

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2016, Том 3, №3 / 2016, Vol 3, No 3 <http://resources.today/issues/vol3-no3.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/07RRO316.pdf>

DOI: 10.15862/07RRO316 (<http://dx.doi.org/10.15862/07RRO316>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Тряпкин Д.С., Саус М.С. Разработка экспериментальных образцов базовых элементов многоуровневой распределенной геоинформационной системы для решения задач мониторинга на основе данных дистанционного зондирования Земли // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №3 (2016) <http://resources.today/PDF/07RRO316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Tryapkin D.S., Saus M.S. [The development of experimental models of basic elements of a multi-level distributed geographic information system for monitoring operations on the basis of remote sensing data] Russian journal of resources, conservation and recycling, 2016, Vol. 3, no. 3. Available at: <http://resources.today/PDF/07RRO316.pdf> (In Russ.)

Составная часть научно-исследовательской работы «Мониторинг-СТ» в рамках государственного контракта

УДК 004

Тряпкин Дмитрий Сергеевич

ОАО «Научно-производственная корпорация «РЕКОД», Россия, Москва¹
Руководитель инженерно-технического департамента
E-mail: dtryapkin@rekod.ru

Саус Марианна Станиславовна

ОАО «Научно-производственная корпорация «РЕКОД», Россия, Москва
Руководитель проекта центра реализации проектов инженерно-технического департамента
E-mail: msaus@rekod.ru

Разработка экспериментальных образцов базовых элементов многоуровневой распределенной геоинформационной системы для решения задач мониторинга на основе данных дистанционного зондирования Земли

Аннотация. Статья подводит некоторые итоги работы разработки экспериментальных образцов базовых элементов многоуровневой распределенной геоинформационной системы для решения задач мониторинга состояния территорий и объектов, явлений и процессов на основе данных дистанционного зондирования Земли.

Рассматриваются пути совершенствования технологий комплексного информационного обеспечения, используемых для создания информационных продуктов при проведении регионального многоуровневого мониторинга в целях решения контрольно-хозяйственных задач и принятия управленческих решений.

Показаны методологические и технологические аспекты построения распределенной геоинформационной системы.

¹ 127018, г. Москва, 3-й проезд Марьиной Рощи, дом 40, корпус 6, строение 1

Представлены характерные особенности базовых элементов многоуровневой распределенной геоинформационной системы.

Показано, что многоуровневая распределенная геоинформационная система для обеспечения задач регионального мониторинга – это общая идеология, функциональная платформа, информационное пространство на основе единой модели данных и пользовательская среда для обеспечения задач многоуровневого регионального мониторинга.

В статье продемонстрировано комплексное решение, способное обеспечить интеграцию данных и совместное использование информационных ресурсов, хранение различных видов данных и управление ими, обработку пространственных данных, визуальное представление геоданных, управление и контроль процессов, создание информационной тематической продукции.

Разработка основана на современных геоинформационных технологиях, базирующихся на открытых стандартах.

Предлагаемое решение может являться основой для расширения масштабов применения информационных технологий в регионах, а также являться основой для появления новых технологий, использующих, прямо или косвенно, результаты космической деятельности.

Ключевые слова: мониторинг; распределенная геоинформационная система; данные дистанционного зондирования Земли; многоуровневое взаимодействие; программное обеспечение с открытым исходным кодом; геопортал

Технологии комплексного информационного обеспечения и мониторинга стали в ОАО «НПК «РЕКОД» основой для разработок экспериментальных образцов базовых элементов многоуровневой распределенной геоинформационной системы для решения геоинформационных задач при проведении многоуровневого регионального мониторинга.

Благодаря постоянному совершенствованию методической и технологической базы информационных систем с каждым годом возрастает объем данных, собираемых о природных ресурсах, объектах, территориях и явлениях. Данные мониторинга становятся интегрированным информационно-аналитическим компонентом современного механизма исследования, осмысления результатов наблюдения, образования «интеллектуального пространства» и территориального управления. Расширяется перечень как качественных, так и количественных показателей, которые могут быть определены в ходе дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ), мониторинга территорий и геоинформационного анализа собранных данных.

Главной целью мониторинга, специально организованного процесса систематического наблюдения, сбора, обработки и хранения информации о состоянии объекта наблюдения, является выявление, учет, измерение, контроль динамики и анализ происходящих изменений.

Главная задача мониторинга регионального масштаба – обеспечение органов власти и местного самоуправления комплексной разномасштабной информацией и множеством данных на базе интеграции всех видов данных, адекватно отражающих параметры природно-хозяйственных систем и ресурсный потенциал региона для оценки его текущего состояния; выявления изменений основных параметров наблюдаемых объектов (территорий, явлений и процессов) регионального и/или субрегионального ранга под влиянием природных и антропогенных факторов; получения множества тематических данных; совершенствования системы учета и контрольно-надзорной деятельности.

