

УДК 004.65:550.8:553.98

Хозяинова Т.В., Заварина М.П.ГУП РК «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта, Россия, tatianah@gmail.com; maria.zavarina@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ СБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Описан процесс создания и развития информационной среды геологоразведочного предприятия на примере Тимано-Печорского научно-исследовательского центра. Рассмотрены аспекты структурирования корпоративной информационной системы учета геолого-геофизических данных – региональный банк цифровой геолого-геофизической информации. Приведены примеры использования совокупности программных средств для решения прикладных геолого-геофизических задач на территории Тимано-Печорской провинции.

Ключевые слова: *Тимано-Печорский научно-исследовательский центр, Тимано-Печорская провинция, региональный банк цифровой геолого-геофизической информации, справочно-информационный фонд, ГИС-интерфейс, лицензионный участок, цифровая картография.*

Долголетняя история Тимано-Печорского научно-исследовательского центра (ГУП РК ТП НИЦ) напрямую связана с освоением Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. ТП НИЦ решает ряд задач по изучению геологического строения и нефтеносности Тимано-Печорской провинции, в том числе выявлению новых зон нефтегазонакопления, исследованию состава и свойств минерального сырья и флюидов, геологическому и технико-экономическому обоснованию направлений геологоразведочных работ на нефть и газ, информационному обеспечению республиканских органов управления и предприятий-недропользователей.

Исследования и рекомендации ТП НИЦ базируются на собственных уникальных геолого-геофизических данных, накопленных за семидесятилетний период существования организации и систематизированных в постоянно пополняемом банке геолого-геофизической информации. Информационная система регионального банка цифровой геолого-геофизической информации (РБЦГИ) обеспечивает накопление и сохранность информации, получаемой при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ, разработке месторождений углеводородов в ГПП и сопредельных регионах.

К настоящему времени в состав РБЦГИ входит более десятка основных пользовательских подсистем. В их числе подсистема паспортизации фонда скважин, подсистема учета кернового материала, хранящегося в региональном нефтегазовом

кернохранилище, подсистема сбора и верификации данных геофизических исследований скважин, электронный каталог Las-файлов, подсистемы сбора и обработки результатов лабораторных петрофизических и геохимических исследований, подсистема справочно-информационных фондов, подсистема учета фонда структур и месторождений, подсистема «Стратиграфическая характеристика», подсистема учета лицензионных территорий, подсистема учета описаний керна, подсистема учета документов и материалов, а также несколько мелких подсистем. Все они предназначены для пополнения ветвей банка данных. Использование данных производится преимущественно посредством интранет-портала организации. Каждая из подсистем РБЦГИ предоставляет расширенные возможности учета, предоставления отчетов, визуализации. Система автоматизированного учета геолого-геофизических данных, организованная в ТП НИЦ, позволила обеспечить их структурирование и надежное хранение, что для геологической информации особенно важно, поскольку ее жизненный цикл фактически не предусматривает уничтожения вследствие утраты ценности [Мовшович, 1987]. Кроме того, наличие унифицированного, логически единого накопителя данных - основа их высокотехнологичного использования.

РБЦГИ в настоящее время является ядром информационной среды организации. Сейчас развитие РБЦГИ как учетной системы продолжается созданием подсистемы учета результатов ГРП, созданием подсистемы паспортизации сейсмического отчета, развитием интранет-портала организации, поддержкой и развитием подсистем учета фонда структур и месторождений, подсистемы учета керна, подсистемы учета результатов испытания и опробования скважин. Однако создание и развитие РБЦГИ ускорило ряд крупных усовершенствований в деятельности по решению научно-производственных задач для предприятия в целом.

Далее рассмотрены основные информационно-технологические изменения в процессе решении геолого-геофизических задач, произошедшие в последние годы в Тимано-Печорском научно-исследовательском центре в связи с появлением новых технологических средств хранения и обработки геологической информации. Обобщенная последовательность решения задач, стоящих перед специалистами, может быть представлена следующим образом.

