Институт вычислительного моделирования СО РАН

Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр СО РАН»

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ НАЗЕМНЫХ ПОСТОВ НАБЛЮДЕНИЙ И ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ И ОСАДКОВ

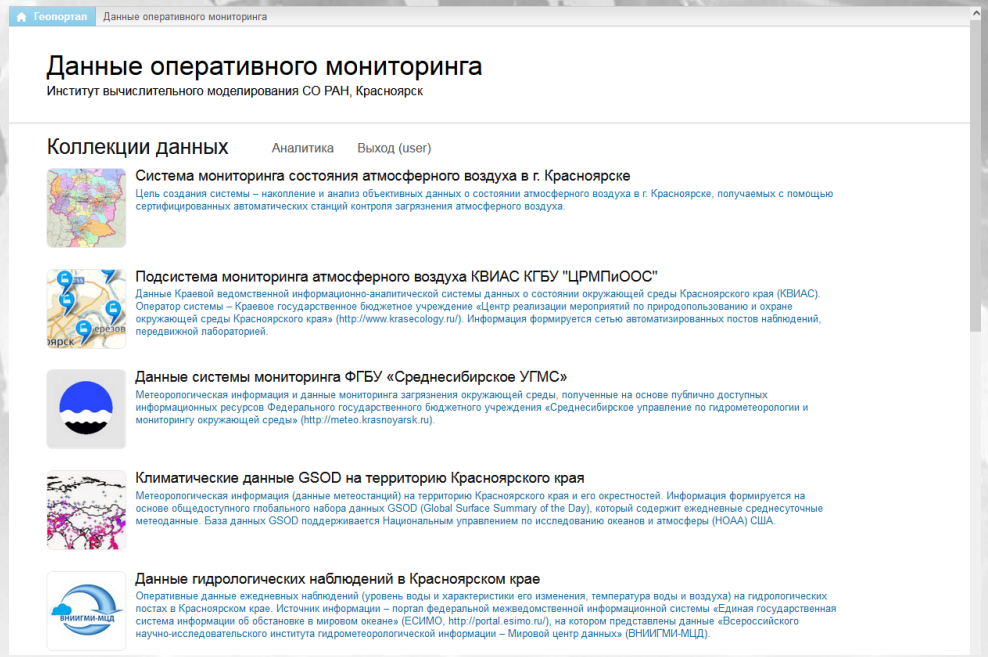
Кадочников Алексей Анатольевич

Россия, Красноярск - 2023

Данные оперативного мониторинга

Сотрудниками Института вычислительного моделирования СО РАН (ИВМ СО РАН) много лет ведется работа по поддержке и развитию системы сбора оперативной информации о состоянии атмосферного воздуха в Красноярском крае. Сбор оперативных данных для научных исследований и мониторинга состояния атмосферного воздуха осуществляется в единую систему «Данные оперативного мониторинга» Института вычислительного моделирования СО РАН.

В рамках системы сбора, представления и анализа данных оперативного экологического мониторинга предложена методика обработки и сбора данных наблюдений с различных веб-ресурсов с целью сопровождения регулярных наблюдений за окружающей средой.

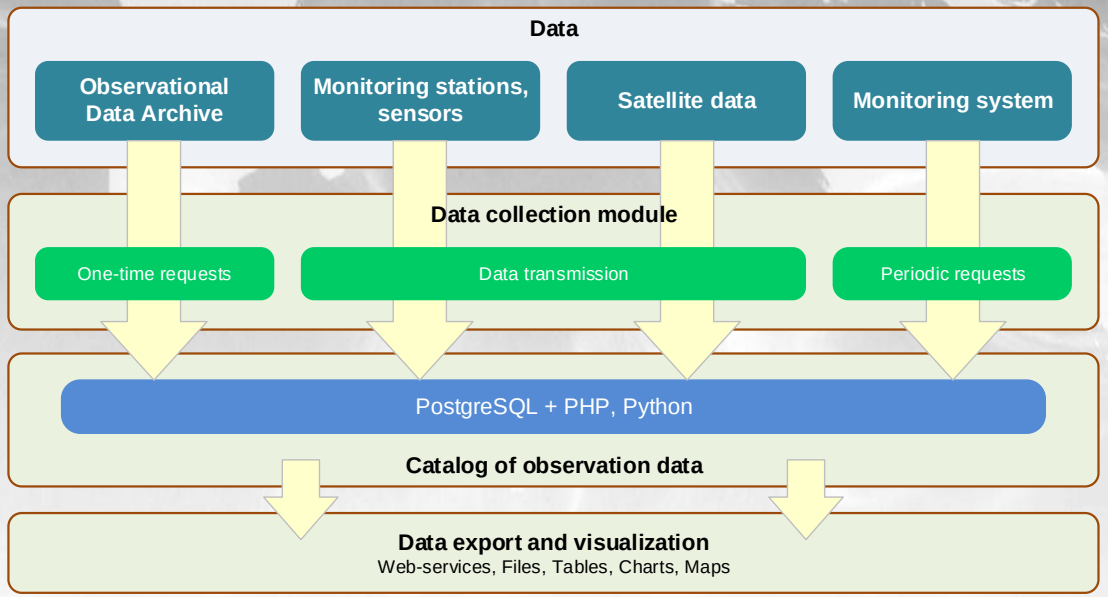


Модуль сбора данных

Предложена методика и разработан программный модуль геопортала для сбора и наполнения базы данных наблюдений, которые включают в себя набор различных «драйверов» для различных источников информации.

Источником для модуля могут служить:
– данные станций мониторинга с различными сенсорами;
– данные стандартных сервисов OGC SOS;
– данные различных систем мониторинга;
– различные архивы наблюдения;
– спутниковые данные.

Доступ к данным наблюдения организован:
– в виде сервисов;
– в виде веб-приложений;
– переданы для дальнейшей обработки.



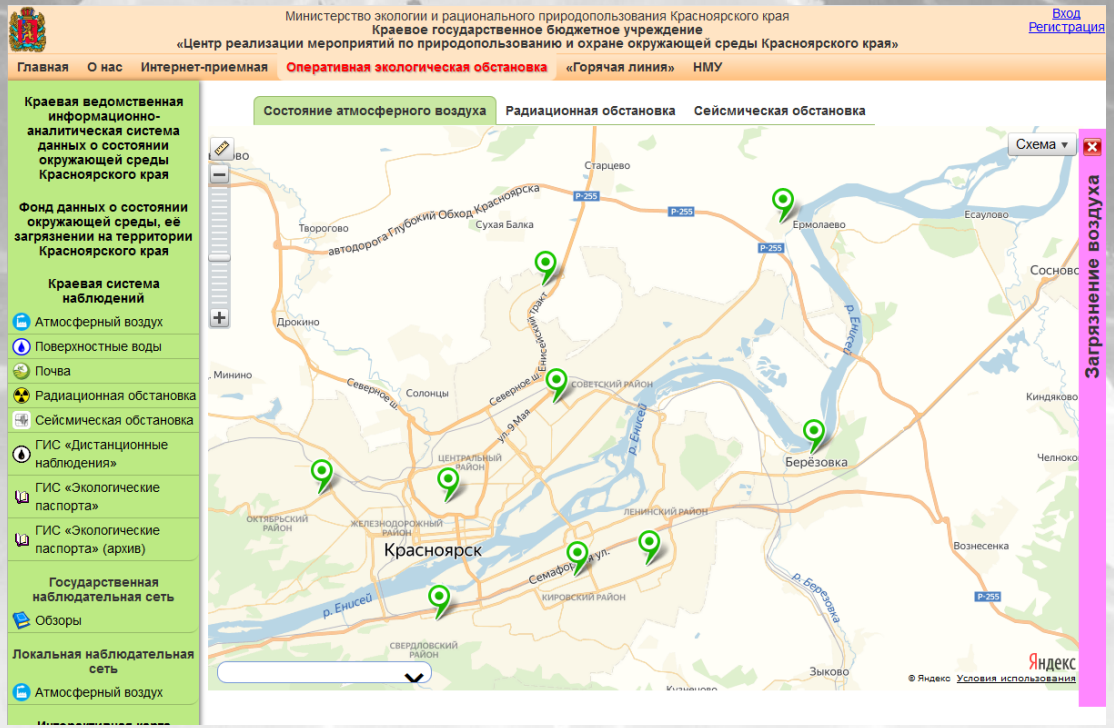
Краевая система наблюдений за состоянием окружающей среды

Базовые возможности протестированы на примере системы наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Красноярского края в рамках «Центра реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (http://krasecology.ru).

15 автоматизированных постов наблюдений (АПН):

Города Ачинск, Канск, Сосновоборск, Лесосибирск, Минусинск. ЗАТО г. Зеленогорск.

Город Красноярск (Северный, Солнечный, Черемушки, Ветлужанка, Покровка, Кировский, Свердловский), поселок Березовка, деревня Кубеково.

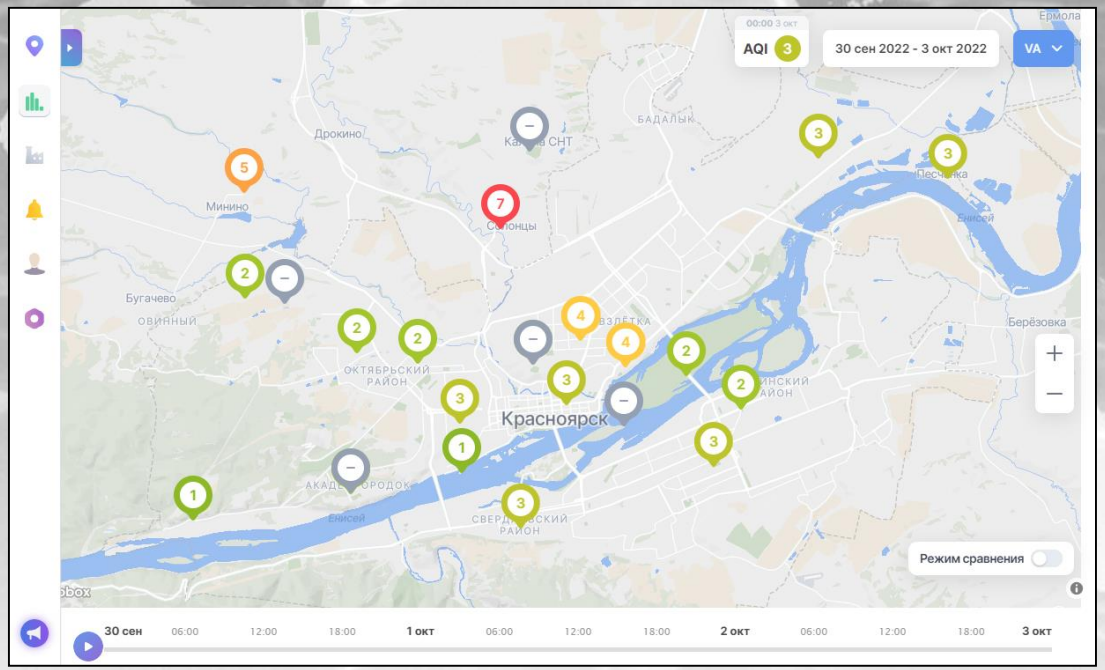


Метеоданные, взвешенные вещества $PM_{2.5}$ и PM_{10}, CO, CO_2, SO_2, NO, NO_2 и др.

Система мониторинга состояния атмосферного воздуха

CityAir — сервис мониторинга качества воздуха в режиме реального времени. CityAir можно использовать для задач производственного и государственного контроля, разнообразных видов экологического мониторинга, научных целей, а также просто из любопытства и интереса к экологической проблематике. (https://cityair.io/).

25 станции предназначены для измерения содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе ($PM_{2.5}$, PM_{10}) и для определения основных метеорологических параметров: температуры, влажности и давления.

