 **Медведько С.Н., Марченко В.О.** Применение универсального хронометра ИП-287 при испытаниях сельскохозяйственной техники 291

22 **Минеев В.В., Алейников А.Ф., Ёлкин О.В., Морозов В.Б., Рихтер В.А.** Устройство для диагностики спелости ягод 295

23 **Иванов В.И.** Энергетические исследования электроискрового метода нанесения металлопокрытий 298

24 **Алейников А.Ф., Минеев В.В., Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Чанышев Д.И.** Выбор метода ранней диагностики грибных болезней земляники 303

25 **Ракутько С.А., Ракутько Е.Н.** Метод и устройство для оценки стабильности развития растений 307

26 **Клименок И.И.** Проблемы информационного обеспечения молочного скотоводства Сибири 312

27 **Назаров А.Н., Попелова И.Г.** О точности подсчета растений в рядовых посевах культур 314

28 **Коноваленко Л.Ю.** Информационные технологии - основа эффективной переработки сельскохозяйственной продукции 319

29 **Ершова И.Г., Поручиков Д.В.** Разработка резервного питания блока управления энергоресурсосберегающей установки овощехранилища 323

30 **Сагындыков У.З., Аубакирова К.М., Мейрамкулова К.С., Темирбекова А.Ж.** Исследование обсемененности микроорганизмами вод путем фотохимической очистки 325

31 **Буклагин Д.С.** Методы и приборы для определения содержания клетчатки 328

СЕКЦИЯ 3

1 **Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Алетдинова А.А.** Обоснование технологического и технического обеспечения производства продукции растениеводства в условиях Сибири с применением информационных технологий 339

2 **Борисова Л.В., Димитров В.П.** Разработка базы знаний для технологической настройки зернокомбайнов на основе нечетких высказываний 343

3 **Буклагин Д.С.** Лазерные технологии для испытаний сельскохозяйственной техники 347

4 **Гребенников А.С., Гребенников С.А.** Взаимосвязь неравномерности исходных электротехнических свойств элементов аккумуляторных батарей с ресурсом 352

5 **Киреев И.М., Коваль З.М.** Моделирование рабочего процесса высевающего аппарата для рациональных технологий применения сеялок точного высева 358

6 **Киреев И.М., Коваль З.М.** Моделирование рабочего процесса распылителей жидкости для технологических режимов работы опрыскивателей 364

7 **Кривцова Т.И., Кривцов С.Н., Скребнев К.С.** Влияние характерных неисправностей бензинового двигателя на неравномерность вращения коленчатого вала 370

8 **Крохта Г.М., Хомченко Е.Н.** Эффективные показатели дизельного двигателя с двумя уровнями постоянной мощности 374

9 **Добролюбов И.П.** Идентификация нелинейностей типа «люфт» ДВС с помощью измерительной экспертной системы 379

10 **Бураев М.К., Шистеев А.В.** Логистическая поддержка системы производственно-технической эксплуатации машинно-тракторного парка 383

11 **Немцев А.Е., Коротких В.В., Деменок И.В., Коптева И.В.** К вопросу оперативности процесса восстановления работоспособности мобильного энергетического средства 387

12 **Мишина З.Н., Герасимов В.С.** Совершенствование организационно-технических принципов технического сопровождения сельскохозяйственной техники 391

13 **Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А.** О базовой концепции формирования системы рециклинга сельскохозяйственной техники в АПК с использованием цифровых технологий 394

14 **Дубровин А.В.** Технологически и экономически оптимальное управление электрогидравлическим приготовлением инновационных удобрений 400

15 **Иванова Т.Е., Иванов О.А., Утенков Г.Л.** Резервы роста эффективности орошаемого земледелия юга Средней Сибири 405

16 **Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Альт В.В., Добролюбов И.П.** Анализ методов и средств диагностирования ДВС энергонасыщенной техники динамическим методом 408

17 **Добролюбов И.П., Утенков Г.Л.** . Повышение производительности автоматизированного комплекса почвообработки за счет применения оптимального управления 413

18 **Курносов А.Ф., Гуськов Ю.А.** Состояние и перспективы развития технической диагностики транспортно-технологических машин 418

