

создания информационных ресурсов в недрогеологии включая построения гидрогеолого - математических моделей.

Работа поддержана грантом Отделения наук о Земле РАН в рамках программы ОНЗ-15 «Развитие технологий мониторинга, экосистемное моделирование и прогнозирование при изучении природных ресурсов в условиях аридного климата», по проекту: «Геоинформационная система и база данных экосистем Каспийского моря с целью оптимизации его использования в хозяйственной и природоохранной деятельности».

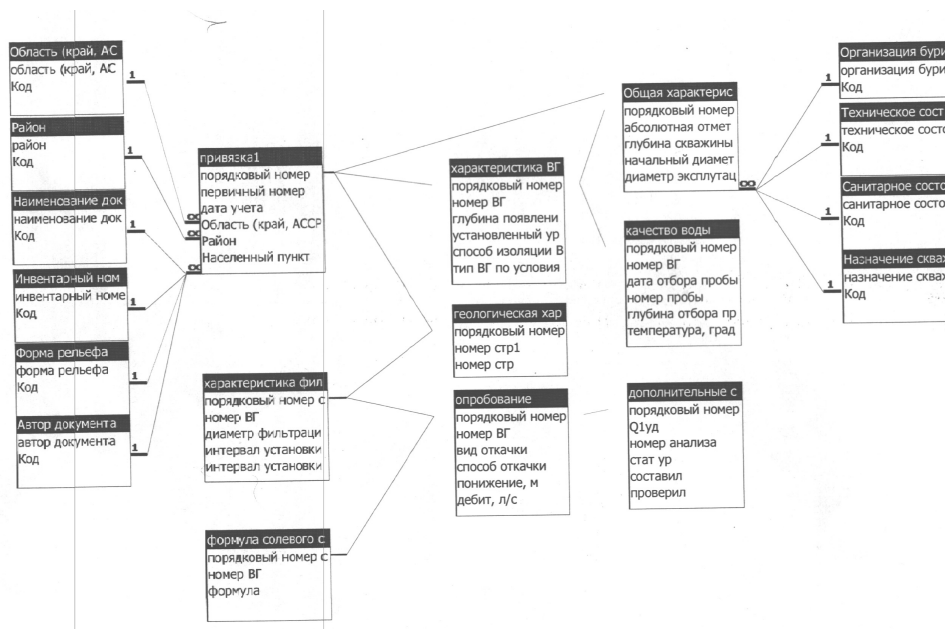


Рис 5. Информационные связи между объектами базы данных

Литература

1. Klein H.K., Hirschheim R.A. A Comparative Framework of Data Modelling Paradigms and Approaches. The Computer Journal. Vol.30. № 1. 1987. Pp. 8-15.
2. Марков Б.Л. Проектирование систем регистрации и анализа данных //Сборник научных трудов ИМВС РАН за 2002 г. – М., 2003.
3. Марков Б.Л. Организация данных в системах мониторинга //Высокопроизводительные вычислительные системы и микропроцессоры. Сборник научных трудов ИМВС РАН за 2000г. – М., 2000.
4. IDEF1X. "FIPS Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X)," Federal Information Processing Standards Publication 184, Computer Systems Laboratory, National Institute of Standards and Technology. – 1993.
5. Manna, Z., Pnueli A.: The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems. Springer-Verlag, 1992.
6. Создание гидрогеологических карт с применением компьютерных технологий. – М.:ВСЕГИНГЕО МПР РФ, 2001. 196 С.
7. В.И. Черкашин., С.А. Мамаев., Ж.Г. Ибаев., А.О. Маммаев. Создание информационных электронных гидрогеологических карт с применением современных ГИС технологий мониторинг и анализ геоданных.- Труды Института геологии ДНЦ РАН, выпуск №49, Махачкала 2003, С. 85-93.

