

УДК 681.5 (575.2) (04)

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА БАЗ  
РАЗНОРОДНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
ЧАСТЬ 1. ЭТАП АНАЛИЗА И КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Г.А. Десятков, Н.М. Лыченко, С.Ц. Манжикова,  
Н.Т. Муртазин, А.К. Рыбин, В.Е. Матюков**

Приведены требования к распределенной информационной системе геофизического мониторинга и ее концептуальная модель в виде семейства диаграмм вариантов использования, разработанных на основе анализа соответствующей предметной области.

*Ключевые слова:* разработка информационной системы; геофизический мониторинг; концептуальная модель; варианты использования.

В рамках проекта “Разработка технологии мультидисциплинарного геофизического мониторинга геодинамических процессов земной коры сейсмоактивных регионов” [1] ставится задача разработать ИС, способную интегрировать данные о сейсмической активности, полученные различными методами. При этом система должна обладать соответствующим интерфейсом.

Анализ существующего положения показал, что базы данных (БД) электромагнитных наблюдений с искусственным источником ЭП (ЭМНИ-скиЭП), электромагнитных наблюдений с естественным источником ЭП (ЭМНестИЭП), геодезических GPS наблюдений на локальной сети (GPS Лок) и гидрогеологических наблюдений (ГГН) [1–3] могут рассматриваться как единая распределенная база данных (Distributed DataBase – DDB) [4] геофизического мониторинга. Перечисленные БД играют роль локальных баз данных, расположенных в различных узлах корпоративной и/или глобальной компьютерной сети.

DDB, по определению Дэйта [5], можно рассматривать как слабосвязанную сетевую структуру, узлы которой представляют собой локальные базы данных. Локальные базы данных автономны, независимы и самоопределены; доступ к ним обеспечивается через СУБД от различных поставщиков. Связи между узлами – это потоки тиражируемых данных. Топология DDB варьируется в широком диапазоне – возможны варианты иерархии, структура типа “звезда” и т.д. В целом топология DDB определяется географией информационной

системы и направленностью потоков тиражирования данных.

В случае распределенной БД геофизического мониторинга связи между узлами должны быть опосредованы только через средства интерфейса интегрированной ИС, т.е. не целесообразна реализация каналов связи между собственно локальными БД, хранящими данные геофизических исследований, полученными различными методами измерений и имеющими различные форматы представления. Отсюда следует топология DDB – это структура типа “звезда”.

Распределенная БД геофизического мониторинга является неоднородной. Следовательно, при создании интегрированной ИС геофизического мониторинга в составе ПО должны использоваться и/или разрабатываться такие компоненты ПО, которые будут выполнять функции менеджеров распределенных транзакций. В качестве менеджеров распределенных транзакций могут использоваться СУБД, однако, скорее всего, это должны быть специальные программы, ориентированные на природу геофизических данных и типы и/или форматы их файловых хранилищ (рисунок 1).

На рисунке 1 показано, как менеджеры распределенных транзакций дополняют концептуальную модель ИС, представленную в работах [1, 2]. Стереотипы отношений “included” указывают на то, что эти компоненты программной системы подлежат разработке и/или включению в интегрированную ИС.

Функциональные возможности интегрированной ИС по управлению распределенными транзак-

