

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УДК 004.4:004.9
N госрегистрации 01201356262

УТВЕРЖДЕН
Протоколом заседания
Ученого совета
от 17.02.2015 № 3/2015

Председатель Ученого совета
член-корреспондент РАН
_____ В. В. Шайдуров
" ___ " _____ 2015 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

БАЗОВЫЙ ПРОЕКТ IV.38.2.2 "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНО-ЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В
СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ" ПРОГРАММЫ СО РАН IV.38.2 "НОВЫЕ
ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
И ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ
«ОБЛАЧНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ И СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ
И ИХ ПРИЛОЖЕНИЙ". № ГОС. РЕГИСТРАЦИИ 01201356262.

(промежуточный)

Руководитель темы
д.ф.-м.н., профессор

_____ Н.Я. Шапарев
" ___ " _____ 2015 г.

Красноярск 2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы
д.ф.-м.н., профессор

(подпись, дата)

Н.Я. Шапарев

Исполнители:

в.н.с.

(подпись, дата)

В.В. Заворуев

в.н.с.

(подпись, дата)

А.Д. Апонасенко

с.н.с.

(подпись, дата)

Г.В. Макарская

с.н.с.

(подпись, дата)

П.В. Белоліпецкий

н.с.

(подпись, дата)

Г.П. Высоцкая

н.с.

(подпись, дата)

А.В. Адрианова

н.с.

(подпись, дата)

П.В. Постникова

с.н.с.

(подпись, дата)

О.Э. Якубайлик

н.с.

(подпись, дата)

А.А. Кадочников

н.с.

(подпись, дата)

А.В. Токарев

Нормоконтролер

(подпись, дата)

А.В. Вяткин

РЕФЕРАТ

Отчёт 28 с., 11 рис., 1 прил.

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ, ГЕОПОРТАЛ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ВЕБ-ГИС, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ВЕБ-СИСТЕМА, КАТАЛОГ МЕТАДААННЫХ, ЭКОСИСТЕМА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ВЕБ-КАРТОГРАФИЯ, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.

Основные задачи исследований:

1. создание математического и программно-технологического обеспечения для проблемно-ориентированных геоинформационных веб-систем (геопорталов) и геопространственных веб-сервисов;
2. формирование инфраструктуры распределенных вычислений для обработки геопространственных данных в системах мониторинга социально-экономических процессов и состояния природной среды;
3. экспериментальное и вычислительное моделирование взаимосвязей между основными трофическими звеньями водных экосистем и их зависимости от абиотических факторов среды.

Ожидаемые результаты:

1. новые вычислительные технологии, методики и программное обеспечение для геоинформационных веб-систем и геопространственных веб-сервисов;
2. комплекс программно-аппаратного обеспечения для организации распределенной обработки геопространственных данных в системах мониторинга социально-экономических процессов и состояния природной среды;
3. результаты мониторинга экологического состояния экосистем нескольких малых рек, математические модели для водных экосистем.

Степень внедрения: разработанные технологии стали технологической основой ряда ресурсоемких информационно-аналитических систем регионального уровня различной тематики, заказчиками которых являются органы исполнительной власти Красноярского края.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Создание математических и программных средств для аналитической обработки и интерпретации пространственных данных в геоинформационной веб-системе модульной сервис-ориентированной архитектуры.....	6
2 Формирование инфраструктуры распределенных вычислений для обработки геопространственных данных в системах мониторинга социально-экономических процессов и состояния природной среды.....	9
3 Разработка региональной системы показателей состояния социальных, экономических и природных ресурсов, использующей геоинформационные системы и учитывающей риски.....	11
4 Проведение экспедиции «Гидробиологический мониторинг Красноярского водохранилища» с целью получения новых данных по сезонной и годовой динамике звеньев экосистемы водохранилища различных трофических уровней.....	14
5 Продолжение работ по плану междисциплинарного проекта № 131 «Математическое и геоинформационное моделирование в задачах мониторинга окружающей среды и поддержка принятия решений на основе данных стационарного, мобильного и дистанционного наблюдения» (№ гос. регистрации 01201272118).....	17
6 Продолжение работ по плану партнерского проекта № 73 «Современные технологии формирования информационной инфраструктуры для поддержки междисциплинарных исследований, в том числе для мониторинга природных и социальных процессов территорий Сибири и Дальнего Востока» (№ гос. регистрации 01201272119).....	19
7 Продолжение работ по плану партнерского проекта № 74 «Разработка принципов и информационно-вычислительных технологий обработки и интерпретации мультиспектральных спутниковых изображений высокого и сверхвысокого пространственного разрешения (для наук о Земле, экологии и природопользования)» (№ гос. регистрации 01201261916).....	21
8 Продолжение работ по плану партнерского проекта с НАНБ № 4 «Концепция устойчивого развития и природно-техногенной безопасности территорий Беларуси и Сибири, построенная на основе учета рисков и с применением геоинформационных технологий» (№ гос. регистрации 01201280254).....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	26

ВВЕДЕНИЕ

Технологические достижения последних лет, связанные с развитием сетей передачи данных, новых типов аппаратных платформ (планшетов и ультрабуков с сенсорным вводом, смартфонов, и т.п.), операционных систем, пользовательских интерфейсов и сервисов, ставят задачи приоритетного развития информационных технологий и телекоммуникационной инфраструктуры, формирования новых подходов и эффективных методов решения актуальных задач хранения, обработки, представления и анализа распределенных данных различного типа. Особое внимание в этом контексте уделяется геопространственной информации – ее объем стремительно нарастает; при этом как в органах государственной власти, так и в бизнес-сфере, растет осознание того, что ее использование – жизненно важный компонент эффективного принятия решений.

Характерной чертой и одной из проблем современных систем социально-экономического и экологического мониторинга стало повышенное внимание к ним общественности, рост потребности простого и быстрого доступа к исходным данным. Технологии Интернет, связанные с социальными сетями, кооперативно создаваемыми карто-ориентированными ресурсами, различными облачными сервисами, помогают выводить информационное обеспечение рассматриваемого класса задач на принципиально новый уровень.

Исследования по настоящему проекту направлены на разработку информационно-технологического обеспечения задач мониторинга социально-экологических процессов и природной среды на основе прикладного программного обеспечения в модульной сервис-ориентированной архитектуре, в контексте отмеченных выше тенденций. Приоритетом являются новые вычислительные технологии, методики и программное обеспечение для геоинформационных веб-систем и геопространственных веб-сервисов.

1 Создание математических и программных средств для аналитической обработки и интерпретации пространственных данных в геоинформационной веб-системе модульной сервис-ориентированной архитектуры

Исследования отчетного периода были связаны с проектированием и разработкой модульной архитектуры программного обеспечения для геоинформационных веб-систем, оптимизацией ранее созданного программного обеспечения геопортала, расширением его функциональных возможностей, прикладных и служебных веб-сервисов. Работа выполнялась в двух направлениях: поддержка и развитие ранее созданных программных средств и разработка новых модулей и функциональных подсистем.

По первому направлению – в течение отчетного периода была выполнена модернизация каталога метаданных, разработаны новые геопространственные сервисы анализа тематических данных, сервисы автоматической генерации расчетных сеток на основе нерегулярных исходных пространственных данных, сервисы автоматизированного управления данными растрового формата, и проч. Были доработаны интерфейсы пользователя в подсистеме картографической веб-визуализации, редактора карт ГеоЭкспресс, ряд других программных компонент. Была проведена опытная эксплуатация разработанных новых веб-сервисов на геопртале.

По второму направлению – выполнялись работы по созданию и настройке новых подсистем на основе геопортала – подсистеме для хранения и обработки медиа-ресурсов, веб-редактирования картографических данных, обработки больших растровых изображений, разделяемых на фрагменты (тайлы).

В качестве конкретного примера рассмотрим ниже сервис хранения и обработки медиа-ресурсов на геопортале.

Программно-технологическое обеспечение геопортала и набор его веб-сервисов можно рассматривать как платформу для построения прикладных картографических систем. В некоторых прикладных системах возникает задача хранения медиа-ресурсов, в частности – фотографий и изображений, привязанных к пространственным объектам. Для ее решения был создан специализированный веб-сервис с функциями создания, модификации, хранения и поиска.

