

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

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

УДК 004.4:004.9
N гос. регистрации 01201356262

УТВЕРЖДЕН
Протоколом заседания
Ученого совета
от 20 января 2016 г. № 1/2016
Председатель Ученого совета
_____ В.В. Шайдуров
" ___ " _____ 2016 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

БАЗОВЫЙ ПРОЕКТ IV.38.2.2 "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО 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
" ___ " _____ 2016 г.

Красноярск 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы г.н.с., д.ф.-м.н.	_____	Н.Я. Шапарев
	(подпись, дата)	
Исполнители: в.н.с., д.ф.-м.н.	_____	А.Д. Апонасенко
	(подпись, дата)	
в.н.с., д.б.н.	_____	В.В. Заворуев
	(подпись, дата)	
с.н.с., к.б.н.	_____	А.В. Андрианова
	(подпись, дата)	
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	П.В. Белолипецкий
	(подпись, дата)	
н.с., к.т.н.	_____	Г.П. Высоцкая
	(подпись, дата)	
с.н.с., к.б.н.	_____	Г.В. Макарская
	(подпись, дата)	
с.н.с., к.ф.-м.н.	_____	О.Э. Якубайлик
	(подпись, дата)	
н.с., к.т.н.	_____	А.А. Кадочников
	(подпись, дата)	
н.с., к.ф.-м.н.	_____	П.В. Постникова
	(подпись, дата)	
н.с., к.т.н.	_____	А.В. Токарев
	(подпись, дата)	
м.н.с.	_____	Ю.А. Пономарева
	(подпись, дата)	
Нормоконтролер	_____	А.В. Вяткин
	(подпись, дата)	

РЕФЕРАТ

Отчёт 20 с., 7 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 (цели) исследований:

1. Разработка методов, алгоритмов и технологий для проблемно-ориентированных геоинформационных веб-систем: библиотек и классов, программных модулей и компонентов, протоколов и веб-сервисов, правил и инструкций, которые обеспечивают основную функциональность, поведение по умолчанию, расширяемость и другие возможности, необходимые для реализации приложений.
2. Исследование возможностей технологий облачных и распределенных вычислений для задач обработки геопространственных данных, определение оптимальных методов для работы с большими массивами данных в системах экологического мониторинга регионального уровня на примере территории Красноярского края.
3. Систематические исследования количественных характеристик трофических звеньев экосистем малых рек на примере отдельных территорий на юге Красноярского края. Исследование закономерностей изменения адаптационного потенциала гидробионтов (гаммарусы, рыбы) в зависимости от воздействия природных и антропогенных факторов среды обитания.
4. Исследование свойств скачкообразных изменений климата и проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана.

Ожидаемые результаты:

1. Математические и программные средства для выполнения аналитической обработки и интерпретации пространственных данных на основе технологий геопортала; программно-технологическое обеспечение для интерактивной картографической веб-визуализации пространственных данных, результатов экспериментальных наблюдений в системах мониторинга.
2. Архитектура распределенной информационно-вычислительной системы для хранения и обработки данных, обеспечения задач мониторинга регионального уровня; комплекс

программно-технологических компонентов для функционирования этой распределенной системы.

3. Качественные и количественные характеристики трофических звеньев экосистем малых рек в районе строительства железнодорожной магистрали Курагино – Кызыл и на территории природного парка «Ергаки» на основе данных многолетнего мониторинга.
4. Статистические данные проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана.

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.....	6
1 Разработка методов, алгоритмов и технологий для проблемно-ориентированных геоинформационных веб-систем: библиотек и классов, программных модулей и компонентов, протоколов и веб-сервисов, правил и инструкций, которые обеспечивают основную функциональность, поведение по умолчанию, расширяемость и другие возможности, необходимые для реализации приложений.....	7
2 Исследование возможностей технологий облачных и распределенных вычислений для задач обработки геопространственных данных, определение оптимальных методов для работы с большими массивами данных в системах экологического мониторинга регионального уровня на примере территории Красноярского края.....	9
3 Систематические исследования количественных характеристик трофических звеньев экосистем малых рек на примере отдельных территорий на юге Красноярского края. Исследование закономерностей изменения адаптационного потенциала гидробионтов (гаммарусы, рыбы) в зависимости от воздействия природных и антропогенных факторов среды обитания.....	11
4 Исследование свойств скачкообразных изменений климата и проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана.....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	17

ВВЕДЕНИЕ

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

Основные результаты исследований представлены на геопортале ИВМ СО РАН. Сервисы геопортала предоставляют возможности визуализации данных в виде интерактивных тематических карт, получения информации по объектам на карте в виде «всплывающих подсказок», загрузки информации в табличном виде, прямого доступа к данным через картографические веб-сервисы из современных ГИС, и проч. Использование методов геоинформационного и картографического моделирования обеспечивает проведение качественных и количественных оценок параметров в решении различных тематических задач.

Исследования выполнялись по нескольким приоритетным направлениям. Первое из них связано с проектированием и разработкой инструментального программного обеспечения для геоинформационных веб-систем – библиотеки классов, компоненты и модули, протоколы и веб-сервисы. Второе направление посвящено созданию технологий облачных и распределенных вычислений, архитектуры многокомпонентных программных комплексов, ориентированных на обработку и представление геопространственных данных. Также рассматривались практические задачи экологического мониторинга и анализа изменений климата – гидробиологические характеристики экосистемы малых рек и водоемов отдельных территорий Красноярского края, проявления аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана.