Важной проблемой при мониторинге территории является необходимость интеграции значительных массивов разнородных пространственных данных, качественных и количественных характеристик с целью формирования проблемно-ориентированных баз данных и поисково-аналитических систем, обеспечивающих оперативный доступ к информации. В таком случае интеграционной основой множества данных несомненно должна служить карта. Следовательно, решение задач мониторинга приводит к применению геоинформационных систем (далее – ГИС), которые являются оптимальным инструментом для представления и управления геопространственными данными, а также средством коллективной работы и взаимодействия с другими информационными системами. В то же время, внедрение геоинформационных технологий в бизнес-процессы требует разработки и реализации корпоративной стратегии, информационно-технологической политики и применения данных дистанционного мониторинга.

Сбор данных, обработка пространственных данных, формирование тематической информации, хранение сведений о пространственном положении объектов местности, их функциональных, количественных и качественных характеристик, извлечение полезной информации, получение объективных результатов, анализ, управление данными и процессом мониторинга, формирование выходной информации в виде электронных карт, специализированных баз данных и отчетов служат обязательными условиями проектирования и проведения мониторинга.

В то же время такие задачи, как определение принципов организации и развития мониторинга; вопросы системности, универсальности, иерархичности, рациональности, нормативности, организационного единства процессов мониторинга и управления; использование новых продуктивных программных компонентов и различных источников информации; создание и использование новых веб-сервисов; интеграция данных; позиционирование данных, учет и обеспечение удобного доступа к результатам мониторинга заинтересованных групп пользователей; форма представления знаний; развитие концептуальных и методических основ мониторинга, совершенствование практики применения мониторинга в регионах страны, пока только обозначены, но не решены комплексно и системно.

Актуальность названных проблем, возрастающая потребность их практического решения, переход на новый технологический уклад – информационный, необходимость взаимосвязанного решения задач мониторинга определили направление исследования и обусловили работу в рамках СЧ НИР «Мониторинг-СГ» по разработке экспериментальных образцов базовых элементов многоуровневой распределенной региональной геоинформационной системы для решения задач мониторинга состояния территорий и объектов, явлений и процессов на основе комплексных данных ДЗЗ (далее – ЭО БЭ МРГИС, Система).

Система мониторинга на региональном уровне должна представлять собой информационно-аналитическую базу для решения широкого круга задач по регулированию территориального развития и хозяйственной деятельности, обеспечивать управленческую основу и методологический подход в информатизации системы управления регионом и секторами экономики. В то же время для системы регионального мониторинга характерны многоуровневая форма взаимодействия (многоуровневость) и территориальная составляющая (распределенность).

Понятие многоуровневости подразумевает взаимно пересекающиеся компетенции различных управленческих уровней и акцент на взаимодействии участников на разных уровнях (как минимум региональном, муниципальном и субмуниципальном (локальном)). На каждом уровне модели иерархии решаются задачи регионального мониторинга, однако на

каждом уровне эти задачи имеют свою специфику в соответствии с задаваемой логикой функционирования всей системы. Чем выше уровень управления, тем более общий и агрегированный характер приобретает собираемая информация.

Объективно существующая многоуровневая форма регионального взаимодействия определяет многоуровневый характер системы регионального мониторинга и дополняется перманентностью территориальной составляющей, что обуславливает распределенность этой системы и необходимость методологической совокупности управленческих отношений в ней, а также практическую реализацию множественных распределенных процессов и координационного взаимодействия на всех уровнях многоуровневой распределенной системы.

Региональный мониторинг в сочетании с межуровневым согласованием должен строиться на принципах централизованного регулирования процесса мониторинга и вертикальной соподчиненности, включать системы и средства сбора, хранения, обработки, управления пространственными данными, эффективного вывода информации в наглядном виде с целью достижения результатов на всех уровнях регионального мониторинга и получения целостной картины изменения природной среды, формирования информационных ресурсов, проведения анализа и подготовки управляющих решений.

Формирование и эффективное использование геопространственных данных является одной из актуальных проблем, стоящих перед научным сообществом и органами государственной власти. Ставятся задачи технологического и организационного обеспечения территориально-распределенных систем сбора, обработки, хранения и предоставления пространственных данных и метаданных. Эти системы должны предоставлять своим пользователям средства удаленного доступа к цифровой геоинформации, обеспечивать средства управления пространственными данными и их информационное взаимодействие.