Наибольшей структурной единицей является проект, в рамках которого собираются и хранятся и медиа-ресурсы. Обычно для каждой внешней информационной системы выделяется один или несколько проектов. Для разграничения доступа используются кодовый ключ, который передается клиентом при обращении к веб-сервису. Проект содержит правила обработки изображений, такие как максимальные размеры изображения

и размеры миниатюры, водяные знаки. Объекты проекта предназначены для группировки медиа-ресурсов. Они несут вспомогательную функцию и характеризуются уникальным строковым идентификатором OID. Логика и правила составления идентификаторов целиком лежат на прикладной информационной системе. В нем допустимо использовать иерархическую структуру, например, <group1>_<group2>_<id>, и использовать ее при поиске объектов по маске. По отдельному объекту задаются медиа-ресурсы, которые, в зависимости от типа, могут быть изображениями или ссылками на видео-файлы. Для изображений автоматически генерируются миниатюры по правилам, заданным в проекте. Веб-сервис реализован на основе REST подхода (рисунок 1). Запрос передается HTTP

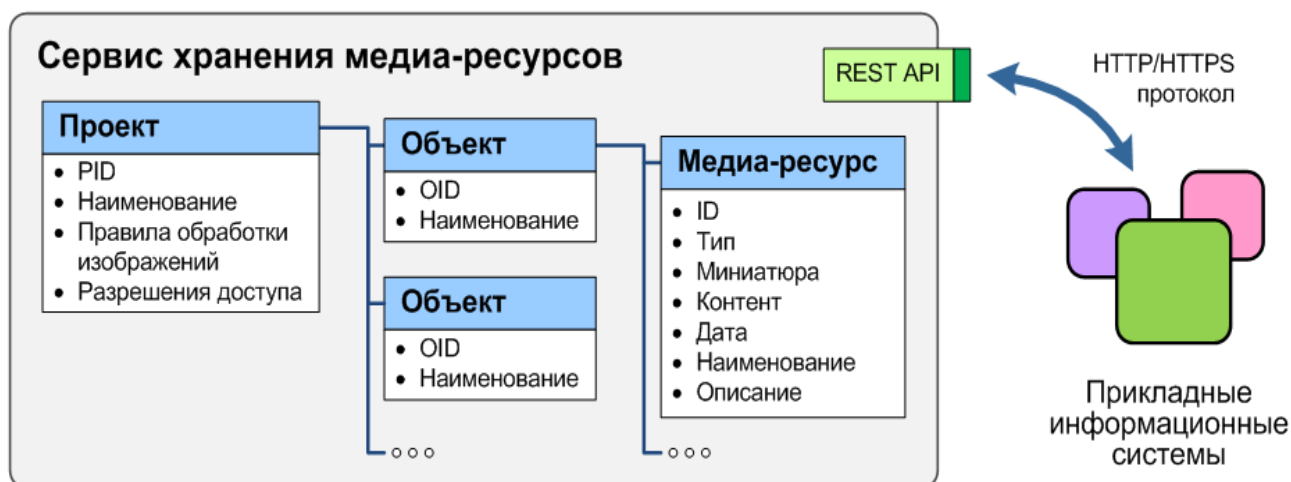


Рисунок 1 – Структура сервиса

методами GET/POST/DELETE с параметрами, результат формируется в виде XML документа. Базовая структура запроса следующая: `http://<host>/api/<версия API>/<объект>.<формат>? key=<key>&<дополнительные параметры>`, где:

- версия API – версия интерфейса (1.00);
- объект – составной идентификатор объекта URI, например, «projects/1/metadata» – метаданные проекта с внутренним идентификатором = 1;
- формат – формат выдаваемого ответа, поддерживается XML;
- key – кодовый ключ для доступа к сервису. Может указываться в параметрах, либо заголовке HTTP запроса;
- дополнительные параметры – дополнительные параметры для конкретного запроса.

Основные функции программного интерфейса (API)

– *Получить список объектов.* `GET http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/objects.xml`.

Возвращается список зарегистрированных объектов (код, дата обновления, наименование,

количество фотографий). Дополнительные фильтры позволяют задать список кодов либо маску кодов объектов.

