

А.А. Блискавицкий, Е.М. Юон, Г.П. Ковтонюк, А.Д. Боголюбский, Т.Ф. Мерецкова

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО БАНКА ЦИФРОВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Введение

Основной объем информации, поступающей в Росгеолфонд, составляют первичные цифровые геологические данные, полученные путем цифровой регистрации, и производные данные как результат компьютерной обработки первичных данных. Несмотря на очевидную ценность таких данных, необходимость обеспечения их сохранности и использования в интересах государства и общества, централизованный сбор и государственный учет данного вида государственных геологических информационных ресурсов (ГИР) до сих пор не реализован в полной мере. Одна из основных причин состоит в том, что в отличие от геологического отчета, структура и состав которого установлен ГОСТ 7.63-90, аналогичный стандарт для первичных цифровых данных не принят, то есть необходима разработка порядка представления в Росгеолфонд геологического отчета в форме электронного документа с приложением первичной и производной цифровой информации на электронных носителях. Кроме того, значительная часть действующих требований к представлению данных в Государственный банк цифровой геологической информации и информации о недропользовании в России (ГБЦГИ) устарела и нуждается в переработке.

Большой проблемой является и то, что сегодня формирование ГИР ГБЦГИ обеспечивается разнородными программно-техническими средствами, работающими в среде различных операционных систем, СУБД и ГИС [2, 3].

Новый этап становления ГБЦГИ открывает Приказ Роснедра от 21.04.2005 г., № 444 «О развитии системы сбора, учета, систематизации, хранения и использования первичной цифровой информации в составе ГБЦГИ», который обязывает недропользователей представлять первичные цифровые данные, полученные в результате проведения работ с привлечением госбюджетных средств, в Росгеолфонд для формирования и ведения ГИР ГБЦГИ.

В обеспечение реализации приказа Роснедра с целью учета и контроля первичных и производных документированных цифровых данных разрабатывается Картографическая информационно-поисковая система (КИПС) ГБЦГИ, призванная способствовать

преодолению ряда указанных проблем, созданию основы для формирования, ведения цифровых ГИР и их использования в интересах государства и общества. Разработка КИПС ГБЦГИ в рамках госконтракта ведется ВНИИгеосистем (г. Москва).

Создание КИПС ГБЦГИ обеспечивает повышение эффективности формирования и использования ГИР путем:

- разработки единой нормативной основы КИПС ГБЦГИ при использовании общероссийских классификаторов и единых отраслевых словарей и справочников;
- повышения надежности учета и оперативности поиска ГИР ГБЦГИ;
- наглядного представления обеспеченности ГИР на основе средств электронной картографии;
- повышения производительности и качества труда специалистов с применением передовых информационных технологий СУБД и ГИС.

В настоящей статье рассмотрены структура, особенности реализации и первые результаты опробования КИПС ГБЦГИ.

Основные сведения о КИПС ГБЦГИ

Система предназначена для осуществления электронной каталогизации ГИР ГБЦГИ и отображения средствами электронной картографии обеспеченности ГИР по заданному запросу.

КИПС ГБЦГИ состоит из трех взаимосвязанных компонентов:

- реляционной базы данных, содержащей метаданные по геологическим отчетам, ГРР, первичной и производной цифровой информации, а также пространственную информацию;
- клиентского интерфейса к базе данных, обеспечивающего ввод, просмотр и редактирование данных, выполнение запросов и поиск данных по их атрибутивным и пространственным характеристикам;
- ГИС-приложения для представления данных средствами электронной картографии.

Основной массив информационных ресурсов КИПС ГБЦГИ – метаданные, характеризующие первичные и производные данные, содержащиеся в геологических отчетах: реквизиты отчета (название, авторы, организация, номер контракта и др.), методы и объемы геолого-геофизических работ на объекте, а также координаты пространственных объектов (профилей, скважин и пунктов наблюдений, площадных объектов). Основные классы геолого-геофизических исследований, отражаемых в КИПС ГБЦГИ, приведены на рис. 1.

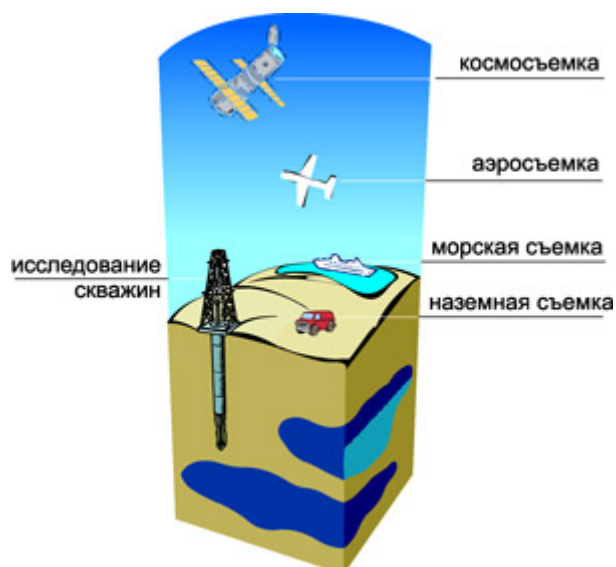


Рис. 1. Иллюстрация по классам геолого-геофизических исследований, отражаемых в КИПС ГБЦГИ

На рис. 2 представлена схема «сущность-связь» для основных сущностей в инфологической модели КИПС ГБЦГИ. Рассмотрим кратко наиболее важные сущности.

Геологический отчет в данной модели рассматривается как объект учета и регистрации – набор реквизитов отчета. В действительности, вся инфологическая схема КИПС ГБЦГИ строится на основе геологического отчета, который можно представить себе в виде иерархической структуры, на верхнем уровне которой находятся реквизиты отчета, на следующем – объекты работ. Объект работ характеризуется своим контуром (задается координатами полигона или набором номенклатурных листов), набором полезных ископаемых, административно-территориальной привязкой и георайонированием.

