


На правах рукописи



Шилина Галина Васильевна

**Методика и технология
оперирования геолого-геофизическими данными в
геоинформационных пакетах**

Специальность: 25.00.35 — «Геоинформатика»

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Тюмень - 2004

Работа выполнена на кафедре геоинформатики Уральской государственной горно-геологической академии

Научный руководитель - кандидат геолого-минералогических наук
доцент Писецкий Владимир Борисович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Туренко Сергей Константинович,
кандидат геолого-минералогических наук
Аржиловская Наталья Георгиевна.

Ведущая организация: Институт геофизики УрО РАН

Защита состоится 10 ноября 2004г. в 15 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.273.05 при Тюменском государственном
нефтегазовом университете по адресу:
625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тюменского
государственного нефтегазового университета

Автореферат разослан 9 октября 2004г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук,
профессор



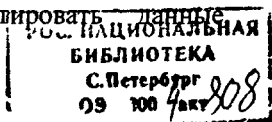
А.А.Дорошенко

Общая характеристика работы

Актуальность работы. В последние годы формируется новая экономическая система недропользования, которая предъявляет качественно новые требования к обслуживающим ее информационным ресурсам по содержанию, объемам, условиям накопления и потребления информации. В условиях сокращения затрат на геологоразведочные работы роль информации существенно повысилась. При освоении месторождения, добыче и транспортировке полезных ископаемых недропользователи в первую очередь сталкиваются с проблемой сбора, накопления и обработки больших объемов пространственной информации. Традиционно основной способ представления любой информации о земной коре заключался в графическом построении какого-либо параметра на бумаге в виде карт изолиний, контурных карт, схем и т.п. в географических проекциях. Источники пространственной информации многочисленны и разнообразны, объем ее со временем неуклонно возрастает. Возникает проблема со сбором и обобщением имеющегося материала по площади исследования. Кроме того, карты на бумажных носителях подвержены быстрому физическому старению не только в силу физического старения, но и по существу - пока карта готовится к изданию, она уже содержит ошибки и неточности в связи с непрерывным поступлением новой информации и новых алгоритмов ее преобразования. Таким образом, все труднее становится выполнение задачи по быстрому получению информации и поддержки ее актуальности. В настоящее время для систематизации и анализа пространственной информации применяется новый тип информационных технологий - геоинформационные системы (ГИС), которые позволяют осуществлять сбор, хранение, увязку и обработку всех данных в цифровой компьютерной форме. В отличие от других типов инструментов ГИС базируется на информации, привязанной к координатам на карте, и позволяет представить ее в графическом виде для интерпретации и принятия решений.

Тема предлагаемой к рассмотрению диссертации посвящена изучению и анализу возможностей применения геоинформационных технологий для решения различных прикладных задач при геолого-геофизических исследованиях. В работе предлагается методика и технология создания геоинформационных пакетов (ГИП) для интегрирования данных с целью решения геолого-геофизических задач прикладного характера.

Главной целью создания геоинформационного пакета является интегрирование всей имеющейся информации о территории в точных пространственных и содержательных определениях, что позволит оперативно обрабатывать и анализировать информацию, по мере накопления пополнять или редактировать данные, компоновать



многовариантные и разномасштабные выходные карты без больших временных затрат.

Цель работы. Разработать методику и технологию формирования геоинформационных пакетов в среде ГИС настольного картографирования для обеспечения информационных процессов при решении геолого-геофизических задач прикладного характера. Показать возможности использования геоинформационных технологий на разных этапах и направлениях работы по изучению недр в геолого-геофизической отрасли.

Основные задачи исследований:

1. Анализ динамики развития и современного состояния геоинформационных технологий в геологоразведочной отрасли.
2. Построение общего алгоритма геоинформационного пакета для решения прикладных геолого-геофизических задач в среде ГИС настольного картографирования.
3. Создание структуры геоинформационных пакетов с функциями информационно-поисковой системы в виде электронных атласов.
4. Создание методики и технологии построения пакетов сводной геофизической информации для решения задач оперативного геологического картографирования территории.
5. Изучение и реализация возможностей использования функций пространственного анализа ГИС для построения модели геологической среды (на примере исследования геодинамических процессов осадочного чехла Республики Татарстан).

Основные защищаемые положения:

1. Разработанный алгоритм построения ГИП с классификацией геоинформационных пакетов по признаку использования информации позволяет оптимальным образом формировать проблемно-ориентированные базы данных с использованием системного подхода.
2. Структура геоинформационного пакета в виде электронных атласов с функциями информационно-справочной системы, предоставляет возможность интегрировать разнородную геолого-геофизическую информацию из распределенных баз данных и обеспечивает оперативное управление массивами данных при решении задач в ГИС настольного картографирования.
3. Построение в ГИС настольного картографирования сводных цифровых карт геофизических полей путем синтезирования результатов съемок различных масштабов, точности и уровня приведения позволяет повысить информативность геофизических данных при решении задач геологического картирования.

Использование функций пространственного анализа геоинформационных систем позволяет моделировать сложные

геологические процессы по результатам геолого-геофизических исследований, интегрированных в единый геоинформационный пакет.