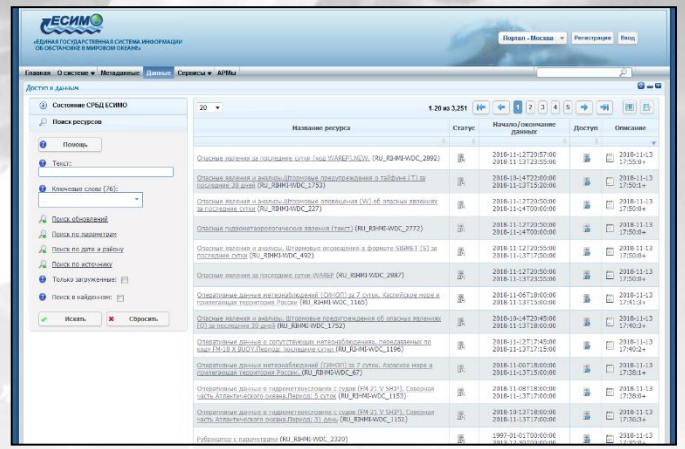


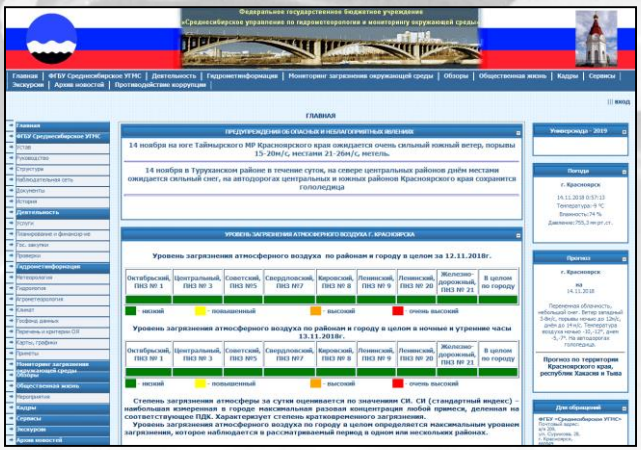
Сертифицированное оборудование станций мониторинга, их непрерывная калибровка по эталонным приборам

Другие системы наблюдений за состоянием окружающей среды

Оперативные данные ежедневных наблюдений (уровень воды и характеристики его изменения, температура воды и воздуха) на гидрологических постах в Красноярском крае. Источник информации – портал федеральной межведомственной информационной системы «Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане» (ЕСИМО, http://portal.esimo.ru/), на котором представлены данные «Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД).

Данные системы мониторинга ФГБУ «Среднесибирское УГМС».
Метеорологическая информация и данные мониторинга загрязнения окружающей среды, полученные на основе публично доступных информационных ресурсов Федерального государственного бюджетного учреждения «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (http://meteo.krasnoyarsk.ru).





Сбор данных наблюдений

Установлена на здании Института и организован сбор данных с сертифицированной метеостанции DAVIS Vantage Pro2, запущенной в эксплуатацию в 2020 году.

Осуществляется сбор данных с комплексной системы метеорологического обеспечения, созданной для проведения Зимней универсиады 2019 в Красноярске, соответствующей требованиям международных и общероссийских федераций по зимним видам спорта. Точное определение текущей погоды на трассах осуществлялось с 11 автоматических метеорологических станций производства Vaisala, которые комплектовались широким набором датчиков, включающие данные по ветру.

Был организован сбор данных авиационных метеорологических кодов METAR (METeorological Aerodrome Report), используемых для обмена метеорологической информацией между метеорологическими подразделениями гражданской авиации.

Загружен архив данных гидрологических наблюдений в Красноярском крае из автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) (https://gmvo.skniivh.ru/).

Сбор данных

Проблемы сбора данных:
– отсутствие связи с сервером данных или изменение работы удаленного сервиса;
– отсутствие данных по некоторым станциям или датчикам;
– некорректные значения данных с датчиков;
– данные «из будущего»;
– пропуски данных во времени;
– появление новых датчиков или станций мониторинга;
– исчезновение датчиков или станций мониторинга
– и т.д.

Разнородные данные:
– разные единицы измерения;
– размерность данных (крайние допустимые, нулевые и пустые значения);
– различные часовые пояса;
– разные способы измерения данных с датчиков;
– ошибки в измерения со станции.

Система регистрации событий:
– файловые логи;
– сообщения по электронной почте.

Данные SYNOP

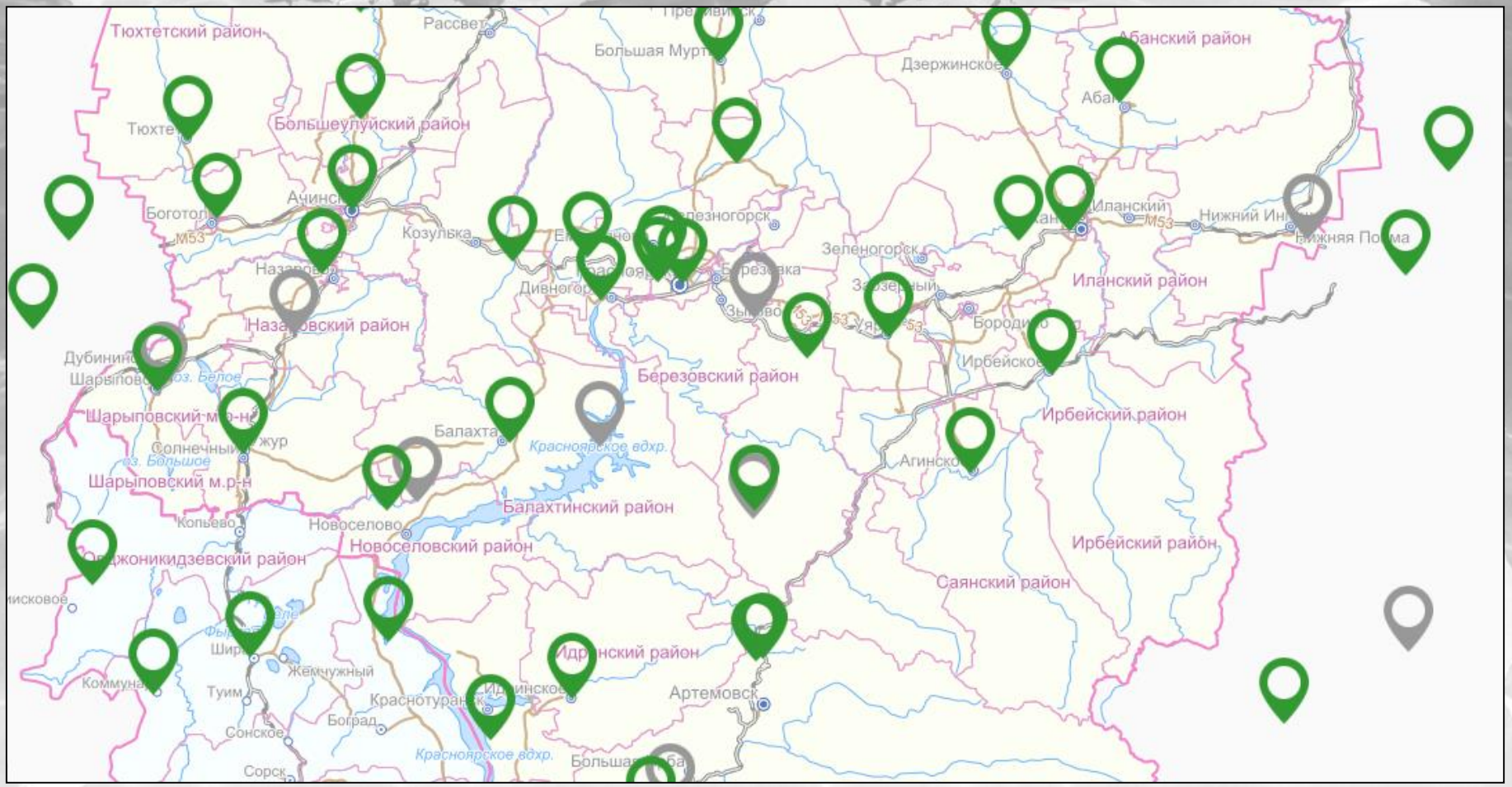
Для исследования состояния воздуха за пределами города на территории всего Красноярского края осуществляется сбор оперативных данных метеонаблюдений FM-12 IX SYNOP. Данные SYNOP включают данные о ветре, осадках, влажности, температуре воздуха и др. Данные ежедневно загружаются с портала ЕСИМО (межведомственная информационная система для доступа к ресурсам морских информационных систем и комплексного информационного обеспечения морской деятельности). Данные собираются по метеостанциям на территории Красноярского края и соседних с ним регионам.

National Centers for Environmental Information

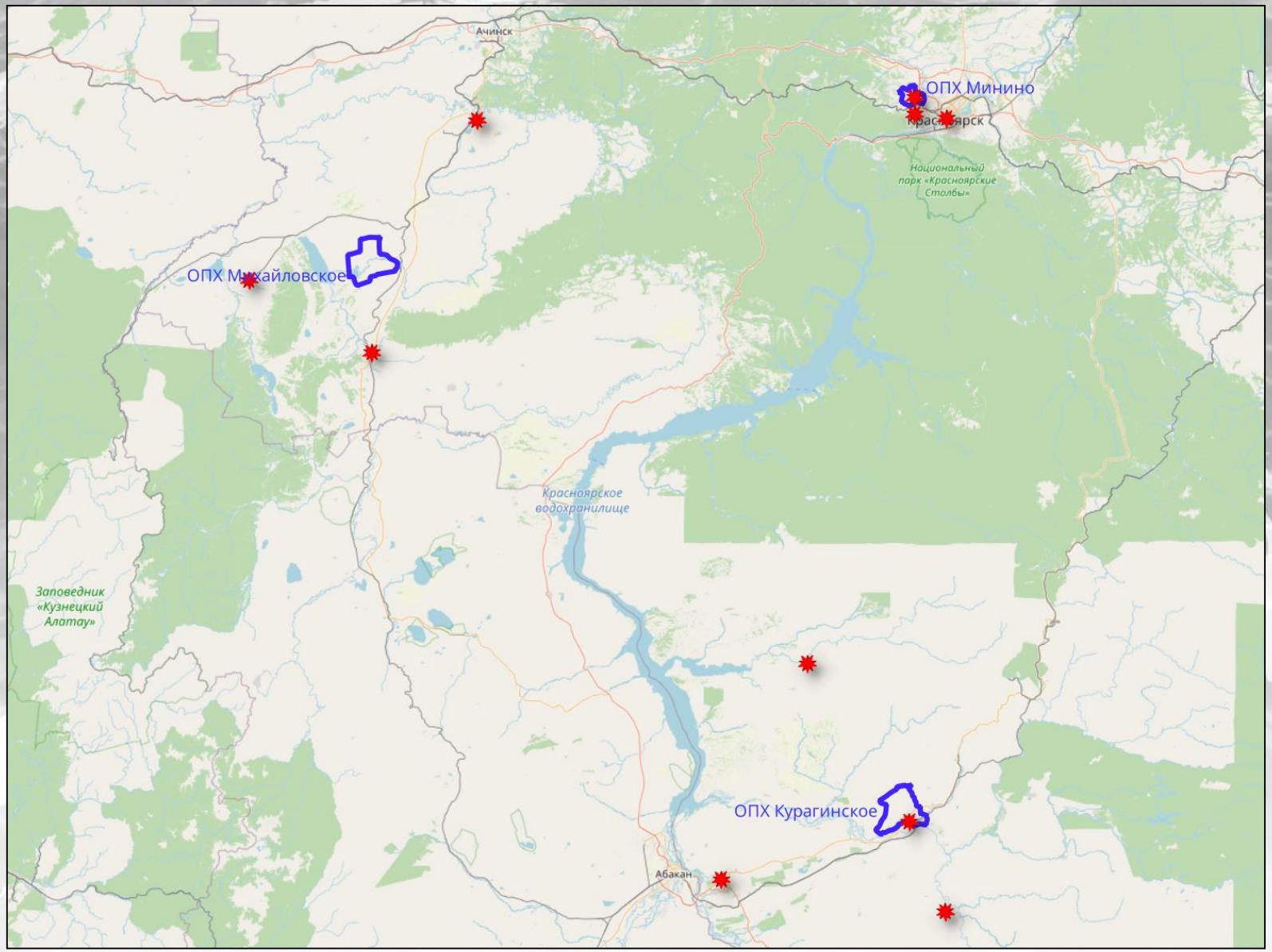
Дополнительно была организована загрузка архивных данных метеонаблюдений по ряду метеостанций на территории Красноярского края за XX век. Данные были загружены из системы NOAA's National Centers for Environmental Information (NCEI), которая хранит и предоставляет открытый доступ к одному из самых больших архивов экологических данных (https://www.ncei.noaa.gov/maps/hourly/). Данные метеонаблюдений включают информацию о качестве воздуха, атмосферном давлении, температуре атмосферы, ветре, облаках, осадках и многое другое. База данных содержит данные в цифровом формате, в которой хранятся часовые, 3х-часовые (синоптические) и ежедневные наблюдения за погодой. Загруженный архив содержит данные за разные промежутки времени по всем доступным метеостанциям на территории Красноярского края.