Таким образом, центральная идея, заложенная в концепцию процедуры мониторинга и разработанных ЭО БЭ МРГИС, – создание информационно и функционально насыщенной компьютерной технологии, позволяющей исследовать изменения территории, объектов, явлений и процессов в ретроспективе и перспективе, выполнять информационное обеспечение поиска управленческих решений и при этом обладать сервисными удобствами в пользовании.

Особенностью системы регионального мониторинга является то, что в ее среде необходимо инструментальное обеспечение разномасштабного мониторинга территорий и объектов, явлений и процессов на основе данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ), координационное и информационное взаимодействие в региональном, муниципальном и субмуниципальном (локальном) аспектах функционирования системы.

Перспективная региональная многоуровневая распределенная система мониторинга, построенная на базе геоинформационных- и веб-технологий представления и передачи данных станет функциональной платформой для информационного взаимодействия при проведении регионального мониторинга и инструментом для организации работ с геопространственными данными, а также интеграционным и координационным механизмом рационального, целевого использования информационных ресурсов и данных (в разных формах и структурах).

Общий принцип создания, преобразования, прохождения информации и формирования агрегированных данных и знаний на основе геопространственных данных из различных источников в многоуровневой иерархической системе территориального взаимодействия при проведении регионального мониторинга показан на рисунке 1.

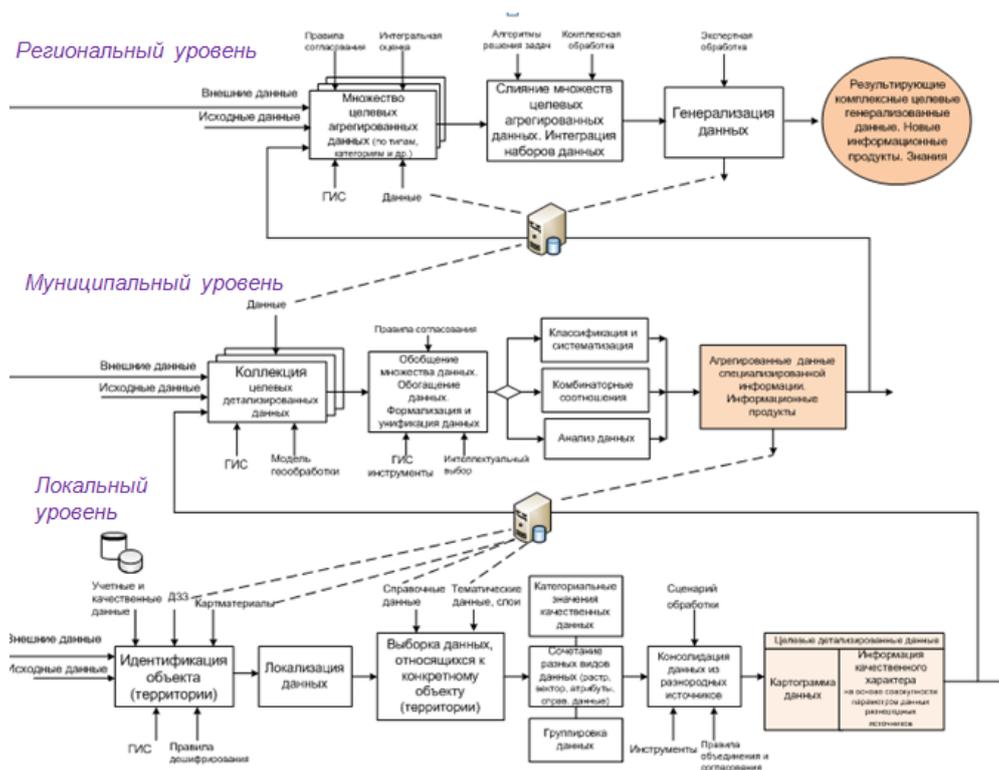


Рисунок 1. Схема движения информации и данных наблюдения при многоуровневой форме взаимодействия

Figure 1. Scheme of the flow of information and monitoring data in multi-level form of engagement

Схема движения информации и обработки данных наблюдения при проведении регионального многоуровневого мониторинга, представленная на рисунке 1, демонстрирует вертикаль интеграции данных, где:

- на нижнем уровне (локальном) обеспечивается идентификация объектов (территорий) мониторинга по материалам ДЗЗ и установление их геометрических и качественных характеристик, формирование цифровой модели объектов и атрибутивной информации с использованием учетных данных, объединение и группировка данных;
- на среднем уровне, муниципальном, обеспечивается обработка данных ДЗЗ, интеграция данных мониторинга, систематизация, интеллектуальный выбор, производится согласование и обогащение данных; создание тематических слоев;
- на верхнем уровне, региональном, обеспечивается генерализация, агрегация и анализ целевых данных, формирование знаний, визуализация значений показателей в виде графических отчетов.