Научная новизна: В результате проведенных исследований автором разработаны:

- алгоритм построения и классификация ГИП по признаку использования информации;
- структура интегрирования разнородных геолого-геофизических данных произвольного сечения и форматов из распределенных БД в единый геоинформационный пакет с функциями информационно-справочной системы;
- методика синтезирования сводных карт геофизических полей на основе разноуровневой и разномасштабной информации средствами пространственных преобразований в среде ГИС настольного картографирования;
- принципы построения геодинамической модели нефтегазового района (на примере территории республики Татарстан) с использованием функций пространственного анализа геоинформационных систем.

Практическая значимость заключается в том, что разработанные методика и технология формирования геоинформационных пакетов и структура представления информации может быть использована для решения геологических задач в различных научных и производственных организациях. Электронные атласы позволяют интегрировать разнородную информацию и оптимизировать доступ к ней пользователям разного уровня, могут быть использованы в качестве удобных справочников по известным месторождениям, лицензионным участкам, или для решения задач мониторинга и анализа. Кроме функций информационно-справочной системы могут включать возможности пространственного анализа для получения новых знаний о территории.

Методика синтезирования сводных карт геофизических полей может быть применена при геологической съемке, а также при поисках месторождений полезных ископаемых. Опробование методики при ГДП-200 листа М-42-ХШ (Казахстан, ТОО "КЕН") позволило уточнить геологическое строение территории.

На территорию республики Татарстан создан геоинформационный пакет, с целью изучения геодинамических процессов осадочного чехла нефтегазового района. С использованием аналитических возможностей геоинформационной системы построена модель геодинамических процессов, которая позволяет выделить перспективные участки на поиски нефтяных месторождений.

Реализация работы. Методика и технология формирования и использования геоинформационных пакетов на территорию исследований, предложенная в диссертационной работе, реализована при решении различных прикладных задач недропользования в производственных и научных организациях: ОАО «Таймырнефтегеофизика» (г. Дудинка); ОАО «Средне-Уральская геологоразведочная экспедиция» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область); ОАО «Геомониторинг» (г. Екатеринбург); ФГУП «Баженовская геофизическая экспедиция» (г.Заречный, Свердловская область); «Зеленогорская экспедиция» (г.Екатеринбург); ТОО «КЕН», ОАО «Кустанайская поисково-съёмочная экспедиция», ОАО «Геобайт», ОАО «Союзшахтоосушение» (Казахстан); администрация Верх-Исетского района г.Екатеринбурга; Татарское геологоразведочное управление, ОАО «Татнефтегеофизика» (Республика Татарстан, г.Казань); ОАО «Башкиргеология» (Республика Башкортостан); Институт геофизики УРО РАН, (г. Екатеринбург), ОАО «Самаранефтегаз» (г.Самара).

По предложенной в работе методике кафедры геоинформатики УГГГА совместно с научными и производственными организациями Урала более 5 лет работает над геоинформационным пакетом на территорию Урала. Геоинформационный пакет (ГИП) представляет собой распределенную базу картографических и атрибутивных данных, структурированных и топологически связанных между собой по трем масштабным уровням:

- региональному (1:500000-1000000),
- территориальному (1:50000-200000),
- локальному (1:25000-5000).

Региональный уровень представлен данными на всю территорию Урала и содержит информацию различного содержания, такие как: топооснова и инфраструктура, геология и тектоника, геофизические карты, схема сейсмического районирования Урала.

На территорию Свердловской области разработаны электронные атласы территориального уровня:

- «Перспективные участки подземных вод Свердловской области»,
- «Техногенные месторождения Свердловской области»,
- «Месторождения строительных материалов Свердловской области»,

Локальный уровень ГИП представлен электронными атласами на отдельные участки исследований,

- Сейсморайонирование потенциально опасных территорий (окрестности г. Екатеринбурга, г. Снежинска, г. Нижней Салды),
- Технополис Заречный (районирование по степени влияния взрывов Курманского карьера),

- Экологические пакеты (Верхотурье и г. Верхняя Пышма);
- Лицензионные пакеты на Маминское золоторудное поле и Сафьяновское месторождение меди.

Апробация работы. Отдельные результаты работы докладывались и обсуждались на региональных научных конференциях в Уральской государственной горно-геологической академии (Екатеринбург, 2002-2004г.г.), на второй всероссийской конференции «Геоинформатика и образование» (Москва, 1998г.), на Форуме ГИС-ассоциации (Москва, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003г.г.); на 2-й окружной научно-технической конференции «Современные проблемы информационного пространства Уральского федерального округа» (Екатеринбург, 2003г.); на 5-й Всероссийской научно-практической конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях» (Ханты-Мансийск, 2002г.); на 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях» (Бугульма, 2003г.); на X конференции пользователей программных продуктов ESRI (Голицыно, 2003г.). По теме диссертации опубликовано 10 работ.

Исходные материалы и личный вклад автора. Работа выполнена по материалам и в тесном сотрудничестве с производственными организациями - ОАО «Уралгеомониторинг» (г. Екатеринбург), ТОО «КЕН» (Казахстан), Татарское геологическое управление, ОАО «Татнефтегеофизика». Автор приносит благодарность специалистам этих организаций за помощь в проведении исследований и предоставленные материалы.