19 **Кем А.А.** Сеялка для разноглубинного посева зерновых культур и локального внесения удобрений 424

20 **Долгушин А.А., Воронин Д.М.** Обеспечение теплового комфорта агрегатов трансмиссии автомобиля при использовании в условиях холодного климата 428

21 **Добролюбов И.П., Савченко О.Ф.** Идентификация состояния ДВС с помощью динамических амплитудно-частотных спектров в измерительной экспертной системе 431

22 **Петухов Д.А., Марченко В.О., Бондаренко Е.В.** Элементы технологий точного земледелия, испытанные в условиях тестового полигона 437

23 **Виноградов А.В., Большев В.Е., Виноградова А.В.** Системы интеллектуализации распределительных электрических сетей 443

24 **Гольтяпин В.Я.** Направления, возможности и перспективы использования интернета вещей в сельском хозяйстве 447

25 **Лютый А.В.** Программное обеспечение измерений по топографическим координатам при испытаниях сельскохозяйственной техники 452

26 **Щеголихина Т.А.** Программное обеспечение и электронные системы управления технологическим процессом при внесении средств защиты растений 456

27 **Ёлкин О.В**, **Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Морозов В.Б.** Особенности разработки платы сопряжения диагностического устройства оценки мощности ДВС, оснащенных электронным блоком управления 460

28 **Батищев В.Я.** Приборное обеспечение для восстановления насос-форсунок и индивидуальных насосов ДВС 464

29 **Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Хорт Д.О.** Проектирование интеллектуальных агротехнологий в системе "Умный сад" 468

30 **Хорт Д.О., Кутырёв А.И.** Обоснование параметров технологии и автоматизированного устройства магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве 474

31 **Васильев А.Н., Тихомиров Д.А.** Состояние и перспективные направления развития систем энергообеспечения сельскохозяйственных предприятий 479

32 **Щукин С.Г.** Теоретическое исследование работы инерционного вибровозбудителя планетарного типа для интенсификации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве 484

33 **Щукин С.Г., Леонидов А.А.** Контроль и управление технологическим процессом безотвального рыхления почвы 488

34 **Щукин С.Г., Леонидов А.А.** Совершенствование технологического процесса уплотнения почвы 493

35 **Яковлев Д.А., Беляев В.И., Поляков Г.Н.** Рациональное комплектование посевных машин рабочими органами для условий повышенного увлажнения почв 497

СЕКЦИЯ 4

1 **Добротворская Н.И., Дубровский А.В., Малыгина О.И., Троценко Е.С.** Геомоделирование территориального распределения селитебных зон Новосибирской агломерации с учетом типизации почв 501

2 **Дубровский А.В., Евсюкова И.Н.** Технология геоинформационного анализа рекреационной обеспеченности населенных пунктов 504