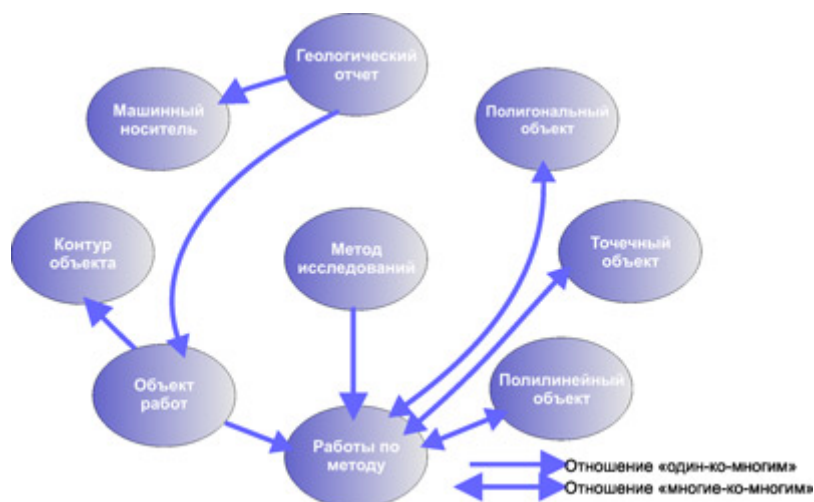


Рис. 2. Схема «сущность-связь» для основных сущностей в инфологической модели КИПС ГБЦГИ

Методы исследований, используемые на различных этапах и стадиях ГРР:

- геофизические методы (сейсморазведка, гравиразведка, электроразведка, магниторазведка, радиометрия);
- геохимическая съемка;
- аэрометоды (аэромагниторазведка, аэрогравиразведка, аэрогеохимия, аэрогаммаспектрометрия);
- исследования в скважинах (каротаж, опробование и испытания пластов, отбор образцов керна и проб флюидов);
- специфические методы, применяемые в морских ГРР (непрерывное сейсмоакустическое профилирование, гидромагнитная съемка, эхолотирование, донный пробоотбор, фототелевизионная съемка морского дна);
- специфические методы, применяемые в геологической съемке и прогнозно-поисковых работах (геологические маршруты, геохимическая съемка, бороздовое, керновое, шлиховое и др. виды опробования);
- лабораторно-аналитические исследования.

Работы по методу характеризуются (помимо метода исследований) используемой координатной системой и масштабом работ, организацией представленных первичных и производных данных, именем геологической партии.

Характеристики пространственных объектов (полилинейный объект – профиль, точечный объект – скважина или пункт наблюдения, полигональный объект – площадь) образуют нижний уровень иерархии.

В схеме на рис. 3 между пространственными объектами и работой по методу присутствуют связи «многие-ко-многим», что отражает тот факт, что один пространственный объект (например, скважина) может быть объектом исследования нескольких работ по методу.

КИПС ГБЦГИ реализована в рамках реляционной модели данных. Широко используются геолого-геофизические справочники и общероссийские классификаторы.

В качестве основы КИПС ГБЦГИ принята архитектура «клиент-сервер» [1] и ее реализация на основе СУБД MS SQL Server 2005 на стороне сервера, а также СУБД Microsoft Access 2003 и ESRI ArcMap 9.1 на стороне клиента.

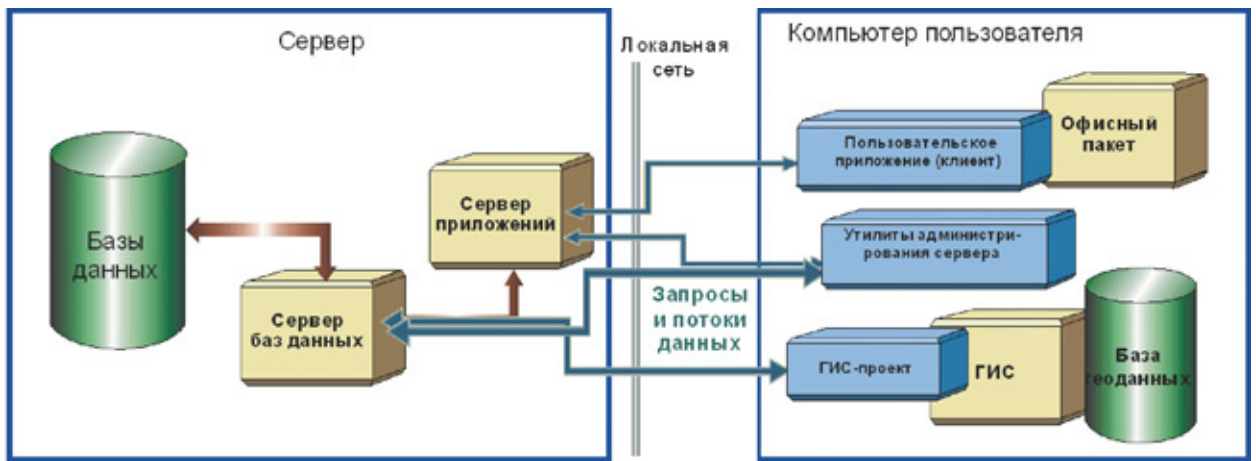


Рис. 3. Схема архитектуры КИПС ГБЦГИ

На выделенном сервере баз данных расположена БД КИПС ГБЦГИ, управляемая СУБД MS SQL Server 2005. На клиентских компьютерах, связанных с сервером БД посредством локальной сети, располагаются клиентские рабочие места КИПС ГБЦГИ, включающие ГИС-подсистему. На рис. 4 представлена схема обобщенной архитектуры КИПС ГБЦГИ.