Работа выполнена на кафедре геоинформатики Уральской государственной горно-геологической академии и базируется на многолетних теоретических и практических исследованиях в области использования геоинформационных систем при решении задач недропользования. В течение всего периода исследований, начиная с 1994 года, автор принимала активное участие в разработке основ методики и технологии использования геоинформационных систем при решении геолого-геофизических задач и внедрении их в производственных и научных организациях Урала, Таймыра, Башкортостана, Татарстана и Казахстана. Будучи преподавателем кафедры и сертифицированным преподавателем Учебного центра ГлавНИВЦ автор с 1996 года занимается подготовкой и повышением квалификации специалистов геоинформационного направления.

При решении многих задач, рассмотренных в настоящей работе, автор тесно сотрудничала со специалистами производственных и научных организаций Урала и других регионов страны - д.т.н. проф. В.И.Уткиным, д.г.-м.н. проф. С. Н. Кашубиным, д.г.-м.н. проф. В. В. Кормильцевым, к.г.-м.н. В. С. Дружининым, д.г.-м.н. проф. А. Г. Талалаем,

одной из основоположников уральской геофизики Е.М.Ананьевой, к.г.-м.н. А.В. Коровко, к.г.-м.н. доц. Л.М. Рыбниковой, к.г.-м.н. гл. экспертом ГИС-ассоциации Ю.К. Королевым, д.т.н. проф. Ю.А. Барановым, к.г.-м.н. Е.Г. Капраловым (ГИС-ассоциация, г. Москва), а также геологами-съемщиками и геофизиками Казахстана - к.г.-м.н. С.С. Чудиным, В.В. Воиновым, Г.Н. Философовым, Татарстана — В.Б. Либерманом, С.А. Екимцовым, Таймыра - к.г.-м.н. гл. геофизиком ОАО «Таймырнефтегеофизика» В.А.Балдиным, которые оказывали поддержку и содействие в ходе исследований, принимали самое активное участие в обсуждении большинства результатов исследований и высказали много ценных замечаний. Пользуясь случаем, автор выражает им свою признательность и благодарность за предоставленные материалы для исследований и неоценимую помощь в апробации работы. Особую благодарность автор выражает научному руководителю к.г.-м.н., доц., зав. кафедрой геоинформатики В.Б. Писецкому, коллегам по работе на кафедре геоинформатики.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, включающего 86 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы цели и предмет исследований, показана актуальность темы, определены цели и основные задачи работы.

Первая глава посвящена описанию общих принципов хранения и оперативного представления информации в геоинформационных системах (ГИС). ГИС - это программно-аппаратные комплексы, осуществляющие сбор, отображение, обработку, анализ и распространение информации о пространственно распределенных объектах и явлениях на основе электронных карт, связанных с ними баз данных и сопутствующих материалов. В отличие от других типов инструментов ГИС базируется на информации, привязанной к координатам, принятым в картографии, и позволяет представить ее в графическом виде для интерпретации и принятия решений, отличается специфичностью организации и структурирования моделей данных.

Во второй главе предложена методика и технология формирования геоинформационных пакетов геолого-геофизической информации для информационного обеспечения решения задач прикладного характера на разных этапах изучения недр.

Первый раздел главы посвящен анализу развития геоинформационных технологий в отрасли. В последние годы применение ГИС-технологий в геологических исследованиях приняло в России значительные масштабы. ГИС и другие компьютерные системы используются в производственном

режиме в процессе геолого-съёмочных работ, при обработке геофизических и геохимических данных, в ходе изучения месторождений, при проектировании и эксплуатации нефтегазовых коммуникаций, в экологических исследованиях.

В настоящее время сложились два генеральных направления использования компьютерных технологий: информационное (создание и наполнение баз данных в рамках ГБЦГИ) и прогнозно-аналитическое (интегрированная обработка данных, моделирование и прогноз). Наиболее активно развивалось в отрасли информационное направление геоинформационных технологий. Геологическая служба России в течение последних десяти лет активно вела работы по созданию обновленной геологической карты РФ масштаба 1:200 000 (Госгеолкарта-200, второе издание) и созданию Федерального банка данных ГБЦГИ (государственного банка цифровой геологической информации). По инициативе МПР разработаны информационные ГИС «Природные ресурсы России», ГИС «Геофизическая изученность России», в стадии разработки находится электронный геологический атлас по федеральным округам масштаба 1:1000000. В регионах создано множество разнообразных ГИС на территорию исследований.

В настоящее время, когда в отрасли накоплен огромный объем цифровых данных по территории недропользования в виде электронных карт различного тематического содержания, возникает необходимость создания специальных картографических баз данных и знаний на территории природопользования с целью оперативного получения информации, получения доступных способов обработки и анализа данных.

В диссертационной работе автором предлагается методика и технология создания многоуровневых геоинформационных пакетов (ГИП), которые представляют проблемно-ориентированную интегрированную модель структурированной информации из распределенных баз данных, картографическая составляющая которого объединена единым координатным пространством, а содержательная характеристика связана с пространственными объектами на программном уровне.

Общий алгоритм построения многоуровневого геоинформационного пакета, независимо от целей его разработки и решаемых задач приведен на рис.1.