Геолого-экономическая карта как элемент геоинформационной системы регионального недропользования

К.В. Антонов¹, С.К. Мустафин², Г.Х. Габитов³

¹Министерство природных ресурсов Республики Башкортостан,

²Башкирский госуниверситет, ³ОАО «АНК «Башнефть»

Минерально-сырьевая база Российской Федерации (РФ) имеет важное значения для отечественной и мировой экономики. Эксплуатация недр РФ формирует почти 50% российского бюджета и обеспечивает 70% валютных поступлений от экспорта. Федеральными целевыми программами геологического изучения недр и развития минерально-сырьевой базы страны предусматривается разработка политики в области использования минерально-сырьевых ресурсов на длительную перспективу (20, 30,50 лет), а также контроль и оценка состояния минерально-сырьевой базы.

Обеспечение недропользования геологической и геолого-экономической информацией включает: сбор и хранение геологической информации, предоставление информации потенциальным недропользователям, сбор оперативной геолого-экономической информации, позволяющей обеспечить эффективный мониторинг недропользования.

Республика Башкортостан (РБ) является одним из наиболее развитых регионов РФ, производит 2,4% ВВП страны и по объёму производимого валового продукта занимает 8-е место среди всех её субъектов [4].

Недра РБ, несмотря на длительные сроки эксплуатации месторождений, обладают значительным минерально-сырьевым потенциалом. Ценность извлекаемых запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых оценивается в 153 млрд. \$, в том числе ценность потенциально извлекаемых запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых оценивается в 53,6 млрд. \$. Основу минерально-сырьевого потенциала (МСП) РБ составляют месторождения углеводородного сырья (УВ), медно-колчеданных руд, железа, золота, неметаллических полезных ископаемых [3].

Расчётная удельная ценность потенциально извлекаемых разведанных балансовых запасов категорий А, В, С₁, С₂ в недрах РБ составляет в расчёте на 1 км² площади территории РБ в 143,6 тыс. км² – 571 тыс. \$; в расчёте на душу населения 4080,2 тыс. человек – 20 тыс., \$. В структуре начальных суммарных ресурсов углеводородов РБ нефть составляет около 84%, свободный газ, включая газ газовых шапок – 12,0%, растворённый газ – 3,5, конденсат – менее 1%.

К началу 2005 года на территории РБ известно 176 месторождения УВ, из которых нефтяных месторождений - 142, газонефтяных - 15, нефтегазовых - 7, газовых – 13. В разработке находятся 160 месторождений в том числе: нефтяных - 138, нефтегазовых - 3, газонефтяных - 15, газовых - 4; в консервации - 3 нефтяных, 3 нефтегазовых и 9 газовых. Пик нефтедобычи, составил 47,851 млн. т (1967 г.) и до 1980 года она не опускалась ниже 40 млн. т/год. Добытые к 2003 году 1,5 млрд. т нефти составляют 84% начальных запасов, высока обводнённость (92,1%), низок коэффициент извлечения нефти 35,1%. Структура начальных суммарных запасов УВ региона определяется следующими параметрами: нефть - 84%, свободный газ (включая газ газовых шапок) - 12%, растворённый газ - 3%, конденсат - менее 1%. Территория РБ характеризуется высоким нефтегазовым потенциалом; изученность региона составляет: глубоким бурением – 121,5 м/км², структурным бурением – 142,4 м/км², сейсморазведкой – 1,22 км/км². Открываемые в регионе сегодня месторождения и залежи УВ являются в основном мелкими и приурочены к ловушкам сложного строения [2,3,4].

В 1999 г. творческим коллективом специалистов Управления по геологии и использованию недр при Кабинете Министров Республики Башкортостан и ВНИИ экономики минерального сырья и недропользования (ВИЭМС) МПР РФ была составлена «Геолого-экономическая карта Республики Башкортостан» в масштабе 1:500 000 в части, касающейся минерально-сырьевого потенциала твёрдых полезных ископаемых.

