

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОИНФОРМАЦИЯ: ОПЫТ БЕЛАРУСИ**

**С. Е. Дромашко**

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,  
Беларусь, Минск 220072, ул. Академическая, 27,  
e-mail: S.Dromashko@igc.bas-net.by

**Т. О. Крисевич**

Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка,  
Беларусь, Минск 220050, ул. Советская, 18,  
e-mail: kristaol@rambler.ru

### **Аннотация**

В настоящее время нет устоявшегося определения понятия «экоинформация». Оно предопределено в первую очередь отраслевой спецификой экологического права. В докладе дается характеристика понятия «экоинформация». Освещаются проблемы использования новых информационных технологий в экологии. Рассматриваются особенности анализа, идентификации и прогнозирования экологических ситуаций с применением информационных технологий. Рассматриваются экологические порталы Беларуси, в частности ГИС «Беловежская пуца», Экологический информационный центр ЦНБ НАН Беларуси «Эко-Инфо». В докладе также описаны информационные ресурсы, созданные в лаборатории моделирования генетических процессов Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Рассматривается также новое педагогическое программное средство – сайт [www.biology.by](http://www.biology.by), созданный для поддержки учебного процесса по биологии в БГПУ им. М. Танка, а также в системе довузовского образования.

Информационные процессы в современном обществе оказывают огромное влияние на все сферы общественного развития, в том числе и на экологическую сферу.

В настоящее время нет устоявшегося определения понятия «экоинформация». Оно предопределено в первую очередь отраслевой спецификой экологического права [1]. В правовой терминологии существует два подхода к определению этого понятия. Одни ученые определяют это понятие через перечень сведений, которые включаются в состав экологической информации, например, о состоянии окружающей среды, здоровья и безопасности людей, о загрязнении окружающей среды и ее компонентов, об экологической угрозе или риске для здоровья и жизни людей, авариях и причинах их возникновения, о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, о состоянии природных ресурсов, о нормативных правовых и иных актах в области охраны окружающей среды [2] и т.д. Это не противоречит общетеоретической науке. Другой подход в определении понятия осуществляется через сферу эколого-правового регулирования в целом.

Экологическая информация имеет ряд существенных признаков, которые отличают ее от понятия «информация» [3]. Такими признаками являются предназначение экологической информации, ее значимость.

При определении понятия «экологическая информация» необходимо учитывать родовидовые признаки, положения общетеоретических и социологических научных исследований, нормах информационного и экологического законодательства [2]. В данном

контексте будем определять **экологическую информацию** как любые сведения (сообщения, данные о состоянии окружающей среды, ее компонентов, их изменении под влиянием негативной хозяйственной и иной деятельности, источниках такой деятельности, принимаемых мерах и др.) независимо от формы представления, характеризующие состояние и специфические особенности сферы взаимодействия общества и природы, необходимые для охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, обеспечении экологической безопасности, охраны жизни и здоровья граждан, а также имеющие значение для обеспечения общественных, частных и государственных экологических интересов и потребностей, осуществления и защиты экологических прав граждан и юридических лиц [1, 2].

Экоинформационная система – это региональная автоматизированная экспертная система по экологии и природоохранной деятельности, которая включает данные мониторинга и состоит из таких компонентов, как системы управления базами данных (СУБД): MS Access, MS Visual FoxPro, Paradox, Clarion, Oracle и др., геоинформационных систем (ГИС): ArcInfo, MapInfo, Manifold System, GeoGraph и др, пакета прикладных программ (ППП): “Statistica”, “Statgraphics”, “SPSS”, “SAS”, “Stadia” и др. [4, 5]. В каждом из этих продуктов имеются внутренние языки программирования, средства визуализации информации, импорта и экспорта данных. Поэтому, для того, чтобы создать интегрированную экоинформационную систему, необходимо выбрать подходящие программные продукты и адаптировать их. В связи с развитием новых информационных технологий и сети Internet национальные экоинформационные системы были объединены в глобальную экоинформационную систему, на серверах которой хранится огромный объем информации о состоянии окружающей среды, полученный с помощью систем экологического мониторинга [6].