3	**Молородов Ю.И., Ходорченко Д.А**. Развертывание инфраструктуры интеллектуального научного Интернет-ресурса	508
4	**Пестунов И.А., Мельников П.В., Рылов С.А., Синявский Ю.Н.** Оценка качества всходов сельскохозяйственных культур по RGB-изображениям с БПЛА	514
5	**Барановский Н.В., Янкович Е.П., Базаров А.В., Сычёв Р.С., Гончиков Б.Н.** Концепция мониторинга лесной пожарной опасности от антропогенной нагрузки на территории типичного лесничества в окрестности сельских населенных пунктов и различных транспортных путей	520
6	**Бугакова Т.Ю., Кацко С.Ю., Кокорина И.П.** Формирование единого геоинформационного пространства рационального природопользования для различных территориальных уровней	523
7	**Ганагина И.Г., Косарева А.М.** Анализ применения метода равновеликих трапеций для создания зоологических карт в среде ГИС	526
8	**Данилова А.А.** Шкала детоксикационной активности почвы для создания дополнительного слоя на ГИС картах агроэкологической оценки земель	529
9	**Потапов В.П., Счастливцев Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И.** Оценка воздействия угледобывающего предприятия на сельскохозяйственные земли примыкающих территорий	533
10	**Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Ярославцева Т.В., Амикишиева Р.А.** Модели и методы наземного и спутникового мониторинга загрязнения земель сельскохозяйственного назначения	537
11	**Жарников В.Б., Ларионов Ю.С, Стуканов А.А., Конева А.В.** Инновационные подходы к развитию АПК на основе биоземледелия и закона плодородия почв	542
12	**Митрофанова Н.О., Чернов А.В., Стегниенко Е.С., Гоголев Д.В.** Инвентаризация земель сельскохозяйственного назначения с применением беспилотных авиационных систем	547
13	**Нечаев А.И.** Программный комплекс расчета параметров оптимального управления сельскохозяйственными агрегатами на поле при спутниковой навигации	550
14	**Скрынник Б.С., Семизоров С.А.** Опыт модернизации сельскохозяйственной техники с применением системы точного земледелия «Агронавигатор» для дифференцированного внесения расходных материалов	554
15	**Дубровский А.В.** Применение геоинформационного обеспечения для целей рационального использования земель сельскохозяйственного назначения	560
16	**Кузнецова И.Г.** Роль цифровой экономики в развитии сельского хозяйства Новосибирской области	563
17	**Бродников А.Ф., Черепанов В.Я.** Измерение теплопроводности современных конструкционных материалов при криогенных температурах	566
18	**Козин Т.В., Чеснялис П.А., Багирова А.В.** Авторам научных публикаций: возможности информационно-аналитических систем	571
19	**Рожанская О.А., Горшкова Е.М.** Агрометеорологические особенности формирования урожая сои и нута в Сибири	573
20	**Вихарева Н.А., Черепанов В.Я., Шейнин Э.М., Ямшанов В.А.** Применение датчиков теплового потока для измерений тепловых величин	578

ПЕРЕЧЕНЬ ОРГАНИЗАЦИЙ И УЧРЕЖДЕНИЙ

Полное наименование	Сокращенное наименование	Страницы
СФНЦА РАН		
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН	СибФТИ СФНЦА РАН Новосибирская обл., р.п. Краснообск	8, 28, 80, 84, 87, 99, 109, 112, 117, 123, 128, 132,139, 143, 157, 160 ,295, 303, 334, 408, 431, 460, 550
Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН	СибНИИ кормов СФНЦА РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск	120, 160, 221, 573
Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН	СибНИИЗиХ СФНЦА РАН Новосибирская обл., р.п. Краснообск	405, 413, 529
Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН	СибИМЭ СФНЦА РАН Новосибирская обл., р.п. Краснообск	178, 182, 187, 333, 387, 464
Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства СФНЦА РАН	СибНИПТИЖ СФНЦА РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск	235, 299
Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции СФНЦА РАН	СибНИТИП СФНЦА РАН Новосибирская обл., р.п. Краснообск	218, 260, 263
Сибирское отделение Российской академии наук		
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук»	ГПНТБ СО РАН, Новосибирск	62, 571
Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека – филиал Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения Российской академии наук»	СибНСХБ – филиал ГПНТБ СО РАН Новосибирская обл., р.п. Краснообск	201
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук»	ФГБУН ИВТ СО РАН, Новосибирск	14, 35, 508, 514
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук» – Кемеровский филиал	ФГБУН ИВТ СО РАН – Кемеровский филиал	533
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук»	ФГБУН КТИ НП СО РАН, Новосибирск	28
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук	ФГБУН ИСИ СО РАН, Новосибирск	59
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук	ИЯФ СО РАН, Новосибирск	566
Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук	СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск	109, 157