– *Получить объект.* GET <http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/object/<id>.xml>. Ответ содержит информацию об объекте и список привязанных к нему фотографий (рисунок 2).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <result>
  - <status code="1">
    <message>ОК</message>
  </status>
  - <object photos="2" priority="0" update_date="2014-01-15 10:23:22" id="obj-213">
    <name>Объект 1</name>
    - <photos>
      - <photo priority="1" update_date="2014-01-13 10:03:21" id="2321" object_id="213" type="photo">
        <name>Фотография 1</name>
        <description>Описание</description>
        <date>2014-01-01 12:00:00</date>
        <link type="small">http://gis.krasn.ru/photo/files/342ffasdase3234.jpg</link>
        <link type="big">http://gis.krasn.ru/photo/files/342ffasdase3231.jpg</link>
        <owner>simple_user</owner>
      </photo>
      ...
    </photos>
  </object>
</result>
```

Рисунок 2 – Пример ответа веб-сервиса

– *Получить список фотографий.* GET <http://<host>/api/1.00/projects/<project id>/photos.xml>. Возвращается список фотографий. Дополнительные параметры позволяют задать фильтр в виде списка кодов либо маски кодов объектов.

– *Загрузить фотографию.* POST <http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/photo.xml>.

Параметры POST запроса:

- 1) object_id – пользовательский код объекта (строка);
- 2) name – наименование объекта;
- 3) description – описание объекта;
- 4) date – дата изображения;
- 5) owner – пользователь-владелец;
- 6) priority – приоритет для сортировки;
- 7) image – содержимое файла изображения (поддерживаются форматы: jpg, gif, png).

– *Изменить фотографию.* POST <http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/photo/<id>.xml>.

Параметры запроса аналогичны запросу на загрузку фотографии.

– *Удалить фотографию.* DELETE

<http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/photo/<id>.xml>.

– *Удалить объект.* DELETE <http://<host>/api/1.00/projects/<pid>/object/<id>.xml>.

Удаляется как сам объект, так и все привязанные к нему медиа-ресурсы.

Рассмотренное здесь программно-технологическое обеспечение для хранения и обработки медиа-ресурсов геопортала стало одним из системообразующих компонентов для ряда разработанных и внедренных прикладных систем.

2 Формирование инфраструктуры распределенных вычислений для обработки геопространственных данных в системах мониторинга социально-экономических процессов и состояния природной среды

Работы по формированию инфраструктуры вычислений для обработки пространственных данных связаны с поиском эффективных решений для операций с большими массивами пространственных данных. За отчетный период основное внимание было сконцентрировано на проектировании и разработке программно-технологического обеспечения для распределенной системы мониторинга. Усилия были сосредоточены на проектировании и разработке программных компонент для создания проблемно-ориентированной распределенной системы обработки пространственных данных. Также решались задачи, связанные с эксплуатацией оборудования, совершенствования аппаратного обеспечения.

Был разработан блок для сбора, обработки и представления оперативных данных наблюдения от различных веб-сервисов, станций наблюдения и датчиков. Организация доступа к данным наблюдений осуществляется стандартными средствами геопортала, включающего просмотр табличных данных, экспорт, просмотр данных на картах с возможностью выбора временных интервалов и доступ с помощью общепринятых стандартов.

Организован доступ к собранным данным оперативного мониторинга с помощью стандарта SOS (Sensor Observation Service), разрабатываемого консорциумом OGC (рисунок 3). Этот стандарт определяет интерфейс веб-сервиса, который позволяет запрашивать информацию от датчиков, получать информацию о самих датчиках, а также описывает средства и механизмы для регистрации новых датчиков и возможности их удаления. В качестве базового программного обеспечения для организации SOS-сервисов выступает MapServer.

В этом отчетном периоде в геопортале было добавлено отображение тематического слоя в виде векторных объектов. Такой подход делает работу с картографическим веб-приложением более удобным, чем при растровом представлении тематического слоя.

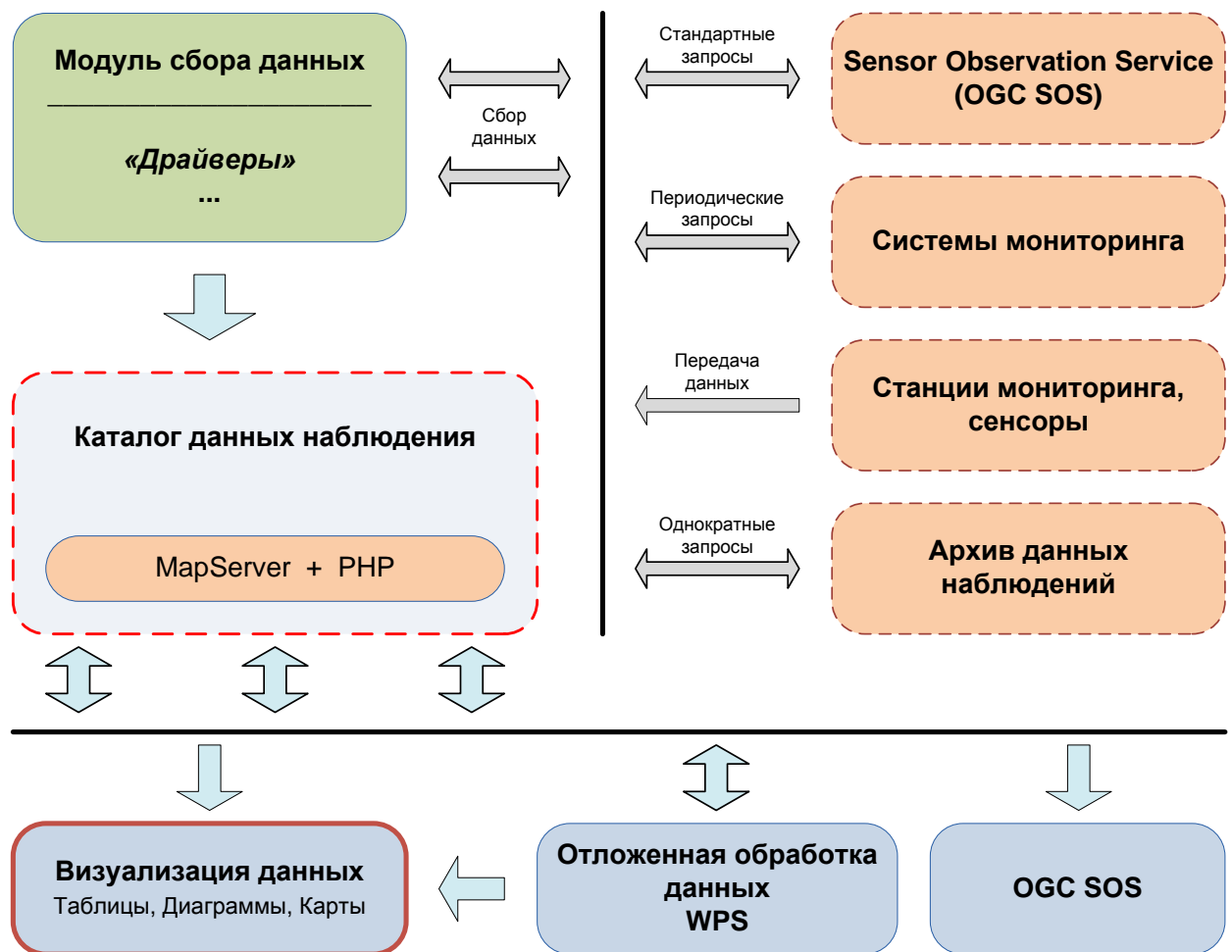


Рисунок 3 – Доступ к данным наблюдения

Уменьшается число запросов к серверу, что в свою очередь уменьшает нагрузку на сервер, увеличивает скорость работы веб-приложения и уменьшает объем передаваемых данных между клиентом и сервером. При этом для стилевого оформления векторных объектов не возникло необходимости в создании новых описаний стилей, все работает с существующей библиотекой символов геоportала. Дополнительно улучшена работа с геоportалом через WFS и дополнительно решена проблема с исходными пространственными данными в различной кодировке атрибутивной информации. Для векторных данных появилась возможность редактирования непосредственно через веб-интерфейс. Также добавлен экспорт векторных данных из геоportала в share формат при наличии прав на такую операцию у пользователя.

Выделен дополнительный физический сервер для создания карт (рисунок 4) на основе растровых фрагментов («тайловых подложек»). На этот сервер перемещены основные «тайловые карты» Красноярского края и в настоящее время на этом сервере динамически формируются «тайловые карты» для разных карт Геоportала ИВМ СО РАН. Такой подход позволил ускорить процесс загрузки карт на стороне клиента. Дополнительно было

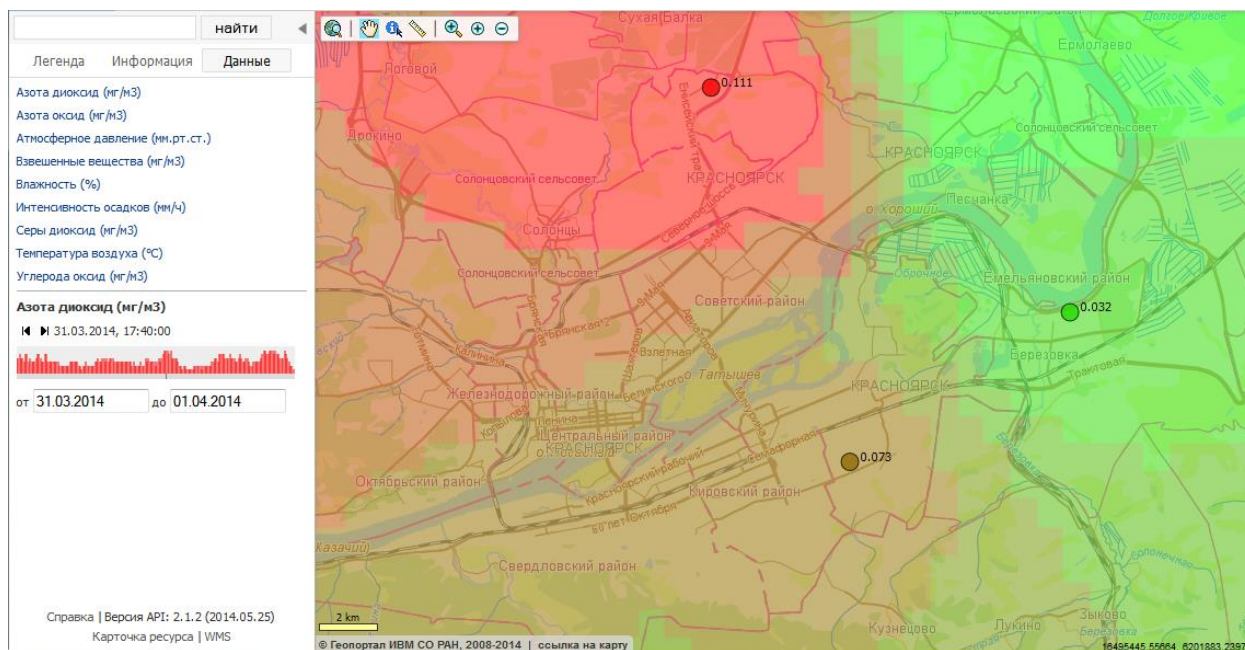


Рисунок 4 – Пример тематического слоя с данными наблюдения

приобретено сетевое хранилище Synology DS1813+ для работы виртуальных серверов и каталога «тайловых карт» с подключением по iSCSI по 2х гигабитному каналу. iSCSI — это протокол, который базируется на TCP/IP и разработан для установления взаимодействия и управления системами хранения данных, серверами и клиентами. Физически протокол инкапсулирует SCSI блоки в пакеты Ethernet.

3 Разработка региональной системы показателей состояния социальных, экономических и природных ресурсов, использующей геоинформационные системы и учитывающей риски