Таким образом, в зависимости от уровня управления меняется как состав решаемых задач, так и наборы необходимой пространственной и атрибутивной информации, в то же время используется согласованная единая картографическая и нормативно-правовая основы, обеспечивающие политику мониторинга, интеграцию и совместимость пространственных данных.

Схема многоуровневого взаимодействия при проведении регионального мониторинга представлена на рисунке 2.

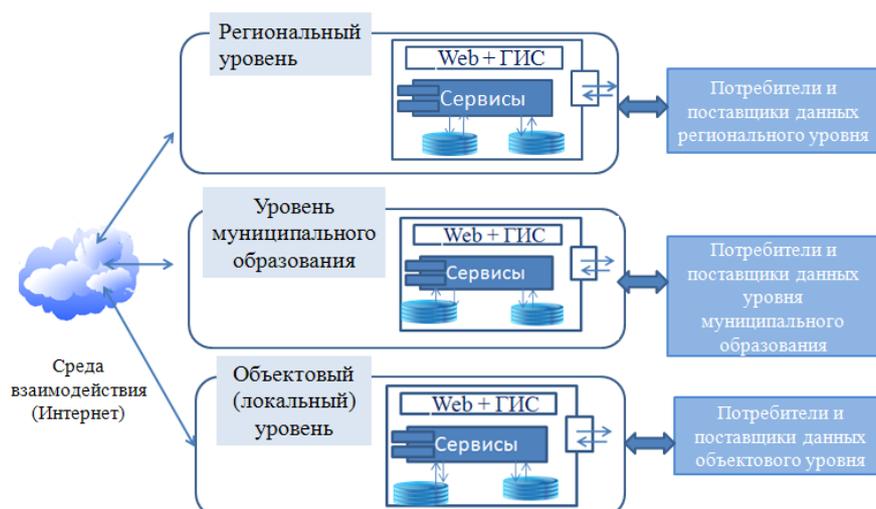


Рисунок 2. Схема многоуровневого мониторинга
Figure 2. Multi-level monitoring scheme

На региональном уровне необходимо обеспечить реализацию процедур управления процессами, потоками работ и пространственными данными; координацию мониторинга; администрирование и управление информационным хранилищем и геопорталом; организационно-нормативную поддержку регионального мониторинга; использование единой цифровой картографической основы.

На муниципальном уровне с помощью средств формирования картографических материалов необходимо обеспечить: сбор, интеграцию и систематизацию мониторинговых данных; специализированную обработку данных ДЗЗ и создание тематических продуктов на их основе; поиск и загрузку геоданных в информационное хранилище; управление процессами мониторинга объектового (локального) уровня.

На субмуниципальном (локальном) уровне требуются инструменты для формирования геопространственных данных, установления геометрических и качественных характеристик идентифицированных объектов и/или территории на основе объектного дешифрирования данных ДЗЗ с целью формирования детализированных геоданных; средства создания банка учетно-объектного состава мониторинговых данных.

В настоящей работе рассматривается задача создания ЭО БЭ МРГИС.

Решение этой задачи с технологической точки зрения обеспечивается построением комплекса взаимоувязанных программных средств, среди которых программные продукты с открытым кодом, так и оригинальные разработки, и использованием современных технологий, что обеспечило доступ к различным форматам пространственных данных.

Концептуальная модель Системы включает:

- клиентский уровень, обеспечивающий через веб-интерфейс пользователя предоставление данных, сервисов, средств управления и работы с ними;
- функционально-логический уровень, обеспечивающий специализированные функции и ГИС-функциональность;
- системный уровень, обеспечивающий общесистемные функции, управление и взаимодействие с аппаратным программным обеспечением;
- концептуальная модель Системы представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Концептуальная модель Системы
Figure 3. Conceptual model of the System

Комплекс функций ГИС и соответствующих программных средств призваны обеспечить:

- удобный доступ пользователей различных уровней к информации (внешней и внутренней) и геопространственным данным;
- визуализацию геопространственных данных;
- создание информационных продуктов и отображение комплексной информации на картооснове;
- управление пространственными данными.

Использование единой ГИС-среды, единой координатной основы, единых форматов данных для обмена графическими и атрибутивными данными, использование общих подходов создания и наполнения банка геопространственных и мониторинговых данных, использование единых методик обработки данных позволит решать задачи многоуровневого мониторинга и создавать информационные и тематические продукты на основе данных ДЗЗ.

Стыковка распределенных ГИС в многоуровневой системе осуществляется с помощью стандартных сетевых интерфейсов на аппаратном уровне и с помощью стандартных протоколов – на программном.

Основные технологические функции многоуровневой распределенной геоинформационной системы (далее – МРГИС, Система) реализуются через функции системообразующих компонент – подсистем.