К недостаткам данных системы NCEI можно отнести пропуски данных по ряду метеостанций в некоторые периоды. По наиболее интересным для исследований метеостанциям были дополнительно загружены архивы данных с сайта https://rp5.ru/, которые позволили заполнить пробелы в данных. Этот сайт позволяет выгрузить архив метеоданных за произвольный период по метеостанции с международным кодом WMO (World Meteorological Organization Codes).

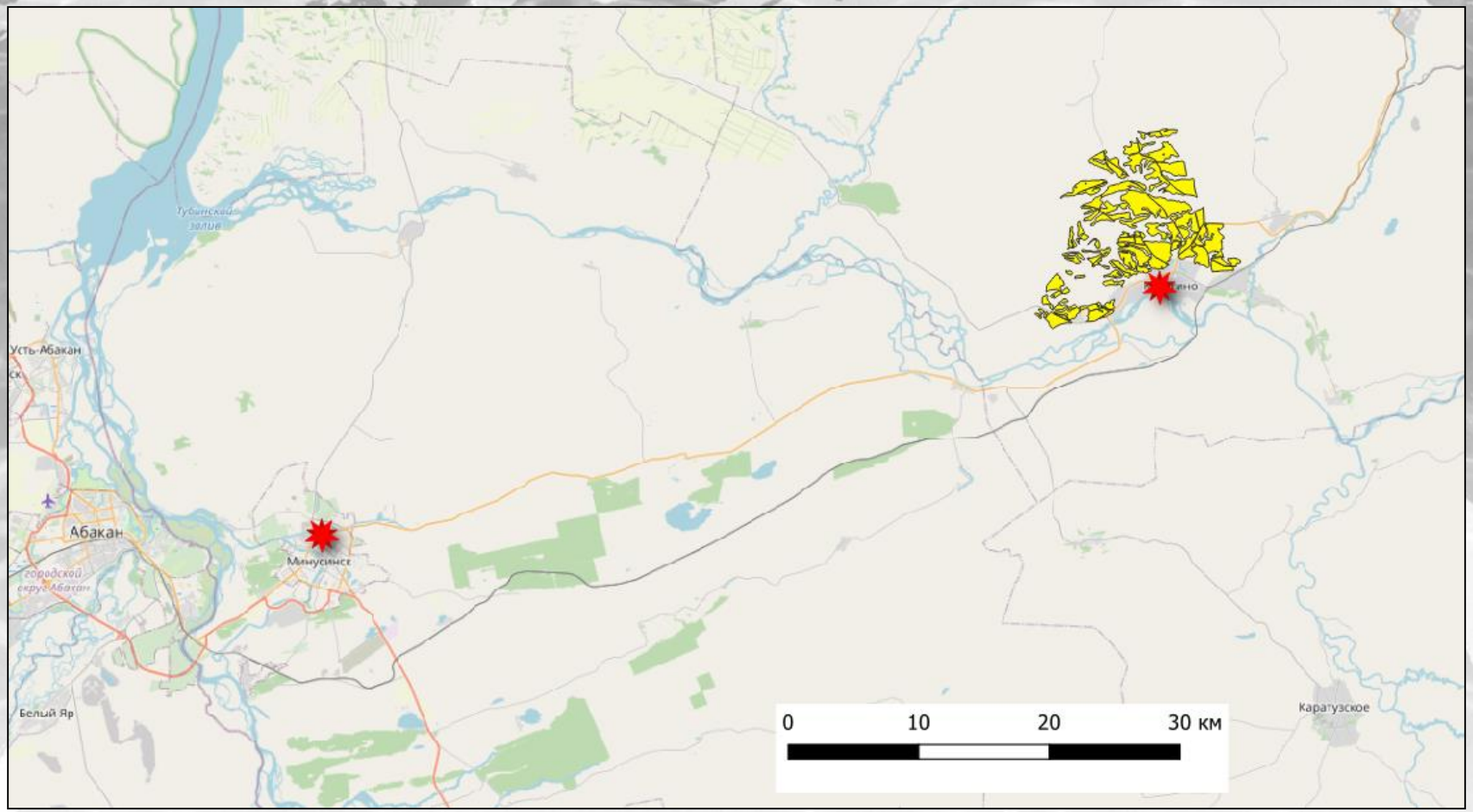
Расположение метеостанций



Расположение ОПХ ФИЦ КНЦ СО РАН



Расположение метеостанций и ОПХ Курагинское



Глобальные модели

Проект Global Precipitation Measurement (GPM) – предоставляет централизованный доступ к глобальным картам осадков. В 2019 году появился доступ к единому архиву об осадках за последние 22 года, подготовленному с помощью алгоритма Integrated Multi-satellitE Retrieval for GPM (IMERG). Алгоритм IMERG объединяет информацию от ряда космических аппаратов для оценки количества осадков на большей части поверхности Земли и формирует несколько наборов данных с разными типами обработки исходной информации и разной скоростью подготовки: «Early Run», «Late Run», «Final Run».

Global Forecast System – модель прогноза погоды, которая генерирует данные для десятков атмосферных и почвенных показателей, включая данные о температуре, ветре, осадках, влажности почвы и др. Данные обновляются каждые шесть часов американской метеорологической службой.