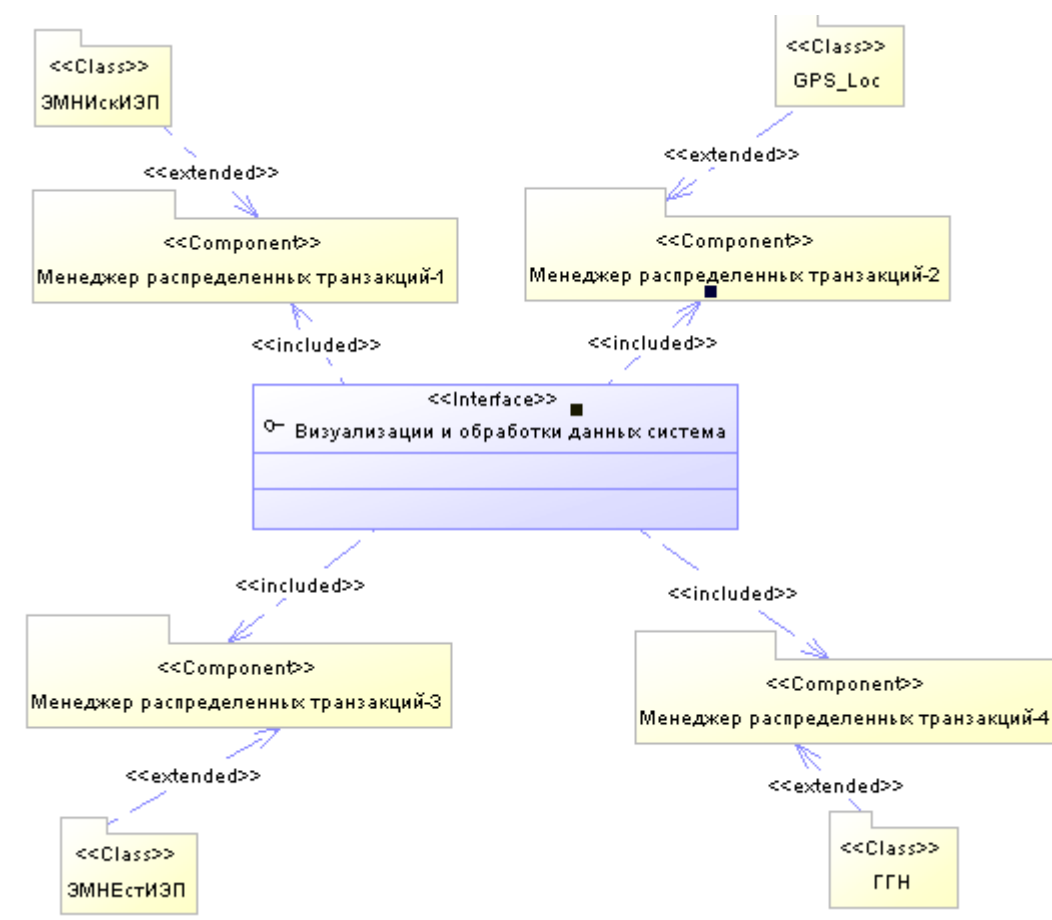


Рисунок 1 – Менеджеры распределенных транзакций в составе интегрированной ИС мониторинга геофизических данных

циями с помощью соответствующих менеджеров МРТ 1,2,3,4 и по формированию распределенных запросов к двум и более локальным БД геофизического мониторинга представляются диаграммой вариантов использования (рисунок 2).

В настоящее время фактическим стандартом для многопользовательских СУБД стала архитектура “клиент-сервер”. Основной принцип этой технологии [4, 6-9] заключается в разделении функций стандартного интерактивного приложения на четыре группы, имеющие различную природу. *Первая группа* – это функции ввода и отображения данных. *Вторая группа* объединяет чисто прикладные функции, характерные для конкретной предметной области. *К третьей группе* относятся фундаментальные функции хранения и управления информационными ресурсами (БД, файловыми системами и т.д.). Наконец, функции *четвертой группы* – служебные, играющие роль связок между функциями первых трех групп. В соответствии с этим в любом приложении выде-

ляются следующие логические компоненты: *компонент представления*, реализующий функции *первой группы*; *прикладной компонент*, поддерживающий функции *второй группы*; *компонент доступа* к информационным ресурсам, поддерживающий функции *третьей группы*; *протокол взаимодействия*.

Различия в реализациях технологии “клиент-сервер” определяются четырьмя факторами. Во-первых, тем, в какие виды программного обеспечения интегрирован каждый из этих компонентов. Во-вторых, тем, какие механизмы программного обеспечения используются для реализации функций всех четырех групп. В-третьих, как логические компоненты распределяются между компьютерами в сети. В-четвертых, какие механизмы используются для связи компонентов между собой. Этим факторам соответствуют следующие модели:

- модель файлового сервера (File Server – FS);
- модель доступа к удаленным данным (Remote Data Access – RDA);