В основу составления карты были положены методические принципы, разработанные в отделе методологии геолого-экономической оценки минеральных ресурсов ВИЭМС. Цифровая карта такого содержания для субъектов РФ выполнена впервые и, вызвала повышенный интерес широкого круга специалистов занимающихся проблемами геологии, освоения ресурсов, решения вопросов управления формированием минерально-сырьевого потенциала субъектов РФ в условиях рыночной экономики и определения первоочередных месторождений для освоения исходя из конъюнктуры полезных ископаемых, их востребованностью на рынке и цен на минеральное сырьё.

Были также высказаны предложения по составлению подобных карт для других субъектов РФ, активно занимающихся поиском инвесторов для повышения освоения минеральных ресурсов регионов.

Основные принципы составления геолого-экономических карт опубликованы в журнале «Минеральные ресурсы России» №3, 1999 г.

Продолжение работы по экономике УВ) привело к созданию генерального сводного документа - «Геолого-экономической карты Республики Башкортостан» отражающей состояние минерально-сырьевого потенциала региона, как в части твёрдых полезных ископаемых, так и УВ; были составлены соответственно и две пояснительные записки.

Сводная карта в дополнение к геолого-экономической информации о твёрдых полезных ископаемых дополнена соответствующими показателями, характеризующими минерально-сырьевой потенциал нефтегазового комплекса региона, размещёнными как на самой карте, так и на графиках, располагающихся на её оформлении.

Таблица 1.

Степень разведанности начальных суммарных ресурсов нефти и свободного газа по тектоническим регионам РБ [3]

Тектонические регионы	Начальные суммарные ресурсы, %	В том числе, %			Разведанность, %
		накопленная добыча	запасы	неразведанные ресурсы	
Нефть					
Южно-Татарский свод	37,1	71,6	11,5	16,9	83,1
Башкирский свод	11,9	45,4	31,5	23,1	76,9
Благовещенская впадина	8,3	40,3	12,5	47,2	52,8
Бирская седловина	28,7	78,5	14,8	6,7	93,3
Верхне-Камская впадина	6,2	69,8	23,1	7,1	92,9
Бымско-Кунгурская впадина	0,2	2,2	24,5	73,3	26,7
Салмышская впадина	0,4	-	2,2	97,8	2,2
Юрюзано-Сылвенская депрессия	1,9	0,2	16,4	83,4	16,6
Бельская депрессия	1,4	13,7	5,3	81,0	19,0

Шихано-Ишимбайская седловина	1,2	65,4	11,4	23,2	76,8
Мраковская депрессия	2,7	66,8	8,4	24,8	75,2
Свободный газ + газ газовой шапки					
Южно-Татарский свод	0,2	-	100	-	100
Башкирский свод	1,3	-	57,8	42,2	57,8
Салмышская впадина	0,1	-	100	-	100
Бымско-Кунгурская впадина	0,1	-	-	100	-
Юрюзано-Сылвенская депрессия	8,8	1,6	27,5	70,9	29,1
Мраковская депрессия	89,6	6,4	21,4	72,2	27,8

Определились особенности составления геолого-экономических карт применительно к нефтегазовому комплексу, отличные от подходов к отображению соответствующей информации по твёрдым полезным ископаемым, при совпадении общих подходов [2].

На карте отображены, выделенные по комплексу геолого-геофизических исследований, границы 11 тектонических регионов, контролирующих размещение месторождений УВ и их геолого-экономические характеристики (см. таблицу).

Выделенные своды, впадины, седловины, депрессии различно ориентированы относительно глобальных структур восточной окраины Восточно-Европейской платформы или подчиняются унаследованным структурам фундамента Предуральяского краевого прогиба. Тектонические регионы, выявленные в результате геофизических исследований и структурного бурения, в современном геологическом срезе проявлены слабо. Однако их отражение на карте необходимо, поскольку каждый из регионов характеризуется специфическим размещением продуктивных нефтегазовых структур, различной продуктивностью и различными перспективами обнаружения новых месторождений УВ, различной стратегией направления геологоразведочных работ (ГРП).