Представление базы данных ГИС в виде геоинформационного пакета позволяет использовать ее на информационно-поисковом уровне, а также для предметной аналитической обработки данных и комплексного прогнозирования. Автором предложена классификация геоинформационных пакетов по признаку использования информации (рис.2).

- для решения задач мониторинга на территории исследований.

Пакеты оперативного картографирования позволяют методами манипулирования цифровыми данными оперативно создавать производные карты различного тематического содержания по исходным данным.



Рис. 2 Классификация геоинформационных пакетов по признаку использования информации

Информационно-аналитический пакет обеспечивает, кроме информационно-поисковых функций, также создание качественно новой информации с помощью функций пространственного анализа (неких универсальных математических соотношений).

Существует возможность использования общих баз данных на территорию для создания геоинформационных пакетов разного свойства. В зависимости от классификации геоинформационные пакеты обеспечиваются соответствующими программно-аппаратными средствами.

Данные в геоинформационных пакетах, классифицированных по степени использования информации, часто кроме разного назначения имеют разную форму представления информации и разные структурные связи. Интеграция означает, что помимо большого набора типов данных и технологий имеется некоторая концепция и методология, оптимально объединяющая это разнообразие данных и технологий. Геоинформационный пакет по определению является частным случаем системы, поэтому, к нему применимы все правила методики проектирования и функционирования информационных систем. При проектировании геоинформационного пакета следует использовать принцип системного подхода с соблюдением

совокупности системных принципов. Основными задачами системного подхода при создании ГИП, как части системы, являются:

- определение структуры пакета в виде совокупности подсистем и элементов,
- определение связей между отдельными частями системы и с внешней средой,
- определение и формализованное описание функций построения модели и построение схемы формирования пакета,
- анализ входных, промежуточных и выходных данных.

Использование системного подхода приведет к повышению эффективности работы информационной системы. Знание классификации позволит более эффективно применять системный подход при формировании геоинформационных пакетов для конкретных условий и конкретного перечня задач с учетом возможностей программно-технических средств. Динамичность и развитие системы зависит от структуры, определяющей последовательность осуществления этапов формирования системы. Существует две схемы формирования - каскадная и спиральная. Для того чтобы система была жизненно стойкой и развивающейся, предпочтительнее использовать спиральную модель, которая предполагает итерационный процесс разработки информационной системы. Каждая итерация представляет собой законченный цикл разработки, приводящий к выпуску внутренней или внешней версии, которая совершенствуется от итерации к итерации, чтобы стать законченной системой.

Следует отметить, что эффективная работа геоинформационной системы зависит от компетентности пользователя, насыщенности системы информацией, правильно подобранного для решения задачи программного и аппаратного обеспечения.

Создание интегрированных систем подразумевает интеграцию данных, технологий и технических средств. Очевидно, что основой полноценного функционирования любой ГИС является достоверная, своевременно обновляющаяся информация. Поэтому на первом этапе формирования базы данных необходимо определить состав и источники информации, а также способы ввода ее в систему.

Другой важной составляющей геоинформационного пакета является программное обеспечение, в среде которого предполагается решение поставленных задач. При создании геоинформационного пакета на территорию и работе с ним используют либо одно из полнофункциональных геоинформационных ПО, либо набор программного обеспечения, позволяющий провести комплексную обработку для решения поставленной задачи. Предпочтение следует отдать программному обеспечению с открытой архитектурой, позволяющей расширить возможности системы с

помощью встроенного языка программирования или модульной конфигурации. Исходя из многолетнего опыта, автор рекомендует использовать на разных стадиях выполнения работы программное обеспечение, хорошо зарекомендовавшее себя на рынке геоинформационных технологий. Группа программного обеспечения с функциями пространственного анализа в решении задач недропользования включает такие системы, как ARCINFO, ГИС ИНТЕГРО, ПАНГЕЯ, ERDAS IMAGINE, ГИС ПАРК. При интеграции данных несомненным лидером программного обеспечения является ГИС ARCVIEW, которое относится к классу систем настольного картографирования и имеет модули расширения пространственного (AV SPATIAL ANALYST), сетевого анализа (NETWORK ANALYST) и модуль отображения и анализа псевдотрехмерного представления данных (3D ANALYST).

В основу технологии создания БД должны быть положены принципы целостности и гибкости ввода всей картографической и сопутствующей ей текстовой, табличной и иллюстративной информации. Под целостностью технологии подразумевается ее пригодность для одновременного ввода всей нагрузки карты, т.е. всех геометрических и тематических типов объектов, и сопутствующей информации о каждом объекте. Гибкость означает возможность разнесения процедуры ввода взаимосвязанных данных по времени, по разным рабочим местам, комбинирование различных способов ввода, возможность одновременного ввода всей нагрузки карты с последующим автоматическим ее расслоением или с последующей интеграцией слоев предварительно расслоенной карты.

Каждый ГИП разрабатывается для определенного круга задач, которые и определяют особенности структуры БД, использование программно-технического обеспечения и разработку пользовательского интерфейса.

Третья глава посвящена созданию картографических моделей геолого-геофизической информации в виде геоинформационных пакетов для информационного обеспечения при решении прикладных геолого-геофизических задач и включает три раздела.