Обработка данных GPM

Загрузка набора Late Run и распаковка архива

Загрузка набора Final Run и распаковка архива

Замена данных Late Run на Final Run при наличии

Создание растра на территорию РФ

Сшивка растров в один файл

Создание png файла с преобразованием значений

Обработка данных GFS

Извлечение набора показателей из исходных файлов

Создание png и jpeg файлов для каждого показателя

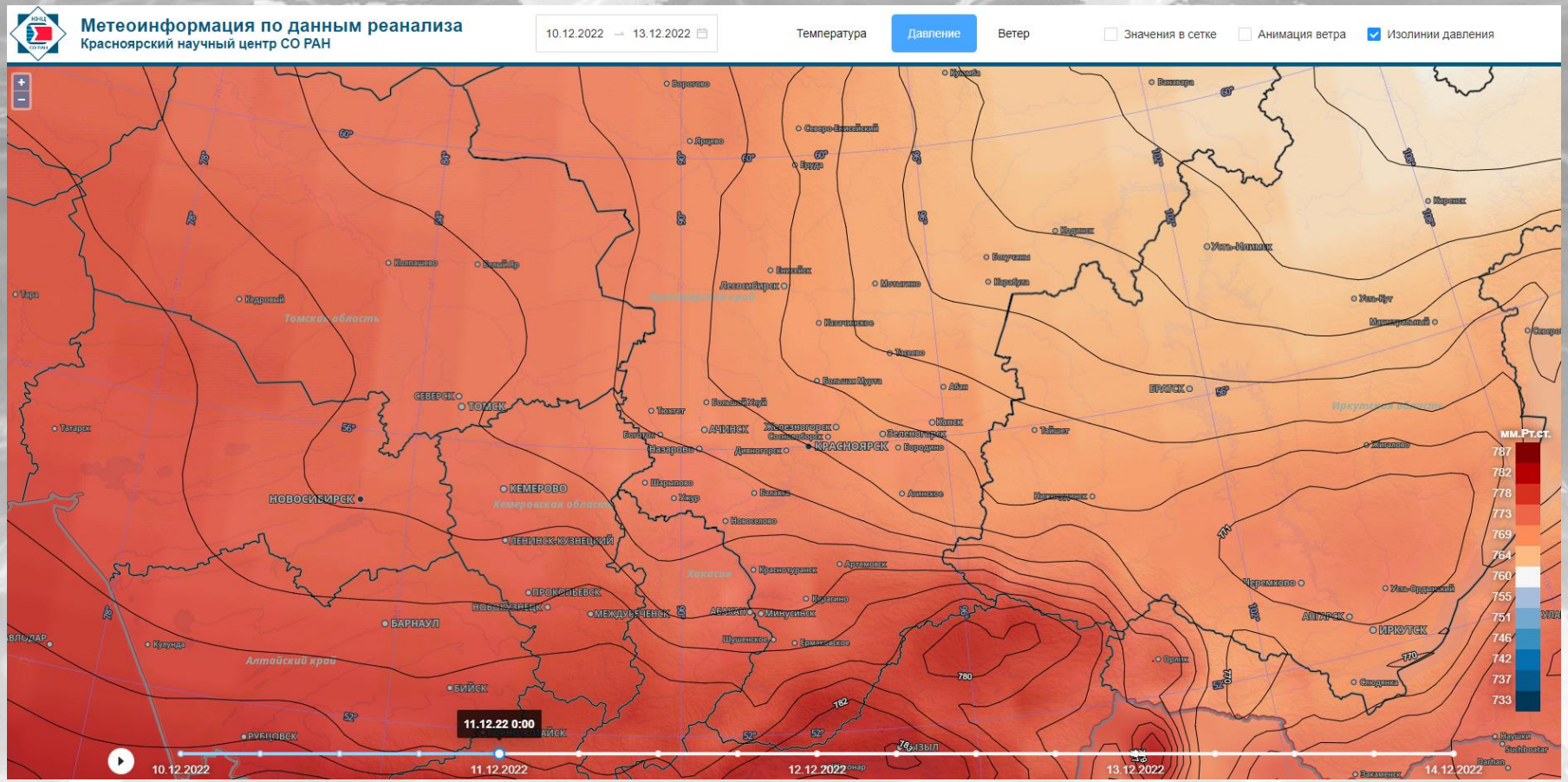
Расчет статистики растров

Размытие изображения для создания вектора изолиний

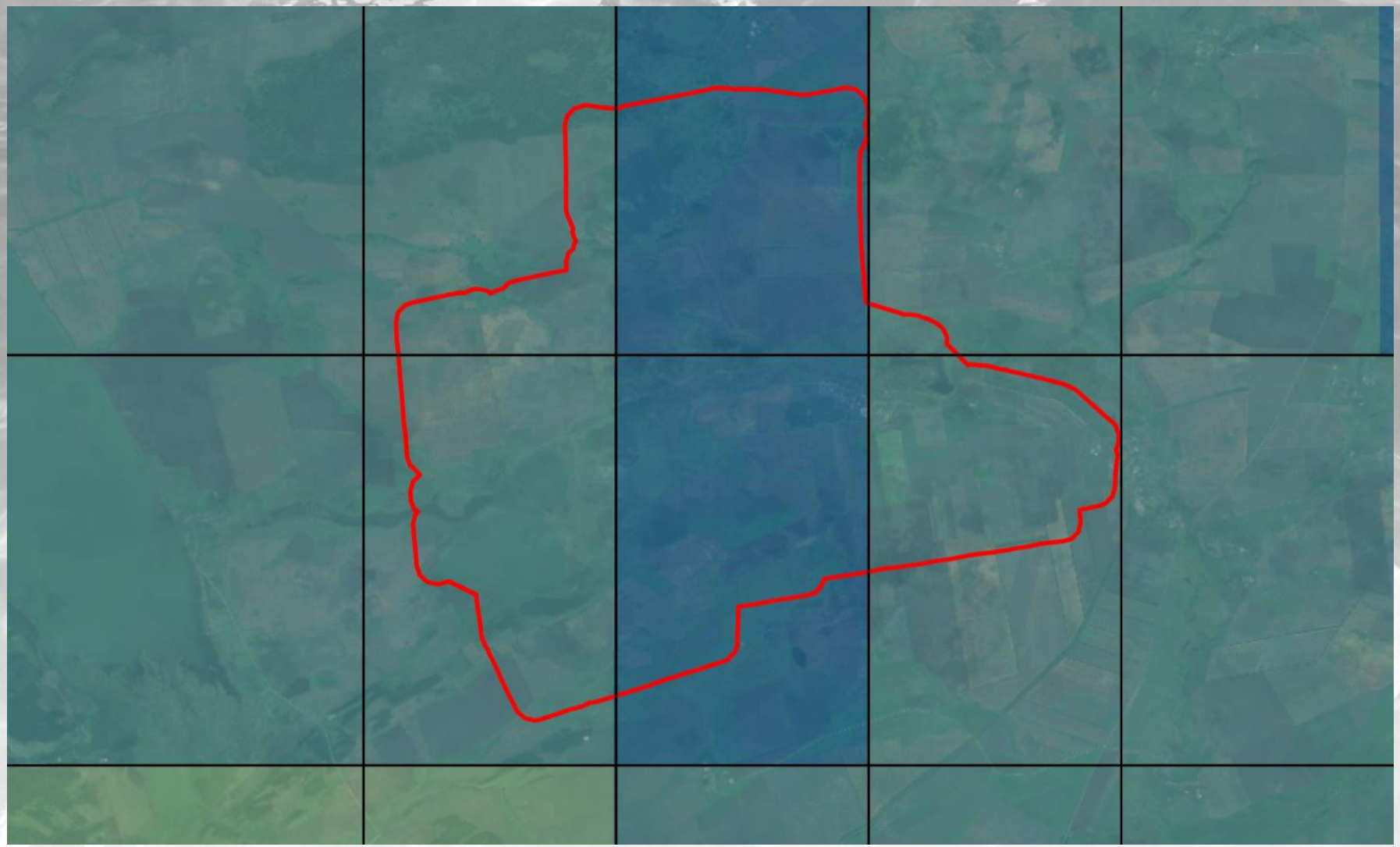
Создание векторного файла изолиний

Преобразование проекции векторных файлов

Расположение ОПХ ФИЦ КНЦ СО РАН



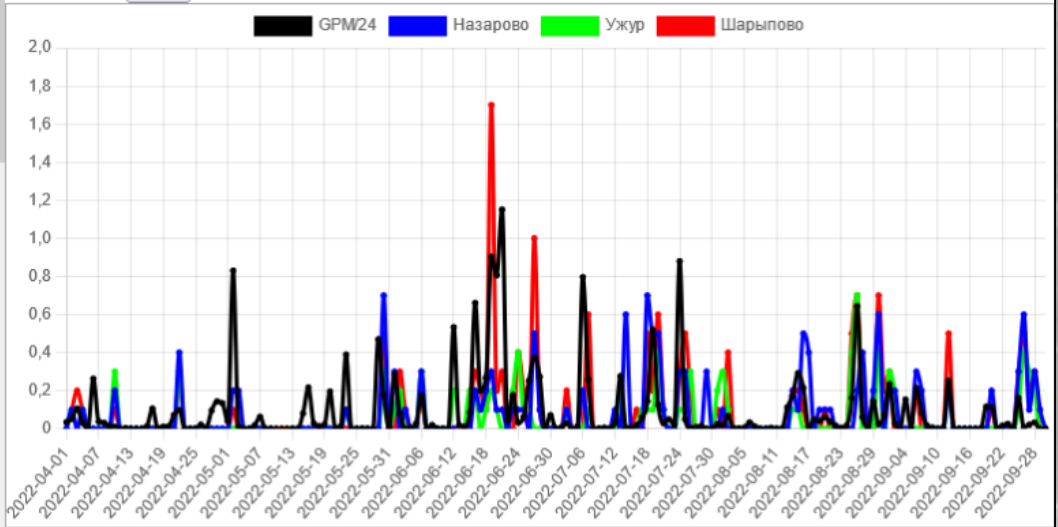
Пиксели GPM в границах хозяйства



Веб-приложение

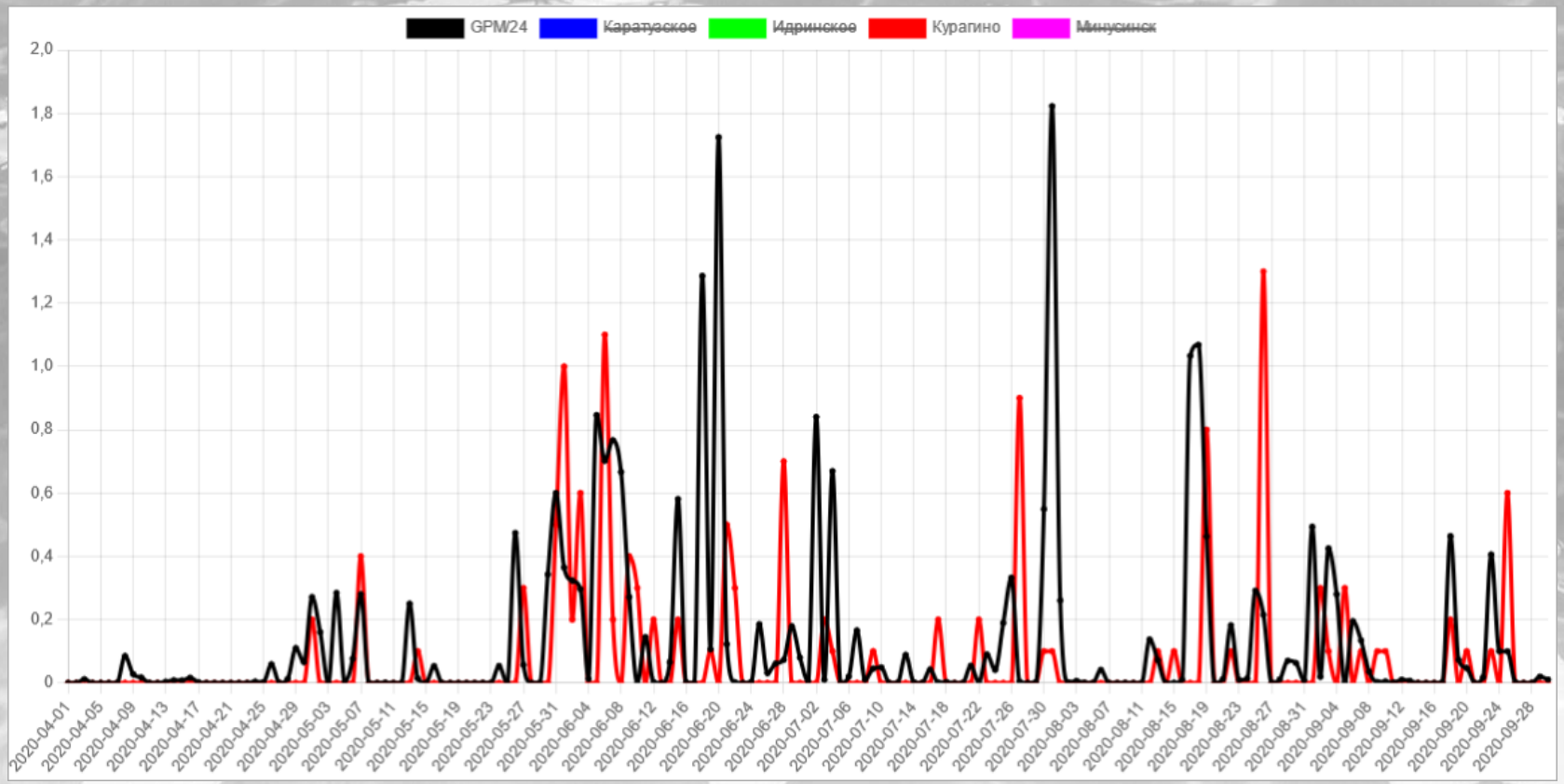
Время	Температура	GPM/24	Назарово	Ужур	Шарыпово
2022-04-01 00:00	null	0,03	0,0	0,0	0,0
2022-04-02 00:00	null	0,05	0,1	0,1	0,1
2022-04-03 00:00	null	0,11	0,0	0,1	0,2
2022-04-04 00:00	null	0,03	0,1	0,1	0,1
2022-04-05 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-06 00:00	null	0,26	0,0	0,0	0,0
2022-04-07 00:00	null	0,04	0,0	0,0	0,0
2022-04-08 00:00	null	0,03	0,0	0,0	0,0
2022-04-09 00:00	null	0,01	0,0	0,0	0,0
2022-04-10 00:00	null	0,01	0,2	0,3	0,1
2022-04-11 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-12 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-13 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-14 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-15 00:00	14,66	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-16 00:00	18,92	0,01	0,0	0,0	0,0
2022-04-17 00:00	21,36	0,11	0,0	0,0	0,0
2022-04-18 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-19 00:00	null	0,01	0,0	0,0	0,0
2022-04-20 00:00	10,49	0,01	0,0	0,0	0,0
2022-04-21 00:00	12,78	0,07	0,0	0,0	0,0
2022-04-22 00:00	13,65	0,1	0,4	0,3	0,3
2022-04-23 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-24 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-25 00:00	null	0	0,0	0,0	0,0
2022-04-26 00:00	15,88	0,02	0,0	0,0	0,0
2022-04-27 00:00	19,07	0,01	0,0	0,0	0,0
2022-04-28 00:00	22	0,1	0,0	0,0	0,0
2022-04-29 00:00	19,24	0,14	0,0	0,0	0,0
2022-04-30 00:00	14,06	0,13	0,0	0,0	0,0
2022-05-01 00:00	11,55	0,04	0,0	0,0	0,0
2022-05-02 00:00	10,44	0,83	0,2	0,0	0,1
2022-05-03 00:00	13,42	0,01	0,2	0,0	0,0
2022-05-04 00:00	15,76	0	0,0	0,0	0,0
2022-05-05 00:00	19,51	0	0,0	0,0	0,0
2022-05-06 00:00	22,89	0,02	0,0	0,0	0,0

Михайловское | 2022-04-01 | 2022-09-30 | Обновить | Максимум на графике (мм/ч) 2 | Минимальная температура 10



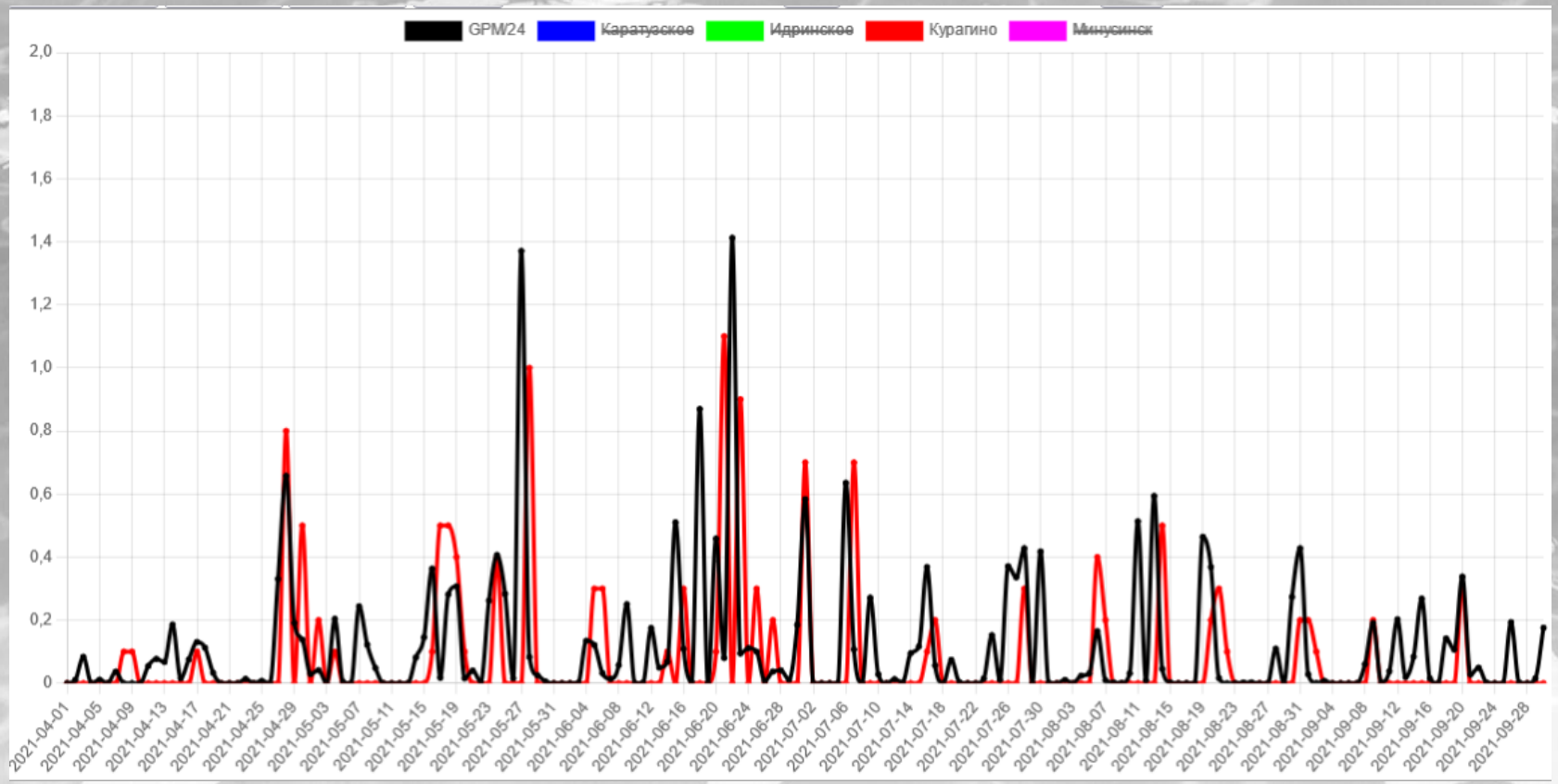
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t^o > 10)	Кол-во дней (t^o > 10)	Корреляция (t^o > 10)
GPM/24	420.96	183	1	397.44	155	1
Назарово	336	179	0.31	285.6	151	0.328
Ужур	225.6	179	0.265	187.2	151	0.282
Шарыпово	379.2	183	0.473	333.6	155	0.481