Исследования и разработки, связанные с созданием региональной системы показателей состояния социальных, экономических и природных ресурсов, в отчетном периоде были сконцентрированы главным образом на задачах междисциплинарного характера, в которых основное внимание уделяется эффективной интеграции данных, установлению взаимосвязей между элементами формируемой системы. Региональная система показателей состояния ресурсов основана на интегрированной информации о территории, объединенной в специального вида комплексы/каталоги/базы данных. Для эффективного сбора, обработки и представления такого рода информации необходимо специальное программное обеспечение, информационные технологии, средства визуализации.

В рамках выполненных работ была сформирована концепция «электронных паспортов безопасности территорий». Исследования выполнялись на примере затоплений

населенных пунктов в результате весеннего половодья, дождевых паводков и аварий на гидротехнических сооружениях. В работе использовались модельные данные об источниках опасности, объектах защиты и управления.

Разработанное программно-технологическое обеспечение построено на основе современных веб-технологий, предполагает удалённое использование информационных ресурсов без установки специализированного программного обеспечения с гарантированным обновлением информационных ресурсов; её программно-технологической основой является геопортал ИВМ СО РАН. Техническая основа – платформа публикации картографических данных MapServer 5.x, системы кэширования картографических данных GeoWebCache 1.2.x, языка PHP 5.3, СУБД PostgreSQL 8.3 и PostGIS 1.5, библиотеки OpenLayers 2.13, и проч. (рисунок 5).

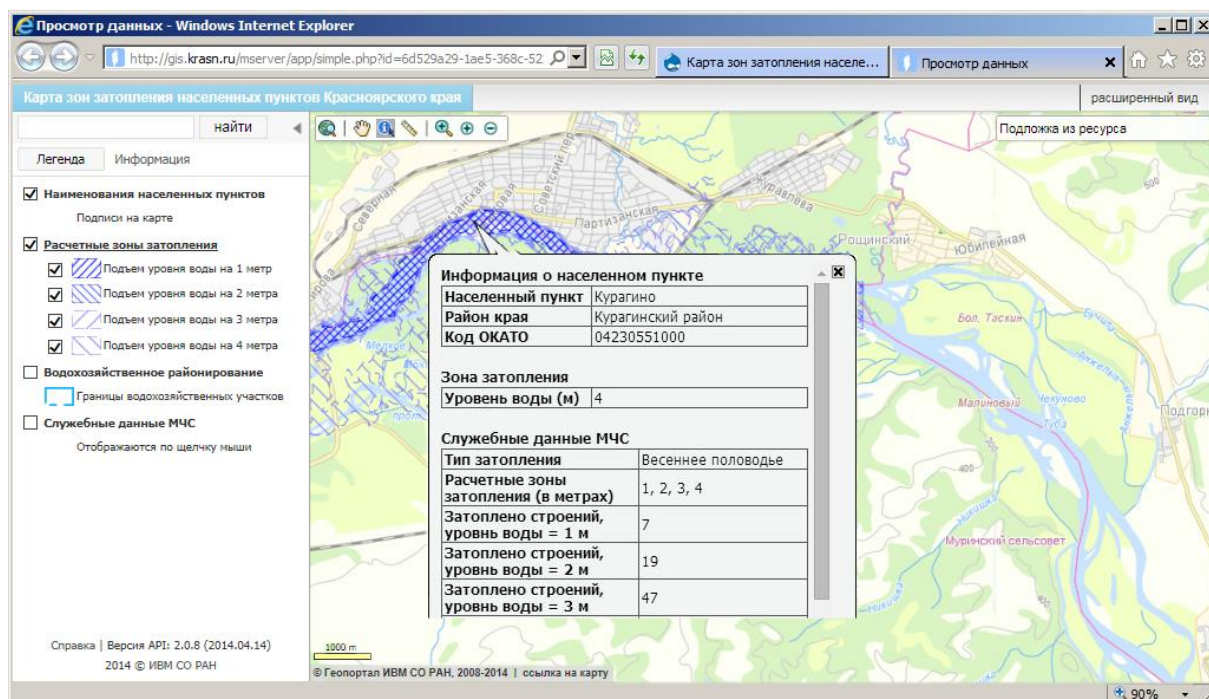


Рисунок 5 – Представление результатов моделирования затоплений населенных пунктов

Созданные веб-приложения являются рабочим прототипом региональной системы показателей состояния ресурсов. Веб-система сбора данных позволяет создавать новые формы сбора, причем не только для «статической», редко изменяемой информации, но и для сбора оперативной мониторинговой информации. Таким образом, описанные выше технологии позволяют решить целый комплекс задач – от оценки рисков ЧС и планирования мероприятий по защите территорий от ЧС природного характера до ведения оперативного мониторинга с возможностью консолидации метеорологической, гидрологической и других видов обстановок из различных источников информации.

Еще одним направлением исследований стала создание информационно-аналитического обеспечения для задачи оценки рисков воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) на территории города. Была проведена натурные наблюдения уровня ЭМИ в окрестностях антенно-мачтового сооружения радиотелевизионного передающего центра Красноярска, составлена картографическая база данных, проведена соответствующая аналитическая обработка данных (рисунок 6).

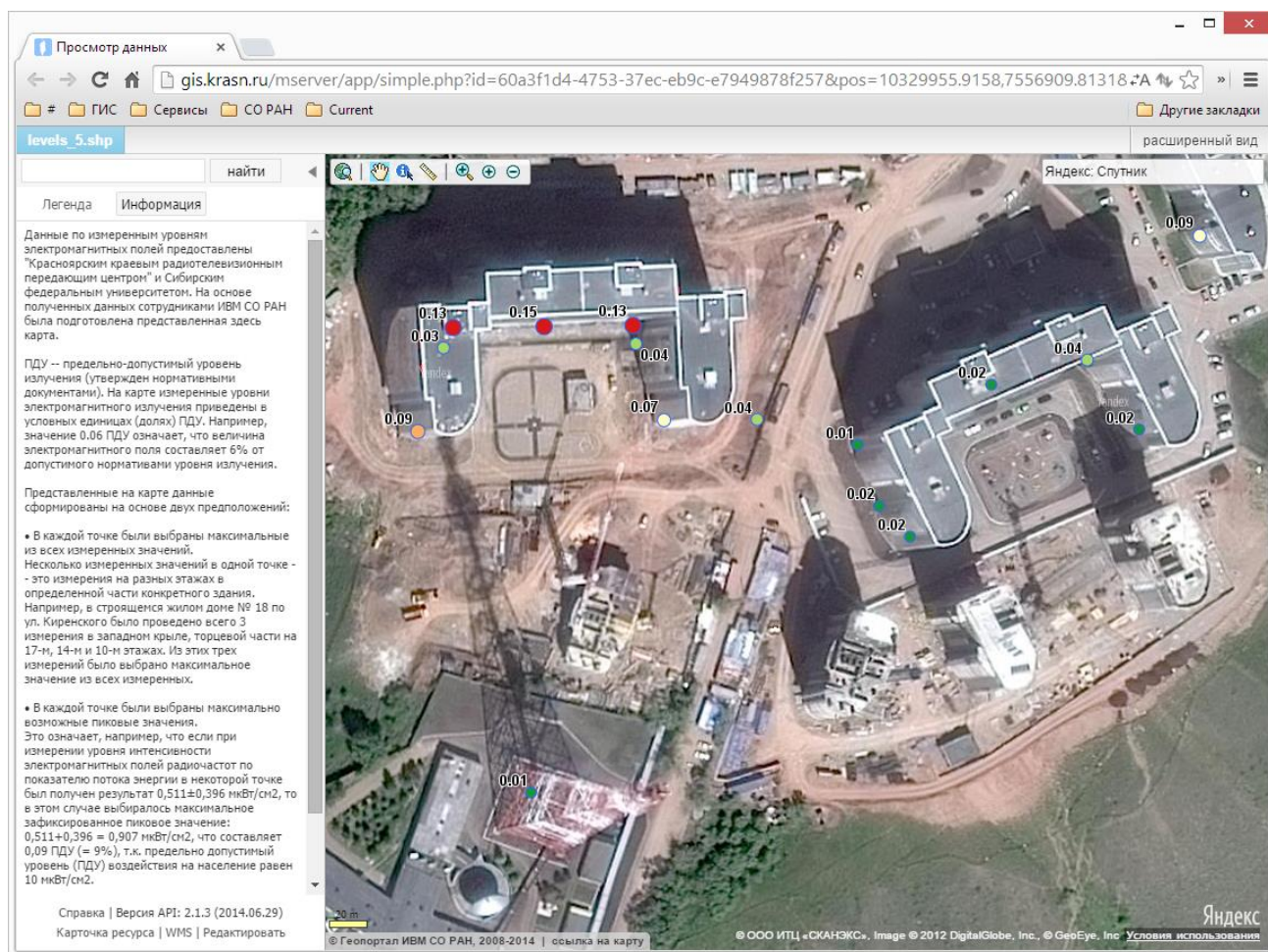


Рисунок 6 – Геопространственная база данных для задачи оценки рисков воздействия электромагнитного излучения

В ходе выполнения работ были всесторонне исследованы программно-технологические аспекты организации региональной системы показателей. Ее системообразующей основой должна стать совокупность данных, которые сопровождаются соответствующими метаданными, в том числе – геопространственными данными. Сами показатели в предлагаемой концепции рассматриваются как интегральные значения, вычисляемые на основе имеющегося массива данных. С технической точки зрения – наиболее целесообразным их представлением является веб-сервис, который работает через метаданные с доступными данными.

Был выполнен анализ имеющихся программных продуктов в рассматриваемой предметной области. Поддержка базы метаданных при создании каталогов ресурсов сегодня обычно не вызывает проблем у разработчиков – структура данных относительно простая, и она хорошо формализована стандартами в виде UML-диаграмм. Примерами "готовых" серверов баз пространственных метаданных в классе свободных программ с открытым исходным кодом являются GeoNetwork Opensource, ESRI Geoportal Server, EasySDI. Клиентское программное обеспечение, которое обеспечивает ввод и редактирование пространственных метаданных, обычно интегрируется в прикладные ГИС, например ESRI ArcCatalog, MapInfo Manager, модуль расширения NextGIS Metatools для QuantumGIS, и проч.

При разработке картографических веб-сервисов могут быть использованы различные инструментальные программные средства. Среди зарубежных продуктов следует, прежде всего, назвать ESRI ArcIMS и ArcGIS Server, Autodesk MapGuide, Intergraph GeoMedia, Pitney Bowes MapXtreme, Bentley Geo Spatial Server и Bentley Geo Web Publisher, и проч., среди российских – «ГеоКонструктор Web-сервер» (ЦГИ ИГ РАН), «ИнГео MapW» (ЦСИ «Интегро», Уфа), GIS WebServer (КБ «ПАНОРАМА»), WebMap (ЗАО «Резидент»), и др..

Представленные технологии распределенного сбора, анализа и визуализации данных позволяют создать единое информационное пространство межведомственного информационного обмена, позволяющего консолидировать усилия для минимизации последствий стихийных бедствий и повышению уровня безопасности жизнедеятельности населения и территорий, выполнять всесторонний анализ рисков различного типа.

4 Проведение экспедиции «Гидробиологический мониторинг Красноярского водохранилища» с целью получения новых данных по сезонной и годовой динамике звеньев экосистемы водохранилища различных трофических уровней

В период экспедиционных работ производился отбор проб воды из различных участков Красноярского водохранилища на протяжении от залива Улазы до залива Кондырла. а также сбор первичных данных по исследованию бактерио- и фитопланктона с 13 станций Приморского плеса (заливы Улазы, Куртак, Глядень, Убей, Сисим, Даурский, Вагонуль, р. Кондырла, центр водохранилища между заливами Бюза и Малая Дербина, Сисим и Караульный, напротив урочища Кривляк, напротив залива Черемушки, вход в залив Даурский).

Были оценены стандартные характеристики качества воды, определены основные гидрооптические показатели. Одновременно оценивались изменения концентрации солей

в пробах для выявления антропогенного влияния на основные заливы и вдоль русла Красноярского водохранилища. Пополнена сводная база данных по характеристикам репрезентативной выборки представителей ихтиофауны водохранилища, формирование которой было начато в 2000 г., включающая характеристики 4205 разновидовых представителей ихтиофауны, содержание которой позволяет проводить территориальные и межгодовые сравнения, устанавливать динамику иммуногематологических параметров на протяжении летнего периода при изменении физиологического состояния.