К общим функциям системы относятся ввод, хранение, обработка и анализ метаданных и пространственной информации. Конкретные функциональные задачи решаются в системе при помощи различных функциональных элементов, которые могут быть следующих видов (рис. 4):

- экранные формы для работы с данными;
- запросы к базе данных;
- отчеты;
- ГИС-приложения и т.д.

Данные элементы реализуют инструментальную основу для решения различных задач работы с информацией, включая:

- работу с данными;
- решение информационно-поисковых задач;
- решение предметных задач;
- генерацию и печать отчетности.



Рис. 4. Основные функциональные элементы программного обеспечения КИПС ГБЦГИ

Организация связи пространственной и атрибутивной информации

При организации связи пространственной и атрибутивной информации используются несколько моделей взаимодействия. Наиболее известной и распространенной является геореляционная модель, которую также называют гибридной или смешанной. При использовании такой модели пространственный и атрибутивный компоненты организованы по-разному. Пространственная информация хранится в отдельных файлах. Атрибутивная информация организована в таблицы, которые управляются с помощью реляционной СУБД. Связь между графической и атрибутивной компонентой осуществляется и поддерживается через идентификационные коды графических объектов и поле в атрибутивной базе, содержащее такие же коды.

Еще один подход – интегрированный, в котором предусматривается использование средств реляционных СУБД для хранения как графического, так и атрибутивного компонента. При его применении ГИС выступает в качестве надстройки над СУБД.

В КИПС ГБЦГИ реализован синтез данных подходов, суть которого заключается в использовании серверной СУБД как единственного постоянного хранилища всей информации КИПС ГБЦГИ за исключением топооснов и некоторой вспомогательной информации. Входящая в состав клиента ГИС база (хранилище) геоданных (БГД) определяет обобщенную модель данных и привязку к карте информации о пространственно-распределенных элементах. Фактически БГД выступает в качестве базы-контейнера пространственной информации, в частности различных топооснов (электронные карты Российской Федерации и мира), а также карт-подложек, создаваемых

пользователем. Кроме этого, БГД используется для временного хранения пространственной информации, переданной с сервера по запросу или в результате осуществления периодической синхронизации с сервером (рис. 5).

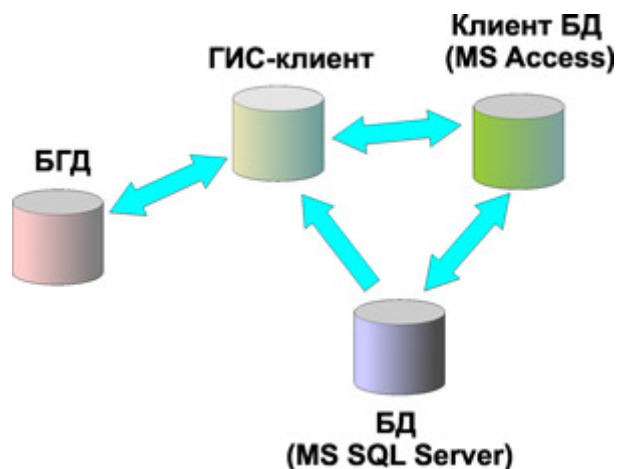


Рис. 5. Связь базы геоданных с серверной базой данных КИПС ГБЦГИ

При разработке ГИС и механизмов связи атрибутивных и пространственных данных использовались COM-технологии ArcGIS – объектная модель ArcObjects. ArcObjects – это набор компонентов, включающий более 1200 объектов, которые могут быть использованы для настройки, расширения и построения ГИС приложений.

Для обеспечения двухнаправленного взаимодействия приложений ArcMap, MS Access (как клиента MS SQL Server), они попеременно должны выступать в роли сервера и клиента автоматизации на основе COM-технологии. Это позволяет в любой выбранный момент времени осуществлять как прием, так и передачу данных от MS Access к ArcMap и обратно. Внесение изменений в данные, хранящиеся на сервере КИПС ГБЦГИ, с помощью ArcMap возможно только через клиент БД (MS Access), с передачей управления соответствующему приложению. Таким образом, чтение данных с серверной БД осуществляется ArcMap напрямую, а запись данных в нее – через MS Access-клиент.

Программное обеспечение увязки базы данных с прикладной ГИС реализует нанесение контуров объектов производства ГРП на электронную картографическую основу, просмотр паспорта геологического отчета для выбранного по карте объекта ГРП.

Сегодня в моделях данных в ГИС преобладает послойный принцип организации информации, который и используется в КИПС ГБЦГИ. Послойная организация информации позволяет загрузить нужные имеющиеся слои данных в ГИС-проект, при необходимости к слою можно добавить дополнительные свойства объектов, а сами объекты могут быть отредактированы, скрыты, удалены и т.д.

Разработчиками было принято решение разрабатывать интерфейсы ГИС и БД на клиенте КИПС ГБЦГИ независимо друг от друга при обеспечении взаимодействия разработанных компонент в следующих аспектах:

- выполнение из экранной формы интерфейса БД запроса к ГИС и визуализация объектов на электронной карте по атрибутивным данным;
- выполнение при выборе объекта на электронной карте запроса по пространственным данным, состоящего в открытии соответствующих экранной формы интерфейса БД и записи;
- периодическая и обусловленная запросом синхронизация ГИС с БД (генерация пространственных данных об объектах на основе координатной и иной информации из БД).

В качестве общего атрибута для осуществления связи пространственной и атрибутивной информации по объекту был выбран идентификатор объекта в БД.