ОПХ Курагинское, Курагино, 2020



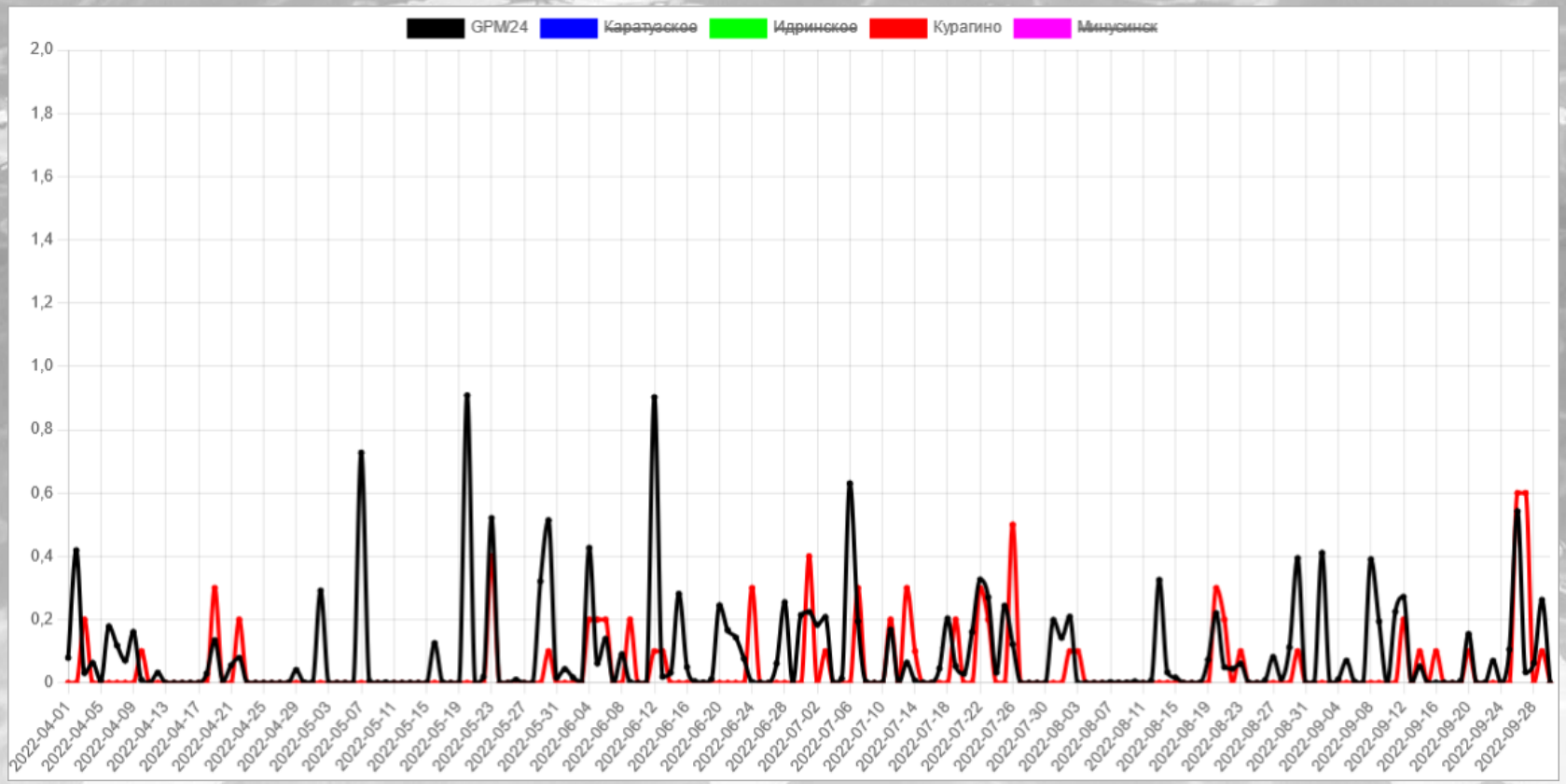
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	577.44	183	1	556.56	171	1
Каратузское	547.2	183	0.328	511.2	171	0.296
Идринское	328.8	183	0.228	288	171	0.174
Курагино	326.4	183	0.178	285.6	171	0.129
Минусинск	453.6	183	0.39	417.6	171	0.359

ОПХ Курагинское, Курагино, 2021



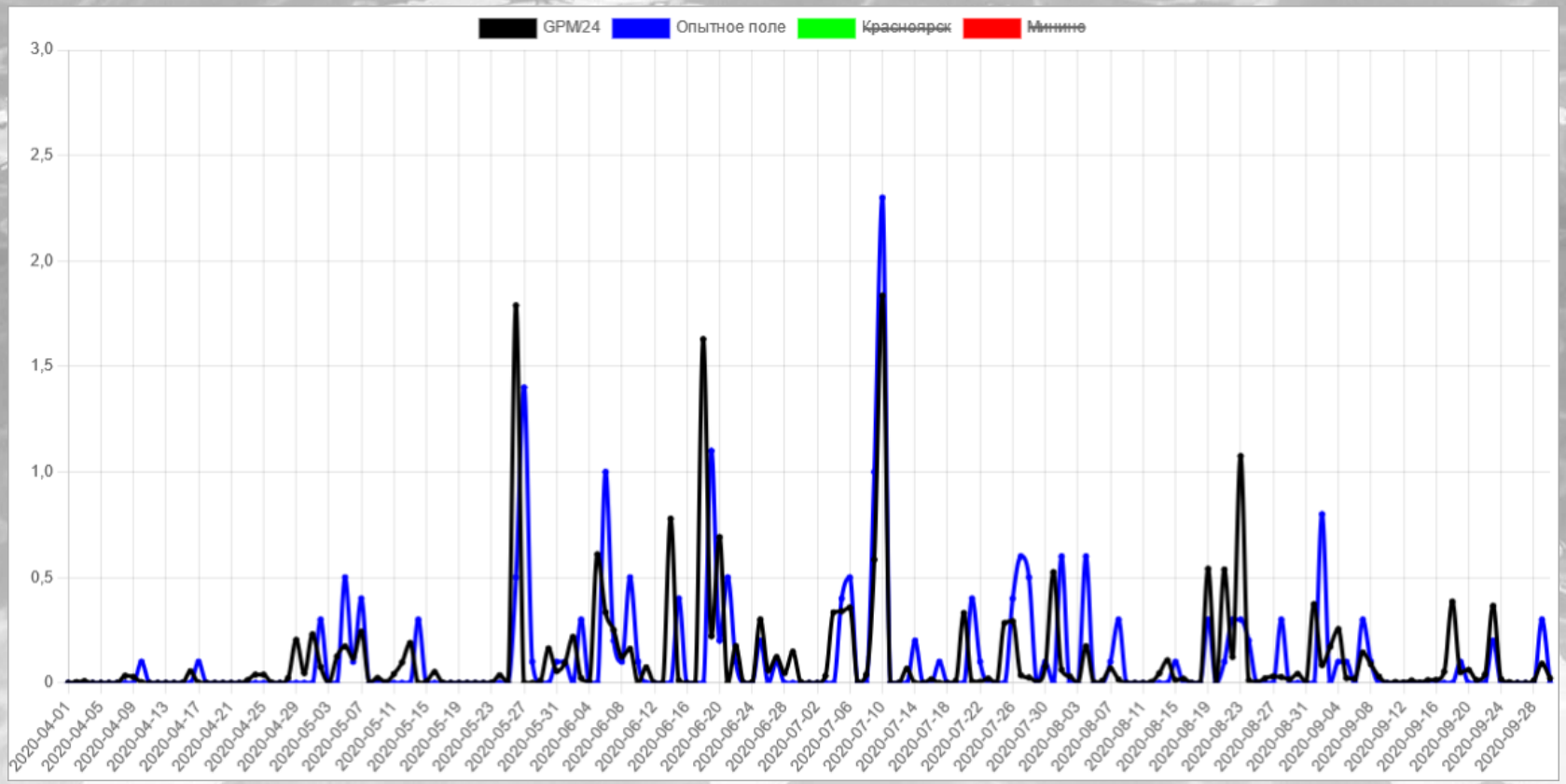
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	497.76	183	1	436.56	150	1
Каратузское	391.2	183	0.196	333.6	150	0.133
Идринское	362.4	183	0.065	288	150	0.047
Курагино	316.8	183	0.159	256.8	150	0.095
Минусинск	324	183	0.147	268.8	150	0.096