Экоинформационные системы обеспечивают решение множества задач, таких как подготовка интегрированной информации о состоянии окружающей среды, моделирование процессов, происходящих в окружающей среде, с учетом существующих уровней антропогенной нагрузки, обработка и накопление в базах данных результатов локального и дистанционного мониторинга и т.д. Для поддержки аналитической деятельности любого экологического проекта экоинформационная система должна состоять из следующих ступень функционального анализа данных [7]:

- отбор и сортировка данных;
- маркирование и извлечение семантических группировок;
- комбинирование данных;
- визуальный многомерный анализ;
- разведывательный анализ данных;
- математическая обработка многомерных наблюдений;
- принятие решений.

Экоинформационные системы, в целом, должны быть ориентированы на комплексное использование результатов экологического мониторинга. Это обеспечит преобразование первичных данных в форму, пригодную для поддержки принятия решений, способствующих устойчивому развитию.

Данные о состоянии окружающей среды хранятся в СУБД – системах Управления Базами Данных (DBMS – Data Base Management System), представляющих собой программу, либо комплекс программ, предназначенных для полнофункциональной работы с данными.



Рис.1. Формирование экоинформации для поддержки решений в экоинформационных системах [7].

СУБД позволяет создавать и изменять структуры хранения наборов данных, средства доступа. Современные серверы баз данных содержат большой объем информации, обеспечивают одновременную работу большого количества пользователей и имеют средства бэк-копирования, которые позволяют копировать открытые файлы и работать в режиме онлайн [8].

Таблица 1.

Преимущества бесплатных и коммерческих СУБД.

СУБД	Преимущества
Бесплатная подсистема хранения данных (напр. Postgresql)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Возможность работы с большими объемами данных.</li> <li>✓ Работа с данными по сети Интернет.</li> <li>✓ Возможность защиты передаваемой по сети информации.</li> <li>✓ Совместная работа нескольких пользователей с одним и тем же множеством данных.</li> <li>✓ Полная совместимость со стандартом Open GIS Consortium.</li> <li>✓ Контроль корректности топологии.</li> <li>✓ Наличие библиотеки для работы с пространственными данными.</li> </ul>
Коммерческая СУБД для хранения пространственных данных (напр., Oracle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Хранение пространственных данных в стандартизованном формате.</li> <li>✓ Хранение пространственных и семантических данных в единой СУБД.</li> <li>✓ Стандартизированный, унифицированный доступ как к пространственным, так и к семантическим данным через SQL.</li> <li>✓ Техническая поддержка и постоянное совершенствование программного обеспечения.</li> <li>✓ Поддержка со стороны крупнейших производителей ГИС и CAD-систем.</li> </ul>

Существуют две категории СУБД – бесплатные и коммерческие. Несмотря на преимущества, открытые СУБД имеют существенные недостатки, такие как сложность внедрения, плохо проработанную документацию, отсутствие поддержки, средств установки. В результате этого бесплатные СУБД отстают от своих коммерческих аналогов.

Ввод, хранение, обновление, обработку, анализ и визуализацию всех видов информации осуществляют географические информационные системы (ГИС). Различают глобальные, субконтинентальные, национальные, региональные, субрегиональные, локальные ГИС. По особенностям предметной области информационного моделирования выделяют городские или муниципальные ГИС, природоохранные ГИС и др. Интегрированные ГИС совмещают функциональные возможности ГИС и систем цифровой обработки изображений в единой интегрированной среде. Развитие ГИС-технологий связано с тем, что человеку с его ограниченным трехмерным пространственным воображением сложно анализировать и давать обобщенные оценки многомерным объектам [4].

Информационные системы, которые ориентированы на поддержку решений, основаны на различных упрощенных методах оценки воздействия на окружающую среду, а методы математического моделирования окружающей среды недостаточно отработаны. При использовании математических методов обработки экоинформации, опирающихся на математические модели анализа, прогнозирования развития экологической обстановки и принятия решений, возникают проблемы, связанные со слабой формализованностью задач.

Развитие компьютерных и информационных технологий способствует возможности автоматизации процессов сбора, анализа и выработки рекомендаций по экологически безопасному развитию. Внедрение новых информационных технологий обуславливается наличием слабо формализованных задач при решении которых используются методы теории искусственного интеллекта.

Наиболее изученными являются интеллектуальные продукционные модели, которые представляются тройками следующего вида [8]:

$$\mathfrak{S} = \langle Q, P, R \rangle,$$

где  $Q$  – база данных, которая представляет собой множество фактов вида «*признак = значение*»;  $P$  – база продукционных правил вида «*Если признак = значение, то решение = заключение*»;  $R$  – решающий модуль, реализующий процедуры логического вывода в базе правил.