Выбранная технология позволяет сделать КИПС ГБЦГИ недорогим, простым и надежным тиражируемым решением для передачи в территориальные фонды геологической информации, поскольку в качестве сервера в большей части территориальных фондов может использоваться бесплатное серверное решение MS SQL Server Express 2005, т.е. все серверное программное обеспечение в данном случае не требует приобретения лицензий, просто устанавливается и поддерживается.

Реализация пользовательского интерфейса КИПС ГБЦГИ

Пользовательский интерфейс базы данных КИПС ГБЦГИ

Экранные формы интерфейса пользователя являются формами Microsoft Access или окнами ArcMap. Интерфейс КИПС ГБЦГИ содержит ряд основных элементов:



- главная форма-меню;
- форма «Геологический отчет»;
- форма «Объект работ»;
- форма «Работы по методу»;
- форма-меню «Геообъекты»;
- форма-меню «Методы исследований»;
- форма-меню «Справочники и классификаторы»
- окно ArcMap.

Главная форма появляется автоматически при запуске КИПС ГБЦГИ. Ее вид представлен на рис. 6.



Рис. 6. Главная форма БД КИПС ГБЦГИ

Нажатие кнопок в главной форме приводит к открытию соответствующих форм или меню, приведенных ниже. Экранные меню обладают продуманным содержанием и логикой, реализуя понятную иерархическую структуру, верхним уровнем которой является геологический отчет (рис. 7); следом идет вкладка «Объект работ» (рис. 8), несущая информацию об объекте, выполненном в рамках данного отчета и форма «Работы по методу», содержащая список и описание всех работ, которые были выполнены по объекту (рис. 9). Наконец, форма «Геообъекты» (рис. 10) является нижним уровнем иерархии и описывает пространственные объекты определенных типов – пункты, профили, площади.

Нажатие на кнопку  на любой из форм, где она присутствует, приведет к открытию ГИС-приложения и выделению соответствующего объекта на карте. Если кнопка нажимается на форме редактирования геообъекта, то на карте просто выделяется его пространственное отображение, заданное координатами; если на вкладке объекта работ – на карте выделится контур объекта и все геообъекты, которые к нему относятся; на вкладке отчета – будут выделены все контура и все геообъекты, которые имеют отношение к выбранному отчету. Такой метод визуализации реализует просмотр иерархии данных от верхнего уровня к нижнему. Подобным образом действует и конструктор запросов, входящий в набор инструментов ГИС-приложения. Кнопка  Обновить все (инструментарий ГИС-приложения) реализует противоположный подход – просмотр

дерева иерархии от нижнего уровня к верхнему, обеспечивая отображение только тех данных, которые имеют полноценный пространственный образ.

Для выборки объектов на электронной карте (рис. 11) в соответствии с достаточно общими критериями служит разработанный управляющий диалог задания критериев выбора отображаемых данных, представленный на рис. 12. Он позволяет задавать условия на параметры запроса при помощи операторов $<$, $<=$, $=$, $>=$, $>$, Between, Or, And, Not для численных и логических параметров, выбирать строки и диапазоны строк для нечисловых параметров, запоминать запросы и загружать их вновь путем выбора из списков.

Разработанный инструмент «Информация об объекте» в ArcMap позволяет при выборе на карте геообъекта, получить краткую информацию о нем и перейти при необходимости на соответствующую форму интерфейса БД и соответствующую запись для просмотра и редактирования информации в БД (рис. 13).

Инструмент «Показать на карте» можно использовать для проверки корректности ввода информации по пункту, скважине, профилю или площади, путем их просмотра на карте после ввода очередной порции координат и исправления визуально обнаруженных несоответствий (рис. 15).

КИПС ГБЦГИ обеспечивает работу с различными топоосновами и картами-подложками, причем при работе с пространственными данными пользователю предоставляется возможность выбора наиболее удобной карты для конкретных данных, пример на рис.16. К базовым картам относятся карта мира и карта Российской Федерации, с возможностью подключения геологической карты России; дополнительные карты могут быть созданы пользователем или выбраны из состава имеющихся векторных или растровых увязанных карт.

Заключение

Разрабатываемое программно-технологическое обеспечение картографической информационно-поисковой системы ГБЦГИ позволяет интегрировать СУБД, пользовательские клиентские приложения и ГИС в единой среде КИПС ГБЦГИ и обладает широкими информационно-поисковыми возможностями в сочетании с передовыми средствами электронной картографии.

Опробование системы на представительном материале (250 отчетов) показало, что она обеспечивает учет первичных и производных цифровых данных, представляемых в ГБЦГИ Росгеолфонда и удобный графический доступ накопленным цифровым ГИР для различных категорий пользователей. Предусмотрена передача системы в территориальные фонды геологической информации для решения аналогичных задач, а в

перспективе и интеграция с ее помощью ГИР ГБЦГИ, полученных из территориальных фондов, на федеральном уровне.

В заключение авторы выражают признательность Е.Н. Черемисиной за внимание к данной работе, а также Л.С. Климовой и В.А. Юшину за помощь в ее реализации.