1 Разработка методов, алгоритмов и технологий для проблемно-ориентированных геоинформационных веб-систем: библиотек и классов, программных модулей и компонентов, протоколов и веб-сервисов, правил и инструкций, которые обеспечивают основную функциональность, поведение по умолчанию, расширяемость и другие возможности, необходимые для реализации приложений

Исследования отчетного периода были связаны с проектированием и разработкой модульной архитектуры программного обеспечения для геоинформационных веб-систем, оптимизацией ранее созданного программно-технологического обеспечения геопортала ИВМ СО РАН, расширением функциональных возможностей его подсистем, прикладных и служебных веб-сервисов.

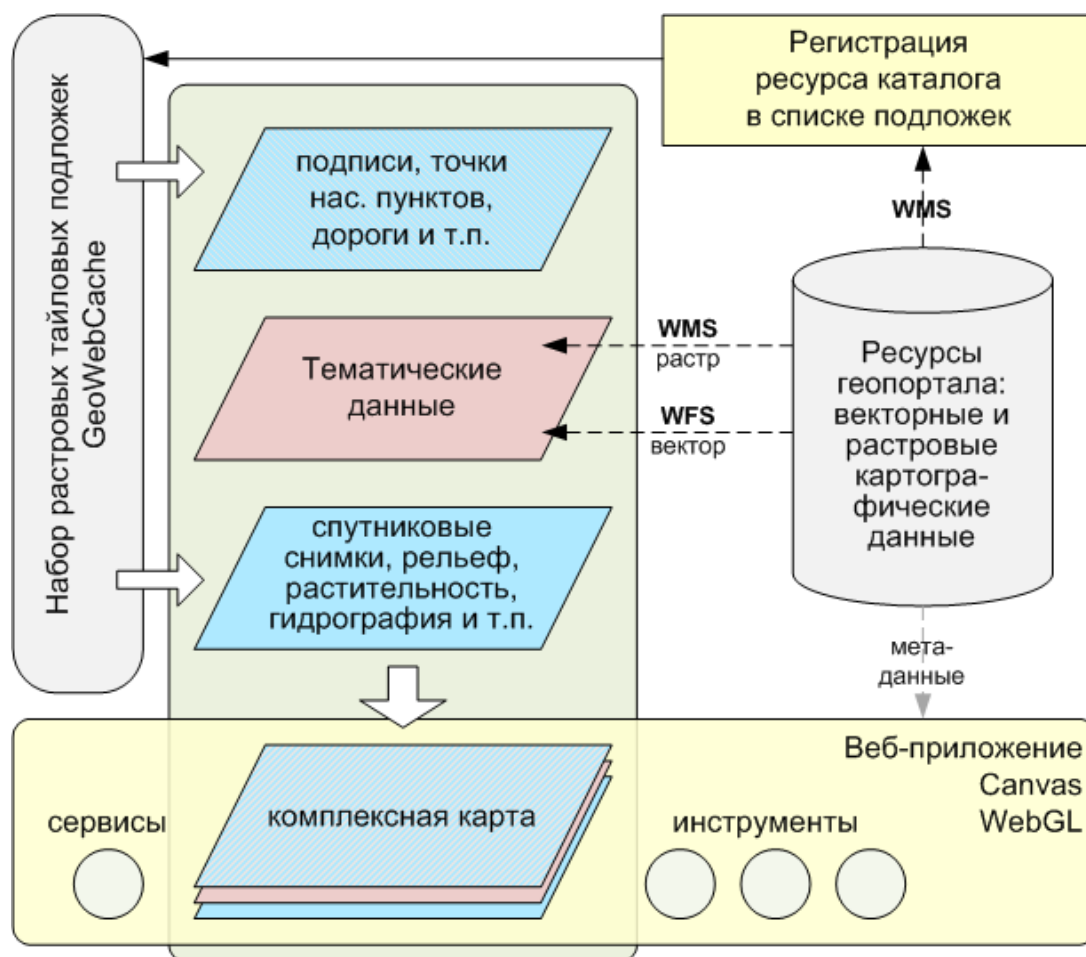


Рисунок 1 – Создание комплексной карты для веб-приложения

В частности, была существенно переработана JavaScript-библиотека картографического интерфейса веб-приложений геопортала (API геопортала ИВМ СО РАН), разработанная на основе открытой библиотеки OpenLayers последней версии 3.x. Было сформировано новое программно-технологическое ядро на основе Google Closure Tools –

кросс-браузерной модульной JavaScript-библиотеки Closure Library, набора виджетов элементов интерфейса пользователя и низкоуровневых компонент различного назначения, шаблонов, таблиц стилей. Для сборки библиотеки теперь используется компилятор-обфускатор Google Closure Compiler, формирующий компактный, оптимизированный код. В результате проведенной модернизации ПО уменьшен размер программного кода веб-библиотеки, ускорена ее работа в браузере пользователя. Обеспечена качественная поддержка новых устройств – планшетов, смартфонов с сенсорным интерфейсом. Решены многие проблемы совместимости с различными версиями веб-браузеров.