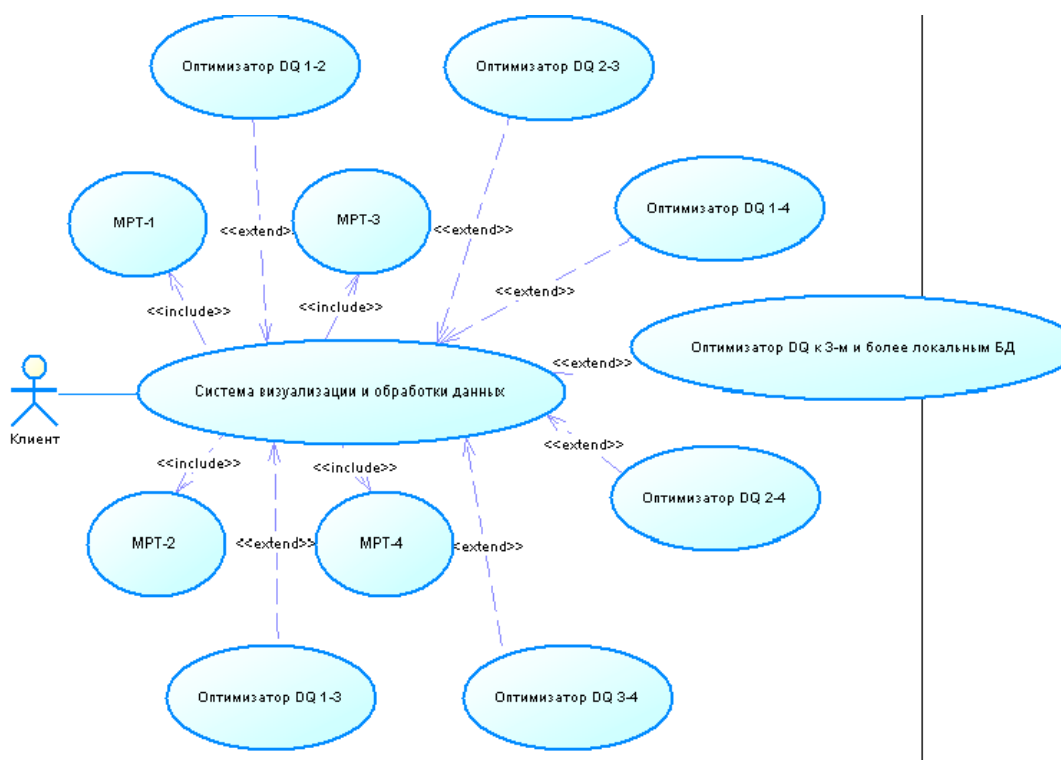


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования интегрированной ИС, функционал которой включает менеджеры распределенных транзакций MPT 1,2,3,4 и оптимизаторы DQ распределенных запросов к локальным БД

- модель сервера базы данных (DataBase Server – DBS);
- модель сервера приложений (Application Server – AS).

Современные многопользовательские СУБД опираются на RDA- и DBS-модели и при создании ИС. Когда предполагается использование только СУБД, то выбирают одну из этих двух моделей, либо их разумное сочетание.

**Разработка GPS-подсистемы распределенной ИС геофизического мониторинга.** Локальная БД GPS измерений является наиболее подготовленной для того, чтобы на примере включения ее в структуру и динамику распределенной ИС показать, как именно и какими современными средствами может быть реализована интегрированная ИС геофизического мониторинга. Степень подготовленности каждой локальной БД определяется уровнем, а значит, и возможностями программного обеспечения, с помощью которого производится оцифровывание результатов измерений (данных первичных датчиков), способы их хранения и возможные пути извлечения блоков данных для последующей автономной обработки и обработки,

совместной с данными других локальных БД. Как показано в работах [1, 2], структура локальной GPS-подсистемы доведена до выделения в ней конкретных информационных объектов – сущностей и классов. Установлены также отношения между ними, что само по себе составляет значительную и органичную часть программной реализации этой подсистемы.

Кроме того, большое значение имеет и привлекательность использования глобальных спутниковых навигационных систем (GPS и ГЛОНАСС). GPS-технология получила широкое применение в решении различных геодинамических и геофизических задач. Применение данной технологии значительно повышает производительность труда при определении высокоточных относительных координат по сравнению с традиционными средствами. Данные, полученные в результате подобных исследований, представляют интерес для многих исследовательских групп.

Система удаленного доступа к данным современных движений земной коры – это проблемно-ориентированная информационная система, в задачу которой входит сбор и предоставление данных о со-

временных скоростях движений земной коры удаленным пользователям. БД включает в себя данные, полученные с помощью GPS, и позднее обработанные с помощью специальных алгоритмов. Пользователям необходимо обеспечить гибкий доступ к данным, а также предоставить возможность добавления данных в общую исследовательскую БД. Система подобного рода позволяет улучшить обмен данными между различными исследовательскими группами и повысить производительность их работы.