Геологический отчет 1 Уточнение регионального строения и оценка нефтегазоносности Российского сектора Азовского моря с целью подготовки материалов для разработки предложений по делегации дна

Инв.№ РФГФ 484624 з

Отчет | Исполнитель и соисполнители | МН отчета | Реферат | Объект | Регистрация

Гос. регистр. № 1-03-14м/2-1-04-5/1 Держатель контракта ГИЦ "Южгеология"

Ответств. исполн. Шайнуров Р.В. Организация-заказчик Роснедра

Место Геленджик Год выпуска 2005 Источник финансирования Федеральный бюджет

Авторы отч. Шайнуров Р.В., Савченко В.И., Казанцев Р.А. и др. Регистрационный номер контракта НПС-02.05/1930 Дата регистрации контракта 28.10.2003

Инвент.№ ТФИ Регистрационный номер договора Дата регистрации договора

Территориальный (окружной) фонд информации Номер лицензии Владелец лицензии

Регист.№ ТФИ Колич. книг в отчете 7 Сметная стоимость работ по контракту 63778,5 тыс.руб Наличие в ТЗ обязательства по передаче первичных цифровых данных в Росгеолофонд

Дата рег.в ТФИ Колич. папок Фактическая стоимость работ 56125,101 тыс.руб

Регист.№ РФГФ Колич. тетрадей Дата утверждения ТЗ 26.04.2005 Только год

Дата рег.в РФГФ 01.01.2005 Колич. альбомов

Вид ГРР

Направление работ Региональные геолого-съемочные и геолого-геофизические работы на шельфе, в Мировом океане и Антарктике

Группа работ Региональные геолого-геофизические и геолого-съемочные работы на шельфе

Вид работ

Рис. 7. Форма «Геологический отчет»

Объект работ 255 Российский сектор Азовского моря

Геол.отчет 1 Уточнение регионального строения и оценка нефтегазоносности Российского сектора Азовского моря с целью подготовки материалов для разработки предложений по делегации дна

Инв.№ РФГФ 484624 з

Головной поставщик Калининграднедра

Объект | Административно-территориальная привязка | Геопривязка объекта | Контур объекта | Работа

Вид объекта

Группа объекта Объекты работ общегеологического и минерагенического назначения

Тип объекта Административно-территориальной, производственный

Вид объекта Акватория морей

Группа полезных ископаемых	Полезное ископаемое	Тип месторождения
Углеводородное сырье	Нефть	
Углеводородное сырье	Газ	

Форма в природе

Рис. 8. Форма «Объект работ»

Работа по методу

Название метода
 Электроразведка
 Методы вызванной поляризации
 Вертикальных электрических зондирований методом ВП

Объект работ Российский сектор Азовского моря

Геол. отчет Уточнение регионального строения и оценка нефтегазоносности Российского сектора Азовского моря с целью подготовки материалов для разработки предложений по делимитации дна

Инв. № РФГФ 484624 з

Работа Профили

Имя партии _____

Масштаб _____

Система координат Прямоугольная Гаусса-Крюгера 1942 г.

Эллипсоид Красовский 1940

Проекция Поперечная проекция Меркатора

Сметная стоимость _____ тыс. руб

Фактическая стоимость _____ тыс. руб

Планный объем работ _____ Погонный километр

Фактический объем работ 131,5

Первичные данные

Рез. обработки

Рез. интерпретации

Организация, проводившая полевые работы ГИЦ "Южморгеология"

Организация, проводившая обработку и интерпретацию ГИЦ "Южморгеология"

Рис. 9. Форма «Работы по методу» (вкладка «Основное»)

Пункт 94 Луговская 3

Тип пункта Поисковая

Скважина (ствол)

Скважина Луговская 3

Глубина начала ствола (м) _____

Глубина ствола (м) 1650

Стратиграфия забоя _____ 2005

Окончание бурения 1976

Вид флюида _____

Конструкция ствола представлена

Литолого-стратиграф. колонка представлена

Центральный ствол

Группа1 _____

Группа2 _____

Методы исследований

Метод	Имя партии
Сейсморазведка	МОГТ 2Д 9/97-01
Информационный продукт	ГИС-проект
*	

Рис. 10. Форма «Пункт/ствол скважины»