ОПХ Курагинское, Курагино, 2022



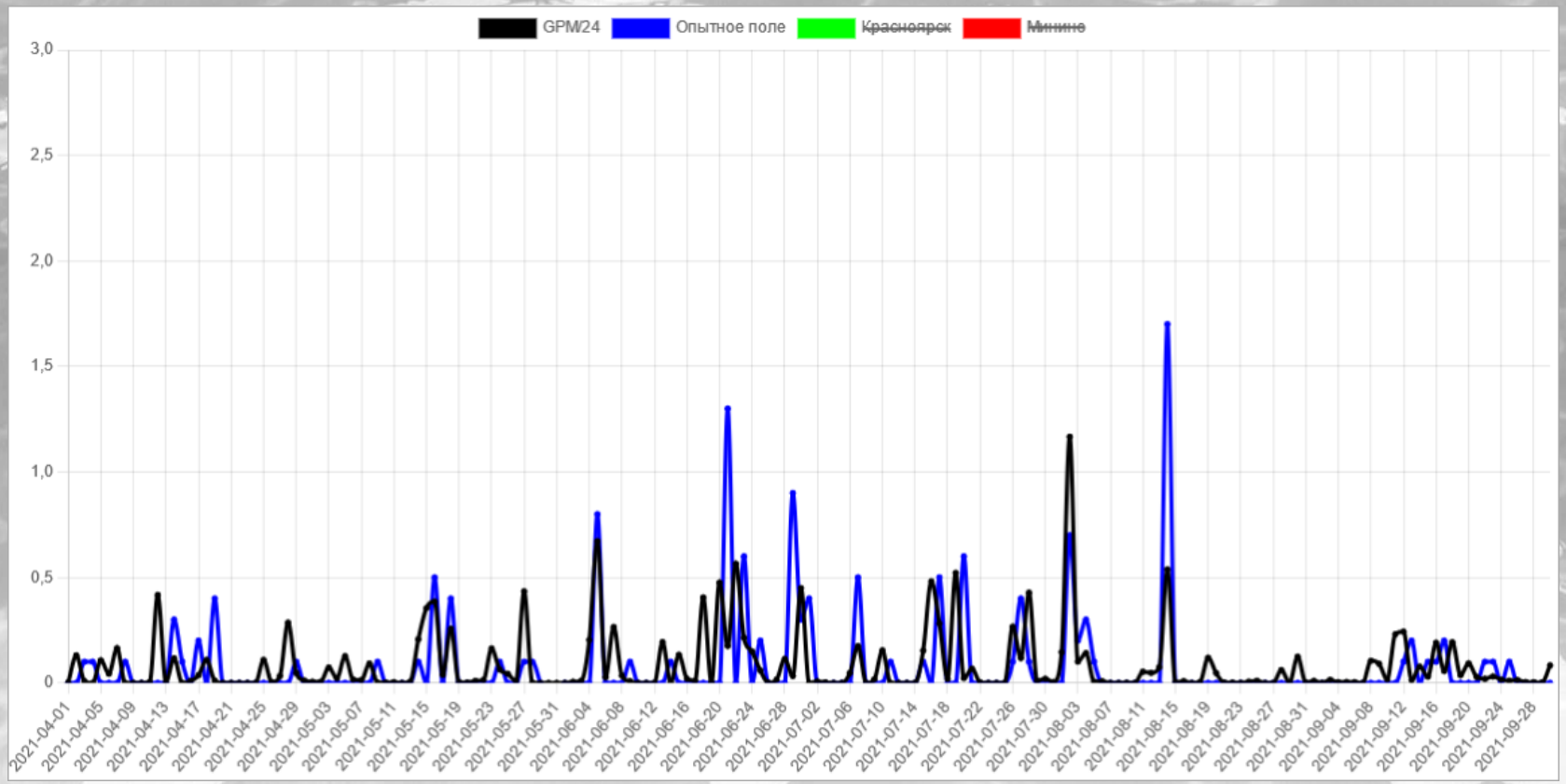
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	389.04	183	1	337.2	163	1
Каратузское	309.6	179	0.3	232.8	159	0.262
Идринское	271.2	179	0.236	240	159	0.252
Курагино	189.6	183	0.282	141.6	163	0.273
Минусинск	300	177	0.399	252	158	0.395

ОПХ Минино, Опытное поле, 2020



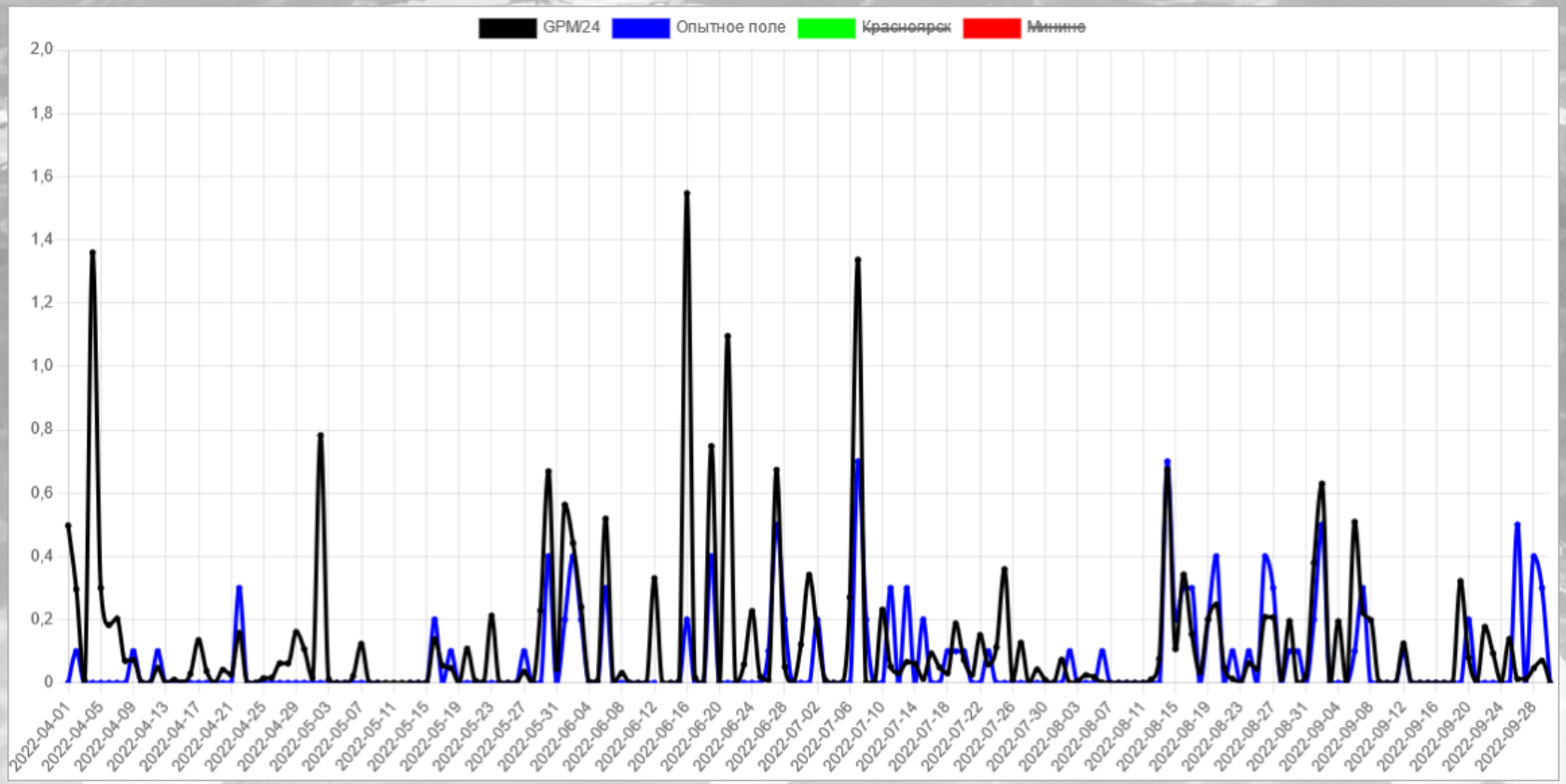
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	492.96	183	1	485.28	169	1
Опытное поле	494.4	183	0.459	465.6	169	0.459
Красноярск	405.6	142	0.384	391.2	136	0.385
Минино	372	181	0.449	352.8	167	0.451

ОПХ Минино, Опытное поле, 2021



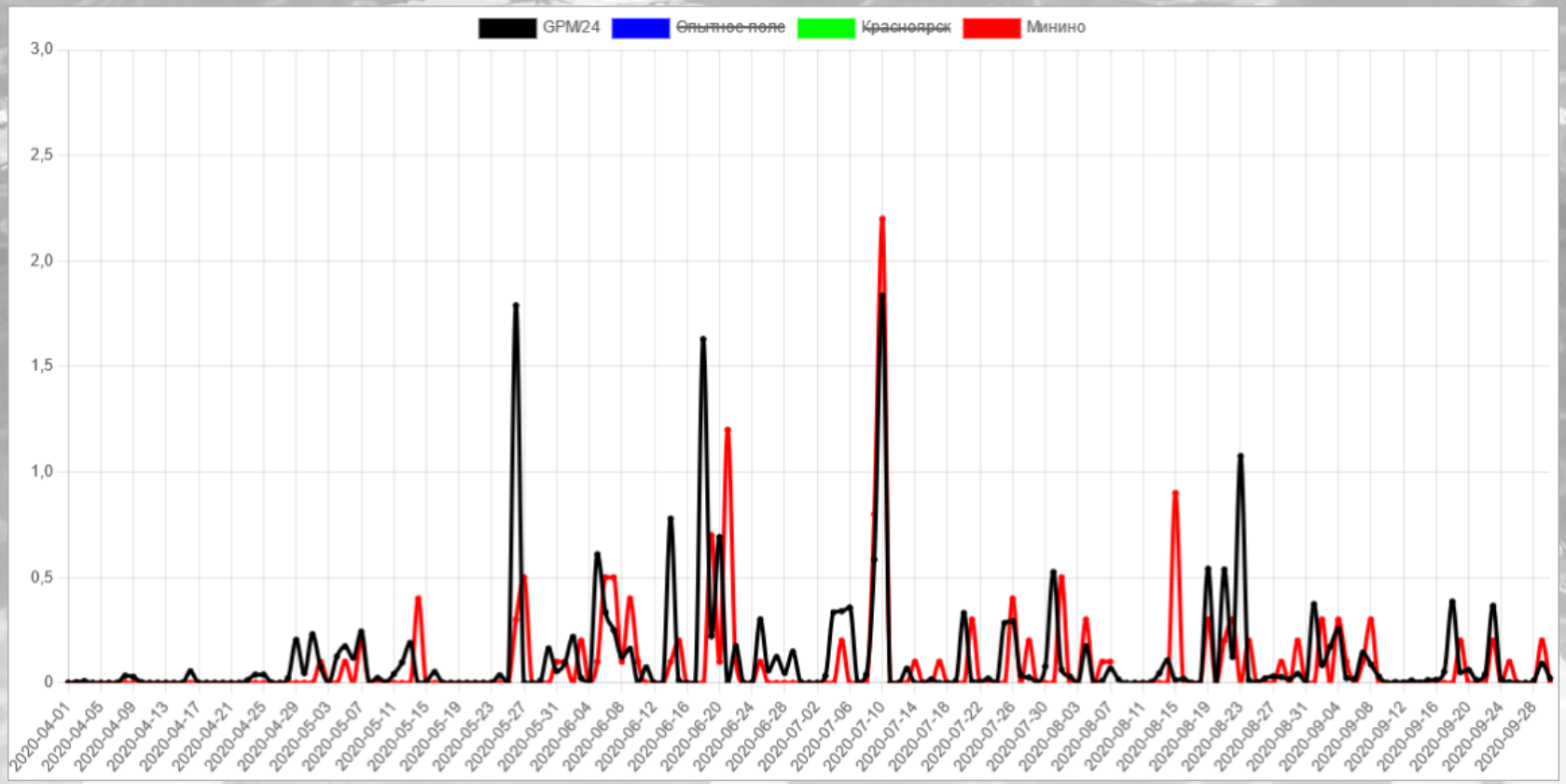
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	366.96	183	1	309.36	138	1
Опытное поле	333.6	181	0.429	268.8	136	0.427
Красноярск	336	155	0.4	295.2	137	0.376
Минино	292.8	183	0.375	249.6	138	0.367