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук	ИНХ СО РАН, Новосибирск	66, 71, 537
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук	ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск	66, 71, 537
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук	ИСЭ СО РАН, Томск	289
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук	ИФМ СО РАН, Улан-Удэ	520
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук	ИОЭБ СО РАН, Улан-Удэ	520
Российская академия наук		
Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ	Филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург	307
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ	ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва	149, 288, 298, 323, 391, 394, 400, 443, 468, 474, 479
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова	ФГБНУ ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова, Якутск	176
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко	ФГБНУ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко, Москва	176
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии»	ФГБНУ «НИИАП Хакасии», Абакан	405
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»	ФГБНУ «Омский АНЦ», Омск	424
Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр»	СибНИИП – филиал ФГБНУ «Омский АНЦ» Омск	168, 171
Министерства РФ		
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса»	ФГБНУ «Росинформагротех», Московская обл., пос. Правдинский	22, 164, 191, 196, 276, 319, 328, 347, 447, 456
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр Гигиены и Эпидемиологии в Томской области»	ФБУЗ «Центр Гигиены и Эпидемиологии в Томской области», Томск	283
Федеральное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека	ФБУН «Новосибирский НИИ Гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск	71, 537

Новокубанский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Росинформагротех»	КубНИИТиМ, Новокубанск	291, 314, 358, 364, 437, 452
Высшие учебные заведения		
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»	СГУГиТ, Новосибирск	501, 504, 523, 526, 542, 547, 560
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»	НГАУ, Новосибирск	136, 154, 200. 223, 226, 231, 235, 253, 374, 379, 413, 418, 428, 431, 484, 488, 493, 563
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева»	ФГБОУ ВО РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва	56
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»	Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва	56
Государственный аграрный университет Северного Зауралья	ГАУ Северного Зауралья, Тюмень	554
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»	НГТУ, Новосибирск	28, 99, 109, 112, 117, 143, 303, 339
Сибирский университет потребительской кооперации	СибУПК, Новосибирск	260
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.»	СГТУ им. Гагарина Ю.А., Саратов	352
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»	ДГТУ, Ростов-на-Дону	343
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»	ИрНИТУ, Иркутск	370
ФГБОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет	НГУ, Новосибирск	59
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского	Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, Иркутск	76, 90, 94, 383
ФГБОУ ВО Якутская государственная сельскохозяйственная академия	Якутская ГСХА, Якутск	126, 497
ФГБОУ ВО Алтайский Государственный аграрный университет	Алтайский ГАУ, Барнаул	288, 497
ФГБОУ ВО Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова	БГСА, Улан-Удэ	520
ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет	ФГБОУ ВО НИТПУ, Томск	283, 520
Организации других ведомств		
ФГУП «Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии»	ФГУП «СНИИМ», Новосибирск	265, 269,273, 566, 578
ООО «Импульс»	ООО «Импульс», г. Юрга, Кемеровская обл.	154
Специальное конструкторское бюро ЗАМК Краснообской средней общеобразовательной школы №1	СКБ ЗАМК Краснообской СОШ №1, Новосибирская обл., р.п. Краснообск	244
Специальное конструкторское бюро ЮНЫЙ ТЕХНИК (МСХА)	СКБ ЮТ (МСХА), Новосибирская обл., р.п. Краснообск,	249
АО «Конструкторское бюро точного машиностроения им. А.Э. Нудельмана»	АО «КБточмаш им. А.Э. Нудельмана», Москва	276
ООО «Системы точного земледелия»	ООО «Системы точного земледелия», Новосибирск	554
ООО Комбайновый завод «РОСТСЕЛЬМАШ»	«РОСТСЕЛЬМАШ», Ростов	288

ФГБУ «Северо-Кавказская государственная зональная машиноиспытательная станция»	Северо-Кавказская МИС, Ростовская обл., Зерноград	291
Германия		
Компания Агроимпульс, Бавария	Компания Агроимпульс, Бавария, Плининг	136
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung	Freisin, Deutschland	39
Монголия		
Монгольский государственный аграрный университет	МГАУ г. Улан-Баатар	48
Монгольский университет наук о живой природе	г. Улан-Баатар	207, 212
Монгольская Академия Аграрных Наук	МААН, г. Улан-Баатар	48
Казахстан		
Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства	Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Алматы	
Национальная Академия наук Республики Казахстан	НАН РК, Алматы	
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва	Алматы	325
Южная Корея		
Национальный университет Чонбук	г. Деокджин-Донг	207, 212