В рамках выполнения работ по СЧ НИР «Мониторинг-СГ» разработаны следующие подсистемы – экспериментальные образцы базовых элементов МРГИС (далее – ЭО БЭ МРГИС):

Подсистема управления и контроля, предназначена для управления технологическими процессами мониторинга и информационными потоками, диспетчеризации процессов, повышения уровня организации и контроля работ при проведении регионального мониторинга. Подсистема позволяет формировать и распределять задания на выполнение, хранить данные, порождаемые в процессе проведения мониторинга.

Подсистема управления и контроля обеспечивает контроль, учет, диспетчеризацию, администрирование, вертикальную соподчиненность и межуровневое согласование по достижению результатов на всех уровнях управления при проведении многоуровневого регионального мониторинга. СПО подсистемы позволяет формировать программу мониторинга и банк исходных данных для проведения мониторинга, осуществлять сбор данных, следить за процессом мониторинга, отслеживать заказ и получение данных ДЗЗ, вводить информацию и данные мониторинга через экранную форму, осуществлять навигацию по данным, производить поиск и выборку информации по мониторингу, формировать банк данных мониторинга. Используемое BPM-решение (*Business Process Management* – управление бизнес-процессами) позволило системно и комплексно подойти к задачам управления и обеспечило поддержку комплекса решений, данных, информации и процессов, а также полный цикл управления с учетом иерархии управления.

Подсистема обработки данных, предназначена для формирования тематических данных, создаваемых и актуализируемых на основе использования данных ДЗЗ и результатов наземных исследований; организации обработки геопространственных данных; специализированной обработки растровых данных ДЗЗ различных форматов (TIFF, GeoTIFF, BMP, PCX, JPEG, PNG, IMG и других); поддержки проекционных преобразований; создания векторных и растровых картографических слоев.

Информационное хранилище, предназначено для хранения, систематизации, загрузки/выгрузки, поиска векторных и растровых картографических материалов с обеспечением разграничения прав доступа пользователей к данным.

Информационное хранилище обеспечивает хранение различных коллекций данных и позволяет формировать массив пространственных данных с заданной глубиной в соответствии с разработанной структурой информационного хранилища. Это: данные ДЗЗ, включая исходные данные и результаты их обработки, а также подготовленные для публикации на геопортале, картматериалы, векторные данные, тематические продукты на основе геопространственных данных, цифровая модель рельефа, атрибутивные и прочие данные. Информационное хранилище включает системы хранения пространственных данных (СУБД и файловое хранилище), модели данных, базу данных.

Подсистема сбора, преобразования и загрузки данных, предназначена для сбора, преобразования и загрузки данных в информационное хранилище. Загрузка данных из источников в информационное хранилище осуществляется специальными процедурами с формированием связанных таблиц пространственных данных.

Подсистема представления данных, предназначена для формирования выходных информационных продуктов на базе пространственных данных, создания web-карт, интеграции информационных ресурсов и обеспечения доступа к распределенным данным МРГИС.

На рисунке 4 представлена структурная схема ЭО БЭ МРГИС.

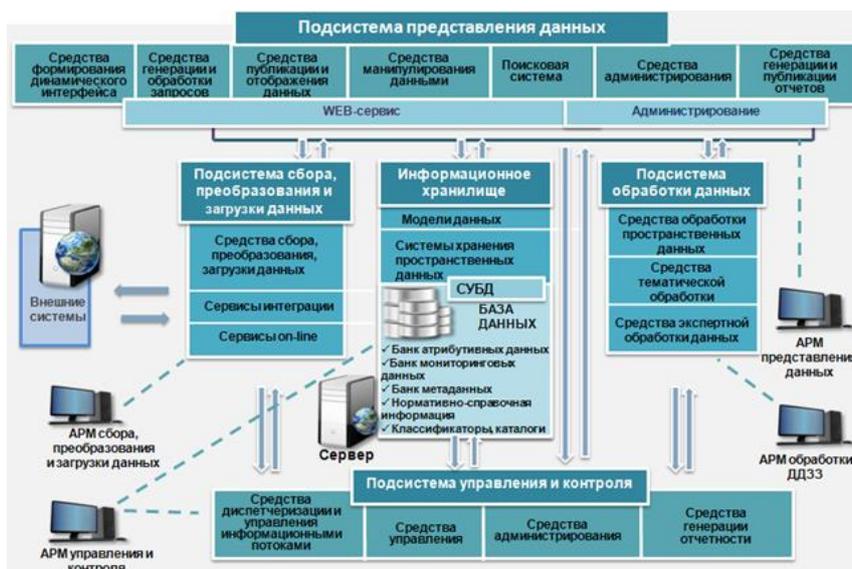


Рисунок 4. Структурная схема
Figure 4. Structural scheme

Концепция разрабатываемого проекта согласуется с современными тенденциями развития геоинформационных систем.