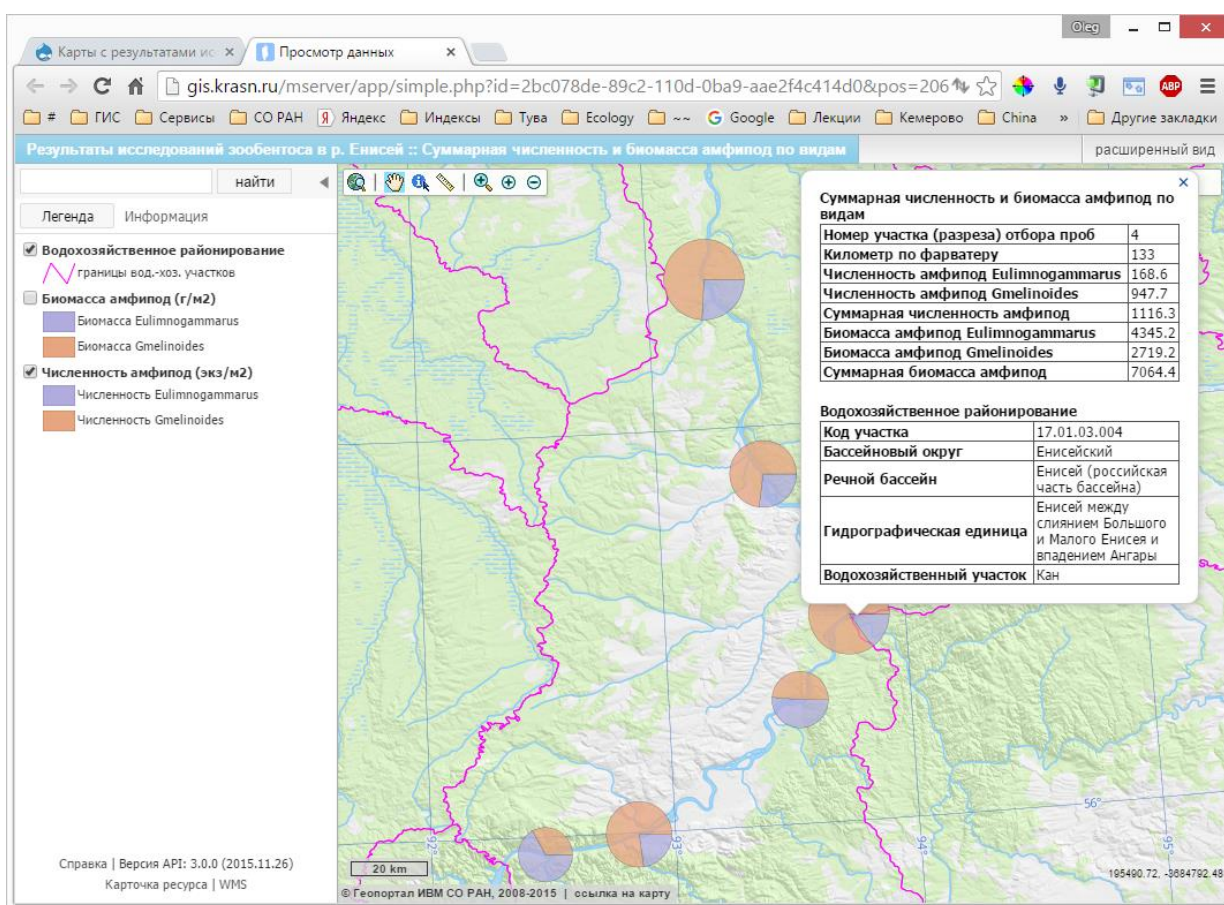


Рисунок 2 – Интерфейс геопространственной базы данных по зообентосу в р. Енисей

Были выполнены работы по проектированию и разработке нового механизма формирования комплексных карт на геопортале (рисунок 1), в основе которого трехслойная организация данных – фоновая растровая тайловая подложка («снизу»), затем собственно слой с тематическими данными («посередине»), и растровый тайловый слой аннотаций («сверху»). Предполагается, что слой аннотаций (подписей) содержит некоторое подмножество географических объектов – текстовые метки (наименования населенных пунктов, рек) и объекты линейного типа (дороги, контуры рек), – которые

помогают сориентироваться, например, при визуализации спутникового снимка – в отличие от обычной подложки они отображаются над снимком.

Были разработаны информационно-вычислительные технологии для формирования и представления результатов гидробиологического мониторинга на основе ГИС и веб-технологий. На основе данных многолетних экспедиционных исследований сформирована геопространственная база данных с результатами наблюдений сообществ эндемичных байкальских амфипод (зообентоса) в р. Енисей на участке от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангары (рисунок 2).

2 Исследование возможностей технологий облачных и распределенных вычислений для задач обработки геопространственных данных, определение оптимальных методов для работы с большими массивами данных в системах экологического мониторинга регионального уровня на примере территории Красноярского края

В течение отчетного периода были проведены исследования, направленные на создание современной информационно-вычислительной инфраструктуры, обеспечивающей средства хранения, обработки и анализа геопространственных данных. В контексте указанной направления работ рассматривался ряд конкретных «модельных» задач, в том числе – создание геопространственной базы данных инженерной инфраструктуры здания ИВМ СО РАН, создание информационно-аналитического портала «Состояние атмосферы и климата г. Красноярска», региональная система информационного обеспечения базовой картографической основой, в том числе – сервисы ее актуализации.