Основным принципом для создания современных экоинформационных систем может стать принцип интеграции аналитических и интеллектуальных моделей, так как в области экологического контроля и мониторинга традиционные формализованные задачи не существуют изолированно от слабо формализованных. При этом аналитические модели основаны на методах математического программирования, вариационного исчисления, математического анализа, а интеллектуальные – на экспертных знаниях о моделируемых процессах.

При разработке экоинформационной системы математические модели экологических процессов обычно представляются в виде систем дифференциальных уравнений.

Этот класс задач связан с анализом, идентификацией, прогнозированием экологических ситуаций на основе обработки первичной экоинформации. Аналитическое решение данных систем дифференциальных уравнений достаточно проблематично.

## Математические модели для разработки экоинформационной системы.

Описываемый процесс	Вид модели
1. Образование и распространение загрязняющих веществ в окружающей среде.	$M_F: \frac{d\varphi_i}{dt} + G(\varphi_i, \bar{P}) - f_i = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n),$ <p>где <math>G(\varphi_i, \bar{P})</math> – нелинейный дифференциальный оператор; <math>\varphi_i</math> – функции состояния <math>\varphi_i = \varphi_i(x, y, t)</math>, описывающие процессы распространения загрязняющих веществ в окружающей среде <math>f_i</math> – функции источников; <math>\bar{P}</math> – множество векторов <math>\bar{P} = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}</math>, характеризующих параметры моделируемых процессов.</p>
2. Образование и распространение загрязняющих веществ в окружающей среде с учетом эффекта очищения.	$M_f:$ $\frac{\partial \varphi_i}{\partial t} = \alpha \delta(x - x_0, y - y_0) - g\varphi_i - \frac{A\varphi_i V}{B + \varphi_i};$ $\frac{\partial V}{\partial t} = rV\left(1 - \frac{V}{K}\right) - C\varphi_i V,$ <p>где <math>V = V(x, y, t)</math> – функция плотности биомассы; <math>x_0, y_0</math> – координаты источника ЗВ; <math>\frac{A\varphi_i V}{B + \varphi_i}</math> – функция влияния ОС на загрязнения; <math>C\varphi_i V</math> – функция влияния загрязнения на ОС; <math>r, K</math> – параметры логистического уравнения для описания динамики биомассы; <math>\alpha</math> – мощность источника загрязняющих веществ; <math>\delta(x, y)</math> – дельта-функция.</p>
3. Идентификация на основе обработки первичной информации.	$\Phi(\varphi_i) = (\bar{\Psi} - \bar{M}(\varphi_i))^T \chi S (\bar{\Psi} - \bar{M}(\varphi_i)) -$ <p>функционал общего вида, отражающий совокупность глобальных экологических характеристик экологических процессов, где <math>\bar{\Psi}</math> – набор наблюдаемых величин; <math>\bar{M}(\varphi_i)</math> – совокупность моделей наблюдения; <math>\chi</math> – весовая функция; <math>S</math> – весовая матрица для формирования скалярного произведения на множестве данных наблюдений.</p>

Для получения «удовлетворительных» решений при произвольных исходных данных целесообразно использовать нейросети, которые являются идеальным инструментом первичного анализа слабо формализованных данных. Актуальность применения нейронных сетей многократно возрастает тогда, когда появляется необходимость решения плохо формализованных задач.

Основные области применения нейронных сетей – это управление технологическими процессами, идентификация химических компонентов, контроль качества артезианских вод, оценка экологической обстановки, прогнозирование свойств синтезируемых полимеров, управление водными ресурсами, оптимальное планирование, идентификация вида полимеров, прогнозирование потребления энергии и др. [9].

Гибридная иерархическая модель, имеющая два уровня обработки информации может использоваться для решения задач идентификации. При этом первый уровень реализован на основе продукционных правил, аналитических моделей экоинформационных процессов, нечетких систем и стандартных нейросетей, а второй реализует процесс оптимизации функционалов с привлечением генетических алгоритмов, которые гарантируют получение устойчивых решений в широком диапазоне изменения параметров моделей.



Рис. 2. Типовые задачи, решаемые с помощью нейронных сетей и нейрокомпьютеров [9].