Пополнена сводная база данных бактерио- и фитопланктонных звеньев трофической цепи водоема, определение характеристик которых позволит дополнить динамику изменения физиологического состояния и функционирования в течение вегетационного периода 2014 г. Выполнены 2 серии БПК-5 Красноярского водохранилища с определением содержания кислорода в образцах воды по методу Винклера. Фактор замедления течения и водообмена способствует эвтрофированию и структурным изменениям в фитопланктонном сообществе. При изучении распределения концентрации хлорофилла «а», а также фотосинтетической активности фитопланктона, было установлено, что в основном русле водохранилища идет рост фотосинтетической активности, а также снижение уровня солености воды при удалении от плотины (рисунок 7), что указывает на антропогенное влияние зарегулирования на активность

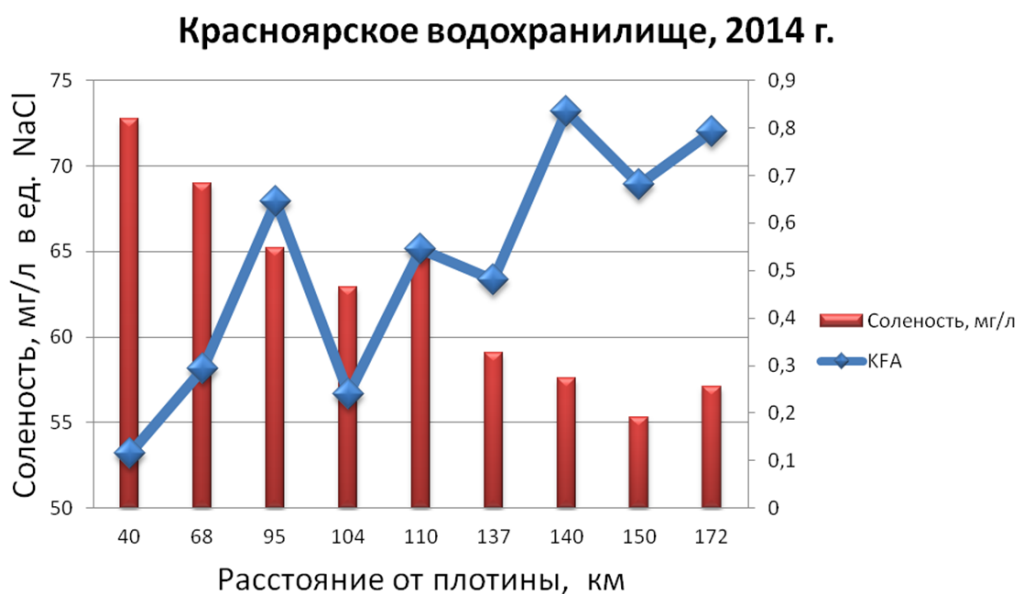


Рисунок 7 – Распределение солености и фотосинтетической активности фитопланктона вдоль основного русла Красноярского водохранилища вверх по течению при удалении от плотины

фитопланктонного сообщества, так и на качество воды.

По данным гидробиологического мониторинга в 2000–2014 гг. в Красноярском водохранилище выделены годы с различным уровнем наполнения водой: маловодные, средневодные и многоводные. Отмечено, что содержание растворенного органического вещества коррелирует с уровнем наполнения водохранилища, а концентрация минеральной взвеси - имеет обратную зависимость (рисунок 8). В горизонтальном

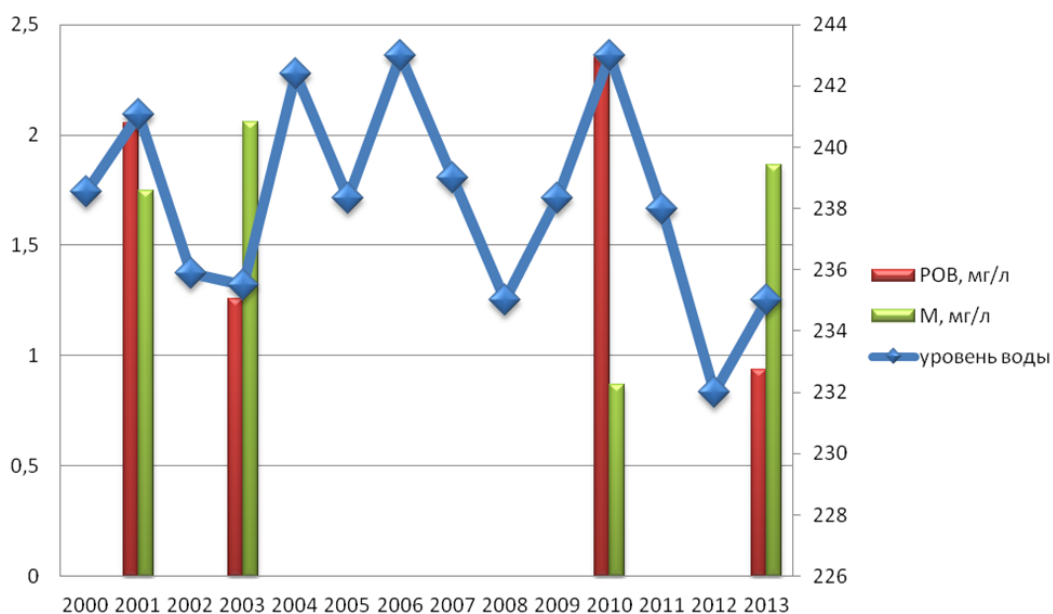


Рисунок 6.8 – Межгодовая динамика содержания растворенного органического вещества и минеральной взвеси при различном уровне наполненности водохранилища

распределении численности и биомассы бактериопланктона вдоль водохранилища в конце июля – начале августа 2014 г. наблюдается незначительные колебания их величин в средней части Красноярского водохранилища от 40 до 112 км выше плотины в пределах от 0.018 до 0,027 мг С/л (рисунок 9), с более заметным варьированием на удалении 130-172 км и внутри заливов.

Обследовано 34 особи наиболее распространенных видов ихтиофауны (окунь, лещ, плотва) в заливе Сисим. Каждая особь охарактеризована по 8 параметрам, включающим численность лейкоцитов и эритроцитов, содержание гемоглобина, функциональную активность антигенактивированных фагоцитирующих клеток крови по данным хемилюминесцентного анализа, возраст, половую принадлежность, вес, размеры тела. Исследования проведены в посленерестовый период при температурных условиях водной среды, соответствующих среднелетним (18-20°C), и среднем уровне водонаполненности водохранилища.

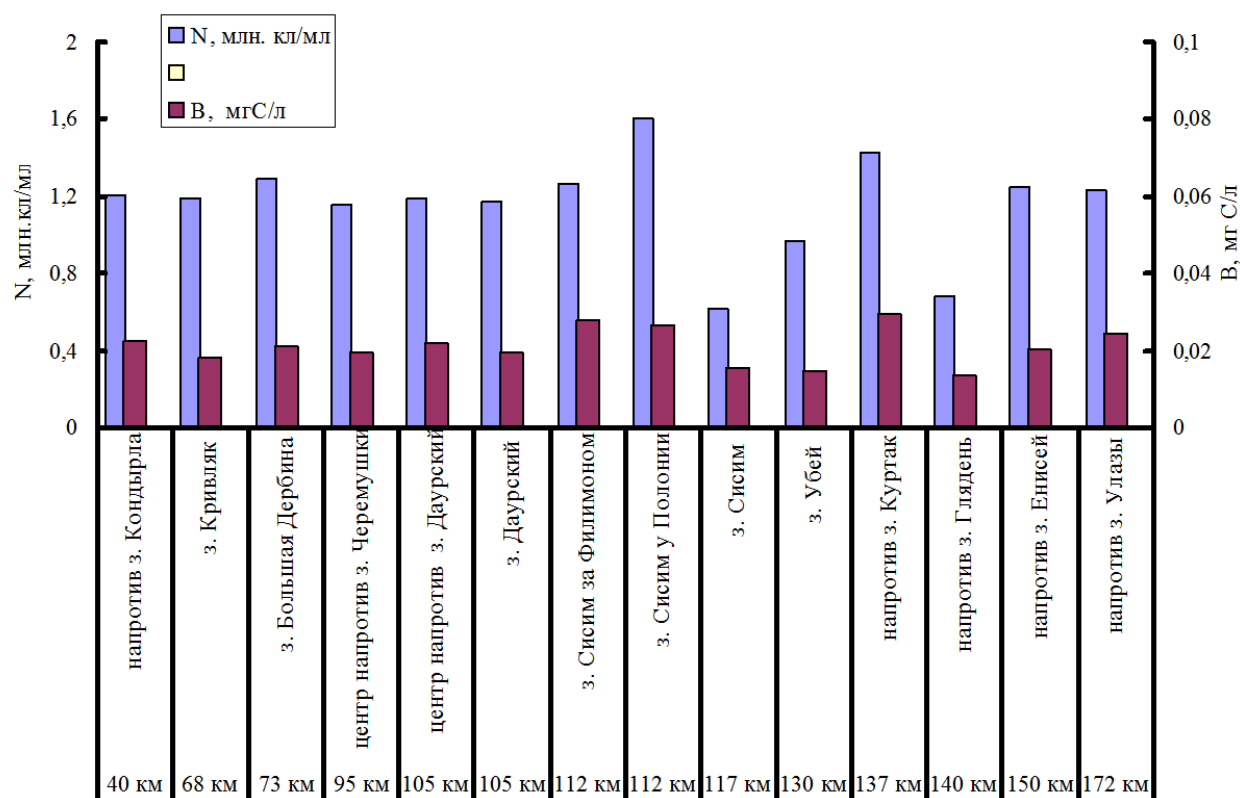


Рисунок 9 – Горизонтальное распределение численности (N, млн. кл/л) и биомассы (мгС/л) бактериопланктона вдоль Красноярского водохранилища в конце июля – начале августа 2014 г. в направлении удаления вверх по течению от плотины ГЭС.

5 Продолжение работ по плану междисциплинарного проекта № 131 «Математическое и геоинформационное моделирование в задачах мониторинга окружающей среды и поддержка принятия решений на основе данных стационарного, мобильного и дистанционного наблюдения» (№ гос. регистрации 01201272118)

Работы отчетного периода были посвящены анализу информационных моделей и структур данных для хранения и обработки геоинформации, в соответствии с требованиями, вытекающими из типовых задач мониторинга (типовых моделей наблюдений и анализа). Основное внимание было сосредоточено на создании сервисов работы с динамическими потоковыми данными, характерными для задач аппаратного мониторинга, соответствующее развитие подсистемы управления метаданными, основанные на следующих результатах:

- модернизация имеющегося программного обеспечения геопортала;
- создание выделенного сервера сбора данных и его интеграция с геопорталом.

Предыдущие версии геопортала ИВМ СО РАН использовали в качестве хранилища геоданных исключительно файловую систему сервера с доступом по SFTP. Сами данные хранились в виде файлов формата Shape и MapInfo. Такое решение достаточно хорошо

работает со статичными данными, но для выполнения анализа и преобразования пространственных данных в контексте рассматриваемых здесь задач неприемлемо.

Геопортал ИВМ СО РАН был доработан для удобной работы с пространственными базами данных основе PostgreSQL/PostGIS. Созданы дополнительные формы и мастера в пользовательском веб-интерфейсе геопортала:

- Управление структурой таблицы слоя. Поддерживается создание, изменение и удаление атрибутивных полей. Измененная структура сохраняется как в таблице слоя, так и метаописании слоя;

- Мастер преобразования данных. Слой, хранящийся в файловой системе в формате Shape или MapInfo можно перенести в базу данных. Полностью копируется атрибутивная и пространственная информация;

- Экспорт данных в формат Shape. Набор файлов слоя сжимается в zip-архив и выдается пользователю для скачивания. Исходные данные могут храниться как в файловой системе, так и в базе данных PostgreSQL;

- Импорт данных. Предварительно пользователю необходимо заархивировать файлы исходного слоя в zip-архив. После загрузки на сервер выполняется распаковка архива, проверка данных, подготовка таблицы слоя со структурой атрибутивных полей исходного слоя, загрузка данных.

Сервер сбора данных «Sensor Collector» обеспечивает хранение и сбор климатических данных из различных источников. Источниками данных могут быть отдельные датчики, внешние базы данных или информационные системы через дополнительные адаптеры. Собираемые показатели хранятся в многомерном виде с такими измерениями, как дата-время, показатель и площадка. На основе первичных значений рассчитываются агрегированные значения. Для доступа к данным из внешних систем поддерживается программный интерфейс (API) на основе веб-сервиса. Набор его функций позволяет получить метаданные, отправить данные и выполнить выборку данных по заданному фильтру.

Для поддержки динамических потоковых данных структура каталога ресурсов Геопортала ИВМ СО РАН была доработана, созданы новые объекты – «SC/Сервер», «SC/Выборка данных» (рисунок 10). Первый объект является описанием сервера сбора данных в целом, в нем задаются параметры подключения. Объект с типом «Выборка данных» – это информационный ресурс каталога, который задает подмножество данных с сервера «Sensor Collector». В параметрах указывается проект, набор источников данных и собираемых показателей. Клиентский веб-интерфейс геопортала предоставляет инструменты