Были выполнены проектирование, разработка и внедрение информационной системы ELSAN на основе геопространственной базы данных, предназначенной для формирования, анализа и визуализации сведений по инженерной инфраструктуре здания ИВМ СО РАН. Основные тематические разделы этой системы: электрохозяйство, сантехника, локальная вычислительная сеть, инфраструктура связи, информация по ремонту помещений.

Архитектура распределенной информационно-вычислительной системы включает следующие основные элементы (рисунок 3) – геопространственная база данных (хранение поэтажных планов и объектов инженерной инфраструктуры), файловое хранилище (хранение документов, привязанных к отдельным объектам), ГИС QGIS (ввод и

визуализация графических и табличных данных), веб-приложение геопортала (визуализация всех данных в веб-браузере).

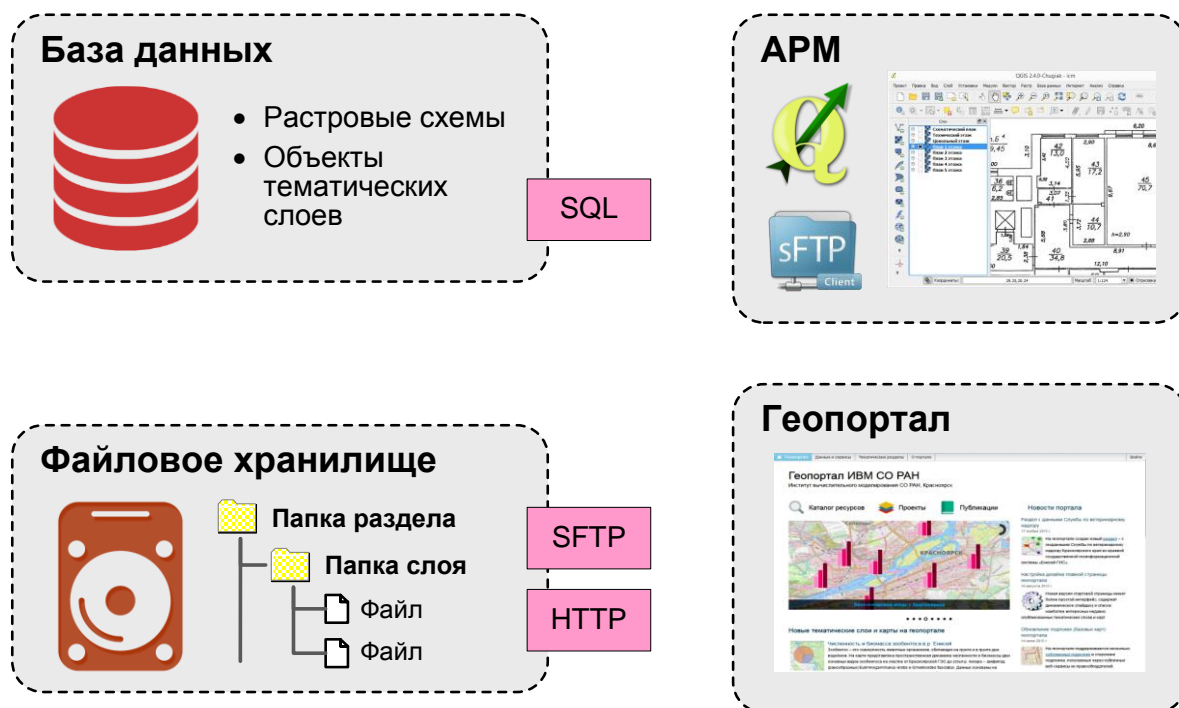


Рисунок 3 – Элементы геопространственной базы данных инженерной инфраструктуры здания ИВМ СО РАН

Для хранения графических схем и объектов тематических слоев использована геопространственная база данных на основе PostgreSQL/PostGIS. Основой для создания графических схем является набор отсканированных растровых изображений поэтажного плана здания. Для уменьшения погрешностей все изображения были трансформированы с помощью локально-аффинных преобразований по реперным точкам. Подготовленные данные загружены в базу данных в виде растровых слоев, разбитых на отдельные фрагменты – тайлы.

Для хранения данных в тематических разделах используется послойная организация пространственных данных. В отдельных слоях содержатся объекты, которые имеют однотипные характеристики (розетки, электрические щитки, сегменты кабеля осветительной электропроводки, и др.) и одинаковый тип геометрии – точки, линии или полигоны. Все слои имеют единую систему координат, что дает возможность использовать функции измерения расстояний и площадей в ГИС пакетах. В пространственной базе данных под каждый векторный слой создается отдельная таблица, записями в этой таблице будут объекты слоя. Разделение по этажам реализовано через дополнительное служебное поле – номер этажа. Для удобства навигации и разграничения прав доступа все

таблицы каждого тематического раздела вынесены в отдельную схему базы данных. Структура формируемых данных уточняется по мере выполнения работы.

Для отображения данных ELSAN в веб-браузере используются возможности геопортала ИВМ СО РАН. Слои проекта и графические схемы поэтажного плана зарегистрированы в каталоге геопортала как отдельные ресурсы. На их основе созданы комплексные схемы и тематические карты.