Для решения задач, связанных с управленческими решениями используются технологии когнитивного моделирования. Такая модель, основанная на объединении искусственных нейронных систем и нечетких систем, должна имитировать процессы принятия решений в сложных экологических ситуациях, которые характеризуются большим числом разнородных факторов и множеством критериев.

Для накопления первичной экоинформации из разнородных данных и их обобщения используются трехслойные нейронные сети прямого распространения [8, 9]:

$$NET_3 : x_1 \times x_2 \times x_n \rightarrow E \times Q$$

Нейросеть на основе множества разнородных экспериментальных данных  $\{x_i\}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) обучается распознавать для каждой  $i$ -й зоны региона уровень загрязнения  $E$  (БОЛЬШОЙ, НЕБОЛЬШОЙ и т.п.) и связанную с ним степень экологического риска  $Q$  (ВЫСОКАЯ, НЕВЫСОКАЯ и т.п.).

Уровень имитации процессов принятия решений реализуется в виде системы нечетких правил:

$$\{p_i : E \times Q \Rightarrow R\},$$

которые описывают взаимосвязь между оценками обобщенных параметров экологических ситуаций  $E$  и  $Q$  и решениями  $R$ , принимаемыми в данных ситуациях.

Представленная гибридная экоиформационная система является достаточно универсальным математическим аппаратом решения взаимосвязанных задач в области экологического мониторинга и экологического контроля.

Экоиформационными данными называются отдельные факты, события, явления, которые представлены в виде совокупностей числовых параметров, характеризующих состояние окружающей среды и источников загрязнения, сведения о процессах и явлениях, которые представлены в виде нечетко определенных качественных описаний экспертов.

Пример одной из самых развитых глобальных информационных систем – ИНФОТЕРРА [6]. Она была создана на основе решений Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г в рамках UNEP – программы ООН по окружающей среде. Тематика этой информационной системы охватывает все аспекты окружающей среды. ИНФОТЕРРА осуществляет сбор, анализ, хранение, распространение экологической информации, содействие международному обмену экологической информацией. «Тезаурус ИНФОТЕРРА» содержит систему иерархически организованных терминов и определений по тематике окружающей среды. В каждой стране ИНФОТЕРРА представлена национальными выделенными центрами, которые работают на базе информационных подразделений министерств охраны окружающей среды. Рабочим документом ИНФОТЕРРЫ является международный справочный регистр, в котором содержится информация о более чем 7000 различных организаций, имеются национальные регистры, специализированные регистры по определенным темам, содержащим тематические библиографии. Доступ к информации НВЦ ИНФОТЕРРА имеют коммерческие, научные, правительственные и неправительственные организации.

В рамках программы UNEP действует глобальная база данных о ресурсах GRID (Global Resources Environmental Database). Она осуществляет анализ, хранение информации об окружающей среде, которая была получена из различных источников. Данные в GRID привязаны к координатам, то есть хранятся в формате ГИС, что облегчает их наглядное представление, а также различные операции с ними. Некоторая информация свободно доступна через Интернет, и может использоваться для исследований, оценок, прогнозов и т.д.

Более 200 баз данных, содержащих библиографическую информацию, полные тексты публикаций, справочную информацию, данные о научных учреждениях, исследовательских проектах содержит международная сеть научной и технической информации STN. При этом используется только платная регистрация.

Одной из ключевых проблем в вопросах интеграции информационных ресурсов по естественнонаучным дисциплинам является сбор, организация и поиск информации в рамках конкретных областей исследования, поэтому необходимо создание толковых словарей по

соответствующим дисциплинам и поисковых систем приближающихся к референту-эксперту [4].

В лаборатории моделирования генетических процессов Института генетики и цитологии НАН Беларуси создана база данных междисциплинарной информации CHEDIBASE (CHERNobyl Digest Information BASE) и междисциплинарный бюллетень черновыльской информации на русском и английском языках «Чернобыль дайджест»/ «Chernobyl Digest» [11]. С мая 2000 г. бюллетень размещается на сервере Отделения биологических наук НАН Беларуси BIOBEL [12].