1. Сбор информации.

На этом этапе специалисты обращаются к доступным информационным источникам с целью поиска и первичной систематизации известных сведений о территории-объекте исследования. Источниками информации на этом этапе могут служить как различного рода

архивы, так и результаты текущих, зачастую выполняемых в контексте проводимого теоретического исследования, работ на территории-объекте изучения (данные сейсморазведки 2D, 3D, результаты испытаний скважин, аналитические определения по скважинам).

2. Первичный анализ.

На этом этапе специалисты сопоставляют данные из различных информационных источников и определяют базовый информационный массив исследования.

3. Выработка гипотезы.

На этом этапе специалисты на основании материалов первичного анализа, содержащих объективированную информацию исследований проведенных прежде, формируют гипотезы о возможных геологических объектах.

4. Проверка гипотезы.

На этом этапе специалисты на основе необъективированной информации о территории-объекте исследования, отобранной в результате первичного анализа, подготавливают информационные материалы (карты, схемы корреляции, разрезы и пр.), на основе которых проводится фактическая проверка выдвинутой гипотезы.

5. Выработка рекомендаций.

По результатам проверки гипотезы определяется последовательность дальнейших действий по изучению и освоению территории-объекта исследования.

Приведенная обобщенная структура является результатом системного подхода к решению задач и в неизменном виде используется на протяжении десятилетий [Волкова, Денисов, 1997]. Однако, в результате работ по созданию РБЦГИ и внедрения современных технологических средств обработки геологической информации, в структуру деятельности на основной части перечисленных этапов были введены существенные усовершенствования.

В прежние годы этап сбора данных – а именно та его часть, которая носит название «разведка архивов» – заключался в поиске информации в архивах, фондах, библиотеках. В первую очередь необходимо было установить информационный источник, в котором предположительно наличествует требуемый материал, затем запросить материал, установить соответствует ли он целям проводимого исследования, произвести необходимые операции по копированию. С внедрением компьютерных технологий появилась возможность электронного хранения материалов, которая в полной мере реализована в РБЦГИ. Логически в структуре РБЦГИ можно выделить три основных электронных источника информации: банк данных, справочно-информационный фонд и электронный архив.

Первым информационным источником является непосредственно банк данных проводимых и регистрируемых в организации фактографических исследований. Второй и наиболее используемый источник – это электронный справочно-информационный фонд (СИФ), в котором учтены материалы, хранимые в реальном справочно-информационном фонде организации. Данные электронного фонда пополняются специалистами реального фонда с помощью подсистемы учета информации СИФ в РБЦГИ. Исследователь имеет возможность произвести оперативный запрос о наличии в фонде тех или иных материалов, после чего воспользоваться ими в «бумажном» виде. Третьим источником информации является электронный архив документов и материалов, который ведется посредством соответствующей подсистемы РБЦГИ. Архив содержит электронные версии тематических отчетов и отчетов о выполнении исследований в виде текстов, таблиц, фотоматериалов. Но табличное и текстовое представление, будучи формально полным, не является адекватным выражением геологической информации, в нём теряются пространственные соотношения между объектами, которые совершенно необходимы при анализе и систематизации данных для решения большинства геологических задач. Для того чтобы повысить степень удобства и доступности пользователям пространственно привязанной информации, было принято решение создать ГИС-интерфейс доступа к РБЦГИ. ГИС-интерфейс является интерактивным инструментом для использования знаний о территориях с размещенными на них объектами и их фактологическими характеристиками.

Все перечисленные источники предоставляют богатые возможности поиска по различным критериям. Их использование позволяет значительно быстрее установить наличие материала. Следует отметить, что «разведка архивов» требует от исследователя определенного опыта работы и знания геологической специфики. В то же время сбор данных часто поручается молодым специалистам, у которых, в связи с недостатком опыта, ограничен набор возможных поисковых критериев и навык поиска. РБЦГИ позволяет решить эту проблему: каждый материал имеет многокритериальную привязку, и исследователь с любым уровнем подготовки может, используя доступный ему критерий, гарантированно найти необходимую информацию. Запрос материала производится по довольно простому регламенту предоставления данных, действующему в ТП НИЦ, а отдельная необходимость операций по копированию материалов вовсе отсутствует в связи с их электронным представлением.