ОПХ Минино, Опытное поле, 2022



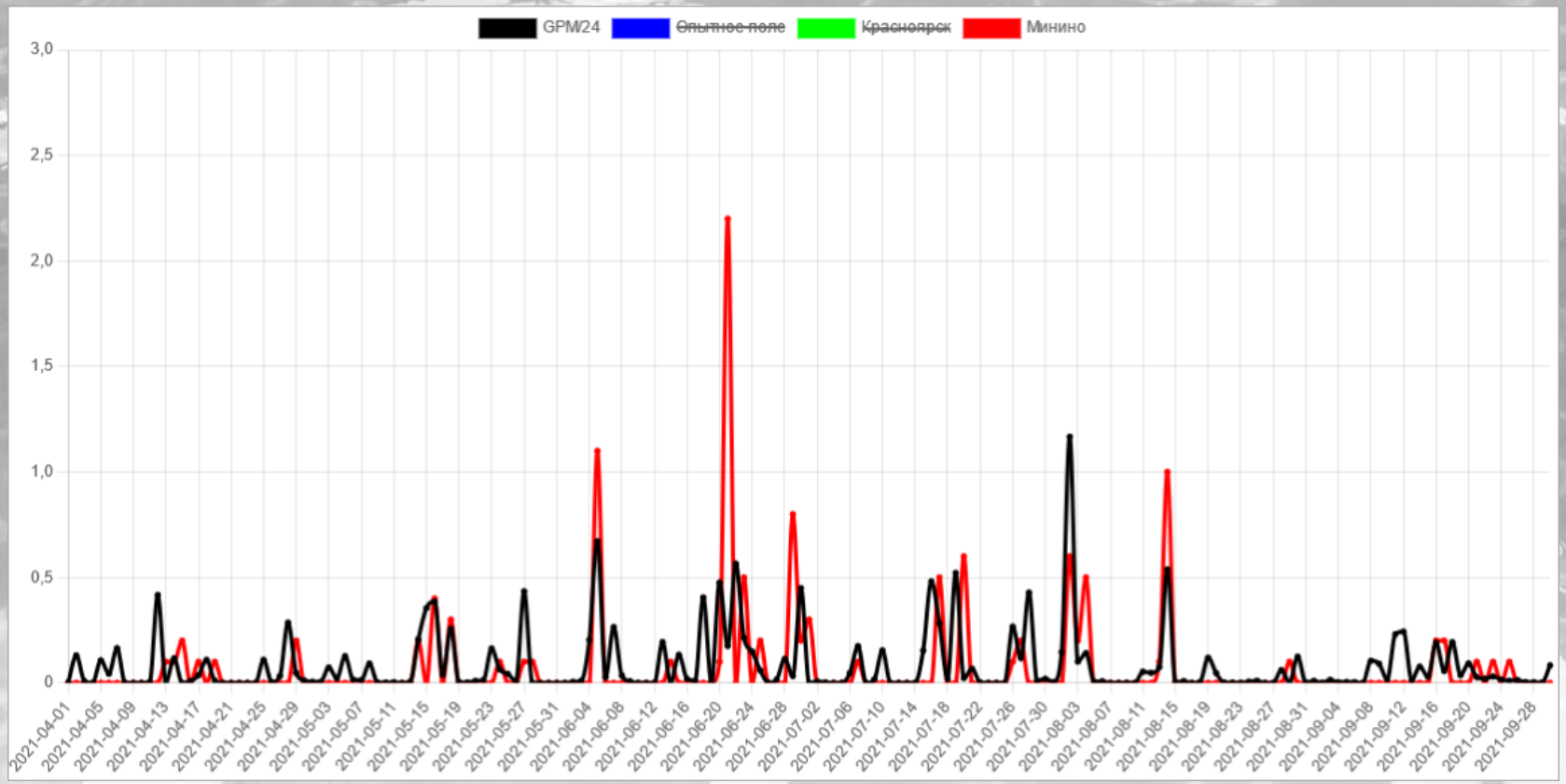
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	551.52	183	1	438	147	1
Опытное поле	292.8	179	0.479	228	143	0.587
Красноярск	249.6	165	0.536	204	142	0.557
Минино	261.6	183	0.512	211.2	147	0.598

ОПХ Минино, Минино, 2020



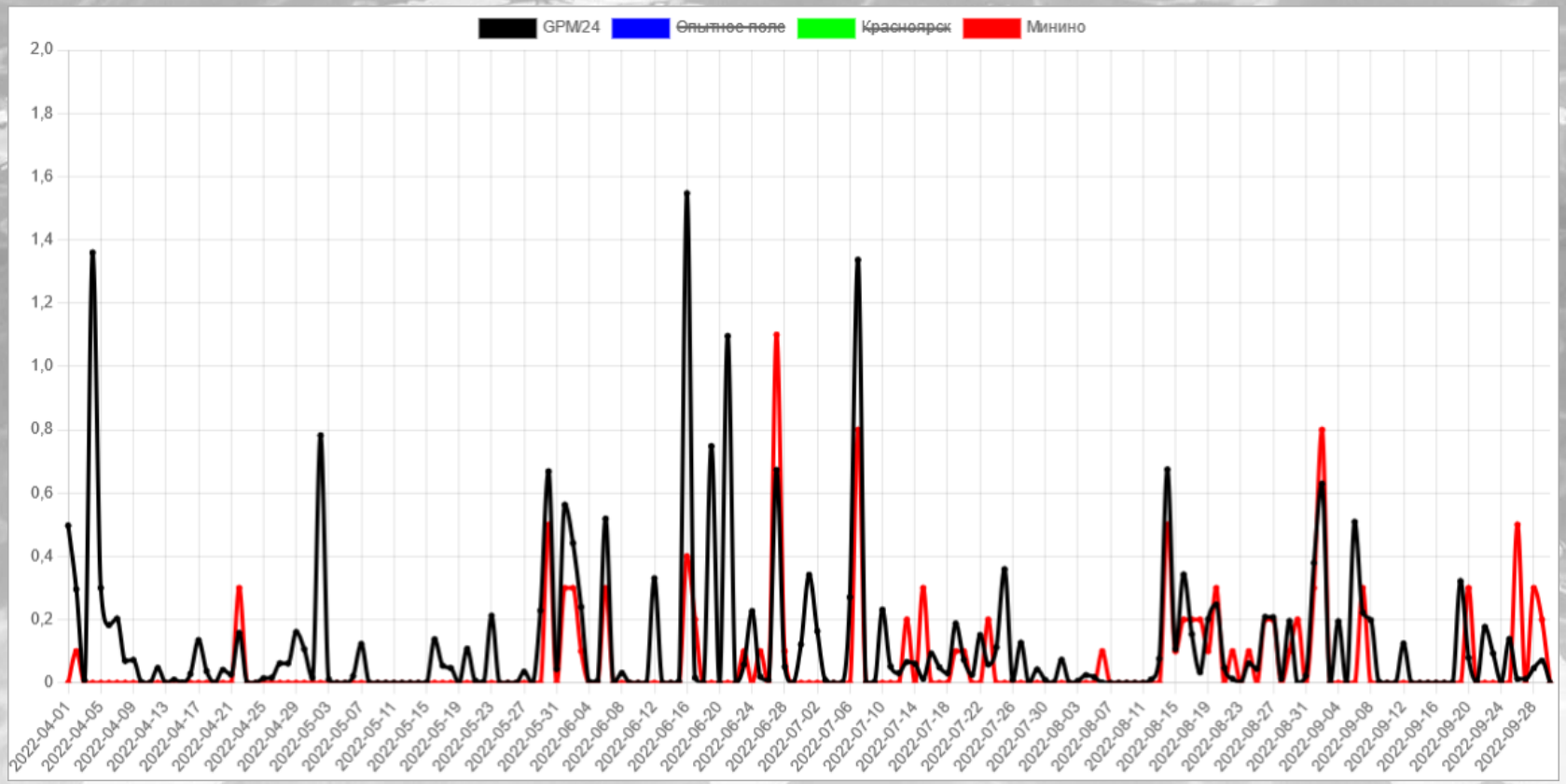
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	492.96	183	1	485.28	169	1
Опытное поле	494.4	183	0.459	465.6	169	0.459
Красноярск	405.6	142	0.384	391.2	136	0.385
Минино	372	181	0.449	352.8	167	0.451

ОПХ Минино, Минино, 2021



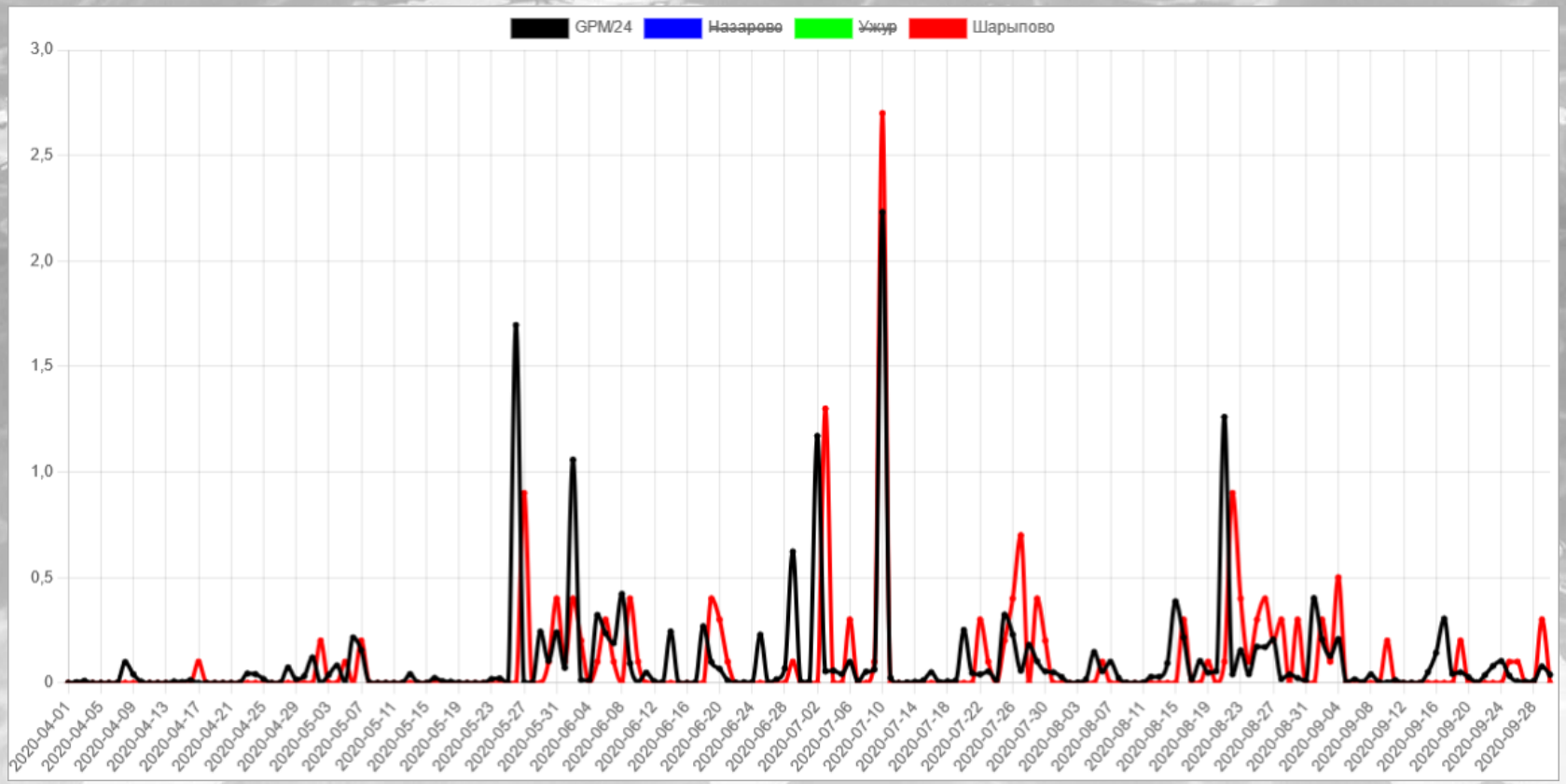
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	366.96	183	1	309.36	138	1
Опытное поле	333.6	181	0.429	268.8	136	0.427
Красноярск	336	155	0.4	295.2	137	0.376
Минино	292.8	183	0.375	249.6	138	0.367