Тестовая выборка данных

Проект	Пользовательские метеолюбные (id=1)
Источники данных	<input checked="" type="checkbox"/> КГБУ "ЦРМПиООС" - Метеоданные
Показатели	<input checked="" type="checkbox"/> Азота диоксид
	<input checked="" type="checkbox"/> Азота оксид
	<input type="checkbox"/> Атмосферное давление
	<input type="checkbox"/> Взвешенные вещества
	<input checked="" type="checkbox"/> Влажность
	<input type="checkbox"/> Интенсивность осадков
	<input type="checkbox"/> МЭД
	<input type="checkbox"/> Серы диоксид
	<input type="checkbox"/> Температура воздуха
	<input type="checkbox"/> Углерода оксид

Сохранить

Рисунок 10 – Элементы административного интерфейса

для анализа и визуализации данных. Взаимодействие с сервером сбора данных ведется только через программный интерфейс (API).

6 Продолжение работ по плану партнерского проекта № 73 «Современные технологии формирования информационной инфраструктуры для поддержки междисциплинарных исследований, в том числе для мониторинга природных и социальных процессов территорий Сибири и Дальнего Востока» (№ гос. регистрации 01201272119)

Исследования в рамках настоящего проекта посвящены формированию эффективной информационной инфраструктуры для доступа к данным и их обработки, прежде всего с помощью специализированных геопространственных веб-сервисов и графических пользовательских интерфейсов. Отчетный этап работ связан с опытной эксплуатацией ранее разработанных программных средств, их настройкой и модернизацией.

В процессе выполнения проекта проанализированы возможности установленного программного обеспечения, проведен анализ необходимой модернизации структуры геопортала ИВМ СО РАН для эффективного взаимодействия с корпоративным LDAP-сервером. Внесена пробная информация об некоторых информационных ресурсах (в

частности, научных публикациях) в каталог в соответствии со схемой метаданных Dublin Core.

Были проведены практические исследования системы доступа к существующим вторичным информационным ресурсам на основе современных технологий (SRW/SRU, OAI-PMH, Z39.50 ...), включающим работу с географическим и временным аспектом. Рассматривалось решение проблемы, связанной с тем, что в практике работы библиотеки академического института чаще всего используется описание документов, как правило, научных публикаций, в двух взаимно дополняющих программных средах:

- Система автоматизации библиотеки (САБ), где описание документа представлено в стандарте RUSMARC или допускает выгрузку описания в этом формате. В соответствии с предъявляемыми к библиотечным системам требованиями базы данных, сформированные в САБ, доступны из Интернет по протоколам Z39.50;

- Архив открытого доступа, сформированный по стандартам протоколов OAI-PMH, где описание документа представлено в формате Dublin Core (DC).

Форматы RUSMARC и DC допускают использование географических координат в описании документов, однако соответствующие поля не являются ни обязательными, ни рекомендуемыми. Их ввод плохо регламентирован и отсутствуют методические руководства по заполнению. Также не регламентированы правила использования географических координат при поиске документов. Вследствие чего для работы с документами в географической среде требуется:

- определить правила ввода географических координат в описания документов;
- модернизировать программное обеспечение архива открытого доступа для ввода, редактирования и поиска документов по географическим координатам;
- обеспечить доступ к открытому архиву по протоколам Z39.50.

Для решения перечисленных задач была выполнена установка, проведено тестирование следующего программного обеспечения:

- ПО архивов открытого доступа (DSpace, модернизированное для работы с географическими данными, СУБД PostgreSQL для обращения к данным по протоколам Z39.50);

- Сервер Z39.50 ZOOPARK с провайдером доступа к БД PostgreSQL.

Для решения перечисленных задач была выполнена установка, проведено тестирование следующего программного обеспечения:

- ПО архивов открытого доступа (DSpace, модернизированное для работы с географическими данными;
- СУБД PostgreSQL для обращения к данным по протоколам Z39.50);

– Сервер Z39.50 ZOOPARK с провайдером доступа к БД PostgreSQL.

На виртуальных серверах установлены операционные системы FreeBSD 9.1 и OpenSUSE 12 (x86_64) с графической средой Gnome для тестирования LDAP.

Было также выполнены работы, связанные с инфраструктурным обеспечением проекта – по модернизации серверного оборудования ИВМ СО РАН. Был приобретен дополнительный сервер (HP Proliant DL320e Gen8 v2 E3-1230v3), выполнена настройка серверной операционной системы VMware ESXi 5.1, настроено корректное отключение серверного оборудования в зависимости от сигналов источников бесперебойного питания с целью оградить серверное оборудование от сбоев питания и неблагоприятных условий окружающей среды благодаря поддержанию постоянных климатических условий внутри серверного помещения.

В рамках решения задачи по созданию прототипов информационных систем и графических пользовательских интерфейсов доступа к информационным ресурсам на основе картографических сервисов был проведен цикл исследований, посвященных методам интеллектуального анализа данных мониторинга чрезвычайных ситуаций с использованием технологий OLAP и динамического картографирования. Интеграция технологий здесь достигается за счёт выделения географической, временной составляющей и параметров, характеризующих текущее состояние природной среды или события.

7 Продолжение работ по плану партнерского проекта № 74 «Разработка принципов и информационно-вычислительных технологий обработки и интерпретации мультиспектральных спутниковых изображений высокого и сверхвысокого пространственного разрешения (для наук о Земле, экологии и природопользования)» (№ гос. регистрации 01201261916)

Выполнение работ отчетного периода было связано с анализом, проектированием и разработкой программно-алгоритмического обеспечения для обработки спутниковых изображений на основе системы прикладных геопространственных веб-сервисов.

Одной из проблем задач обработки изображений высокого разрешения с целью обнаружения и распознавания объектов естественного и искусственного происхождения при исследовании природных и технических систем является значительные объемы растровых данных. Необходимость работы веб-приложения с растрами в сотни мегабайт накладывает жесткие требования к организации работы, архитектуре программной системы.