На карте приведены геолого-экономические показатели всех тектонических регионов, которые в отличие от таковых конкретных месторождений имеют чётко выраженную ресурсную направленность. Важным для текущего анализа состояния МСБ является возможность иметь представление не столько о начальных ресурсах, которые к настоящему времени в большей своей части выработаны, сколько текущих суммарных ресурсов (ТСР), включающих остаточные промышленные разведанные и предварительно оценённые запасы (ABC_1+C_2) плюс перспективные и прогнозные ресурсы.

Информативным показателем для определения остаточного потенциала нефтегазоносности того или иного региона является наличие (в числе остаточных) активных запасов, т.е. тех запасов, которые возможно эксплуатировать с приемлемым уровнем рентабельности в создавшихся экономических условиях и системы налогообложения при сложившихся ценах на УВ.

Необходимым представляется также по уровню ежегодного отбора нефти, в том или ином тектоническом регионе и наличию активных извлекаемых запасов показать текущую потенциальную геологическую возможность региона, т.е. величину обеспеченности (в годах) уже имеющимися активными извлекаемыми запасами УВ.

Наличие информации о перспективных ресурсах региона обеспечит возможность принятия обоснованных управленческих решений по развитию или сдерживанию ГРП.

Для преобладающей части тектонических регионов РБ главной составляющей МСП является нефть, однако для Юрюзано-Сылвенской и Мраковской депрессий, а также для Башкирского свода значительную роль в МСП отводится газу, поэтому для этих регионов приводятся характеристики ТСР как нефти, так и газа.

На карте специальными знаками показаны нефтяные, нефтегазовые, газонефтяные, газовые месторождения, что соответствует разработанным в республике и отображённым в Государственном балансе критериям.

По величине начальных извлекаемых запасов (НИЗ) Арланское и Туймазинское месторождения нефти РБ относятся к уникальным, а Шкаповское, Серафимовское, Манчаровское, Сергеевское, Югомашевское, Четырманское и Игровское – к крупным. Значительные площади залежей УВ этих месторождений и позволили отобразить с достаточной степенью детальности их проекции на карте соответствующим условным знаком. В случаях распространения залежей за пределы территории РБ они отображались как геологические тела независимо от административных границ.

По трансграничным месторождениям: Арланскому, Туймазинскому, Татышлинскому, Хмельёвскому, Биавашскому, Дёмскому, Красноярско-Куединскому, учёт запасов, МСП и других показателей произведён только для площадей, расположенных на территории РБ.

17 средних по запасам нефтяных месторождений (НИЗ от 10 до 30 млн. т.) показаны на карте более крупными знаками, нежели остальные 133 мелких объекта.

Нумерация месторождений УВ на геолого-экономической карте РБ начинается с 200 номера, поскольку месторождениям твёрдых полезных ископаемых присвоены номера с 1 по 150. Расположение номеров месторождений УВ соответствует картографическим материалам размещения объектов, принятым ОАО АНК «Башнефть».

Уникальные, крупные и средние месторождения УВ имеют надписи своих названий. На долю этих 26 объектов, составляющих 16% от общего числа месторождений УВ РБ, приходится 69% остаточных извлекаемых запасов и 73% ежегодной добычи.

Из 173 месторождений нефти и газа (включая Кызыл-Кючевское) 151 (87%) находятся в разработке, 5 месторождений (около 3%) – в разведке и 18 месторождений (10%) в консервации. Поэтому, на карте отдельным знаком выделены только месторождения разведываемые и законсервированные имея виду, что все остальные (особо не обозначенные) месторождения эксплуатируются. Отдельным знаком на карте показаны выработанные месторождения.