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ СТАТЕЙ

-А-	
Алейников Александр Фёдорович	28, 99, 109, 112, 117, 295 ,303
Алетдинова Анна Александровна	339
Альт Виктор Валентинович	8, 408
Андреева Ирина Валерьевна	160
Амикишиева Р.А.	537
Асалханов Пётр Георгиевич	94
Аубакирова Карлыгаш Муратовна	325
Аулов Вячеслав Фёдорович	288
Ашмарина Людмила Филипповна	221
-Б-	
Багирова Александра Валерьевна	571
Базаров Александр Владимирович	520
Барановский Николай Викторович	520
Батищев Вячеслав Яковлевич	464
Беляев Владимир Иванович	497
Бендик Надежда Владимировна	76
Бекенёв Виталий Алексеевич	235
Боброва Татьяна Никифоровна	80, 84, 87
Болотов Денис Сергеевич	223
Большакова Изольда Владимировна	235, 239
Большев Вадим Евгеньевич	443
Бондаренко Евгений Валентинович	437
Борисова Людмила Викторовна	343
Боровикова Татьяна Владимировна	123
Бродников Александр Фёдорович	566
Бузина Татьяна Сергеевна	90
Бугакова Татьяна Юрьевна	523
Будников Дмитрий Александрович	149
Буклагин Дмитрий Саввич	277, 328, 347
Бураев Михаил Кондратьевич	383
Буренина Анастасия Анатольевна	283
Буряков Сергей Анатольевич	394
Быков Анатолий Александрович	533
Б. Бямбаа	48
Lkhagvadorj Batsambuu	207, 212
Altanchimeg Badarch	207, 212
-В-	
Вараница-Городовская Жанна Игоревна	90
Васильев Алексей Николаевич	479
Васильева Татьяна Владимировна	265
Вашукевич Елена Валериевна	76
Виноградов Александр Владимирович	443
Виноградова Алина Васильевна	443
Вихарева Надежда Анатольевна	578
Воронин Дмитрий Максимович	428
-Г-	
Ганагина Ирина Геннадьевна	556
Герасимов Валерий Сергеевич	391, 394
Гоголев Дмитрий Владимирович	547
Гольтяпин Владимир Яковлевич	447
Горшкова Евгения Михайловна	573
Гончиков Бато Николаевич	520
Гребенников Александр Сергеевич	352
Гребенников Сергей Александрович	352
Гребенникова Ирина Геннадьевна	99, 109, 123, 303

Гуськов Юрий Александрович	226, 418
Гунько Андрей Васильевич	143
Гурова Тамара Алексеевна	128, 132, 139, 157
Гарке Татьяна Михайловна	201
Dr. Markus Gandorfer	39
Гомбо Гантулга	48
-Д-	
Делягин Валерий Николаевич	178
Данилова Альбина Афанасьевна	529
Делягина Наталья Ивановна	178
Денисюк Сергей Григорьевич	132, 139, 157, 160
Дементьев Виктор Николаевич	235
Димитров Валерий Петрович	343
Дмитриева Лидия Игоревна	269
Добролюбов Иван Петрович	379, 408, 413, 431
Добротворская Надежда Ивановна	501
Докин Борис Дмитриевич	339
Долгушин Алексей Александрович	226, 428
Деменок Ирина Васильевна	387
Дубровский Алексей Викторович	501, 504, 560
Дубровин Алексей Владимирович	400
Дымков Андрей Борисович	171
Dr. Markus Demmel	39
Ulzii-Orshikh Dorj	207, 212
Uranbaigal Dejidbal	207, 212
Shinebayar Dalkhaa	207, 212
-Е-	
Евсюкова Инная Николаевна	504
Ершова Ирина Георгиевна	323
-Ё-	
Ёлкин Олег Владимирович	295, 339, 460
-Ж-	
Жарников Валерий Борисович	542
-З-	
Загорулько Юрий Алексеевич	59
Загорулько Галина Борисовна	59
Зазнобин Анатолий Михайлович	244, 249
-И-	
Иваньо Ярослав Михайлович	76, 94
Иванов Олег Анатольевич	405
Иванова Татьяна Екимовна	405
Иванов Валерий Игоревич	298
Игнатов Владимир Ильич	394
Измайлов Андрей Юрьевич	468
Исакова Светлана Павловна	80, 84, 87
Ишков Алексей Владимирович	288
-К-	
Калюжный Анатолий Тимофеевич	226
Кацко Станислав Юрьевич	523
Кем Александр Александрович	424
Киреев Иван Михайлович	358, 364
Клименок Иван Иванович	312
Коваль Зинаида Михайловна	358, 364
Ковалёва Евгения Александровна	90
Козин Трофим Владимирович	571
Кокорина Ирина Петровна	523
Колпакова Любовь Александровна	80, 84, 87