3 Систематические исследования количественных характеристик трофических звеньев экосистем малых рек на примере отдельных территорий на юге Красноярского края. Исследование закономерностей изменения адаптационного потенциала гидробионтов (гаммарусы, рыбы) в зависимости от воздействия природных и антропогенных факторов среды обитания

Проведены систематические исследования количественных характеристик трофических звеньев экосистем малых рек на примере отдельных территорий на юге Красноярского края.

Проанализированы результаты трехлетних экспедиционных исследований экосистемы малой горной реки Ус и ее притоков (рр. Красная, Араданка Таловка, Теплая, Нижняя Буйба, Коярд) на территории национального природного парка “Ергаки” и за его пределами (юг Красноярского края). Цель работы – провести оценку экологического состояния малых рек и собрать фоновые данные по основным трофическим звеньям экосистем водотоков до начала интенсивного строительства и ввода в эксплуатацию железнодорожной магистрали Кызыл-Курагино. Программа исследований включала анализ сообществ фитоперифитона и зообентоса, определение растворенного кислорода, БПК₅, концентрации хлорофилла фитопланктона, растворенного органического вещества (РОВ) и минерализации воды. У основного представителя местной ихтиофауны – хариуса сибирского определяли морфометрические и гематологические показатели, анализировали неспецифическую резистентность клеток крови.

Исследованные реки представляют собой типично горные водотоки, с высокой скоростью течения, низкой степенью прогрева и каменисто-галечными грунтами. Вода рек стабильно относится к гидрокарбонатному классу. Содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже нормативов для рыбохозяйственных водоемов. БПК₅ не превышало нормативных значений для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования. Средняя величина содержания РОВ в р. Ус достоверно увеличивается на протяжении 3 лет, при этом уровень солености достоверно снижается (рисунок 4). В

целом, содержание РОВ в реках обусловлено аллохтонной составляющей, приносимой с водосборной площади.

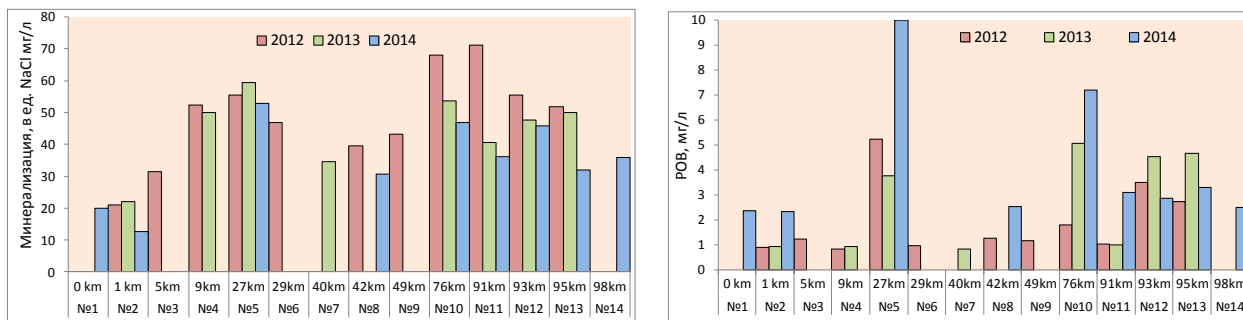


Рисунок 4 – Распределение минерализации и растворенного органического вещества (РОВ) вдоль русла р. Ус, 2012-2014 гг

Интегральная оценка качества вод исследованных водотоков методом биоиндикации по состоянию сообществ фитоперифитона и зообентоса (рисунок 5) показала, что вода оценивается как “Чистая” II класса с тенденцией загрязнения до III класса “Умеренно загрязненная”. Ухудшение качества вод отмечается в р. Ус вблизи источников антропогенного воздействия (туристическая база “Золотой Ус” и трасса М-54), а так же в р. Нижняя Буйба ниже центра спасателей “Ергаки”.

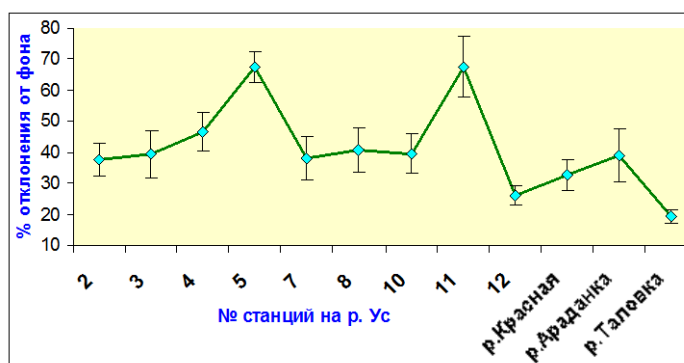


Рисунок 5 – Изменение интегрального показателя качества вод IP, рассчитанного на основе структурных характеристик зообентоса, на различных станциях бассейна реки Ус

У хариуса из р. Ус в 2012 г. выявлено превышение гематологических показателей (содержание гемоглобина, численность лейкоцитов) и функциональной активности клеток крови генерировать активные формы кислорода по сравнению с 2013 и 2014 гг. Анализ трехлетней динамики (рисунок 6) показал, что характеристики в 2012 г. являются патологическими по сравнению с последующими годами, когда исследуемые показатели вернулись в состояние своей физиологической нормы и оказались близки к таковым

енисейского хариуса. Можно предположить, что до начала исследований в 2012 г. в экосистеме реки происходили процессы (возможно кратковременные), связанные с загрязнением воды поллютантами природного или антропогенного происхождения, которые усилили активность иммунной системы рыб для борьбы со стрессовыми условиями.