**Список выпусков "Чернобыль дайджест"/"Chernobyl Digest":**

1. Чернобыль индекс '91. Выпуск 1. – Минск, 1991. – 192 с. / *Chernobyl Digest '91. Issue 1. – Minsk-Moscow, 1991. – 75 p.*
2. Чернобыль индекс '91–92. Выпуск 2. – Минск, 1992 (на русском языке, в электронной форме)
3. Чернобыль дайджест '93–94. Выпуск 3. – Минск, 1995. – 204 с. / *Chernobyl Digest '93-94. Issue 3. – Minsk, 1995. – 108 p.*
4. Чернобыль дайджест '94–95. Выпуск 4. – Минск, 1996. – 275 с. / *Chernobyl Digest '94-95. Issue 4. – Minsk, 1996. – 115 p.*
5. *Chernobyl Digest '95-98. Issue 5. – Minsk, 1999. – 257 p.* / Чернобыль дайджест '95–99. Выпуск 5. – Минск, 2000 (на русском языке, в электронной форме)
6. *Chernobyl Digest '98-2000. Issue 6. – Minsk, 2001. – 171 p.* / Чернобыль дайджест '98–2000. Выпуск 6. – Минск, 2001. – 189 с.
7. *Chernobyl Digest Supplement. Book Review. – Minsk, 2001.* / Чернобыль дайджест. Приложение. Обзор книг. Приложение. Обзор книг. – Минск, 2001 (в электронной форме)
8. Чернобыль дайджест '2000–2003. Выпуск 7. – Минск, 2008 (на русском языке, в электронной форме)
8. Чернобыль дайджест '2004–2005. Выпуск 8. – Минск, 2010 (на русском языке, в электронной форме)

Рис. 3. Список выпусков «Чернобыль дайджест» с 1991 г.

В базе данных CHEDIBASE находятся все необходимые сведения для поиска и систематизации информации по содержанию работы и по вспомогательным данным, имеется возможность для проведения контент-анализа информации. Также разработана система дескрипторных кодов, которые позволяют определить такие базовые параметры, как предмет исследования, объект исследования, дисциплина, в которой исследования проводились. Такой подход позволяет снизить вероятность пропуска работ, возможного при методах поиска и сортировки информации по ключевому слову. Справочная таблица ДК невелика по объему и удобно скомпонована. В CHEDIBASE таблицы дескрипторов полностью согласуются с рубриками электронной энциклопедии, при этом любой специалист может создать таблицу дескрипторов, а потом и базу данных самостоятельно, ознакомившись с основными приемами работы в СУБД Access.

Электронная энциклопедия по генетике является также разработкой лаборатории моделирования генетических процессов Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Этот проект был осуществлен при финансовой поддержке БРФФИ. Электронный словарь по общей и молекулярной генетике является расширенной и дополненной версией книги Н. А. Картеля и соавт. «Генетика: Энциклопедический словарь» [10]. Созданный словарь является энциклопедией по генетике на русском и английском языках., который содержит около 5 тысяч статей в формате HTML, свыше 80 иллюстраций в формате JPEG. Административная система IGC позволяет осуществлять он-лайнное редактирование на двух языках.

В 2003 – 2005 гг. был создан электронный словарь по экологии, который содержит около 1300 терминов и понятий в области экологии, охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Навигация осуществляется с помощью системы из свыше 1300 закладок и более 3000 гиперссылок [10].

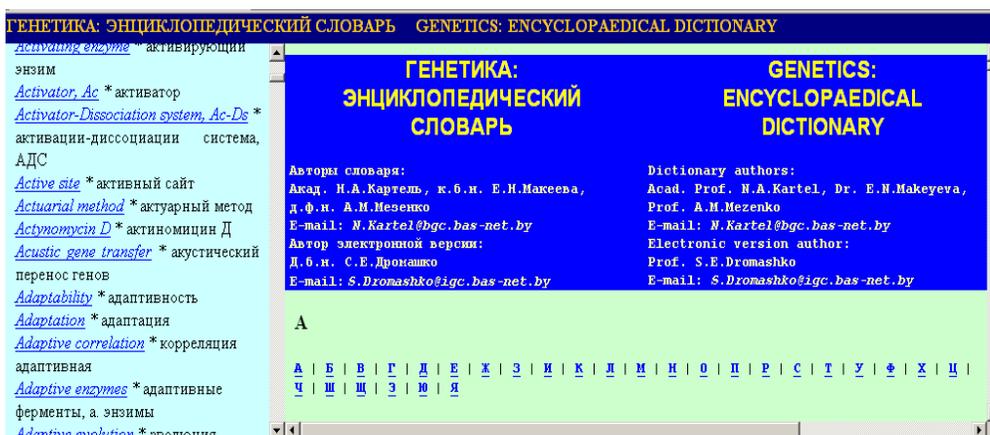


Рис. 4. Энциклопедический словарь по генетике.