Следующим этапом в рассматриваемой обобщенной последовательности решения задач является первичный анализ, в ходе которого также используются преимущества

современной информационной технологии. Методологические основы первичного анализа предполагают создание определенных видов карт, схем, разрезов предназначенных для сопоставления данных различных информационных источников. Для выполнения этих работ на предприятии внедрено и используется специализированное программное обеспечение сторонних производителей. Следует акцентировать внимание на этой специализации: еще некоторое время назад для визуализации всей геологической графики, в том числе привязанной по глубинам или координатно-привязанной, использовались графические редакторы общего назначения, фактически приспособленные исключительно для оформительских задач. Такая компьютерная обработка, хотя и стала шагом вперед от «бумажной» графики, не могла полноценно удовлетворить потребности исследователей в точности представления, сопоставления и, соответственно, качестве получаемых результатов. Поскольку процедуры обработки в таких системах необходимо было выполнять вручную – выигрыш в скорости был весьма невелик. За счет внедрения специализированного программного обеспечения процедуры обработки тех или иных видов данных упростились, а точность представления значительно возросла. Сейчас обработка данных ГИС, их представление и построение схем корреляции производится посредством предназначенных для этих целей информационных систем Solver, Lexx, Prizm в составе Landmark Geographix.

Все картографические материалы готовятся посредством геоинформационной платформы ArcGIS, которая позволяет устранить множество неявных ошибок в структурных построениях, особенно при тематических и региональных работах, а также легко осуществлять преобразования одних поверхностей в другие с целью повышения репрезентативности материала, производить атрибутивную и пространственную выборку объектов карты для выполнения над ними общих операций, легко представить карту в требуемых территориальных границах и масштабе. Следует также сказать, что карта, выполненная средствами геоинформационных систем, является источником не только визуальных, но и атрибутивных данных, что значительно увеличивает её потребительские качества. Графические редакторы в такой схеме работы не выходят за пределы назначенной функциональности, в них иногда осуществляется доводка оформления и печать. Те же специализированные информационные системы осуществляют поддержку деятельности специалистов и на четвертом этапе работы: этапе проверки гипотез, служа подготовке результирующей графической и картографической продукции.

Вся новая картографическая продукция, получаемая в результате исследований, также подлежит учету в хранилище картографической продукции архива документов и материалов

РБЦГИ. Таким образом, общее хранилище РБЦГИ постоянно развивается: происходит пополнение новым материалом, совершенствуются способы доступа к накопленному ранее.

Дальнейшие этапы работы, связанные с выдвижением гипотез и выработкой рекомендаций остаются прерогативой специалистов предметной области, чьи знания, опыт и интуиция позволяют Тимано-Печорскому научно-исследовательскому центру на протяжении многих лет быть одним из ведущих предприятий нефтегазогеологического профиля на северо-востоке Европейской России.

Обобщая сказанное можно кратко перечислить ключевые изменения в процессе решения научно-производственных задач предприятия, появившиеся вследствие наличия в информационной среде логически единого хранилища данных. Во-первых, упрощается процесс поиска данных - любая информация в течение короткого времени доступна исследователю, может быть найдена по широкому кругу критериев и использована, соответственно, высвобождается время для аналитической экспертной работы. Во-вторых, применение специализированных инструментов обработки данных не требует их длительной предварительной подготовки, данные РБЦГИ могут быть преобразованы в форматы специализированных информационных систем – что способствует распространению таких систем в задачах оперативной обработки данных, задачах, связанных с их пространственным представлением. В-третьих: за счет упомянутых выше усовершенствований сокращается время, необходимое на сбор и предварительную подготовку данных, информация становится репрезентативной, возрастает точность представления и информационная наполняемость создаваемых карт. Кроме того, результаты каждой из тематических работ, будучи учтены в РБЦГИ с соответствующими привязочными критериями, в дальнейшем составят основу для следующих локальных и региональных работ.