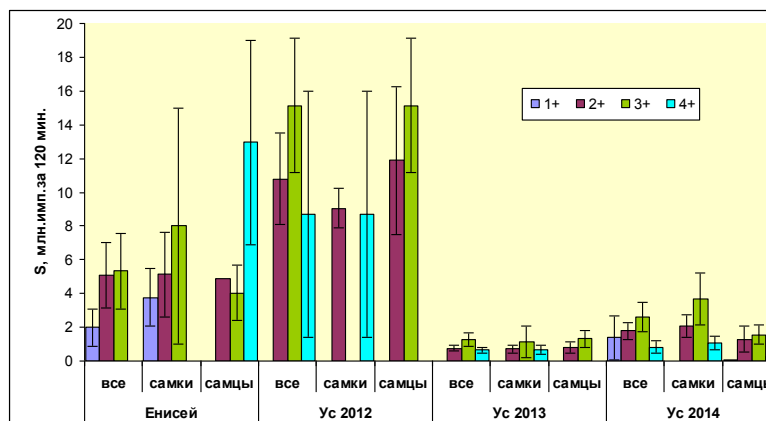


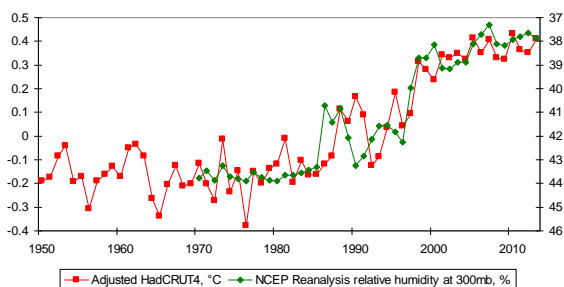
Рисунок 6 – Возрастная динамика общего объема (S) генерации люминолзависимых АФК при антигенной активации *in vitro* клеток крови разнополых особей хариуса рек Енисей и Ус.

4 Исследование свойств скачкообразных изменений климата и проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана

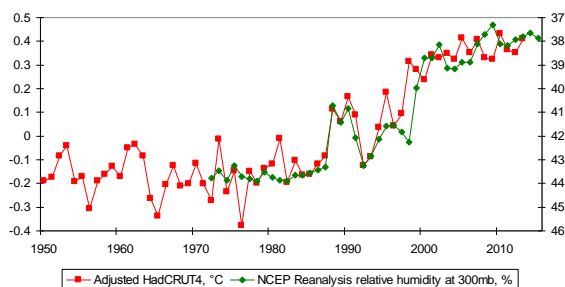
Были выполнены исследования свойств скачкообразных изменений климата и проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана. Суть работы заключалась в поиске способа "очистить" температурную динамику от известных естественных факторов. Предлагаемый подход в ряде моментов абсолютно новый и даёт очень интересный результат. Динамика глобальной температуры, из которой вычтена линейная проекция эффектов ENSO и крупнейших извержений вулканов выглядит как ступенчатая функция. Другое независимое указание на существование скачков в недавней климатической динамике было получено из данных реанализа. Скачкообразное поведение в динамике приповерхностных температур не заметно без процедуры коррекции на ENSO, поскольку вариации ENSO его хорошо маскируют. Но разумно предположить возможность существования параметров климата, на которые ENSO не влияет, но влияют найденные скачки. Были проанализированы различные параметры из нескольких реанализов (Kistler et al. 1999; Rienecker et al. 2011) и в

результате найдены примеры, которые достаточно похожи на скачкообразное поведение очищенной глобальной температуры.

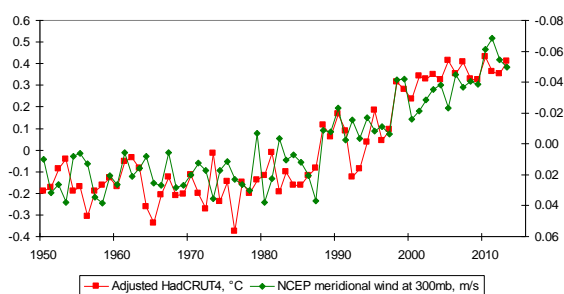
а)



б)



в)



г)