Методология разработки ЭО БЭ МРГИС основана на анализе опыта построения распределённых информационных систем, обобщении методологических и технологических принципов построения информационных систем.

Разработка ЭО БЭ МРГИС проведена с использованием метода комплексной веб-интеграции и метода программной инженерии.

Задачей веб-интеграции стало объединение разнородных веб-приложений в виде подключаемых специализированных целевых модулей работы с пространственной информацией и ядра системы в единую исполняемую управляющую среду, обеспечивающую взаимодействие и взаимоувязывание элементов системы на базе веб.

Метод программной инженерии – структурный подход к созданию специального программного обеспечения системы, нацеленный на создание эффективного многофункционального продукта наиболее рентабельным путем. Проектирование проводилось путем использования типовых проектных решений совместно с пакетами прикладных программ с последующей привязкой их к конкретным подсистемам, а также их доработка и создание новых программных решений с учетом лучших практик информационных технологий и предъявляемых требований к системе в целом и к экспериментальным образцам базовых элементов МРГИС в частности.

Проект по разработке программно-технологических решений ЭО БЭ МРГИС охватил широкий спектр задач и технологий: от формирования инфраструктуры единого информационного пространства для обеспечения решения задач многоуровневого распределенного мониторинга процессов территориального развития, организации хранения, обработки и представления пространственных данных, взаимодействия распределенных компонентов системы, интеграции с другими информационными системами, до формирования управленческой концепции проведения мониторинга.

Система реализуется в виде многоуровневого web-приложения, состоящего из следующих слоев:

- интерфейс пользователя (клиент), предназначенный для обеспечения возможности использования функционала Системы пользователями, визуализации поступающей пользователю информации о результатах выполнений операций и запросов, действий пользователя и связанной информации. Реализуется на базе технологий HTML5, JavaScript, CSS;
- слой функций и бизнес-логики, включающий модули, реализующие функционал системы, а также возможность настройки и исполнения автоматизированных процессов и доступ к сервисам. В данном слое осуществляется обработка данных, формирование пространственных данных для пользовательского интерфейса, доступ к веб-сервисам. Программный модуль, обеспечивающий инструментальную поддержку при работе с пространственными данными построен на базе веб-ГИС-технологий. Картографический сервис построен на базе GeoServer и обеспечивает работу с пространственно-координированными данными, включая спецификации WMS/WFS, и позволяет пользователю формировать карты с одновременным использованием материалов, хранящихся как в локальных, так и в удаленных архивах. Программный модуль, выполняющий автоматизацию бизнес процессов и поддержку целостной инфраструктуры подсистемы управления и контроля МРГИС, построен на базе BPM-системы;
- интеграционный слой, осуществляющий взаимодействие между слоем бизнес-логики и клиентской частью;
- слой данных. В данном слое осуществляется хранение информации и пространственных данных. Слой данных (информационное хранилище) включает файловое хранилище пространственных данных и реляционную базу данных. Строится на базе технологий PostgreSQL/PostGIS.

Работа в системе осуществляется с помощью геопортала, который является системообразующим элементом Системы и обеспечивает визуализацию информации, полученной в результате мониторинга и картографических материалов, публикацию информационных ресурсов, интеграцию различных видов информации и сервисов, обслуживание запросов различных категорий пользователей. Геопортал представляет собой геоинформационный комплекс, включающий в себя аппаратную и программную части, а также базу данных и средства администрирования.

На рисунке 5 представлен пользовательский интерфейс и сервисы геопортала МРГИС.

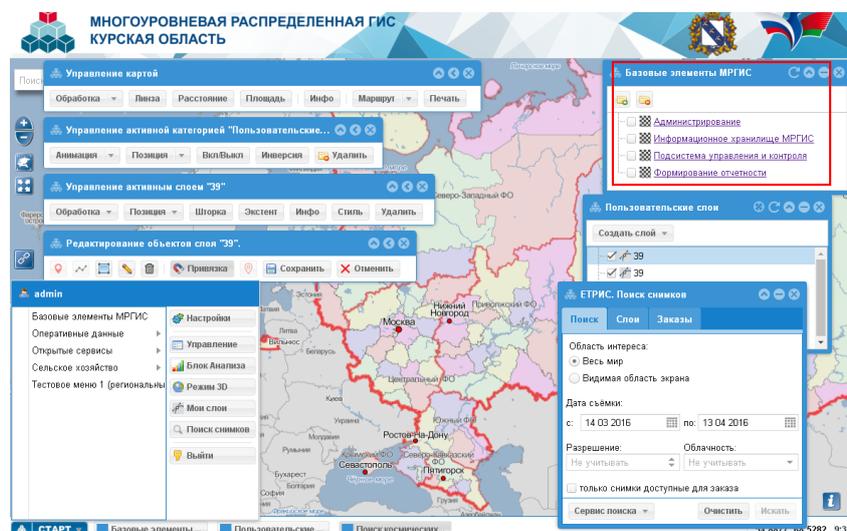


Рисунок 5. Интерфейс геопортала. Сервисы геопортала
Figure 5. Geoportal interface. Geoportal services