Результатом исследования этой проблемы стало создание комплекса программных средств для работы с растровыми данными значительных размеров.

Разработанная технология предусматривает формирование в картографическом веб-интерфейсе геопортала информации в виде комбинации подложки (карта отображается с использованием фрагментов) и тематического слоя (по запросу пользователя генерируется одно растровое изображение, либо формируется слой с векторными объектами). Формат тематического слоя определяется в зависимости от типа представляемой информации пользователю.

При отображении тематического слоя могут использоваться различные данные – ресурсы геопортала. Разработанное программное обеспечение извлекает из полученных данных необходимую информацию и загружает с помощью API сервиса на сервер (рисунок 1). В дальнейшем эти данные могут быть использованы различными способами. Доступ к данным может быть организован в виде SOS сервисов. Результаты наблюдений могут быть представлены в виде веб-приложений для дальнейшей визуализации и анализа. Данные могут переданы для дальнейшей обработки, результат которой в свою очередь также может быть представлен пользователю с помощью картографических веб-сервисов. Такие данные могут обрабатываться моментально и на протяжении некоторого продолжительного временного промежутка. В первом случае результат пользователь видит сразу после запроса, во втором пользователь ожидает результат обработки данных и в дальнейшем может эти данные получить в виде потока новых данных. Необходимо отметить, что большие объемы данных при таком подходе могут обрабатываться с помощью вычислительных кластеров.

Источником для модуля сбора данных могут служить:

- данные других SOS сервисов;
- данные различных систем мониторинга;
- данные станций мониторинга с различными сенсорами;
- различные архивы наблюдения.

Данные наблюдений могут быть представлены в растровом и векторном формате в зависимости от их объема и структуры. Наиболее универсальным способом является представление в виде тайловых хранилищ. В качестве расширения созданной технологии для работы каталога тайловых хранилищ была создана библиотека, позволяющая управлять не только процессами обновления тайлового кэша, но и набором тайловых карт и их настройкой. Такая библиотека позволила создать инструмент на базе геопортала ИВМ СО РАН, расширяющий возможности отображения картографической информации. А именно, для карт, содержащих большое число слоев и объектов скорость создания

растрового изображения «на лету» низкая и пользователю приходилось ждать, пока сформируется изображение выделенного фрагмента и затем будет загружено в виде картинка в его веб-приложение (рисунок 11). Просмотр карты в тайловом формате

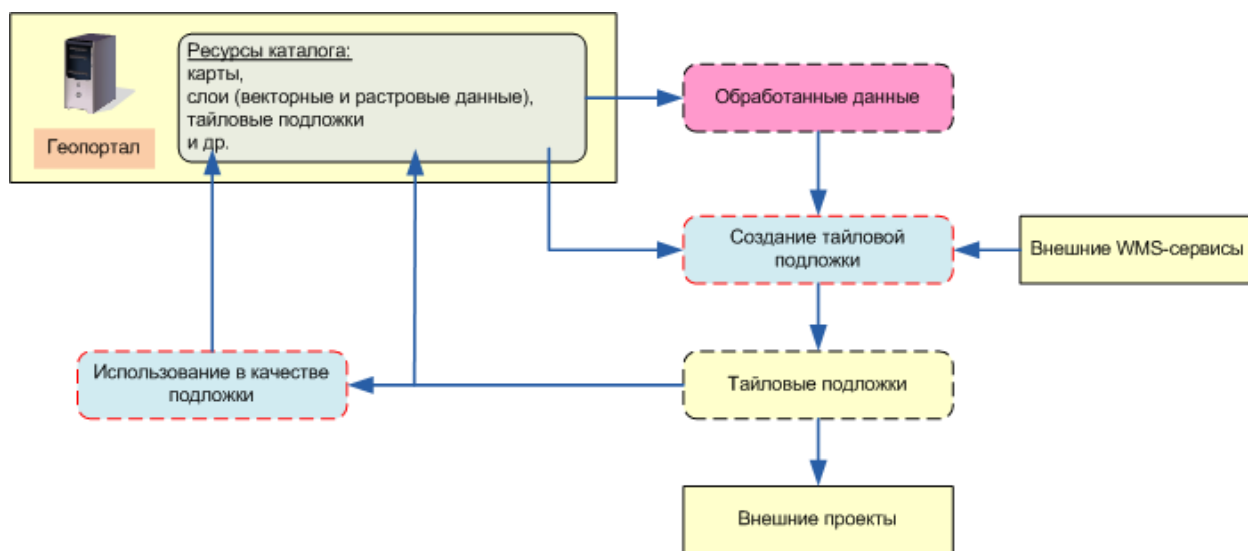


Рисунок 11 – Формирование растровой подложки

позволяет значительно ускорить процесс отображения карты на стороне клиента и одновременно с этим понизить нагрузку на сервер геопортала.

Данные наблюдения накладывается поверх слоя подложки в виде полупрозрачного растрового изображения или в виде векторных объектов. Эта часть карты отображает всю тематическую информацию, либо ее срез в зависимости от настроек пользователя. Пользователь также может определить типы объектов, которые будут отображаться на карте и т.д.

8 Продолжение работ по плану партнерского проекта с НАНБ № 4 «Концепция устойчивого развития и природно-техногенной безопасности территорий Беларуси и Сибири, построенная на основе учета рисков и с применением геоинформационных технологий» (№ гос. регистрации 01201280254)

За отчетный период были проанализированы природные ресурсы России и Беларуси в показателях устойчивого природопользования.

Земельные ресурсы были рассмотрены в показателях: распределение земельного фонда по категориям и угодьям; площадь пашни; площадь орошаемых земель; площадь осушенных земель; площадь эродированных земель; деградированные и загрязненные земли.

Водные ресурсы представлены в показателях: общая характеристика водных ресурсов; ежегодный забор поверхностных и подземных вод; доля повторно-оборотного, оборотного и последовательного использования воды; удельный расход воды на единицу произведенного валового продукта; бытовое потребление воды на душу населения; качество питьевой воды; объем сброса сточных вод; трансграничный перенос загрязняющих веществ.

Для лесных ресурсов были использованы показатели: поддержание и сохранение продуктивной способности лесов; поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнестойкости лесов; использование лесных ресурсов; сохранение и поддержание биологического разнообразия лесов, их вклад в глобальный углеродный цикл.

За этот же период в рамках данного проекта была подготовлена и опубликована монография российских и белорусских авторов: В.Е. Левкевич, А.М. Лепихин, В.В. Москвичев, П.Г. Никитенко, В.В. Ничепорчук, Н.Я. Шапарев, Ю.И. Шокин «Безопасность и риски устойчивого развития территорий», изд-во СФУ, Красноярск, 2014, 222 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты исследований по проекту связаны с разработкой методик, технологий и программного обеспечения для хранения, представления и аналитической обработки геопространственных данных, которые ориентированы на задачи социально-экономического и экологического мониторинга.

Разработано программно-технологическое обеспечение геопространственных веб-сервисов для аналитической обработки и интерпретации слоев геоданных, хранения и обработки медиа-ресурсов геопортала, интерполяции пространственных данных и их визуализации с помощью сеточных представлений, операций с большими растрами, формируемыми из тайлов, многопользовательского веб-редактирования геоданных, веб-визуализации векторных слоев.

Разработан комплекс программных средств для сбора и визуализации данных наблюдений на примере задач экологического мониторинга – модуль сбора данных, каталог наблюдений, подсистема агрегации данных.

Проведена модернизация геопортала ИВМ СО РАН созданы новые программные компоненты – Управление структурой таблицы слоя, Мастер преобразования данных, Экспорт в формат Share, Пакетный импорт данных в zip-архиве, и проч.

Разработана концепция «электронных паспортов безопасности территорий», создан ряд веб-приложений, рабочий прототип региональной системы показателей состояния социально-экономических и природных ресурсов, учитывающей территориальные риски.