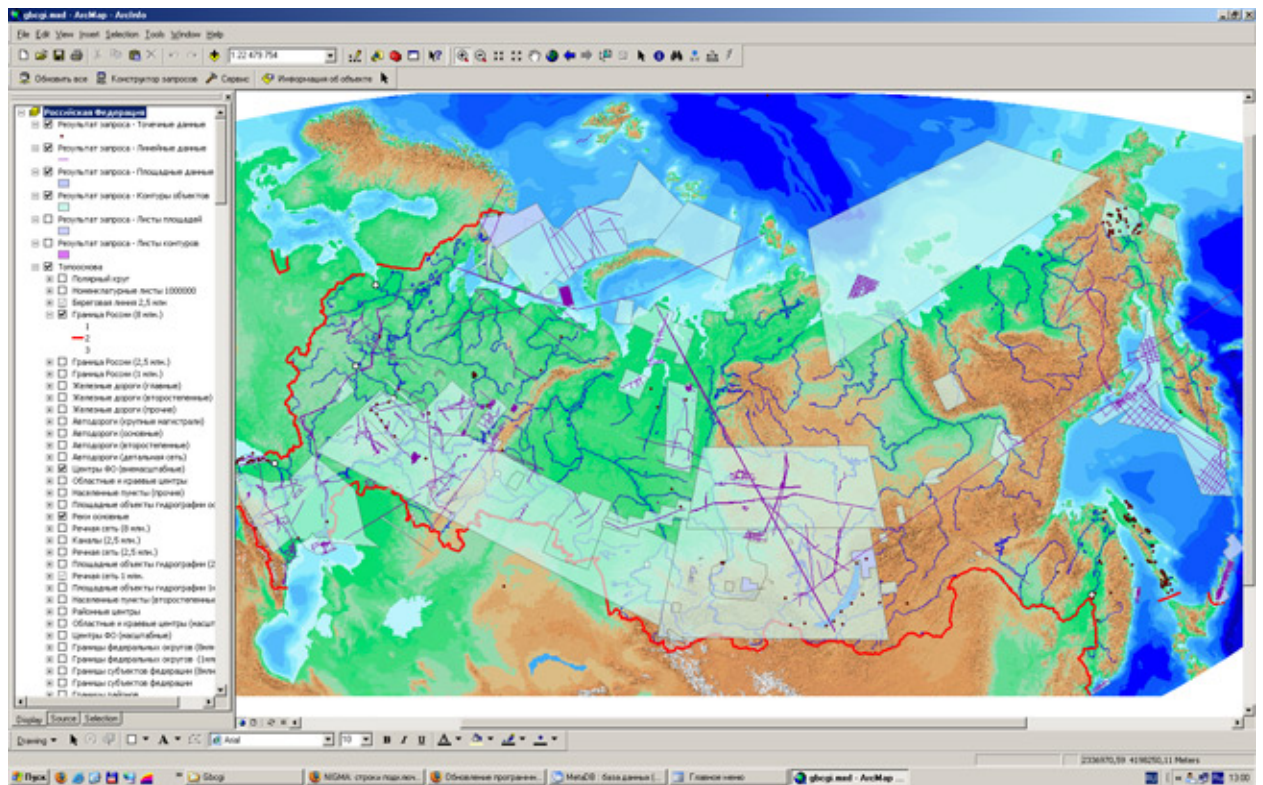


Рис. 11. Объекты ГРП на электронной карте

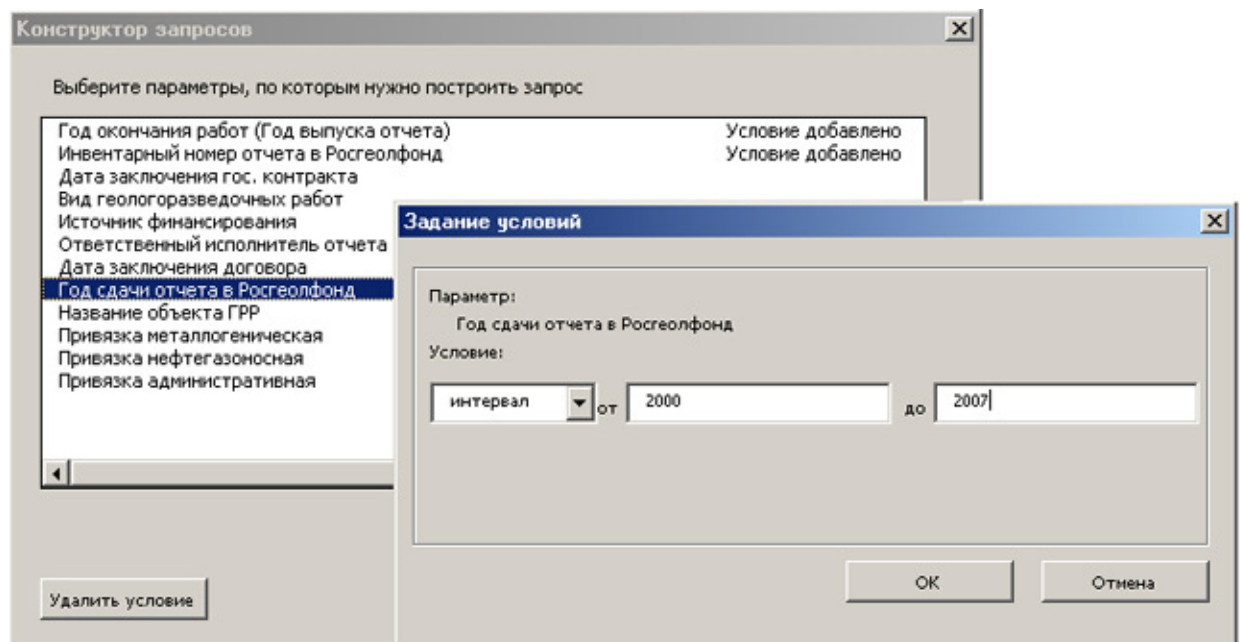


Рис. 12. Управляющий диалог задания критериев выбора отображаемых данных

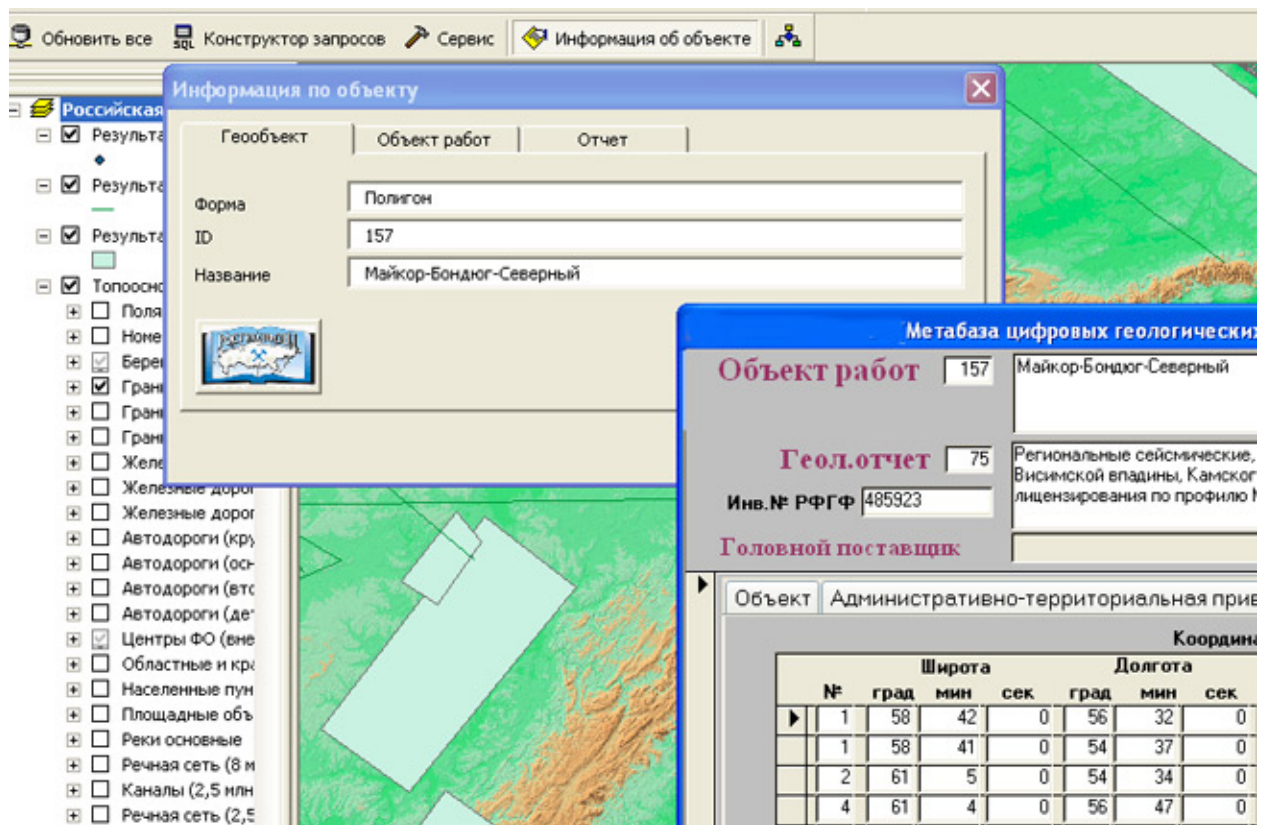


Рис. 13. Использование инструмента «Информация об объекте»