Геопортал включает:

- рабочую область отображения данных;
- средства визуализации пространственных данных, навигации и смены масштаба;
- инструменты создания и редактирования объектов и слоев;
- средства поиска, заказа и отображения геоинформационных ресурсов;
- средства управления картой, активной категорией, активным слоем;
- средства администрирования;
- сервисы.

Средства администрирования геопортала обеспечивают различные уровни использования геопортала, соотнесенные с решаемыми задачами и правами доступа, подключение и доступ к пространственным данным, формирование рабочего пространства.

Для расширенного редактирования и выполнения специализированных операций, создания и управления наборами пространственных данных будет использоваться настольная инструментальная ГИС (открытое программное обеспечение QGIS, адаптированное под решение целевых задач), поддерживающая работу с shp-файлами и СУБД PostgreSQL.

Для обработки спутниковых снимков используется система для обработки географической информации – GRASS, ГИС с открытым кодом. Особенностью этой системы является модульная структура, позволяющая формировать из множества отдельных модулей систему обработки данных ДЗЗ оптимизированную под потребности пользователя. Модулями GRASS обеспечивается обработка изображений, создание композитных снимков, работа с растровыми и векторными картами. Имеется возможность интеграции системы GRASS с ГИС QGIS.

В качестве базового программного обеспечения для обеспечения требуемого функционала МРГИС при работе с пространственными данными используется программное обеспечение с открытым исходным кодом, распространяемое под лицензией GNU GPL (General Public License, открытое лицензионное соглашение) или другими лицензиями для свободного ПО:

- операционная система сервера – Debian GNU/Linux;
- картографический сервер, обеспечивающий публикацию пространственно-координированными данных в виде веб-сервисов, кеширование, настройку стилей отображения – GeoServer (лицензия GNU GPL);
- СУБД – PostgreSQL с пространственным расширением PostGIS для хранения пространственных данных и управления ими (лицензия GNU GPL);
- инструмент интеграции пространственных данных – GeoKettle (лицензия GNU GPL);
- инструмент для чтения и записи и обработки геоданных – GDAL, OGR (библиотеки) (лицензия MIT);
- инструмент для создания Web-интерфейса для отображения картографических материалов – Openlayers (лицензия BSD);
- инструмент разработки Web-приложений – JavaScript/ ExtJS4 (лицензия GNU GPL);

- инструмент для работы с сервером и описания формата БД – Django (лицензия BSD);
- средство оптимизации доставки геоданных – GeoWebCache (лицензия GNU GPL);
- ГИС – QGIS (лицензия GNU GPL);
- система для обработки геопространственной информации – GRASS (лицензия GNU GPL);
- BPM-система – Activiti BPM (лицензия Apache License 2.0).

Язык программирования – Python, язык структурных запросов к БД – SQL.

Таким образом, разработанные ЭО БЭ МРГИС для решения задач мониторинга состояния территории и объектов, явлений и процессов на основе данных ДЗЗ позволят:

- организовать распределенную систему сбора и хранения пространственной информации и централизованное предоставление всех необходимых и доступных данных;
- систематизировать массивы геоданных и совместно использовать геопространственные данные, включая космические снимки и созданные информационные ресурсы;
- визуализировать и управлять пространственными данными;
- обрабатывать и формировать геопространственные данные;
- организовать координацию и диспетчеризацию процессов мониторинга на всех уровнях управления.

Особенностью проекта по созданию ЭО БЭ МРГИС является консолидация в едином информационном пространстве разноуровневой информации, необходимой для геопространственных решений при достижении целей и системный эффект разработки с интеграцией в единый комплекс наряду с программными средствами, ГИС-технологиями, информационными ресурсами, данными ДЗЗ и сервисами, автоматизированных технологий управления циклом мониторинга. Это обеспечит улучшение доступности к интероперабельным пространственным данным и ресурсам, обмен и использование этих данных на разных уровнях органов управления, комплексность данных, единство представления геопространственной информации, общность принципов обработки данных, сопряженность и управляемость работ при подготовке и проведении многоуровневого мониторинга с использованием данных ДЗЗ.