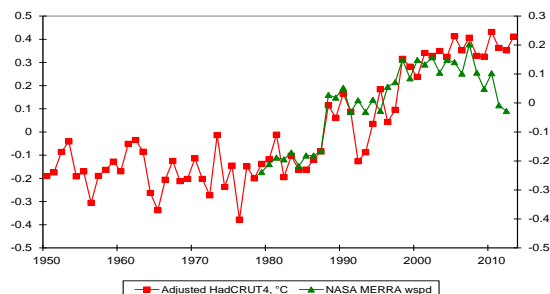


Рисунок 7 – Сравнение очищенной от влияния ENSO глобальной приповерхностной температуры и (а) среднеглобальной относительной влажности на высоте 300mb в модели NCEP/NCAR; (б) то же что а) только с двухлетней задержкой; (в) среднеглобальной скоростью меридионального переноса на высоте 300mb в модели NCEP/NCAR; (г) скорости вертикальной приповерхностной конвекции в тропическом регионе (30S-30N) модели NASA/MERRA.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом исследований стало создание программно-технологического обеспечения геопортала ИВМ СО РАН – универсальной геоинформационной платформы на основе свободно распространяемого программного обеспечения, предназначенной для создания картографических веб-приложений и сервисов, распределенных информационно-аналитических геоинформационных систем, веб-ГИС-модулей для сторонних разработок. Научная новизна результатов связана с IT-решениями, используемыми в процессе проектирования и разработки прикладных веб-ГИС на основе разработанного инструментария, который обеспечивает уникальные возможности создания функциональных веб-ГИС в кратчайшие сроки.

Основные результаты научно-исследовательских работ по проекту состоят в следующем.

1. Разработаны новые программно-технологические средства для картографического веб-интерфейса геопортала ИВМ СО РАН на основе инструментов Google Closure Tools, OpenLayers 3.x, GeoWebCache, и проч. – существенно улучшена производительность, обеспечена качественная поддержка сенсорных устройств (планшетов). Реализована технология формирования многослойных карт с несколькими слоями геопространственных данных.

2. Выполнены проектирование и разработка информационно-аналитического обеспечения системы хранения и распределенной обработки геопространственных данных на основе технологий ГИС и баз данных, веб-интерфейсов и сервисов. Опытная эксплуатация проведена на примере геопространственной базы данных, предназначенной для формирования, анализа и визуализации сведений по инженерной инфраструктуре здания ИВМ СО РАН.

3. Проведены систематические исследования количественных характеристик трофических звеньев экосистем малых рек на юге Красноярского края, проанализированы результаты многолетних экспедиционных исследований экосистемы малой горной реки Ус и ее притоков. Интегральная оценка качества вод исследованных водотоков показала, что вода оценивается как “Чистая” II класса с тенденцией загрязнения до III класса “Умеренно загрязненная”.

4. Были выполнены исследования свойств скачкообразных изменений климата и проявлений аномальной динамики температуры поверхностного слоя Мирового океана. Было обнаружено, что динамика глобальной температуры, из которой вычтена линейная

проекция эффектов ENSO и крупнейших извержений вулканов, выглядит как ступенчатая функция.

Полученные результаты имеют хорошие перспективы внедрения, и при этом уже положительно зарекомендовали себя как основа для ряда прикладных разработок. Потенциал использования связан с тем, что основной результат работы – это средства для проектирования и быстрой разработки прикладных геоинформационных веб-систем.

В качестве технико-экономического преимущества следует отметить, что технологической основой разработки является набор инструментальных программных средств (библиотек программ, программных модулей), созданных в парадигме свободного программного обеспечения с открытым исходным кодом. Используемые программные компоненты являются лидерами в соответствующих категориях программного обеспечения, обеспечивают широкий спектр возможностей, гибкую адаптацию к требованиям создаваемых систем, возможность настройки и модернизации, оперативного исправления ошибок.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные публикации

1. *Andrianova A.V.* Biotic Indices and Metrics in Assessment of the Water Quality of Small Rivers on the Territory of Ergaki Nature Park (South of Krasnoyarsk Krai) // Contemporary Problems of Ecology. – 2015. – Vol. 8. – № 3. – P. 358-367.
2. *Belolipetsky P.V., Bartsev S.I., Ivanova Y.D., Saltykov M.Y.* Hidden staircase signal in recent climate dynamic // Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences. – 2015. – Vol. 51, Issue 4. – P. 323-330.
3. *Belolipetskii P.V., Bartsev S.I., Degermendzhi A.G.* A Hypothesis about Double Surging Climate in the 20th Century // Doklady Earth Sciences. – 2015. – Vol. 460, part 1. – P. 46-49.
4. *Kadochnikov A.A., Tokarev A.V., Yakubailik O.E.* Environmental research software tools and services of geoportal of ICM SB RAS // Abstracts of the International Conference «Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education» (September 24-27, 2015). – Almaty: Қазақ университеті, 2015. – P. 63-64.
5. *Yakubailik O.E.* Development of geospatial software for environmental monitoring problems // Abstracts of the International Conference «Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education» (September 24-27, 2015). – Almaty: Қазақ университеті, 2015. – P. 81-82.
6. *Andrianova A.V., Yakubailik O.E.* Usage of GIS technology in the analysis of spatial dynamics of hydrobiological data (Enisey river case study) // Abstracts of the International Conference «Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education» (September 24-27, 2015). – Almaty: Қазақ университеті, 2015. – P. 47-48.
7. *Yakubailik O.E., A. Kadochnikov A.A., Tokarev A.V.* Applied software tools and services for rapid web GIS development // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. SGEM2015 Conference Proceedings (June 18-24, 2015). – 2015. – Book 2, vol. 1. – P. 487-494. – ISSN 1314-2704. – ISBN 978-619-7105-34-6.
8. *Андреанова А.В.* Биотические индексы и метрики в оценке качества воды малых рек на территории природного парка “Ергаки” (юг Красноярского края) // Сибирский экологический журнал. – 2015. – № 3. – С. 439-451.
9. *Андреанова А.В., Апонасенко А.Д., Макарская Г.В., Постникова П.В., Пономарева Ю.А., Тарских С.В.* Структурные характеристики биологических сообществ экосистем озер с различной степенью минерализации (Республика Хакасия) // Вода: химия и экология. – 2015. – № 12. – С. 41-47.