Рассмотрим описанную схему решения задач на примере построения схем сопоставления и структурных карт в составе исследований регионального характера, в частности работы по анализу фаций и прогнозу распространения коллекторов и покрышек в пределах одной из нефтегазоносных областей Тимано-Печорской провинции.

На первом этапе проводился поиск информации по электронным источникам данных организации, в результате, которого, для дальнейшей работы был выбран представительный состав разноплановых тематических отчетов 1988 – 2008 гг. выпуска. Этап первичного анализа позволил выявить скважины для построения типовых разрезов, по которым были получены данные ГИС (геофизических исследований скважин) из электронного каталога Las-файлов и использованы для работ по построению разрезов в специализированном

средстве обработки данных ГИС – Geo Office Solver. Полученные в результате схемы сопоставления и разрезы были окончательно оформлены для печати и передачи заказчику посредством векторного редактора Corel. Параллельно шли работы по созданию структурных карт средствами ArcGIS. Основу карты формируют фрагменты представленные в различных форматах: это и сканобразы графических приложений, и графика, оцифрованная средствами векторных редакторов и цифровые данные в ASCII-формате. Обобщая фрагменты средствами ArcGIS, специалист выстраивает из них единую поверхность с учетом данных скважин (которые представлены в виде картографического слоя, также полученного из РБЦГИ). Также существует возможность подключить к создаваемой карте слои фациальной нагрузки: линии выклинивания стратиграфических подразделений, границы рифов и фациальных зон. Все перечисленные слои предварительно или оперативно запрошены из хранилища картографической информации архива документов и материалов РБЦГИ. Одновременно, специалист имеет возможность оперативно корректировать составляющие карту слои с учетом новых структурных построений и данных по скважинам: описаний керна, шлифов, петрофизической характеристики, геохимических данных, результатов опробования и пр., которые также в любой момент времени могут быть запрошены из РБЦГИ.

Помимо совершенствования схемы решения геолого-геофизических задач развитие информационной среды способствует появлению новых задач, сама постановка которых определена наличием в массиве разноплановых структурированных геолого-геофизических данных. В качестве примера можно привести проблему автоматизации процесса подготовки предварительного перечня участков недр по региону, предлагаемых для предоставления в пользование на указанный год, с учетом большой совокупности критериев и ограничений. Как известно предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии путем проведения конкурсов или аукционов. Информация по всему участку должна проверяться на соответствие цели недропользования и законности проводимых работ. В настоящее время за организованное обеспечение государственной системы лицензирования отвечает Министерство природных ресурсов и экологии РФ и его территориальные подразделения. Решение задачи проверки информации по предварительным лицензионным участкам на территории Республики Коми делегируется ТП НИЦ, который имеет возможность высказать квалифицированные рекомендации по их предварительным границам. Эти рекомендации необходимо подкрепить обоснованием

причин выделения границ участка. При постановке задачи был выделен ряд критериев и ограничений, основными из которых являются следующие:

- 1) наличие на территории лицензионного участка как минимум одного геологического объекта, представляющего интерес для цели недропользования;
- 2) отсутствие на территории лицензионного участка природоохранных зон и объектов, а также официально зарегистрированных лицензионных участков;
- 3) площадь лицензионного участка не должна превышать заданного значения;
- 4) совокупность расстояний до инфраструктурных объектов должна быть минимальной.

Кроме того, было сформулировано понятие критерия полезности пространственного объекта – *каждый пространственный объект, присутствующий на потенциальной территории лицензирования, добавляет или снижает ценность территории для недропользователя*. Для того чтобы сделать вывод о полезности – необходим анализ атрибутивных характеристик для каждого из объектов вне зависимости от их типа: структур, инфраструктурных объектов, природоохранных территорий.