Методологическая и технологическая согласованность ЭО БЭ МРГИС при сборе и систематизации данных расширит возможности использования данных для исследования современного состояния природных ресурсов, оценки и анализа природопользовательской деятельности в регионе и решения управленческих задач по развитию территории, а программно-технологическая платформа для организации распределенного доступа к картографической основе, пространственным и мониторинговым данным позволит усовершенствовать систему регионального мониторинга и качество принимаемых решений.

Разработанные ЭО БЭ МРГИС обладают необходимой функциональностью, масштабируемостью, интероперабельностью для взаимодействия с внешними и смежными системами и будут служить инструментом для решения целого комплекса прикладных и

целевых задач при проведении мониторинга на всех его уровнях: локальном (субмуниципальном), муниципальном и региональном.

Таким образом, ЭО БЭ МРГИС представляют собой инструмент мониторинга, обеспечивают среду для объединения, обмена, хранения, управления, совместного использования и многослойного отображения пространственных данных. Предложенные решения придают технологии регионального мониторинга достаточную универсальность, адаптивность и удобство в практическом применении.

Достигнутые результаты значимы не только с точки зрения решения задач данного проекта, но и как теоретические и прикладные решения проблем применения информационно-управленческих технологий и получения эффективных решений. Программно-технологическая платформа МРГИС может быть использована для различных регионов и территорий, а программно-технологические решения могут быть использованы при разработке других геоинформационно-аналитических и высокоинтеллектуальных систем информационной поддержки принятия управляющих решений.

Дальнейшая работа над развитием проекта должна быть сосредоточена на совершенствовании интерфейсов и приложений для максимально удобной и эффективной реализации поисковых запросов, картографической визуализации разноуровневой информации об объектах мониторинга, геопространственного анализа территории, события или явления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов В.Г., Бойков В.В., Булаева Е.А. Опыт спутникового мониторинга плотины Нижнекамской ГЭС Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 2012, №4, с. 72–75.
2. Безбородов В.Г., Дукарский О.М., Тряпкин Д.С., Ушаков Р.Г. Организация массового доступа к пространственной информации и ее анализ в интересах развития территорий, интернет-журнал «Науковедение», 2015, №4, том 7.
3. Безбородов В.Г., Дукарский О.М. Информационные технологии использования результатов космической деятельности для социально-экономического развития регионов России, интернет-журнал «Науковедение», 2015, №4, том 7.

Tryapkin Dmitriy Sergeevich

Research-and-production corporation «REKOD», Russia, Moscow
E-mail: dtryapkin@rekod.ru

Saus Marianna Stanislavovna

Research-and-production corporation «REKOD», Russia, Moscow
E-mail: msaus@rekod.ru

The development of experimental models of basic elements of a multi-level distributed geographic information system for monitoring operations on the basis of remote sensing data

Abstract. The article brings some results of the development of experimental samples of the basic elements of a multi-tier distributed geographic information system for solving tasks of monitoring the status of territories and objects, phenomena and processes based on remote sensing data of the Earth.

Discusses the ways to improve technologies for complex information support that is used to create information products in a regional multi-level monitoring to address the control and economic objectives and making management decisions.

Shows the methodological and technological aspects of building a distributed geographic information system.

Presented characteristic features of the basic elements of multilevel distributed geographic information system.

It is shown that multi-tier distributed GIS to support tasks of regional monitoring is a common ideology, functional, platform, information space based on a unified data model and user environment to provide multi-level problems of regional monitoring.

The article demonstrates a comprehensive solution capable of integrating data and sharing of information resources, storing various types of data and management and processing of spatial data, a visual representation of GEODATA management and control processes, creation of thematic informational products.

The development is based on modern geoinformation technologies based on open standards.

The proposed solution can serve as a basis for expansion of application of information technologies in the regions and also serve as a basis for the emergence of new technologies that use, directly or indirectly, the results of space activities.

Keywords: monitoring; distributed geographic information system; remote sensing data; multi-level interaction; open-source software; geoportal

REFERENCES

1. Bezborodov V.G., Slaughterhouse V.V., Bulaeva E.A. The satellite monitoring experience of the Nizhnekamskoy GES dam // *Izvestia VUZov. Geodesy and aerial photography*, 2012, 4, p. 72-75.
2. Bezborodov V.G., Dukarskiy O.M., Tryapkin D.S., Ushakov R.G. Organization of mass access to spatial information and its analysis for territorial development, online magazine «*Naukovedenie*», 2015, №4, tom 7.
3. Bezborodov V.G., Dukarskiy O.M., Tryapkin D.S., Ushakov R.G. Information technologies of usage of space activities results for social and economic development of constituent entities of the Russian Federation, online magazine «*Naukovedenie*», 2015, №4, tom 7.