Выполнена разработка и внедрение программного обеспечения для обработки мультиспектральных изображений большого размера. Созданы специализированные веб-сервисы, разработан инструментарий для автоматизированной обработки геоданных.

Проведен анализ природных ресурсов России и Беларуси в показателях устойчивого природопользования на основе учета рисков, ГИС-технологий. В разрезе различных показателей рассмотрены земельные, водные, лесные ресурсы.

В рамках экспедиционных исследований на Красноярском водохранилище получены новые данные по сезонной и годовой динамике звеньев экосистемы водохранилища различных трофических уровней, проведена оценка различных гидробиологических параметров.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные публикации

1. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Разработка веб-приложений на основе технологий, ресурсов и сервисов геопортала ИВМ СО РАН. // Электронные библиотеки, Том 17 Выпуск 3, 2014, ISSN 1562-5419 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2014/part3/УКТ>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 10.11.2014).
2. *А.В. Токарев.* Программно-технологическое обеспечение для сбора и хранения данных серийных наблюдений за состоянием окружающей среды // Материалы международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. – ISBN 978-5-9786-0332-3. – Белгород: Константа, 2014. – с. 228-236.
3. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Программно-технологическое обеспечение геопространственных веб-приложений. // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6 –8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. В 2-х тт. Т.2. М.: ВЦ РАН, 2014. – С. 107-115.
4. *Кадочников А.А.* Организация и визуализация данных наблюдений с помощью картографических веб-сервисов. // Материалы международной конференции ИнтерКарто-ИнтерГИС – 20 «Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение». (Белгород, Россия, 23-24 июля 2014 г.) Белгород: Константа, 2014. ISBN 978-5-9786-0332-3. – С. 188-196.
5. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Программно-технологическое обеспечение геопространственных веб-приложений. // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6 –8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. В 2-х тт. Т.2. М.: ВЦ РАН, 2014. – С. 107-115.
6. *Якубайлик О.Э., Ничепорчук В.В.* Моделирование затоплений территорий с использованием ГИС и ВЕБ-технологий // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Материалы IV всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2014 г. – с. 22-26.
7. *Якубайлик О.Э.* Геоинформационные веб-системы для задач информационного обеспечения регионального управления // Инфраструктура научных информационных

- ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6–8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. В 2-х тт. Т. 2. М.: ВЦ РАН, 2014. – с. 97-106
8. *Кадочников А.А.* Программно-технологическое обеспечение систем мониторинга состояния окружающей среды // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы международной науч. конф. / науч. ред. Е.А. Ваганов; отв. за вып. А.В. Машукова – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 366 с. – ISBN 978-5-7638-3109-2 – с. 107-111.
 9. *Заворуев В.В., Якубайлик О.Э.* “Город становится прозрачным...” // Газета «Красноярская версия», 08.04.2014 – URL: <http://www.centrosib.info/2014/04/09/gorod-stanovitsya-prozrachnyim/>
 10. *Макарская Г.В.* Влияние антропогенной трансформации отдельных участков реки Енисея на неспецифическую резистентность обитающих в них рыб // Тезисы докладов XI съезда Гидробиологического общества при РАН. - Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – с. 102.
 11. *Анонасенко А.Д., Щур Л.А.* Соотношение биомасс и продукций сообществ бактерио- и фитопланктона // Микробиология (в печати).
 12. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Разработка веб-приложений на основе технологий, ресурсов и сервисов геопортала ИВМ СО РАН. // Электронные библиотеки, Том 17 Выпуск 3, 2014, ISSN 1562-5419 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2014/part3/УКТ>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 10.11.2014).
 13. *Кадочников А.А.* Сбор и визуализация данных наблюдений на примере Геопортала ИВМ СО РАН // XV Российская конференция с международным участием «Распределенные информационно- вычислительные ресурсы, DICR-2014», Новосибирск, 2–5 декабря 2014г. – URL: <http://konf.ict.nsc.ru/files/conferences/dicr2014/fulltext/248881/249241/KadochnikovAA.pdf>
 14. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Разработка веб-приложений на основе технологий, ресурсов и сервисов геопортала ИВМ СО РАН. // Электронные библиотеки, Том 17 Выпуск 3, 2014, ISSN 1562-5419 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2014/part3/УКТ>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 10.11.2014).
 15. *О.Э. Якубайлик.* Формирование информационного обеспечения региональных геоинформационных веб-систем // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы международной научн. конф. / науч. ред. Е.А.

- Ваганов, отв. за вып. А.В. Машукова – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – ISBN 978-5-7638-3109-2 – с. 245-248.
16. *Кадочников А.А.* Создание интегрированных геоинформационных веб-сервисов для исследования окружающей среды. // Материалы международной конференции и школы молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2014. (Томск, Россия, 28 июня – 5 июля 2014 г.), ISBN 978-5-89702-362-2. – С. 208-211.
17. *Кадочников А.А.* Программно-технологическое обеспечение систем мониторинга состояния окружающей среды. // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы международной науч. конф. / науч. ред. Е.А. Ваганов; отв. за вып. А.В. Машукова – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. ISBN 978-5-7638-3109-2. – С. 107-111.
18. *О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.В. Токарев.* Программно-технологическое обеспечение геопространственных веб-приложений // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6 –8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. В 2-х тт. Т.2. М.: ВЦ РАН, 2014. – С. 107-115.
19. *В.Е. Левкевич, А.М. Лепихин, В.В. Москвичев, П.Г. Никитенко, В.В. Ничепорчук, Н.Я. Шапарев, Ю.И. Шокин.* Безопасность и риски устойчивого развития территорий // Изд-во СФУ, Красноярск, 2014, 222 с.