3.1. Разработка структуры информационно-поисковых пакетов для ГИС настольного картографирования

Одним из видов геоинформационных пакетов с функциями информационно-поисковых систем являются электронные атласы, позволяющие интегрировать разнородные и разномасштабные данные. В традиционном виде атлас представляет собой набор картографических, текстовых и табличных данных. Как правило, часть этих документов связана между собой с помощью текстовых сносок с указанием страницы или квадрата размещения объекта. Применение геоинформационных технологий позволяет создавать качественно новую структуру атласа.

Анализируя рынок геоинформационных технологий в области разработки электронных атласов, следует отметить, что в течение последних лет сделаны попытки и порой очень успешные по созданию таких систем. К недостаткам этих разработок следует отнести следующее. Как правило, электронный атлас представляет собой лишь комплект цифровых карт, редко связанных масштабным рядом. Дополнительная информация об объектах, форматы которой непосредственно не поддерживаются ГИС, в пакет не включается. Часто электронные атласы включают геоинформационную компоненту как незначительную, только для визуализации объекта в пространстве.

Методика создания электронных атласов, предлагаемая в работе, рассматривает атлас как информационную систему, в которой на первый план выдвигается задача интегрирования и структурирования различного рода данных, представленных материалами широкого масштабного ряда, в различных проекциях и сечениях, разного формата. В рамках диссертационной работы разработан электронный атлас «Перспективные участки подземных вод» (рис.3).

Специализированная база данных в геоинформационных технологиях представляет собой интегрированный пакет самостоятельных документов (картографических, текстовых, табличных и др.), связанных между собой на файловом уровне. Пространственная информация представлена в виде цифровых моделей тематических карт разного масштаба и сечения. Объединяющим для всех картографических материалов является общее координатное пространство. Содержательные характеристики хранятся в виде текстовых и табличных документов, связанных с векторными объектами. Связь информации осуществляется с помощью стандартных функций выбранного программного обеспечения (в нашем случае - это ARCVIEW) или поддерживается дополнительно разработанными модулями расширения. В программном обеспечении ARCVIEW такая возможность реализуется написанием скриптов или модулей с помощью встроенного языка программирования AVENUE.

Структура атласа представлена тремя блоками. Первый блок-инструкция пользователю пакета в текстовом файле с описанием функций и интерфейса системы. Второй блок содержит список паспортов участков, позволяет открыть файл выбранного паспорта в офисном приложении MS WORD, дает возможность редактирования и пополнения паспорта. Третий блок - это непосредственно геоинформационный пакет (ГИП), где существует возможность выхода на карту топоосновы Свердловской области, на геологическую карту каждого перспективного участка, геологический и гидрогеологические разрезы. Данные геоинформационного пакета представлены двумя масштабными уровнями (территориальный

которые могут представлять интерес при решении задач, связанных с эксплуатацией месторождений подземных вод.

Картографическая база данных локального уровня содержит в виде отдельных тематических слоев данные о контуре водосборной площади, расположении центра участка, скважин и линий геологических и гидрогеологических разрезов, а также геологическую информацию о территории водосборной площади масштаба 1:50000 и 1:100000. Каждому обозначенному на карте участку в пакете соответствует атрибутивная таблица, включающая основные характеристики участка.

Каждая геологическая карта локального уровня связана с контуром водосборной площади участка на карте территориального уровня. В свою очередь, схемы вертикальных геологических и гидрогеологических разрезов структурно связаны с линиями разрезов на карте локального уровня. Выход на паспорт участка возможен с карты локального уровня выбранного участка и осуществляется использованием программно созданного модуля расширения. Создание таких структурных связей позволяет легко манипулировать данными разных уровней представления, масштабов, сечений непосредственно в среде ГИС.

Далее можно осуществить связь: скважина каротажная кривая стратиграфическая колонка керн образец шлиф. В геологии далеко не вся информация поддается четкой классификации, поэтому уже на стадии перевода банков первичной информации в цифровой вид резко снижается объективность информации. Хранение скан-образов шлифов и образцов геологических пород в геoinформационном пакете с точным указанием пути к файлу и условием оперативного доступа к нему, позволит повысить объективность исходной информации.

Главными задачами электронного атласа является создание и ведение картографической и описательной базы данных, обслуживание типовых запросов на получение информации по выбранным объектам, а также запросов на создание тематических карт, отражающих текущее состояние и перспективы обеспечения области подземными водами.

Электронные атласы территорий, как правило, включают три подсистемы:

1. Подсистема ведения картографической и описательной базы данных. Пользователю предоставляется возможность вести несколько отдельных картографических баз, что решает проблему ввода и корректировки данных в территориально распределенной системе. Предусмотрены средства слияния нескольких баз в одну.
2. Подсистема обслуживания пространственно-логических информационных запросов.
3. Подсистема подготовки и создания тематических карт для печати.

Систематизация материалов в ГИП представляет собой удобный справочник по месторождениям выбранного типа, а также могут использоваться для информационного обеспечения мониторинга геологических объектов или среды. Использование информационно-справочного пакета дает возможность рационально выбрать необходимое для отработки месторождение с учетом его местоположения, технических характеристик и экологической безопасности. Электронный атлас предназначен пользователям разных уровней — от рядовых исполнителей до лиц принимающих решения на основании имеющейся информации.