Наиболее гибким и современным способом предоставить удаленный доступ к данным локальной GPS-БД является веб-приложение, которое создается один раз для произвольно выбранной платформы, и разворачивается на ней. В таком случае исключается необходимость разрабатывать различные версии ПО для Microsoft Windows, Mac OS X, GNU/Linux и/или других операционных систем.

Целевой аудиторией является ограниченный круг исследователей движений земной коры и студенты, специализирующиеся в разработке сетевых информационных технологий для обработки результатов научных исследований.

Система представляет собой клиент-серверное приложение, структурная схема которого представлена на рисунке 3.

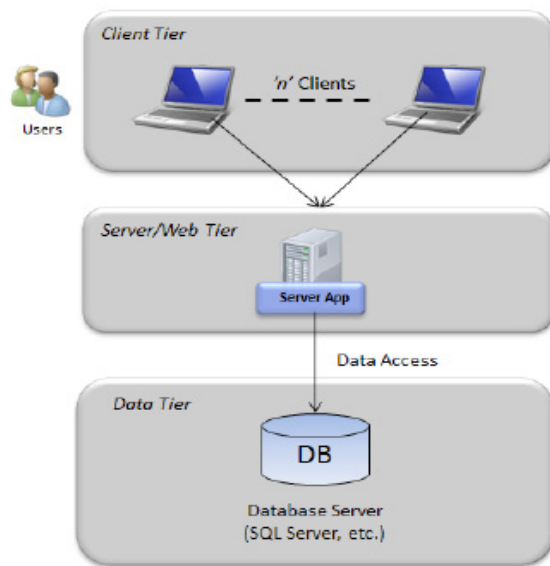


Рисунок 3 – Структурная схема системы

В такой трехуровневой архитектуре пользователь взаимодействует с клиентским приложением, физически расположенным на его машине (обычно PC). Оно взаимодействует с сервером приложений

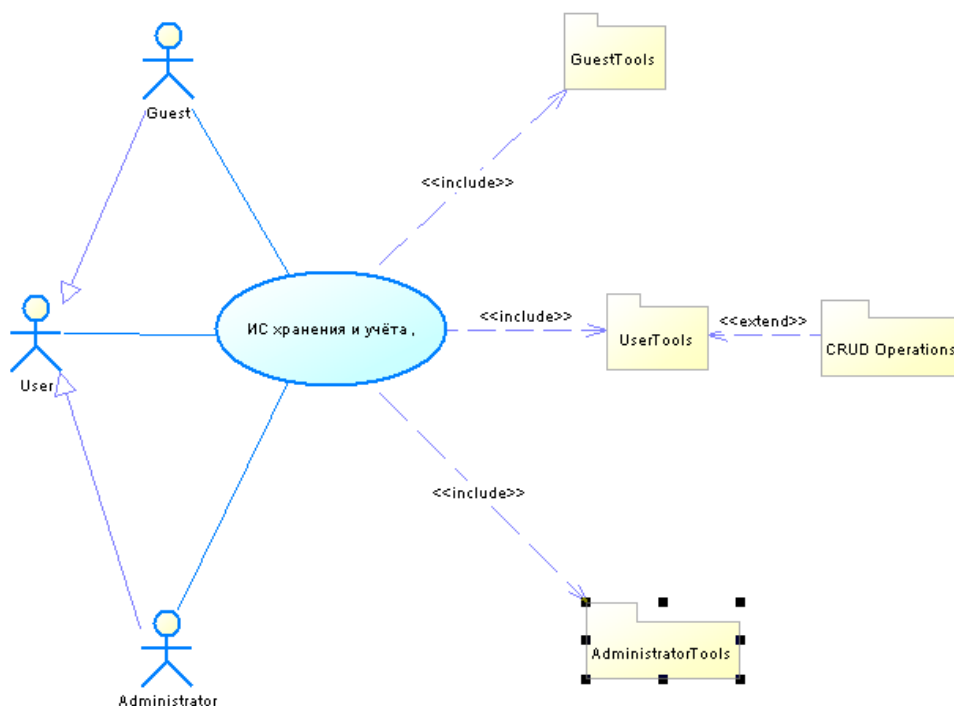


Рисунок 4 – Верхний уровень диаграммы вариантов использования



Рисунок 5 – Диаграмма вариантов использования интегрированной GPS-подсистемы пакета UserTools

(Web / App Tier), который содержит бизнес-логику и логику доступа к данным. Наконец, сервер приложений (веб-сервер) имеет доступ к третьему звену (уровень данных), который является сервером данных.