ГИС «Беловежская пуца» [12] – белорусский экологический геоинформационный ресурс, который объединяет в себе информацию об охраняемых территориях Республики Беларусь – Государственном национальном парке «Беловежская пуца», Березинском биосферном заповеднике, Припятском ландшафтно-гидрологическом заповеднике, Национальном парке «Браславские озера». На этом портале представлена информация об истории создания Государственного национального парка, географическом положении, климате, гидрологии, геологии, геоморфологии, флоре и растительности, фауне, охране Беловежской пуцы, научных исследованиях, памятниках культуры и т.д., имеются такие категории, как «Статьи», «Документы», «Библиотека», «Фотофакт», «Форум» и др. Недостатком данного портала является ограниченность доступа к экологической информации по охраняемым зонам Республики Беларусь. Большая часть информации относится к сфере развлечения и туризма.

Экологический информационный центр ЦНБ НАН Беларуси «Эко-Инфо» <http://ecoinfo.bas-net.by/green/05.htm> генерирует сводный электронный каталог книг и периодических изданий экологической тематики. Созданы базы данных «Пользователи «Эко-Инфо», «Организации-пользователи «Эко-Инфо», «Организации, занимающиеся экологическими проблемами», «Экологическое законодательство Беларуси», в котором представлены все законодательные акты с 1973 года. На базе «Эко-Инфо» осуществляется подготовка электронного информационного бюллетеня «Зеленая Беларусь», в котором имеются такие разделы, как информационные ресурсы, экоинформация, новости, экомониторинг, экообразование. База данных «Природа Беларуси» содержит информацию о результатах научных исследований как институтов НАН Беларуси, так и других научных организаций, о многоплановой чернобыльской тематике в разделе «Последствия аварии на Чернобыльской АЭС и меры по их минимизации». Реферативная база данных «Экология и охрана окружающей среды Беларуси» ведется с 2002 года и содержит информацию по природно-ресурсному потенциалу, геоэкологии, экологии растительного мира, экологии животного мира, охраняемым природным территориям Беларуси, охране окружающей среды и т.д. В центре «Эко-Инфо» создан каталог «Экологические ресурсы Internet», в котором имеется более тысячи ссылок на различные электронные ресурсы экологической тематики.

Экологическую информацию можно также найти в базах данных «EBSCO Online», «Blackwell Science», «Springer» и т.д.

Таблица 3.

Ссылки на ресурсы Internet в «Эко-Инфо».

Беларусь	СНГ	Международные	Экологические ресурсы библиотек
<p>Ботанические коллекции Беларуси  <a href="http://hbc.bas-net.by/bcb/">http://hbc.bas-net.by/bcb/</a>  Белорусский экологический портал  <a href="http://priroda.org/eco2005/">http://priroda.org/eco2005/</a>  Гидрометцентр Беларуси  <a href="http://www.pogoda.by">http://www.pogoda.by</a>  Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь  <a href="http://ecoinfoby.net">http://ecoinfoby.net</a>  Комчэрнобыль Беларусі  <a href="http://www.chernobyl.by">http://www.chernobyl.by</a>  Национальный координационный центр биобезопасности  <a href="http://biosafety.org.by">http://biosafety.org.by</a>  Растения Беларуси  <a href="http://hbc.bas-net.by/plantae/">http://hbc.bas-net.by/plantae/</a>  Минприроды Республики Беларусь  <a href="http://www.minpriroda.by">http://www.minpriroda.by</a>  Белорусский Посейдон: реки, озёра, водохранилища  <a href="http://poseidon.by/">http://poseidon.by/</a>  Полесье  <a href="http://brestobl.com/priroda/poles/index.html">http://brestobl.com/priroda/poles/index.html</a></p>	<p>Общественный экологический Internet-проект EcoLife  <a href="http://ecolife.org.ua/funds/">http://ecolife.org.ua/funds/</a>  Минприроды РФ  <a href="http://www.mnr.gov.ru">http://www.mnr.gov.ru</a>  Всероссийский экологический портал  <a href="http://www.ecoport.ru">http://www.ecoport.ru</a>  Минприроды Украины  <a href="http://www.menr.gov.ua">http://www.menr.gov.ua</a></p>	<p>GREENPEACE (рус . версия)  <a href="http://www.greenpeace.org/russia/ru/">http://www.greenpeace.org/russia/ru/</a></p>	<p>Экологический раздел сайта ГПНТБ  <a href="http://ecology.gpntb.ru">http://ecology.gpntb.ru</a>  Электронная библиотека «Водное партнерство»  <a href="http://www.ecolibrariy.carec.kz">http://www.ecolibrariy.carec.kz</a>  Виртуальная экологическая библиотека  <a href="http://ecology.iem.ac.ru/vir-libr.htm">http://ecology.iem.ac.ru/vir-libr.htm</a>  Электронная экологическая библиотека «Эколайн»  <a href="http://www.ecoline.ru/ecoline/">http://www.ecoline.ru/ecoline/</a></p>