Конева Анна Валерьевна	542
Коноваленко Людмила Юрьевна	319
Коптева Ирина Васильевна	387
Коротких Владимир Владимирович	187, 387
Королькова Антонина Павловна	196
Коробейников Александр Сергеевич	221
Косарева Александра Михайловна	526
Кретова Елена Анатольевна	201
Кривцов Сергей Николаевич	370
Кривцова Татьяна Игоревна	370
Криков Аркадий Максимович	182, 187
Крохта Геннадий Михайлович	374
Коковкин Василий Васильевич	66, 537
Кузнецова Ирина Геннадьевна	563
Курносов Антон Федорович	418
Кутырёв Алексей Игоревич	474
-Л-	
Лапченко Елена Андреевна	80, 84, 87
Ларионов Юрий Степанович	542
Ланцева Надежда Николаевна	253
Леонидов Алексей Алексеевич	488, 493
Лялякин Валентин Павлович	288
Липатов Евгений Игоревич	283
Лукьянов Борис Васильевич	56
Лукьянов Павел Борисович	56
Луговская Ольга Сергеевна	128, 132, 139, 157
Лютый Алексей Владимирович	452
-М-	
Малыгина Олеся Игоревна	501
Марченко Вячеслав Олегович	291, 437
Медведько Софья Николаевна	291
Мельникова Татьяна Николаевна	201
Мельников Павел Владимирович	514
Мейрамкулова К.С.	325
Минеев Валерий Викторович	295, 303
Митрофанова Наталья Олеговна	547
Мишина Зоя Николаевна	391
Молородов Юрий Иванович	508
Мотовилов Константин Яковлевич	218
Мотовилов Олег Константинович	218
Морозов Владимир Борисович	295, 460
Мазалевский Виктор Борисович	260
-Н-	
Назаров Андрей Николаевич	314
Нициевская Ксения Николаевна	263
Неменущая Людмила Алексеевна	164
Немцев Анатолий Егорович	387
Неустроев Михаил Петрович	176
Нечаев Александр Иннокентьевич	550
Ноедорфер Р.	136
-О-	
Ольшевский Сергей Николаевич	408, 460
Осипова Галина Михайловна	120
-П-	
Павлова Анна Ивановна	176
Пальчикова Ирина Георгиевна,	28
Петрова Софья Андреевна	76