Геолого-экономическая характеристика уникальных, крупных, средних месторождений помещена непосредственно у значков месторождений, например:

$$\frac{469}{73} \quad \frac{369}{4} \quad \frac{84}{95} \quad [\frac{1}{2} \frac{3}{4} \frac{5}{6}]$$

где 1 – НИЗ категории АВС₁, млн. т; 2 – ОИЗ категории АВС₁ млн. т; 3- накопленная добыча, млн. т; 4- добыча на 1998 г., млн. т; 5- выработанность запасов, %; 6- обводнённость, %.

По тем месторождениям, нефтяные залежи которых выходят за пределы территории РБ, вышеперечисленные показатели определены только для башкирской части.

По всем многочисленным мелким месторождениям, запасы которых не превышают, как правило 1 млн. т, такие характеристики на карте не приводятся.

Для месторождений свободного газа средних по масштабу на карте при условных знаках приводятся их названия и абсолютные величины начальных (числитель) и остаточных (знаменатель) запасов.

На карте отражена весьма важная информация, характеризующая магистральную систему транспортировки и предприятия переработки УВ, на территории РБ.

РБ занимает ключевое стратегическое положение между нефтегазовыми провинциями Западной Сибири и потребителями нефтепродуктов европейской части РФ, имеет самый мощный в стране комплекс заводов по переработке нефти, обладает разветвлённой системой трубопроводов, обеспечивающих 64% перевозок грузов в транспортной системе республики. По территории РБ проложены крупнейшие в мире нефте- и газомагистрали; трубопроводный транспорт объединяет районы добычи и нефтеперерабатывающие заводы РБ. Протяжённость Урало-Сибирских магистральных нефтепроводов, проложенных по территории РБ составляет 3750 км.

На геолого-экономической карте показаны все значимые нефтегазопроводы с указанием количества ниток и диаметра труб; обозначено местоположение заводов переработки УВ.

На полях за рамками карты в виде графиков и диаграмм размещена дополнительная геолого-экономическая информация, характеризующая состояние потенциала УВ РБ.

Ввиду большой нагрузки карты целый ряд важной геолого-экономической информации, особенно имеющей общий характер, невозможно разместить непосредственно на карте. Практика составления геолого-экономической карты по твёрдым полезным ископаемым показала, что вывод дополнительных показателей на поля карты в виде графиков, гистограмм и таблиц при удачном их расположении может значительно улучшить восприятие геолого-экономической информации и позволит производить более полный анализ МСБ региона для принятия тех или иных решений. Применительно к потенциалу нефтегазоносного комплекса авторы-составители сочли целесообразным в виде графиков или диаграмм на полях отразить целый ряд информативных показателей.

- МСП стратегических видов минерального сырья.
- Удельный вес запасов и добычи нефти РБ в пределах Уральского региона.
- Долю ОАО АНК «Башнефть» в общероссийской добыче нефти.
- Распределение запасов и ресурсов нефти по нефтегазоносным комплексам пород и глубинам залегания.
- Распределение начальных, остаточных и активных запасов нефти по тектоническим регионам.
- Распределение месторождений нефти по регионам, их остаточных и активных запасов по степени выработанности и обводнённости.
- Степень промышленного освоения разведанных запасов нефти.
- Потенциальную извлекаемую ценность нефти в недрах (в разведанных запасах, перспективных и прогнозных ресурсах).
- Годовую добычу нефти и газа.
- Извлекаемую ценность 1т (1000м³) полезного ископаемого.
- Сравнительную характеристику МСП тектонических регионов.

На карте приводится таблица в которой даётся МСП как разведанных запасов, так и суммарно запасов и прогнозных (плюс перспективных) ресурсов как УВ сырья, так и твёрдых полезных ископаемых РБ. Следует особо подчеркнуть, что методика учёта ресурсов в МСП УВ несколько отличается от таковой, принятой для твёрдых полезных ископаемых. Так, согласно средне статистическим данным ОАО АНК «Башнефть», перспективные ресурсы категории С₃ переводились в категорию С₁ с коэффициентом 0,3, а прогнозные ресурсы категории D₁ – с коэффициентом 0,1.

