

Н.В. ДОРОФЕЕВ, А.А. ОРЕХОВ

**Построение географической  
информационно-аналитической  
системы для геоэкологического  
мониторинга**

УДК 004.04

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г.Муром

*В работе рассматриваются общие принципы организации географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга в глобальном масштабе, позволяющей объединить в общую информационную среду разрозненные измерительные комплексы и получаемые данные, повысить качество существующих систем геомониторинга, обладать модульностью, наглядным графическим интерфейсом на основе средств электронной картографии, а так же иметь возможность масштабирования и сервисы для получения доступа к общему банку данных внешним пользователям. Рассматривается выбор сетевой архитектуры географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга и выбор архитектуры программного обеспечения.*

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации МК-3485.2012.8.*

Непредсказуемость и зависимость от многих факторов поведения глобального климата, геологической и гидрологической среды, а так же связанные с ними участившиеся природные катастрофы и катаклизмы приводят к большим человеческим и экономическим потерям, возникновению техногенных аварий и возможному дальнейшему осложнению санитарно-эпидемиологической и геоэкологиче-

ской обстановке. В свою очередь, отсутствие в глобальном масштабе автоматизированного централизованного сбора и обработки первичных цифровых разнородных данных, характеризующих экологические факторы, разрозненность существующих измерительных комплексов, отсутствие единого информационного банка данных, невозможность оперативного применения и апробации новых методов и алгоритмов обработки и интерпретации данных приводит к снижению априорной информации для построения достоверных моделей, изучаемых глобальных процессов, с целью получения прогнозных оценок [1-3].

Таким образом, разработка географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга является актуальной задачей. Целью данной работы служит описание общих принципов организации подобных геоэкологических систем мониторинга в глобальном масштабе позволяющих объединить в общую информационную среду разрозненные измерительные комплексы и получаемые данные, повысить качество существующих систем геомониторинга, обладать модульностью, наглядным графическим интерфейсом на основе средств электронной картографии, а так же иметь возможность масштабирования и сервисы для получения доступа к общему банку данных внешним пользователям.

Проектируемая географическая информационно-аналитическая система должна объединять множество разнородных измерительных комплексов и подобных систем геомониторинга. База данных такой системы должна содержать миллионы документов и ежедневно пополняться новыми геоданными. Общая доступность данных подразумевает необходимость системы ежедневно обрабатывать сотни тысяч пользовательских запросов. При этом на этапе развертывания и развития системы эти цифры будут ощутимо увеличиваться. В таких условиях главной задачей внедряемой географической информационно-аналитической системой геоэкологического мониторинга является сохранение приемлемых для пользователей скоростей и полноты выполнения запросов.

Для решения этой задачи система должна быть способна к легкому масштабированию, легкому внедрению алгоритмов и архитектуры сбора, хранению, обработке и отображению геоданных, т.е. обладать модульной архитектурой как на программном, так и на ап-

паратном уровне. Очевидно, что одновременно с масштабируемостью системы, она должна обладать параллелизмом на всех уровнях архитектуры.

Указанные выше требования к сетевой архитектуре распределенных ГИС учитывают глобальные и национальные поисково-информационные системы, которые хорошо зарекомендовали себя уже несколько десятков лет [4-7]. Принципом их организации можно воспользоваться для построения сетевой архитектуры географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга. Общая сетевая структура такой системы изображена на рис. 1.