Петрова С.Г.	176
Потапов Дмитрий Анатольевич	120
Пестунов Игорь Алексеевич	514
Петухов Дмитрий Анатольевич	437
Печеницин Дмитрий Сергеевич	283
Полковская Марина Николаевна	94
Пономаренко Сергей Владимирович	154
Полторацкая Татьяна Николаевна	283
Поляков Геннадий Николаевич	497
Попелова Ирина Григорьевна	314
Поручиков Дмитрий Витальевич	323
Попов Андрей Афанасьевич	176
Потанин Вениамин Григорьевич	112
Потапов Вадим Петрович	533
Пчельников Александр Владимирович	231
Johanna Pfeiffer	39
-P-	
Рапута Владимир Федотович	66, 71, 537
Ракутько Сергей Анатольевич	307
Ракутько Елена Николаевна	307
Рылов Сергей Александрович	514
Редькина Наталья Степановна	62
Рехлецкая Екатерина Казимировна	168, 171
Рихтер Владимир Аркадьевич	295
Рожанская Ольга Александровна	573
Рябуха Людмила Анатольевна	253
-C-	
Савченко Олег Фёдорович	408, 431, 460
Савиных Елена Викторовна	253
Сагындыков Утемурат Зулхарнаевич	325
Самсонов Семён Евгеньевич	244
Синявский Юрий Николаевич	514
Счастливцев Евгений Леонидович	533
Сероклинов Геннадий Васильевич	143
Сембенов Тельжан Алибекович	249
Семизоров Сергей Алексеевич	554
Свежинцева Елена Александровна	128, 132, 139, 157
Скакун Виктор Семенович	283
Скребнев Константин Сергеевич	370
Скрынник Борис Сергеевич	554
Смирнов Игорь Геннадьевич	468
Стуканов Андрей Алексеевич	542
Стегниенко Елена Сергеевна	547
Сырбаков Андрей Павлович	154
Смирнов Евгений Сергеевич	28
Стёпочкин Пётр Иванович	99, 109
Сухоруков Александр Алексеевич	221
Сычёв Роман Сергеевич	220
-T-	
Тарабукина Надежда Петровна	176
Темирбекова А.Ж.	325
Тихомиров Дмитрий Анатольевич	479
Трохин Андрей Юрьевич	288
Троценко Елена Сергеевна	501
Тулунова Евгения Степановна	90
Тихонов Николай Игоревич	59
Тырышкин Игорь Сергеевич	200

-У-	
Ульянова Екатерина Георгиевна	160
Утенков Геннадий Леонидович	405, 413
-Ф-	
Фёдоров Александр Георгиевич	182
Федоренко Вячеслав Филиппович	22
Фролова Валентина Ивановна	235
Фролова Юлия Валерьевна	235
-Х-	
Ханин Дмитрий Александрович	231
Ходорченко Дарья Андреевна	508
Хорт Дмитрий Олегович	468, 474
Хомченко Егор Николаевич	374
Хрянин Виктор Николаевич	231
Sebastian Heuser	39
Т. Хэрууга	48
-Ч-	
Чавыкин Юрий Иванович	191
Чанышев Дамир Исмагилович	109, 117, 303
Черепанов Виктор Яковлевич	566, 578
Чесноченко Наталья Евгеньевна	128
Чеснялис Полина Анатольевна	571
Чешкова Анна Фёдоровна	99, 109, 117, 123, 303
Чернов Александр Викторович	547
Hongseok Chae	207, 212
-Ш-	
Шаталова Елена Игоревна	160
Шейнин Эрих Моисеевич	578
Шинделов Андрей Викторович	136
Шистеев Алексей Валерьевич	383
Шмелев Сергей Александрович	277
Шокин Юрий Иванович	14
Шувалов Геннадий Владимирович	265, 269, 273
Шевченко Людмила Борисовна	62
Штайнерт Татьяна Владимировна	157
Шулепов Михаил Александрович	283
Sebastian Schleicher	39
-Щ-	
Щеголихина Татьяна Алексеевна	456
Щукин Сергей Геннадьевич	484, 488, 493
-Э-	
Эльбядова Е.И.	176
-Ю-	
Юрченко Андрей Васильевич	14, 35
Юров Константин Павлович	176
Юкина Наталья Ивановна	533
-Я-	
Яковлев Даниил Александрович	497
Ямшанов Владимир Алексеевич	578
Янкович Елена Петровна	520
Ярославцева Татьяна Владимировна	71, 537

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ В АПК

АГРОИНФО–2018

Материалы 7-й Международной научно-практической конференции
(Новосибирская область, р.п. Краснообск, 24-25 октября 2018 г.)

Компьютерная верстка: Митьковская И.Ф.,
Бычкова Т.В.,
Кубрина О.С.,
Дудкин А.Л.

Обложка: Даукшис Л.А.

INFORMATION TECHNOLOGIES, SYSTEMS AND EQUIPMENT IN AGRIBUSINESS INDUSTRY

AGROINFO-2018

Proceedings of the 7th International Research and Practice Conference
(Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia, 24-25 October, 2018)

Computer makers-up: Mitkovskaya I.F.,
Bychkova T.V.,
Kubrina O.S.,
Dudkin A.L.

Cover design: Daukshis L.A.