Как мы видим, решение задачи формирования предварительного плана лицензирования требует привлечения информационных ресурсов и использования технологий автоматизированной обработки пространственных данных. Решение задачи по разработке информационной системы для формирования предварительного плана лицензирования состоит из следующих этапов:

- 1) проведение анализа критериев, оказывающих влияние на определение границ участка и их формализация;
- 2) проведение анализа и выбор математических методов, позволяющих осуществлять разбиение общей площади на сегменты и объединять их при необходимости;
- 3) реализация учета выбранных критериев с указанием степени влияния на перспективный участок и разработка информационной системы для формирования предварительного перечня участков недр по региону, предлагаемых для предоставления в пользование на указанный год, с использованием выбранных математических методов и с учетом влияния выявленных критериев.

Выбор математических способов для разбиения общей площади на сегменты определенного размера был основан на классификации возможных методов разбиения (по регулярной сетке, по границам объектов слоев-критериев, по правилам определения границ объектов слоев-критериев, по распространенным для таких задач математическим методам). В итоге были выбраны способы разбиения с помощью регулярной прямоугольной сетки и

математического метода – триангуляции, а набор опорных будет определен как набор узловых точек регулярной сетки, естественных узловых точек границ слоев-критериев, с помощью точечного исследования территории с некоторым шагом, а также случайным образом. В настоящее время информационная система формирования предварительного плана лицензирования находится в завершающей стадии разработки. Дальнейшая работа по опробованию системы позволит, во-первых, осуществлять экспертный анализ существующих планов лицензирования, и, во-вторых, – частично автоматизировать процесс формирования новых перечней участков недр по региону, предлагаемых для предоставления в пользование на указанный год.

Два последних примера ориентированы на активное использование ГИС-интерфейса РБЦГИ, на котором хотелось бы остановиться несколько подробнее. К создаваемому ГИС-компоненту пользователями и разработчиками предъявлялись следующие базовые требования:

- 1) объекты каждой создаваемой цифровой карты должны быть связаны с объектами, учтёнными в РБЦГИ;
- 2) необходимая пользователю информация об объектах должна оперативно запрашиваться из РБЦГИ и предоставляться в удобной и привычной для пользователя форме;
- 3) ГИС-интерфейс должен предоставлять возможность автоматизированного формирования некоторых слоёв карты;
- 4) ГИС-интерфейс должен предоставлять возможность подключать к карте пользовательские слои;
- 5) технологическая среда реализации должна предоставлять удобные средства поддержки и оперативного расширения ГИС-интерфейса, вслед за разработкой новых подсистем РБЦГИ;
- 6) ГИС-интерфейс должен позволять неподготовленному пользователю просматривать картографическую информацию, то есть быть простым в использовании и интуитивно понятным.

Вся картографическая продукция центра создается посредством ArcGIS, однако требование простоты использования картографических данных лучше всего, как показала практика, выполнить, создав интранет-представление карты, с возможностями просмотра, масштабирования, сложных выборок и предоставления информации по выбранным объектам, но с «готовыми» к просмотру, статическими, обновляющимися по регламенту

слоями. Создание такого представления выполнено в ТП НИЦ средствами AutoDesk MapGuide. Кроме того, в некоторые из существующих учётных подсистем был встроены MapGuide-компонент, также реализующий интранет-представление и позволяющий получить изображение просматриваемого, добавляемого, редактируемого или удаляемого объекта. Map Guide также позволяет работать с распределённой картографической информацией привлекая слои, размещённые в различных местах сети (интранет или интернет), давая пользователю возможность работать с логически единым источником, а владельцам информации разграничивать права доступа к предоставляемым слоям.