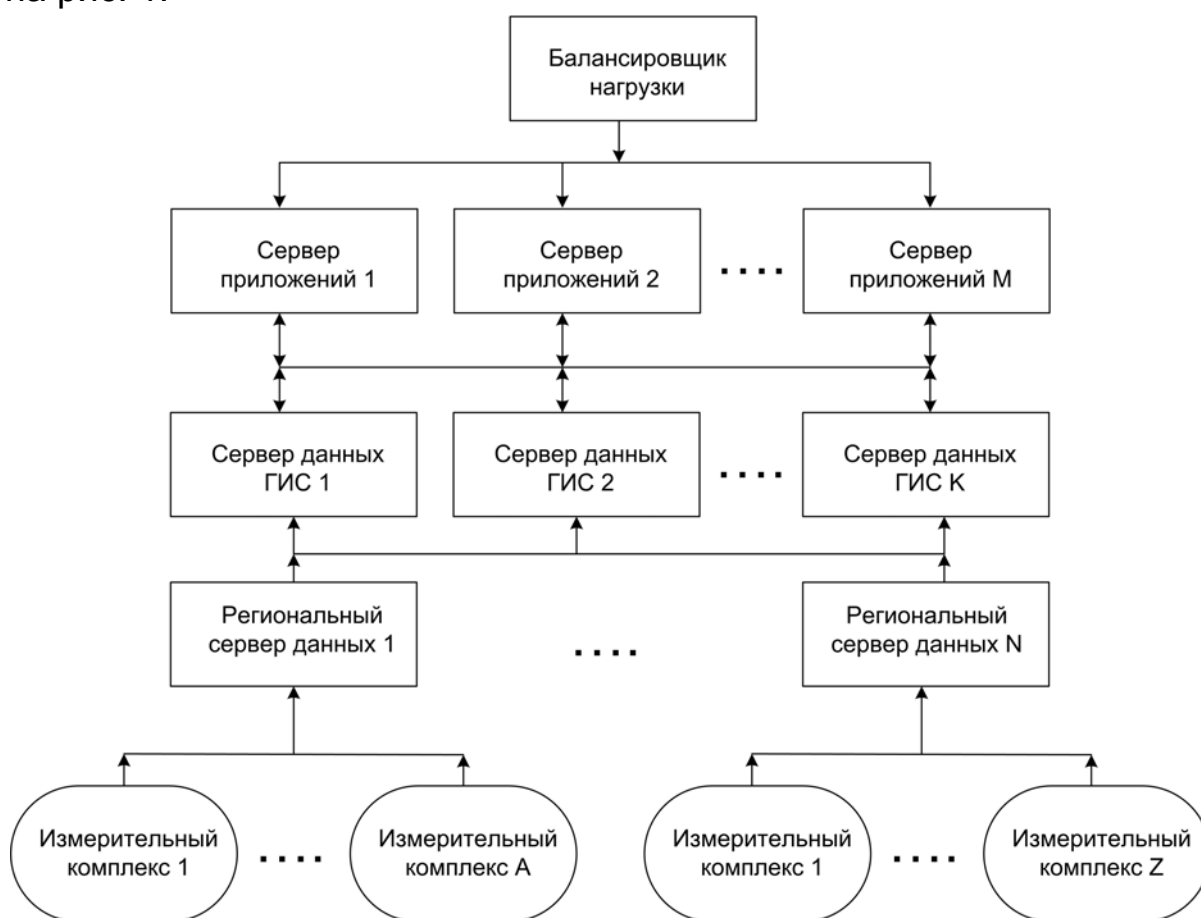


Рис. 1. Сетевая архитектура ГИАС геоэкологического мониторинга

Вся распределенная сеть территориально разделяется на отдельные области. Находящиеся в зоне одной области измерительные комплексы передают первичные цифровые данные на обслуживающий данную область региональный сервер. Региональные серверы хранят, обрабатывают и предоставляют геоданные верхним уровням сетевой архитектуры и отвечают за сбор данных толь-

ко по своей области. Объединение данных находящихся на региональных серверах разных областей происходит на уровне программного кода серверами верхних уровней иерархии. Региональные сервера базируются на многопроцессорных вычислительных машинах (MIMD архитектура) и организацией RAID массивов по технологии striping, что позволяет распараллеливать процессы чтения и записи данных и распределять нагрузку при вычислениях. Работа регионального сервера кроме прикладного программного обеспечения может координироваться операционной системой на подобие FreeBSD.

Серверы данных ГИС содержат программное обеспечение ГИС на базе которого сервера приложений создают картографические данные, формируют отчеты пользователям и предоставляют дополнительные сервисы для работы с ГИС и базой геоданных. Серверы данных ГИС производят поиск информации в специализированных базах данных региональных серверов, производят обновление данных для построения картографической информации. Для распараллеливания работы и снижения загрузки общей системы серверов данных ГИС может быть несколько, количество серверов возрастает в зависимости от количества пользователей и региональных серверов данных. Каждый сервер данных ГИС может взаимодействовать с любым региональным сервером для построения общей геоэкологической картины, в зависимости от запроса пользователя – таким образом, стираются границы между территориально разделенными данными хранящиеся на региональных серверах лежащих в различных областях.

Серверы приложений включают в себя веб-сервер и набор сервисов для взаимодействия пользователя с картографической информацией и региональными серверами для получения геоданных. Количество серверов приложений в сети так же как и серверов приложений может быть несколько, их количество определяется масштабами ГИАС и количеством пользователей.