За последние годы появился и получил распространение в педагогическом процессе такой вид самостоятельной работы, как работа за компьютером. Самостоятельную работу за компьютером принято осуществлять в виде работы с педагогическими программными средствами (ППС), к которым относятся все программные средства и системы, специально разработанные или адаптированные для применения в обучении. Назначение представляемого педагогического программного средства – [www.biology.by](http://www.biology.by) – доступ к большим объемам информации, в нем содержатся такие виды ППС, как базы данных, электронные словари, тесты для определения уровня знаний, умений или уровня развития

учащегося в данный момент, консультационные ППС. Сайт создан для поддержки учебного процесса по биологии в БГПУ им. М. Танка, а также в системе довузовского образования.

На сайте размещены компьютерные программы "Контрольные работы по биологии" и "Глоссарий по биологии", которые могут быть использованы для контроля знаний абитуриентов по всем разделам курса биологии. Студенты факультета естествознания БГПУ им. М. Танка могут познакомиться с вопросами к зачету по дисциплине "Основы экологии и энергосбережения", а также получить информацию о направлениях деятельности, структурных подразделениях институтов биологического отделения НАНБ. На сайте имеется карта, с помощью которой можно посетить любой пункт меню сайта.

Сайт [www.biology.by](http://www.biology.by) содержит четыре основных раздела: «О себе», «Абитуриентам», «Студентам БГПУ им. М. Танка», «Бионаука в Беларуси».

Раздел «Абитуриентам» включает в себя несколько категорий: «Программа по биологии», «Литература», «Журнал «Репетитор», «Контрольные работы для заочников», «Глоссарий по биологии (компьютерная программа)», «Контрольные по биологии (компьютерная программа)».

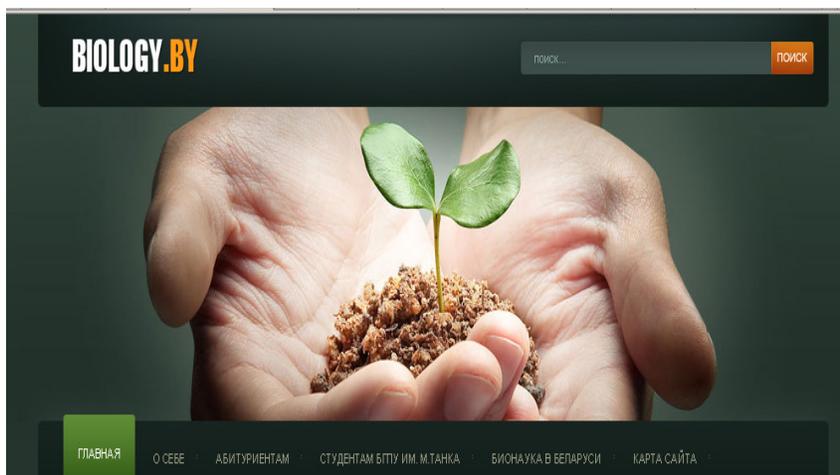


Рис. 5. Web – страница сайта [www.biology.by](http://www.biology.by)

Открыт доступ к электронным авторским программам, например, «Справочное электронное издание для углубленного изучения биологии «Глоссарий по биологии» (Крисевич Т. О., Михнюк О. Н.), «Электронное издание «Контрольные по биологии»» (Крисевич Т. О., Протасовицкая Т. Л.), обучающе-контролирующая программа, включающая в себя 15 контрольных тестов (900 тестовых заданий). Раздел «Студентам БГПУ им. М. Танка» включает в себя информацию по педагогической практике, курсовому проектированию, программу по дисциплине «Основы экологии и энергосбережения», список литературы, рубрику «Экологическая обстановка РБ» (находится в стадии разработки), новости науки.