Кроме того, для оперативного получения пространственных данных в формате картографических слоев средствами ArcMap разработано приложение, позволяющее сформировать слой и нанести его на карту или просто добавить необходимые атрибутивные данные к слою с объектами, которым сопоставлены идентификаторы РБЦГИ. Вновь сформированные таким образом слои могут включаться к интранет-карту и использоваться для просмотра информации по ним.

Разработанные средства ГИС-интерфейса позволяют оперативно анализировать ситуацию, обеспечивать подготовку отчетов, включающих фрагменты карты и таблицы, характеризующие исследуемые участки ТПП. Налицо совместное использование преимуществ, предоставляемых РБЦГИ как информационной системой, и преимуществ, предоставляемых средствами ГИС. Целостность векторной основы добивается средствами топологического контроля ArcGis. Что касается атрибутивных данных, то их целостность обеспечивается сервером базы данных. Графические и атрибутивные данные совместно хранятся в базе ГИС-слоёв и в банке данных. Таким образом, ГИС-интерфейс делает границу между этими источниками прозрачной: объекты слоёв всегда могут быть охарактеризованы атрибутивными данными из банка данных, а в некоторых случаях слои могут быть сформированы и нанесены на карту, полностью автоматизировано. Объекты РБЦГИ в учётных подсистемах могут быть найдены в соответствующем слое по идентификатору и графически представлены. Реализуется возможность мобильной интеграции ГИС-данных представленных базой слоёв с актуальными данными РБЦГИ. При доступе к данным в реальном масштабе времени обновляются результаты запросов и тематические карты, таким образом, самая свежая информация всегда к «услугам» пользователя.

В настоящее время организация информационного обеспечения на предприятии позволила обеспечить существенный рост качества выполнения работ и позволяет надеяться появление все большего количества новых способов использования геолого-геофизических

данных. Однако и сама информационная среда уже не только инструмент работы с данными, ее поддержка и развитие стало отдельной задачей, стоящей перед специалистами центра. Если ранее жизненный цикл РБЦГИ как учетной системы предполагал создание новых подсистем с целью охвата неструктурированных, существующих на бумажных носителях, децентрализованно хранящихся данных, то теперь акцент смещен на решение средствами банка данных все большего числа аналитических задач. Поэтому важным направлением деятельности в последние годы стала разработка обобщенного каркаса клиентских приложений РБЦГИ и обобщенной объектно-ориентированной модели геолого-геофизических данных. Следующий шаг – построение сервис-ориентированной архитектуры системы, которая позволит компоновать клиентские приложения РБЦГИ в соответствии новыми задачами.

Литература

Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: СПбГТУ, 1997. – 510 с.

Мовшович Э.Б., Кнепель М.Н., Черкашин М.С. Формализация геологических данных для математической обработки. – М.: Недра, 1987. – 190 с.

Khozyainova T.V., Zavarina M.P.

State Unitary Enterprise of Komi Republic «Timan-Pechora Research Centre», Ukhta, Russia, tatianah@gmail.com; maria.zavarina@gmail.com

PECULIARITIES OF COLLECTING AND USING GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL DATA IN FORMING THE INFORMATION INFRASTRUCTURE OF A GEOLOGICAL-EXPLORATION ENTERPRISE

The process of creating and developing the information environment of a geological-exploration enterprise is described for the Timan-Pechora Research Centre as an example. The aspects of structuring of the registration of geological data corporative information system, the interaction of the system with the specialized software, the software of general purpose and GIS instruments are considered. Some examples of using the complex of programs for solving the applied geological problems on the territory of the Timan-Pechora province are given.

Key words: *Timan-Pechora Research Centre, Timan-Pechora province, regional bank of numeric geological information, reference-information fund, GIS-interface, license block, numeric cartography.*

References

Volkova V.N., Denisov A.A. Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza. – SPb.: SPbGTU, 1997. – 510s.

Movšovič È.B., Knepel' M.N., Šerkašin M.S. Formalizaciâ geologičeskikh dannyh dlâ matematičeskoj obrabotki. – M.: Nedra, 1987. – 190 s.