ОПХ Минино, Минино, 2022



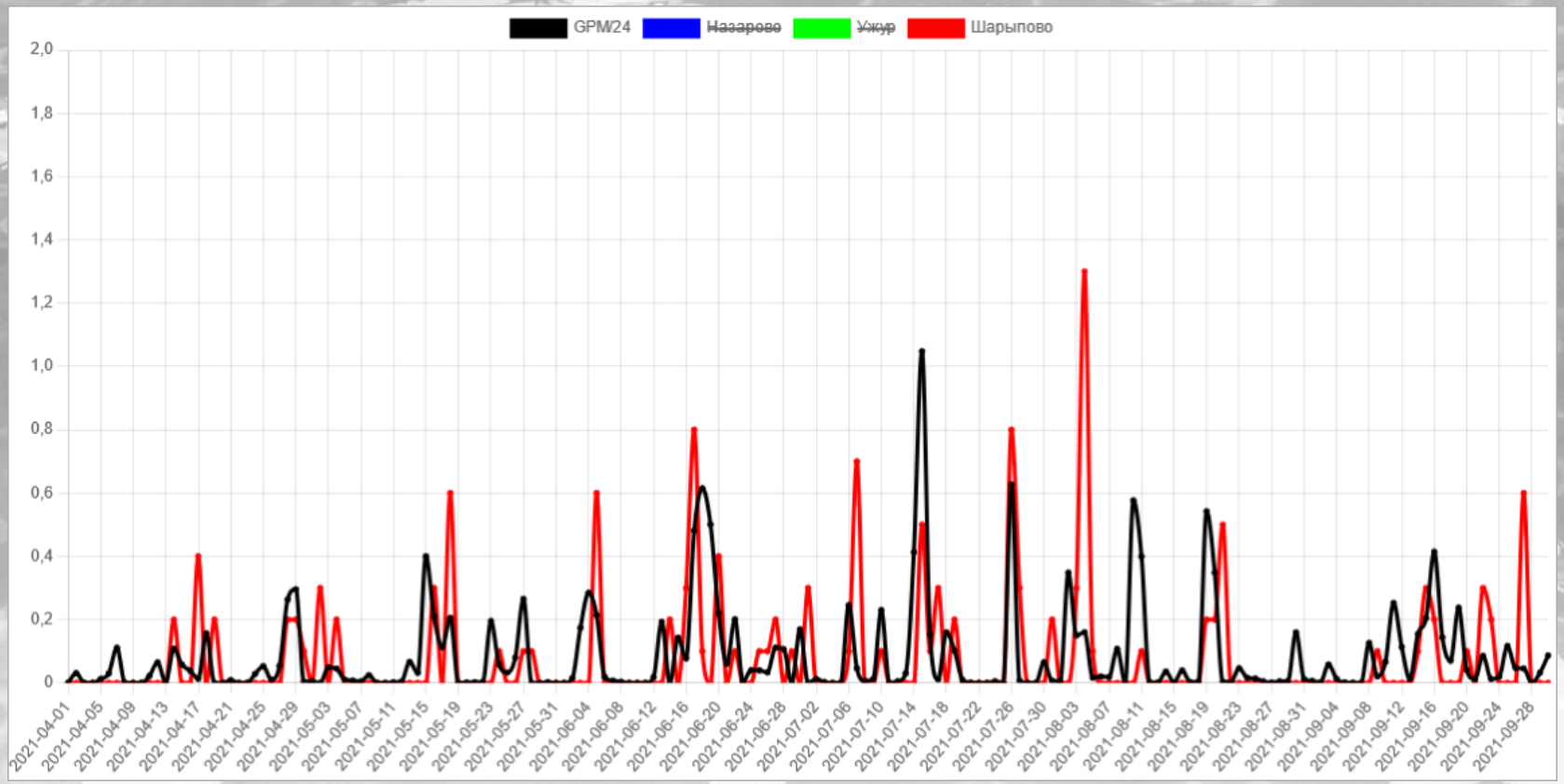
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	551.52	183	1	438	147	1
Опытное поле	292.8	179	0.479	228	143	0.587
Красноярск	249.6	165	0.536	204	142	0.557
Минино	261.6	183	0.512	211.2	147	0.598

ОПХ Михайловское, Шарыпово, 2020



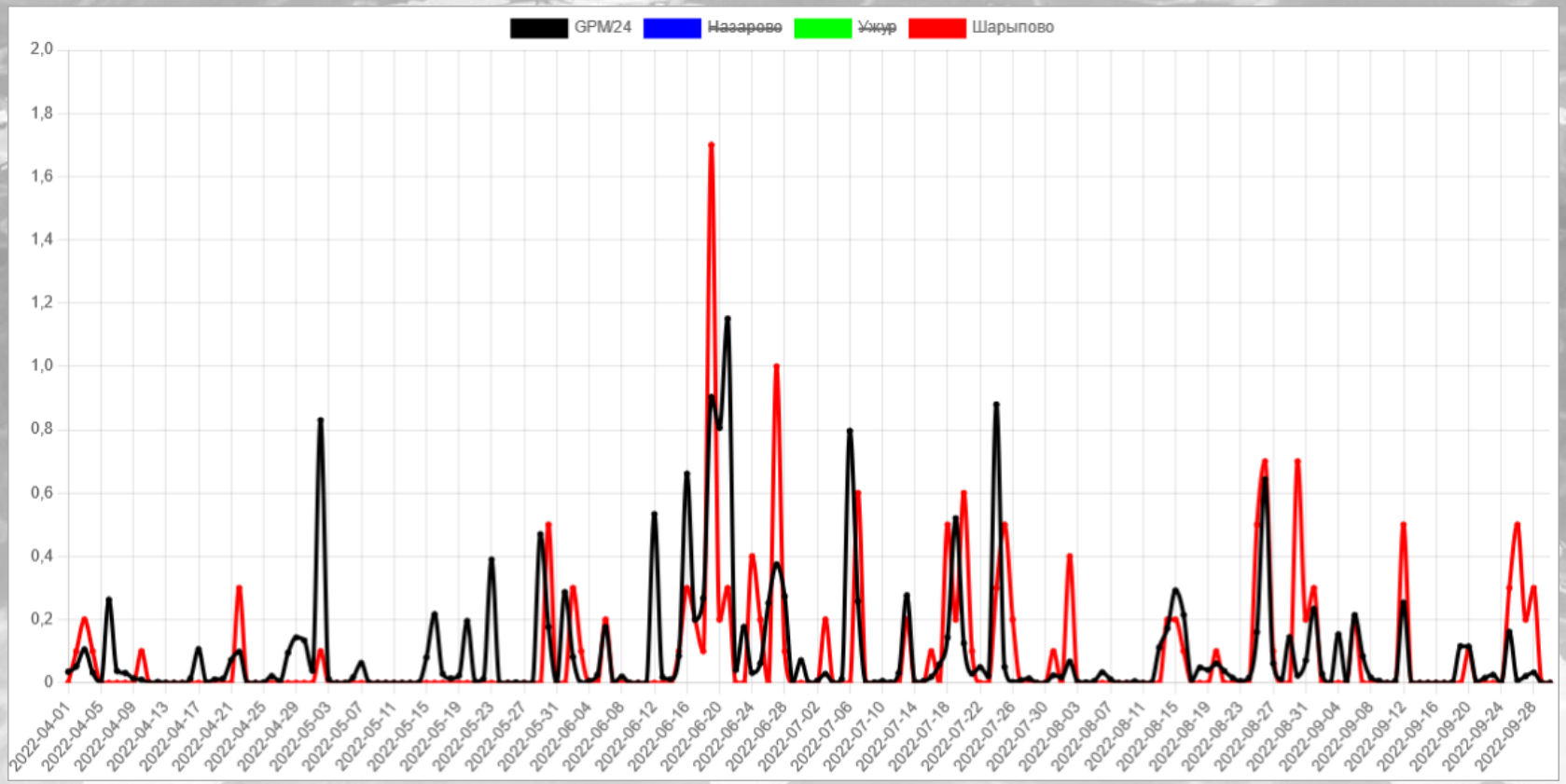
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	440.16	183	1	435.36	170	1
Назарово	391.2	183	0.265	374.4	170	0.263
Ужур	309.6	183	0.449	295.2	170	0.45
Шарыпово	398.4	183	0.504	384	170	0.503

ОПХ Михайловское, Шарыпово, 2021



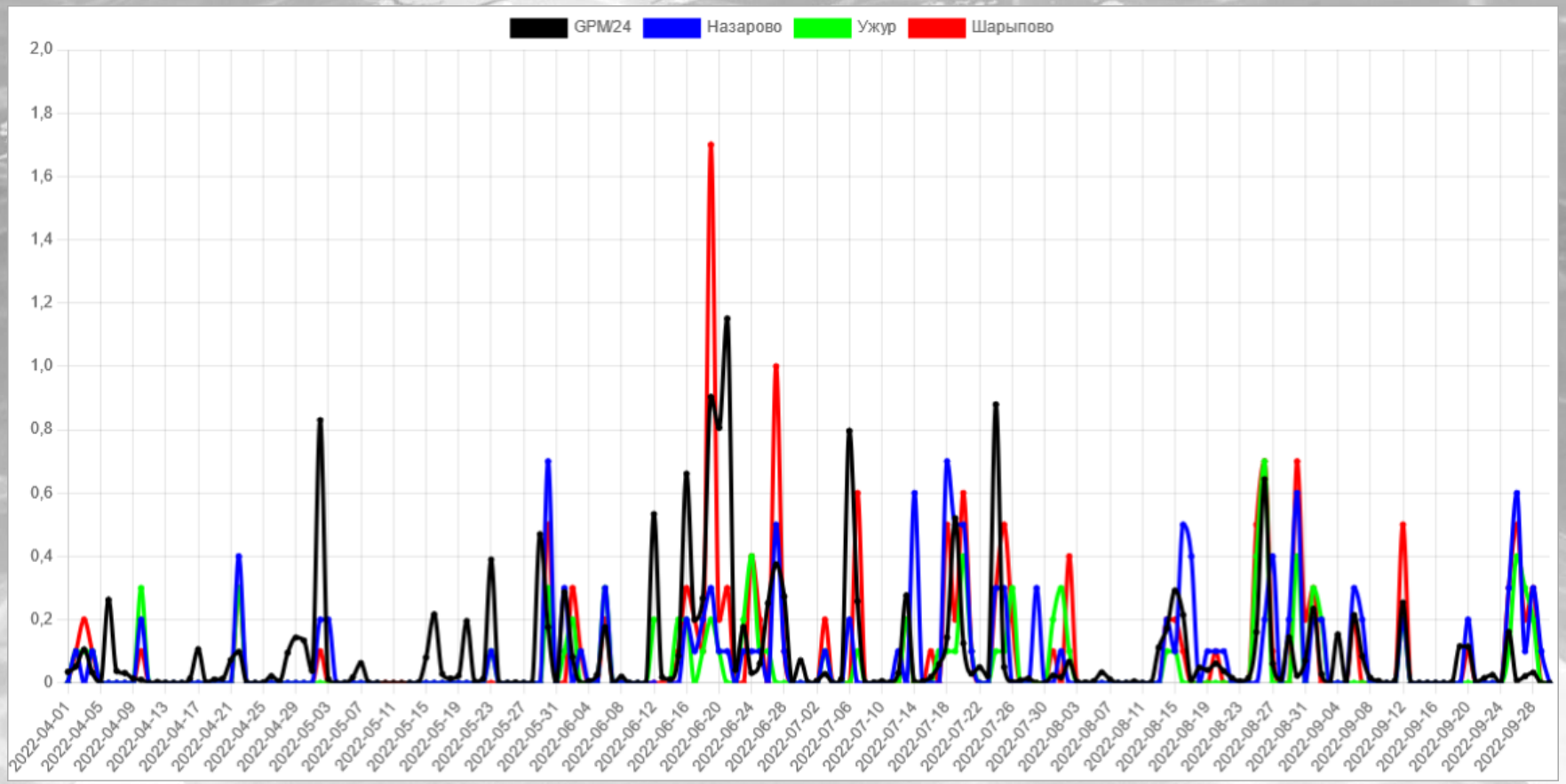
Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	373.2	183	1	335.04	146	1
Назарово	316.8	183	0.082	273.6	146	0.061
Ужур	312	183	0.292	271.2	146	0.281
Шарыпово	340.8	183	0.366	271.2	146	0.386

ОПХ Михайловское, Шарыпово, 2022



Пост	Сумма осадков	Кол-во дней	Корреляция	Сумма осадков (t° > 10)	Кол-во дней (t° > 10)	Корреляция (t° > 10)
GPM/24	420.96	183	1	397.44	155	1
Назарово	336	179	0.31	285.6	151	0.328
Ужур	225.6	179	0.265	187.2	151	0.282
Шарыпово	379.2	183	0.473	333.6	155	0.481

ОПХ Михайловское, 2022



Используемые технологии и стандарты

<u>Open Source Geospatial Foundation</u>
The main activities are to support and facilitate the development of open geospatial technology projects and databases.

The Open Geospatial Consortium (OGC) is an international consortium of more than 530 businesses, government agencies, research organizations, and universities driven to make geospatial (location) information and services FAIR - Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable.

Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) и др.

Спасибо за внимание!

Кадочников Алексей Анатольевич

Institute of Computational Modeling SB RAS
Federal Research Center Krasnoyarsk Science Center of the SB RAS

scorant@icm.krasn.ru

Россия, Красноярск