В категории «Новости науки» студентам предлагается посетить сайт [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru). На этом портале - много интересных статей по биологии, физике, химии. Эта информация поможет подготовить студентам рефераты по различным дисциплинам естествознания. Также пользователям рекомендуется зайти на сайт Института генетики и цитологии НАН Беларуси <http://igc.bas-net.by/ChD>, познакомиться с историей института, направлением исследований, узнать о проекте "Чернобыль дайджест", а также получить доступ к электронным учебникам "Генетический словарь" <http://igc.bas-net.by/gen-dic>, "Экологический словарь" <http://igc.bas-net.by/gen-dic>. Раздел «Бионаука в Беларуси»

знакомит студентов с информацией о биологическом отделении НАН Беларуси, о направлении деятельности институтов, входящих в отделение, продукции и услугах, предоставляемых ими, аспирантуре по различным биологическим специальностям. Раздел «Карта сайта» помогает пользователю попасть в любой пункт назначения, что облегчает поиск информации. Сайт обслуживается в системе Joomla.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Выпханова, Г. В. К вопросу о дефинировании понятия «экологическая информация» / Г. В. Выпханова // Аграрное и земельное право. – 2008. – №4. – С. 99–103.
2. Выпханова, Г. В. К дискуссии о правовом понятии и составе экологической информации/Г. В. Выпханова // «Черные дыры» в Российском Законодательстве. – 2008. – №1. – С. 162–164.
3. Выпханова, Г. В. Экологическая информация в современном информационном обществе/Г. В. Выпханова // Аграрное и земельное право. –2007. – №12. – С.112–119.
4. Дромашко, С. Е. Очерки биоинформатики / С. Е. Дромашко. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 400 с.
5. Шитиков, В. К., Розенберг, Г. С., Зинченко, Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко// [Электронный ресурс]. – 2003. – Режим доступа: <http://www.ievbran.ru/kiril/library/book1/content116/content116.htm>. – Дата доступа: 18.07.2010.
6. Гусева, Т. В., Дайман, С. Ю., Хотулева, М. В., Виниченко, В. Н. Экологическая информация и принципы работы с ней / Т. В. Гусева, С. Ю. Дайман, М. В.Хотулева, В. Н. Виниченко // [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.ecoline.ru/mc/infobook/1.html>. – Дата доступа: 10.05.2010.
7. Ecological Safety of North-west Russia // Экоинформационные системы как инструмент комплексного мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://loi.sccc.ru/gis/ecoinf/c1.htm>. – Дата доступа: 10.09.2010.
8. Финоченко, В. А. Теория, методология и практика экозащитных и экоинформационных технологий на железнодорожном транспорте: автореф. дис. ...докт.техн. наук: 05.22.01 / В. А. Финоченко; Рост. гос. ун-т путей сообщ. – Ростов-на-Дону, 2009. – 42 с.
9. Медведев, В. С., Нейронные сети MATLAB 6/ В. С. Медведев, В. Г. Потемкин; под общ. ред. В. Г. Потемкина. – Москва: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 496 с.
10. Интернет портал Института генетики и цитологии НАН Беларуси [Электронный ресурс] / Ин-т ген. и цит. НАН Беларуси. – Минск, 1998. – Режим доступа: <http://igc.bas-net.by/Chd>. – Дата доступа: 24.08.2010.
11. Интернет-портал Национальной академии наук Беларуси [Электронный ресурс] / Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 1996. – Режим доступа: <http://nasb.gov.by/rus>. – Дата доступа: 2.09.2010.
12. Интернет – портал «Беловежская пуца - XXI век» [Электронный ресурс]/ «Бел. пуца – XXI век» – Минск, 2001. – Режим доступа: <http://bp21.org.by/ru/links/>. – Дата доступа: 21.09.2010.
13. Интернет портал Экологического информационный центр ЦНБ НАН Беларуси «Эко-Инфо» [Электронный ресурс] / Экол. инф. центр ЦНБ НАН Беларуси «Эко-Инфо» – Минск, 2003. Режим доступа: <http://ecoinfo.bas-net.by/green/05.htm>. – Дата доступа: 27.09.2010.