**Концептуальное моделирование программной системы** предполагает разработку диаграммы вариантов использования [9], с помощью которой описывается функциональное назначение системы или то, что система должна делать. Диаграмма позволяет сделать следующее:

- определить общие границы и контекст моделируемой системы;
- сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы;

- разработать исходную концептуальную модель системы для ее последующей детализации в форме логических и физических моделей;
- подготовить исходную документацию для взаимодействия разработчиков системы с ее заказчиками и пользователями.

На рисунке 4 приведен верхний уровень диаграммы вариантов использования разрабатываемой информационной системы.

ПО, соответствующее различным режимам работы с учетом уровней доступа для различных категорий пользователей, представлено пакетами GuestTools, UserTools, AdministratorTools. Варианты использования, скрытые в пакетах, представле-

ны на рисунке 5 и приведены полностью в работе [11].

На диаграмме вариантов использования (рисунок 5) отображены потоки событий, которые происходят при работе с подсистемой.

**Главный поток событий.** Этот поток УС начинается, когда пользователь открывает главную страницу сайта и ему предоставляется выбор следующих сценариев:

- Авторизация пользователя (S1).
- Работа в системе в соответствии с привилегиями (S1.1).
- Работа с содержимым системы в режиме гостя (S2).

Пользователю предоставляется возможность работы в сценариях S1.1 и S2 со следующими элементами системы, которые сгруппированы в категории и представлены в виде меню. Сценарий накладывает функциональные ограничения при работе с системой, устанавливаемые так называемыми Справочниками.

**Справочники:** GPS Антенны, Грунты, Должности, Марки, Организации, Операторы, Полевые компании, GPS Приемники, Пункты наблюдения, Сети, Страны, Типы пунктов, Типы марок, Fast, Basis.

Описание потоков событий, соответствующих другим режимам работы GPS подсистемы полностью приводятся в работе [11]. Описание потоков событий, или спецификация вариантов использования совместно с диаграммами, представленными на рисунках 1–5, составляют результаты этапа анализа предметной области, анализа требований к ПО и являются концептуальной моделью распределенной ИС геофизического мониторинга.

Работа выполнена в рамках проекта “Разработка технологии мультимедийного геофизического мониторинга геодинамических процессов земной коры сейсмоактивных регионов” федеральной целевой программы “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” Федерального агентства по науке и инновациям РФ.

#### Литература

1. Разработка технологии мультимедийного геофизического мониторинга геодинами-

ческих процессов земной коры сейсмоактивных регионов. Отчет НИР (промежуточный, этап № 1). Госуд. контракт № 02.740.11.0730 от 05 апреля 2010 г. Шифр 2010-1.1-153-047-004.

2. Разработка информационной системы геофизического мониторинга земной коры сейсмоактивных регионов: Мат. межд. конф. “ИТ и математическое моделирование в науке, технике и образовании” / Рыбин А.К., Костюк А.Д., Десятков Г.Н. и др. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2011. № 24.
3. Разработка распределенной интерактивной системы доступа к результатам магнитотеллурического мониторинга (КР, Бишкек, Научная станция РАН) / Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Баталева Е.А. и др. // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внуконтинентальных ороенов: Мат. 5 межд. симп. Бишкек, 2011. НС РАН, 2012 (в печати).
4. *Ладыженский Г.* Распределенные информационные системы и базы данных // <http://citforum.ru/database/kbd96/45.shtml>
5. *Date C.J.* What is distributed database? InfoDB, 2:7.1987.
6. Borland InterBase Workgroup Server. API Guide. Borland International Inc., 1995. 330 p.
7. Borland InterBase Workgroup Server. DataDefinition Guide. Borland International Inc., 1995. 212 p.
8. Borland InterBase Workgroup Server. Language Reference. Borland International Inc., 1995. 234 p.
9. Borland InterBase Workgroup Server. Programmer’s Guide. Borland International Inc., 1995. 340 p.
10. [Электронный ресурс]: <http://www.scritube.com>. Языки программирования: URL: <http://www.scritube.com/limba/rusa/1641417156.php>.
11. Отчет НИР по теме: “Разработка технологии мультимедийного геофизического мониторинга геодинамических процессов земной коры сейсмоактивных регионов” (промежуточный, этап № 4). Государственный контракт Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2010 г. № 02.740.11.0730, № госрег. 01201060404. Бишкек, 2011.