На верхнем уровне сетевой архитектуры ГИАС геоэкологического мониторинга стоят сетевые устройства балансировки нагрузки, которые распределяют нагрузки между фронтальными серверами приложений. Каждый пользователь в зависимости от своего IP-адреса перенаправляется на наименее загруженный сервер прило-

жений. Следует отметить, что функционально сервера приложений совмещены с модулями слияния поисковых результатов от других ГИС и ГИАС.

На сегодняшний день существует две основные клиент-серверные архитектуры для построения ГИС: с «толстым» клиентом и с «тонким» клиентом. По началу ГИС реализовывались в рамках клиент-серверной архитектуры с «тонким» клиентом, которая имеет ряд недостатков: программное обеспечение представляет монолитные модули, включающие в себя: СУБД, логику приложения и логику взаимодействия с пользователем, что затрудняло интеграцию ГИС. Для преодоления этих недостатков стала развиваться клиент-серверная архитектура с «толстым» клиентом, которая все же имеет свои организационно-технические сложности реализации: обновления ГИС; доступа удаленных пользователей к функциональным возможностям системы; единых подходов к разбиению логики приложений на компоненты и взаимодействия компонентов. Поэтому в клиент-серверных архитектурах с «толстым» клиентом существенно усложняется масштабирование системы, организация и управление параллельным доступом пользователей к отдельным подсистемам.

Все указанные выше ограничения преодолеваются применением сервис-ориентированной архитектуры, которая является наиболее перспективной архитектурой программного обеспечения на сегодняшний день [8]. В рамках сервис-ориентированного подхода к построению архитектуры общая структура программного обеспечения географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга может быть изображена рис. 2.

При такой организации структуры программного обеспечения появляются единые способы межплатформенного взаимодействия программных модулей и разбиение программного обеспечения ГИС на отдельные сервисы. Всё программное обеспечение разделяется на три основные части: программное обеспечение региональных серверов данных, базовое программное обеспечение ГИС (ПО серверов данных ГИС) и программное обеспечение серверов приложений. Каждая часть программного обеспечения имеет в своем составе модули, которые отвечают за предоставление специфических сервисов.