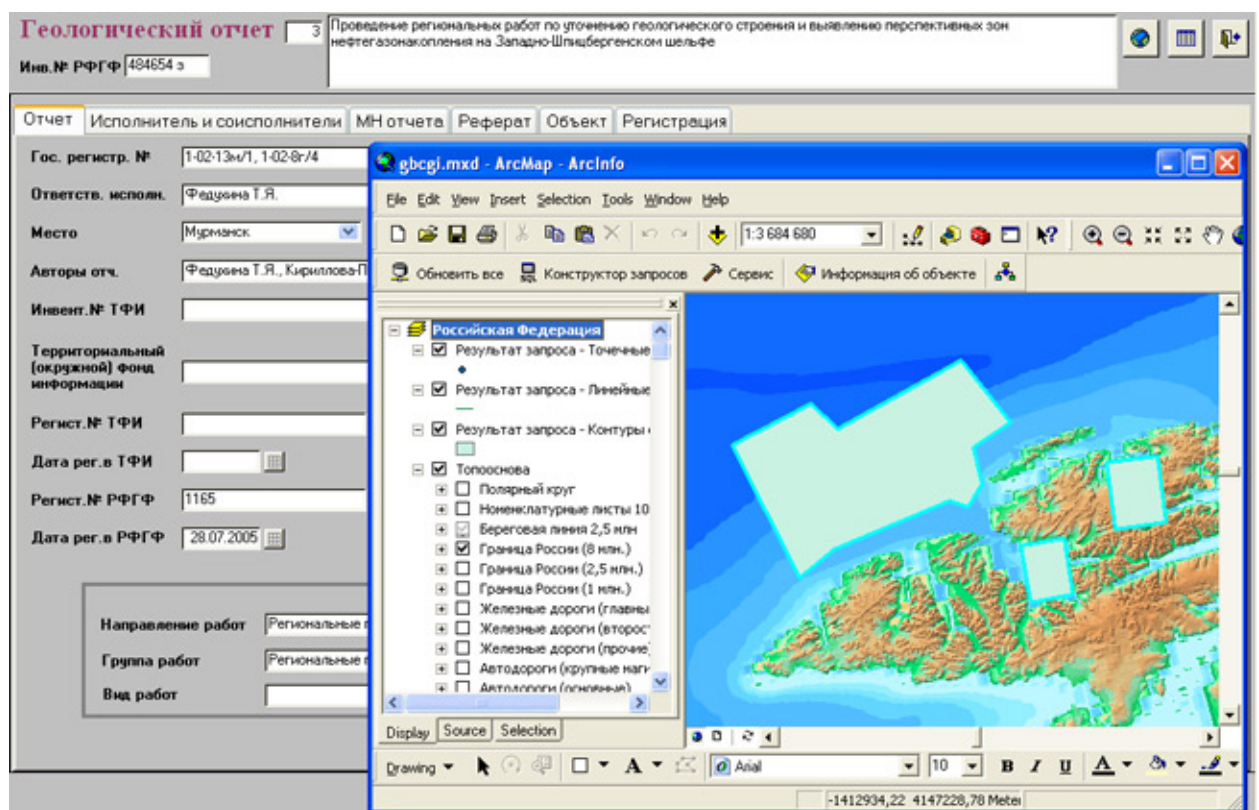


Рис. 14. Использование инструмента «Показать на карте» для выделения геообъектов

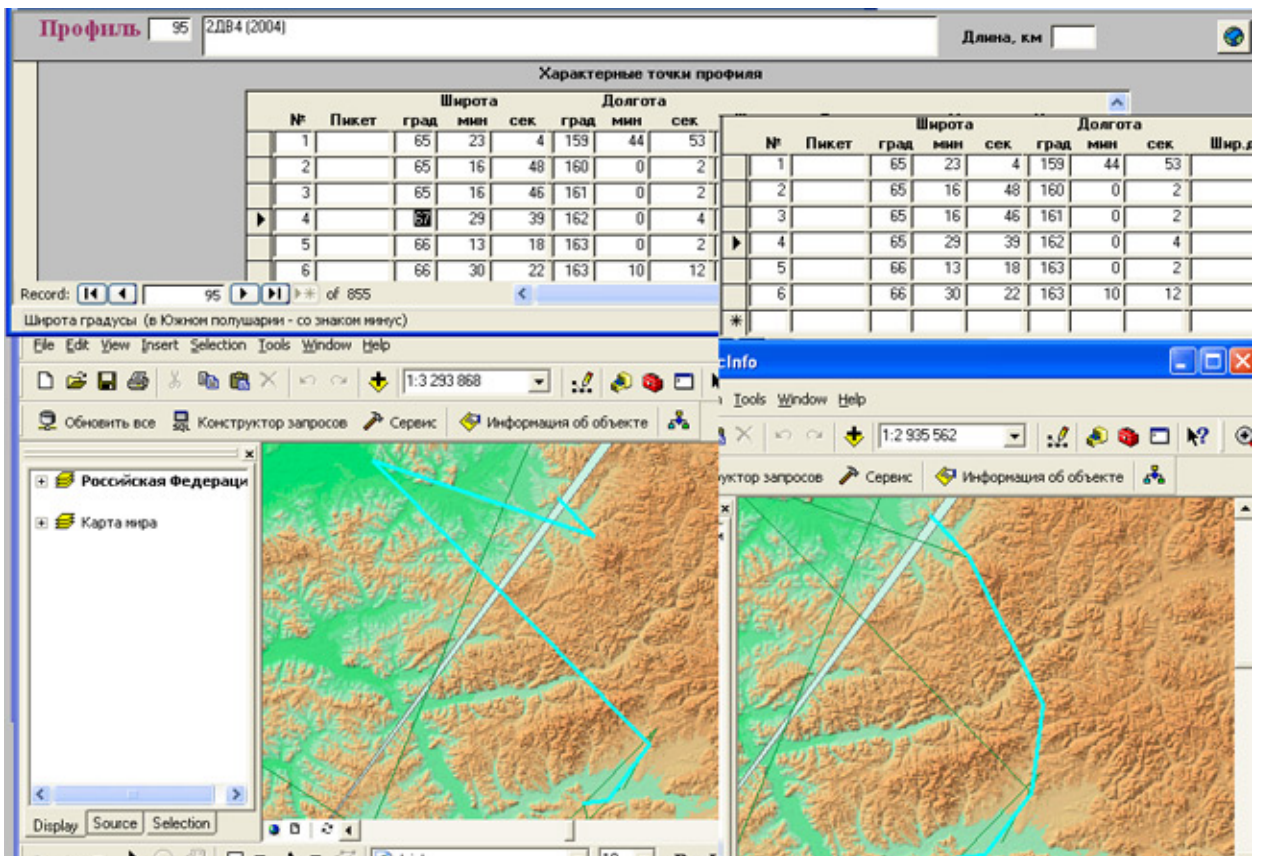


Рис. 15. Использование инструмента «Показать на карте» для проверки корректности ввода и внесения исправлений

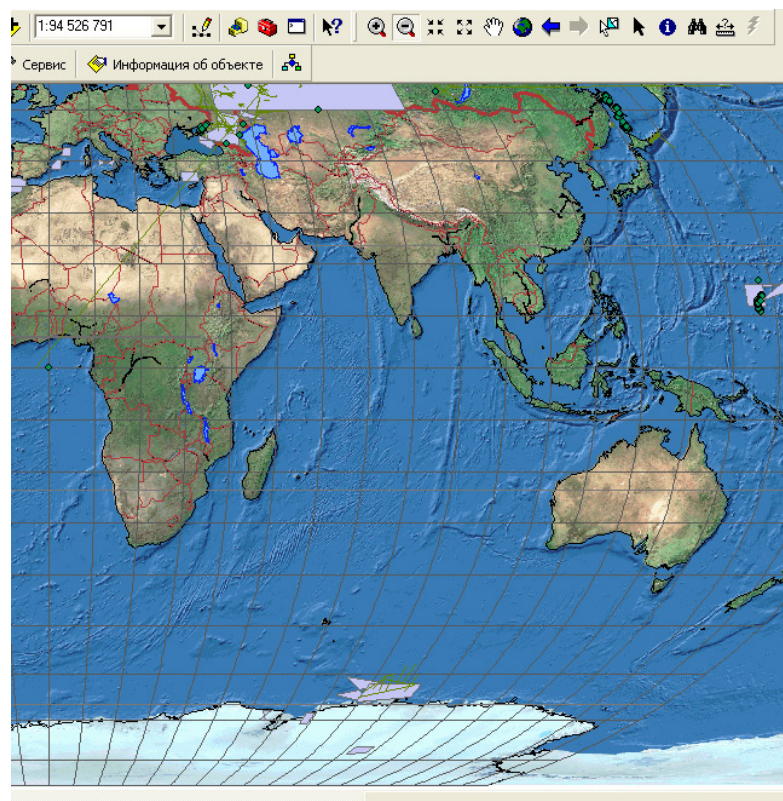


Рис. 16. Смена топоосновы при рассмотрении объектов ГРП в районе Антарктиды и Мирового океана

Литература

1. Чесалов Л.Е., Блискавицкий А.А., Аракчеев Д.Б. Информационно-аналитическое обеспечение рационального природопользования – М.: Государственный научный центр Российской Федерации – ВНИИГеосистем, 2005.
2. Уваров В.В., Хафизов Ф.З., Шаталов Г.Г. Опыт создания регионального банка цифровой геологической информации// Материалы Межрегиональной конференции., Томск, ГалаПресс, т. 2, 2000 г.
3. Боголюбский А.Д., Макуркин Е.С., Журавлев А.Б., Виноградов С.В., Тавризов В.Е. Стандартизация описания фактографических данных на нефть и газ// Разведка и охрана недр, № 10, 1995 г.