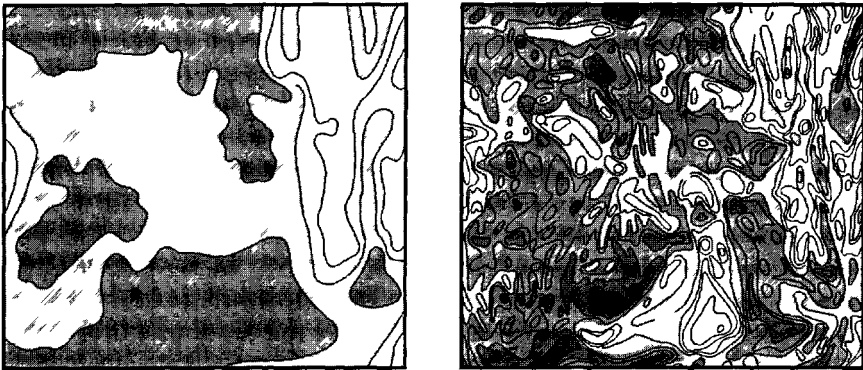
Таким образом, геоинформационные системы могут быть адекватным средством поддержки деятельности специалистов-геологов, в первую очередь по выполнению функций фактографического обеспечения и справочного обслуживания.

3.2. Создание методики и технологии построения пакетов сводной геофизической информации для решения задач оперативного картографирования территории

Одна из основных задач геоинформационных технологий - создание карт. Автор предлагает к рассмотрению вариант практического применения возможностей геоинформационного картографирования при решении задач геологического изучения территории. В работе рассмотрена методика создания сводных геофизических карт из фрагментов детальных съемок. Результативные карты, полученные из фрагментов детальных съемок более информативны, чем карты геофизических съемок масштаба 1:200 000. Сводные карты позволяют получить уточненную структуру поля, что дает возможность выделить детали геологического строения и разрывной тектоники. Методика создания ручного построения сводных карт основана на приведении карт разных масштабов к единому уровню с помощью пантографа или ксерокса. Эти работы трудоемки и требуют больших временных затрат, при построении карт по такой методике велики погрешности оператора и прибора. Кроме того, получение новой дополнительной информации требует перестроения всей карты заново. Возможности свободного масштабирования при использовании геоинформационных технологий позволяют избежать этих проблем. Для объединения фрагментов карт разного масштабного ряда достаточно приведения их в единое координатное пространство. Данные каждого отдельного фрагмента карты, приведенные к единому уровню, интегрируются в едином слое, на стыках фрагментов при необходимости производится увязка изолиний (путем осреднения). Преимущества использования методики создания сводных карт с применением геоинформационных технологий заключаются в том, что помимо уменьшения погрешности, также значительно уменьшаются временные

затраты. Кроме того, редактирование или пополнение сводной карты новыми данными не требует перестроения всей карты, достаточно ввести новый фрагмент, выполненный в координатах карты, и привести его к общему уровню.

Предложенная методика реализована при создании сводных геофизических карт для обеспечения геологической съемки масштаба 1:200000 Аркалыкской площади Тургайского прогиба (лист М-42-ХШ). По площади исследований построены сводные карты, которые объединили данные детальных съемок масштабов 1:10000 до 1:50000. Сводные карты геофизических полей, полученные в результате интегрирования более детальных съемок, без сомнения, гораздо информативнее проектных карт (рис.4).



а

б

Рис 4 Фрагменты карты магнитного поля листа М-42-ХШ (а - проектная, б - сводная)

Анализ сводных карт, имеющих более детальную структуру поля, позволил уточнить элементы геологического строения на площади исследований. Полученные результаты достаточно убедительно показывают преимущество использования геоинформационного картографирования.

В перспективе развитие картографии связывают с повсеместным использованием геоинформационных технологий, которые сведут к минимуму создание печатных тиражей карт.

3.3.Использование функций пространственного анализа ГИС с целью моделирования геологических процессов по результатам геолого-геофизических исследований (на примере построения геодинамической модели осадочного чехла территории Республики Татарстан^)

Одной из актуальных проблем применения геоинформационных технологий при изучении недр в настоящее время является увеличение роли ГИС, реализующих аналитическую функцию. В отличие от

геоинформационных пакетов, предназначенных выполнять функции информационно-поисковой системы, такая система оснащается ГИС-приложениями, обеспечивающими решение задач пространственного анализа. Для решения поставленной задачи может использоваться полнофункциональное ПО (ГИС ПАРК, ИНТЕГРО, ARCINFO) или модули анализа ГИС ARCVIEW (SPATIAL ANALYST).

В исследовательской работе автор рассмотрела возможности применения функций анализа в геоинформационных технологиях на примере построения модели современной геодинамики территории Татарстана. Целью исследований является выделение перспективных участков на поиски углеводородов на основе комплексного анализа геолого-геофизической информации по территории Республики Татарстан.