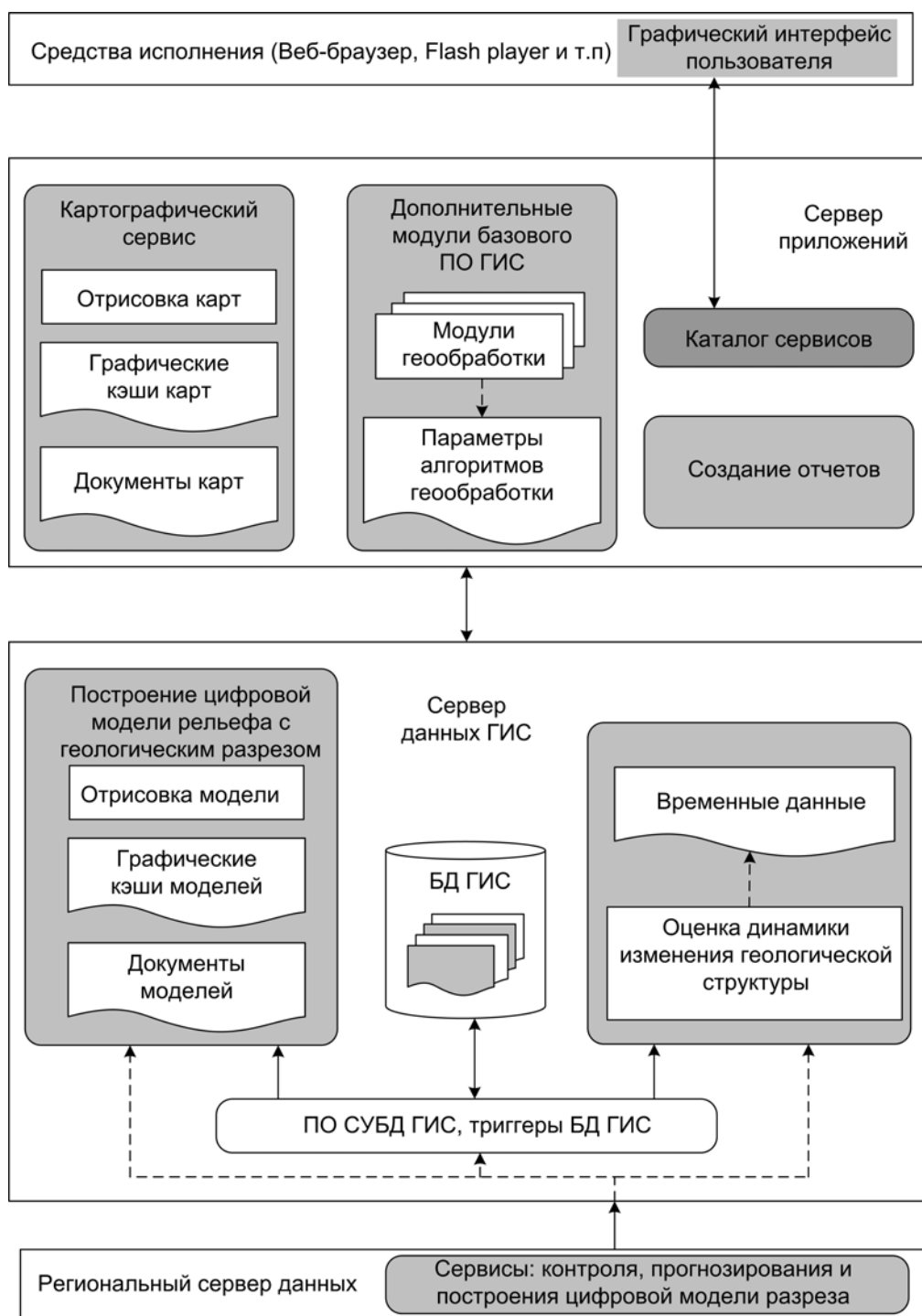


Рис. 2. Архитектура программного обеспечения ГИАС геозоологического мониторинга

Так, региональный сервер данных, отвечая за построение цифровых моделей разрезов геологической среды, контроль отдельных параметров и участков геологической среды, а также получения прогнозных оценок дальнейшего её развития, предоставляет соответствующие сервисы вышестоящим уровням программной иерар-

хии. Сервер данных ГИС, получая информацию о структуре геологического разреза и динамике его развития, предоставляет сервисы для построения цифровой модели разреза с учетом рельефа местности и сервисы для отображения динамики изменения геологической структуры и прогнозирования её дальнейшего развития.

Сервер приложений содержит в своем составе web-сервер и программное обеспечение для отображения картографической информации и формирования отчетов по запросу пользователя. На сервере приложений также размещается каталог сервисов, который предоставляется пользователю работающих по HTTP протоколу.

Региональный сервер данных собирает геоданные с измерительных комплексов находящихся в его зоне обслуживания. Структуру программного обеспечения регионального сервера данных можно представить следующим образом:

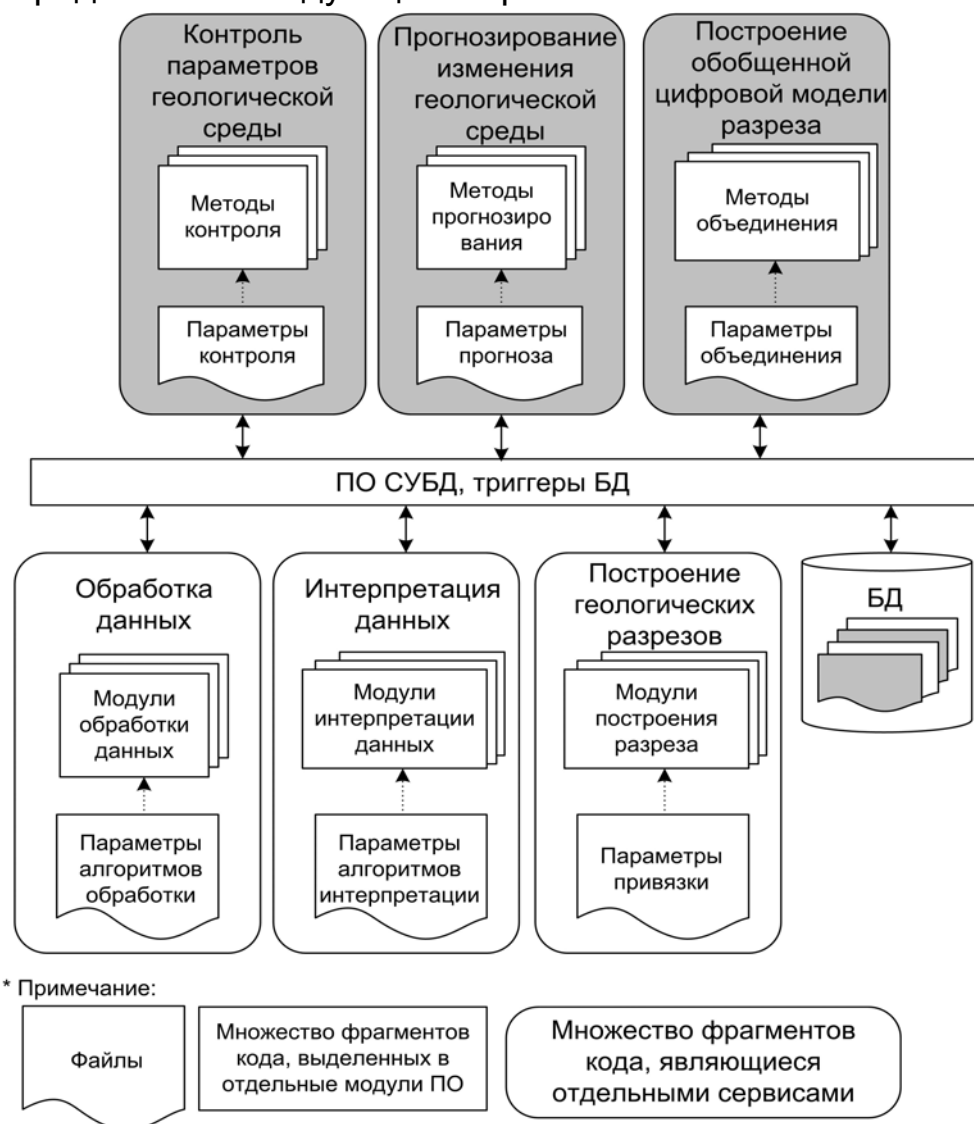


Рис. 3. Архитектура программного обеспечения регионального сервера данных

В базе данных регионального сервера данных хранятся не только исходные и обработанные цифровые данные, но так же метеорологические характеристики измерительных комплексов, параметры при которых проводились измерения, пространственные координаты исследуемого объекта, характеристики прилегающей местности, описание методов исследования, и т.п. Описание структуры самой базы данных не входит в рамки данной работы.

Из рис. 3 видно, что региональный сервер данных также предоставляет сервисы по обработке и интерпретации данных, кроме этого программное обеспечение для каждого сервиса разбивается на отдельные модули, что очень удобно при добавлении новых, а также исправлении старых методов и алгоритмов обработки. Наличие большого объема исходных и обработанных данных, а также возможность добавления новых методик обработки и интерпретации данных предоставляет пользователю простой способ сравнения и анализа имеющихся этих методов и алгоритмов, дает гибкий и быстрый механизм апробации новых методов.

Таким образом, в работе рассматривается принцип построения географической информационно-аналитической системы для проведения глобального геоэкологического мониторинга. Следует отметить, что общая структура базы данных ГИС и геоданных, определение параметров объединения разрезов полученных различными методами, модули прогнозирования и контроля требуют более детального рассмотрения. Отличительной, особенностью предлагаемого принципа построения ГИАС для глобального геоэкологического мониторинга является сервис-ориентированная архитектура программного обеспечения, а сетевая архитектура базируется на принципе построения информационно-поисковых систем, что придает системе масштабируемость, управляемость и гибкость.

## Литература

1. *Дорофеев Н.В., Кузичкин О.Р.* Алгоритм выделения иррегулярных возмущений геомагнитного поля на сети станций // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем. – М.: Изд-во «Горячая линия – Телеком», 2007. – С. 28-32;
2. *Кузичкин О.Р., Орехов А.А., Кулигин М.Н.* Измерительный канал системы регистрации геомагнитных сигналов // Вопросы радиоэлектроники. 2010, Т1, №1. С. 122-128;



- 
3. *Дорофеев Н.В., Кузичкин О.Р., Орехов А.А.* Первичная обработка сигналов в распределенных сетях регистрации геомагнитного поля. // Информационные системы и технологии. 2010. № 4. С. 119-122;
  4. Alta Vista. Digital Equipment Corporation, 1996;
  5. Brain Pinkerton. Finding What People Want: Experiences with the WebCrawler;
  6. Bodi Yuwono, Savio L. Lam, Jerry H. Ying, Dik L. Lee. A World Wide Web Resource Discovery System;
  7. *Маннинг К., Рагхаван П., Шютце Х.* Введение в информационный поиск. - Вильямс, 2011;
  8. *Павлов С.В.* Сервис-ориентированная архитектура программного обеспечения корпоративных геоинформационных систем / Павлов С.В., Усов Т.М., Шкундина Р.А. // Управление, вычислительная техника и информатика. Уфа: УГАТУ, 2010, Т. 14, № 5.