10. Белолитецкий П.В., Барцев С.И., Дегерменджи А.Г. Гипотеза о двойном скачкообразном изменении климата в 20 веке // Доклады академии наук. – 2015. – Т. 460, № 1. – С. 79-83.
11. Кадочников А.А., Якубайлик О.Э. Разработка программных средств сбора и визуализации данных наблюдений для геопортала Института вычислительного моделирования СО РАН // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-31.
12. Кадочников А.А., Якубайлик О.Э. Сервис-ориентированные веб-системы для обработки геопространственных данных // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 37-45.
13. Денисенко В.В., Якубайлик О.Э. Учет рельефа при вычислении сопротивления глобального атмосферного проводника // Солнечно-земная физика. – 2015. – Т. 1, № 1. – С. 104-108.
14. Макарская Г.В., Андрианова А.В., Тарских С.В. Межвидовые и возрастные особенности антиоксидантной активности суспензий тканей амфипод из разнотипных водотоков // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции (24 – 27 сентября 2015 г., Борок). – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 563-566.
15. Макарская Г.В., Тарских С.В. Динамика функциональной активности клеток неспецифической резистентности в процессе онтогенеза у рыб Красноярского водохранилища // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции (24 – 27 сентября 2015 г., Борок). – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 190-198.
16. Макарская Г.В., Тарских С.В., Турицына Е.Г. Возрастные изменения функциональной активности клеток органов системы иммуногенеза цыплят // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы XIV международной научно-практической конференции. Часть II. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. – С. 251-256.
17. Андрианова А.В. Применение интегрального биоиндикаторного показателя в оценке качества воды малых рек на территории национального природного парка (юг Красноярского края) // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием. – Москва: ИВП РАН, 2015. – С. 136-138.

18. *Токарев А.В.* Методика и технология актуализации пространственных данных по населенным пунктам Красноярского края // Проблемы информатизации региона. ПИР-2015: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2015. – С. 209-216.
19. *Токарев А.В.* Разработка подсистемы актуализации базовых пространственных данных по населенным пунктам Красноярского края // Совместный выпуск по материалам международной научной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» (СITech–2015) (24-27 сентября, 2015); Вычислительные технологии. – Т. 20; Вестник КАЗНУ им. Аль-Фараби. Серия: математика, механика и информатика. – 2015. – № 3 (86), ч. I. – С. 359-366.
20. *Кадочников А.А.* Геоинформационные технологии в системе «Банк пространственных данных Красноярского края» // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: материалы Междунар. науч. конф. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – С. 479-484.
21. *Кадочников А.А.* Особенности разработки программно-технологического обеспечения для региональных геоинформационных веб-систем // Совместный выпуск по материалам международной научной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» (СITech–2015) (24-27 сентября, 2015); Вычислительные технологии. – Т. 20; Вестник КАЗНУ им. Аль-Фараби. Серия: математика, механика и информатика. – 2015. – № 3 (86), ч. I. – С. 286-293.
22. *Кадочников А.А.* Организация доступа к каталогу пространственных данных с помощью веб-сервисов на примере геопортала // Материалы XV совещания географов Сибири и Дальнего Востока (г. Улан-Удэ, 10-13 сентября 2015 г.). – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – С. 503-505.
23. *Кадочников А.А.* Публикация данных экологического мониторинга на примере геопортала // Проблемы информатизации региона. ПИР-2015: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2015. – С. 83-87.
24. *Якубайлик О.Э.* Формирование региональной инфраструктуры пространственных данных // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы II Междунар. науч. конференция, 22–25 сентября 2015, г. Красноярск / науч. ред. Е.А. Ваганов; отв. ред. М.В. Носков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – С. 92-95.
25. *Якубайлик О.Э.* Информационно-аналитические системы для задач регионального управления на основе картографических веб-сервисов // Труды Международной

- конференции "Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики – 2015", посвященной 90-летию со дня рождения академика Гурия Ивановича Марчука [Электронный ресурс]. – Новосибирск: Абвей, 2015. – С. 872-878.
26. *Андреанова А.В., Якубайлик О.Э.* Геоинформационная веб-система для решения задач гидробиологического мониторинга на примере зообентоса р. Енисей // Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов [Электронный ресурс]: сборник трудов всероссийской конференции (24-28 августа 2015 г., с. Усть-Сема, Республика Алтай). – Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2015. – С. 16-21.
27. *Кадочников А.А.* Применение картографических веб-систем и сервисов в задачах мониторинга состояния окружающей среды // Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов [Электронный ресурс]: сборник трудов всероссийской конференции (24-28 августа 2015 г., с. Усть-Сема, Республика Алтай). – Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2015. – С. 90-94.
28. *Кадочников А.А.* Модуль визуализации тематических карт на основе аналитических данных регионального уровня для информационно-графических систем // Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613033 от 03.03.2015.
29. *Кадочников А.А.* Программа обработки и презентации данных для информационно-аналитических систем «КАРТТЕМ» // Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613206 от 10.03.2015.