Исследовательскую работу этого направления можно представить последовательностью следующих этапов:

- разработка основного геоинформационного пакета на территорию РТ на трех масштабных уровнях (региональный, территориальный и локальный);
- формирование карт аномального давления по результатам ДФМ-интерпретации системы региональных сейсмических профилей;
- интегрированный анализ геоинформационного пакета с целью прогноза геометрии и параметров схемы современной блоковой динамики;

Систематизация исходных данных в виде карт трех масштабных уровней, осуществлена в геоинформационном пакете с использованием программного обеспечения ARCVIEW. Топооснова, карта изученности кристаллического фундамента, геолого-петрографическая карта дорифейского фундамента, схема тектонического районирования, карта месторождений нефти и картограмма сейсмической изученности РТ составляют необходимую справочную основу. Карты гравитационного и магнитного поля РТ используются для районирования фундамента с целью уточнения границ структурно-вещественных блоков.

Общая идея извлечения параметров современной геодинамики заключается в независимой оценке двух принципиальных эффектов:

- интегрального кинематического эффекта накопления моментов движения толщи осадков по вертикали,
- интегрального динамического эффекта текущего напряженного состояния блоков.

Интегральный кинематический эффект. Современный процесс движений в осадочном чехле охватывает период относительно спокойного тектонического процесса развития осадочного бассейна. Именно за этот период накоплен достаточно значительный интегральный кинематический

момент перемещений осадочной толщи вместе с дневной поверхностью в блоках 2-го и 1-го порядков. При этом знаки мгновенных моментов движений блоков многократно инвертировались, в связи с чем контактные области блоков должны отмечаться в рельефе каждого стратиграфического горизонта, включая дневную поверхность, изменением функции градиента поверхности и ее азимутом (эффект вращения фрагмента поверхности) или, так называемой, экспозицией. По одному горизонту подобные эффекты могут быть не четкими, но при вертикальном накоплении функции градиентов и экспозиций по серии стратиграфических поверхностей может быть получен устойчивый аномальный эффект. Для представительности выборки построены структурные карты по отражающим горизонтам верев, карбона, девона и фундамента на основе базы поисковых и разведочных скважин и по данным региональных сейсмических профилей.

Интегральный динамический эффект. Текущее напряженное состояние в пределах каждого блока приводит к эффектам соответствующего изменения атрибутов сигналов отраженных волн, что выявляет ДФМ - технология интерпретации сейсмических временных разрезов (относительная оценка аномального давления). Другими словами, эта оценка непосредственно связана с моментами современного движения блока: положительный знак означает момент разгрузки, отрицательный - сжатие. Наиболее сильные эффекты должны отмечаться в контактной области блоков первого порядка. ДФМ разрезы являются основой для изучения проблем миграции и аккумуляции углеводородов в региональном масштабе, а в детальном масштабе используются непосредственно для разведочных целей. Данные относительной оценки аномального давления в цифровом виде получены в лаборатории геофизических систем (УГГА).

На основе подобной идеи, вполне очевиден следующий алгоритм анализа:

1. Вычисляются аномальные отклонения стратиграфических поверхностей от их средних значений, и все полученные отклонения нормируются к одному центрированному диапазону (аналог математического ожидания).
2. Вычисляются максимальные градиенты поверхностей отклонений и их экспозиции.
3. Определяются интегральные кинематические параметры, как нормированные значения отклонений по вертикальной сумме нескольких поверхностей отклонений, и вычисляются максимальные градиенты и экспозиции этих параметров.
4. Определяются максимальные градиенты и их экспозиции по картам аномальных давлений для осадочного чехла и фундамента.

5. Определяются максимальные градиенты и их экспозиции по карте гравитационного поля.

6. Осуществляется сравнительный анализ на основе принципа совпадения аномальных областей по всей серии параметров.

Процесс наложения (overlay), реализованный в ГИС позволяет комбинировать картографическое представление разнородной тематической информации. С его помощью определяется устойчивое положение контактных областей блоков 1-го порядка.

В результате интегрированного анализа имеющихся в нашем распоряжении геолого-геофизических данных и полученных данных по ДФМ-технологии об аномальных оценках давления построен вариант модели геодинамики РТ (рис.5).

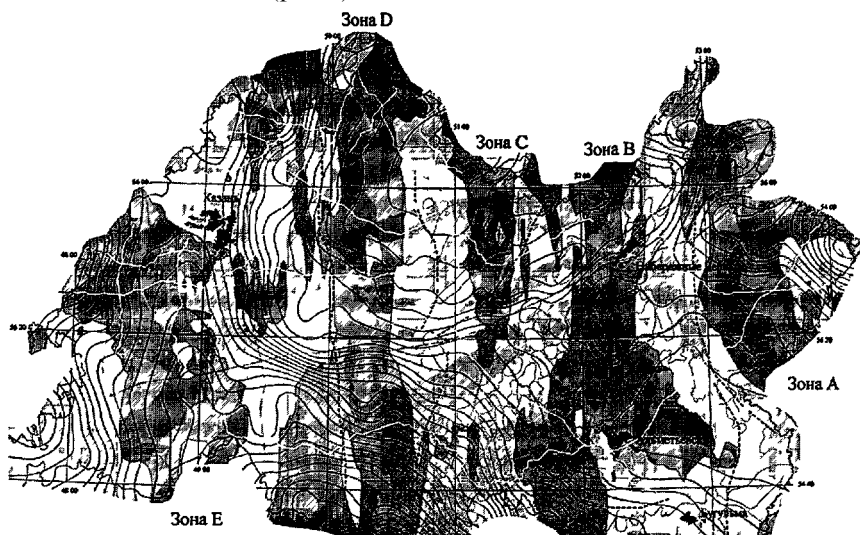


Рис 5 Карта блоковой геодинамики осадочного чехла РТ

Карта обобщенного флюидо-динамического параметра в общих чертах иллюстрирует аномальные эффекты современной геодинамики осадочного чехла. Контурные наиболее контрастных флюидо-динамических аномалий на карте достаточно точно совпадают с контурами Ромашкинского и Ново-Елховского месторождений. Кроме того, отмечены несколько менее масштабных и контрастных аномалий вблизи крупных тектонических элементов, в пределах которых отсутствуют разведочные скважины.

Данный пакет успешно используется МПР, ТГРУ и ОАО «ТАТНЕФТЕГЕОФИЗИКА».

Заключение

В результате работы над диссертацией разработана структура геоинформационных пакетов для оптимальной организации процессов интегрирования геолого-геофизической информации с целью повышения информативности их при решении различных прикладных задач. Показана возможность использования геоинформационных технологий на разных этапах работы по информационной поддержке изучения недр.

В процессе выполнения работы решены следующие задачи:

- Проведен анализ динамики развития и современного состояния геоинформационных технологий в геологоразведочной отрасли.
- Разработан общий алгоритм построения и определена общая структура геоинформационных пакетов на территорию изучения недр.
- Сформированы проблемно-ориентированные структуры и рассмотрена методика создания ГИП.
- На примере разработки электронного атласа «Перспективные участки подземных вод Свердловской области» показаны возможности оперативного получения разнородной и разномасштабной информации об объектах и территории.
- Разработана методика создания сводных геофизических карт в геоинформационных технологиях для решения задач геологического картирования территории. Эффективность использования такой методики показана на примере картирования территории Аркалыкской площади Тургайского прогиба.
- Показаны возможности использования функций пространственного анализа ГИС для прогноза геологических процессов и объектов земной коры (на примере исследования геодинамических процессов осадочного чехла Республики Татарстан).

В работе рассмотрены только некоторые возможности использования геоинформационных технологий для решения задач недропользования. За рамками работы остались такие интересные и перспективные направления геоинформационных технологий в недропользовании, как анализ данных дистанционного зондирования, позволяющий проводить оперативное картографирование пространства и обеспечивать мониторинг явлений. Одним из направлений, активно развивающихся в последнее время, стали технологии, работающие с трехмерным пространством. Использование таких технологий наиболее перспективно в геологии, т.к. алгоритмы прогноза параметров геологических объектов и, тем более моделирование процессов извлечения ресурсов, достоверно реализуются только в трехмерном геометрическом и многомерном параметрическом пространствах.

Публикации по теме диссертации:

1. Талалай А.Г., Писецкий В.Б., Макаров А.Б., Шилина Г.В. Экологический мониторинг нефтегазовых месторождений и информатика коллекторов // Материалы конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях» Нижневарттовск, 1998г.
2. Дружинин В.С., Кашубин С.Н., Шилина Г.В. Картографирование сейсмоопасных зон и территорий Уральского региона // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. Уральское горное обозрение, 1998г.
3. Введение в геоинформатику горного производства, Хохряков В.С., Писецкий В.Б., Шилина Г.В. и др. // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по горным и геологическим специальностям, УГГГА, УМО вузов РФ, 1999г.
4. Писецкий В.Б., Шилина Г.В. Методы и технологии разработки геоинформационных пакетов для целей прогноза структурно-динамических моделей месторождений нефти и газа // Материалы Форума ГИС-ассоциации «Геоинформатика в нефтегазовой отрасли», Москва, 1999 г.
5. Писецкий В.Б., Шилина Г.В. Концепция геоинформационного образования в высшей школе // Журнал " ГИС-Обозрение", М. ГИС-ассоциация, 2000г.
6. Писецкий В.Б. Шилина Г.В. Геоинформационные методы представления и развития формальных моделей пространства недр // Материалы Международной конференции "Геологической службе России - 300 лет", Екатеринбург, 2001г.
7. Шилина Г.В. Геоинформационные пакеты // Материалы 5-й всероссийской конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отрасли», Ханты-Мансийск, 2002 г.
8. Шилина Г.В. Геоинформационные пакеты в недропользовании // Материалы 2-й окружной научно-технической конференции «Современные проблемы информационного пространства Уральского федерального округа», Екатеринбург, 2003г.
9. Шилина Г.В. Научные и образовательные ГИС-проекты на кафедре геоинформатики УГГГА// Информационный бюллетень ГИС-ассоциации, журнал, Москва, 2004г.
10. Шилина Г.В. Построение геодинамической модели территории РТ с целью прогнозирования месторождений углеводородов // Материалы 7-й всероссийской конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отрасли», Бугульма, 2004г.

20195

РНБ Русский фонд

2005-4

21634

Подписано в печать 08.10.2004. Бумага писчая.
Формат 60 x 84 1/16. Печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ 168

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральская государственная горно-геологическая академия