Для Дагестана недра которого содержат углеводородные (Димитровское, Инчхеморе) медно-колчеданные (Кизил-Дере), сидеритовые (Присамурское, Присулакское), угольные (Архитское) и другие месторождения [5] для оптимизации мониторинга недропользования целесообразно составление, по

примеру РБ, геолого-экономической карты республики, при учёте, естественно, региональных геолого-экономических особенностей территории.

Геолого-экономические карты могут служить информационной основой для проведения широкого спектра региональных исследований, связанных с мониторингом недр, в т. ч. и для геолого-экологического картирования регионов интенсивного недропользования [1].

Литература

1. Габитов Г.Х., Мустафин С.К. Геоэкология и мониторинг недр регионов нефтегазодобычи //Мат-лы междунар. конф. «Новые идеи в науках о Земле». М.: 2005. – С. 10.
2. Хамитов Р.А., Антонов К.В., Чернов А.Л. и др. Некоторые особенности методики составления геолого-экономической карты Республики Башкортостан применительно к нефтегазовому комплексу //В с.: Минерально-сырьевая база Республики Башкортостан: реальность и перспективы. Уфа: Тау, 2002. С. 357-363.
3. Чернов А.Л., Антонов К.В., Гуфранов Р.А., Ларонов Н.Н. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы Республики Башкортостан //Сб.: Первые Темиргазинские чтения «Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана»: Мат-лы конф. Уфа: Тау, 2004. С. 27-44.
4. Экономическая энциклопедия регионов России. Республики Башкортостан / Гл. ред.: Ф.И.Шамхалов и др.; ред. тома Р.В.Фаттахов и др. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. – 639 с.
5. Республики Дагестан <http://www.rd.ru/dagterr.html>

Геоинформационные задачи построения электронного 3D-атласа Дагестана

Н.М. Булаева, Д.Н. Кобзаренко, С.Я. Аскеров

ИПГ ДНЦ РАН, Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов

В работе рассмотрены геоинформационные задачи, связанные с реализацией проекта электронного 3D-атласа Республики Дагестан. Приводятся задачи, связанные с системами координат, структурой объектов и файловой организацией данных, программированием функциональной и интерфейсной частей.

Общие положения. Проект электронного 3D-атласа Республики Дагестан [1] был сформулирован на основе разработанных ранее геоинформационных технологий по построению и визуализации цифровых картографических 3D-моделей и их тематических модулей [2]. В отличие от предыдущих работ, которые были направлены на построение некой универсальной программной оболочки способной строить и визуализировать разные модели, атлас строится на базе только одной – цифровой картографической 3D-модели Республики Дагестан [3].

Вести разработку геоинформационных технологий с широким охватом очень тяжело, требуются колоссальные ресурсы. Несмотря на очень хорошие результаты применения моделей [4, 5], мы должны были рано или поздно столкнуться с определенными трудностями в их построении. Проект 3D-атласа существенно сокращает объект исследования до одной единственной модели. Но это не означает, что мы упростили свою задачу. Скорее мы получили возможность «копнуть вглубь», т.е. разрабатывать новые идеи и технологии для одного объекта, а уже в дальнейшем перенести наши разработки на другие модели.

Приступая к реализации проекта электронного 3D-атласа, мы проанализировали все, что разработано ранее. Было замечено много недоработок как с точки зрения структуры модели, так и с точки зрения программных реализаций 3D-ГИС. Например, только переход на реализацию цифровой модели рельефа (она является составной частью цифровой картографической 3D-модели) на базе триангуляции Делоне [6], вынудил нас провести перестройку многих структур данных и алгоритмов. Ранее при построении цифровой модели рельефа использовалась регулярная сетка, которая намного проще в реализации, но очень медленно визуализируется из-за большого количества элементов.

Но, несмотря на перестроения, большая часть разработанных ранее технологий и основные принципы построения 3D-моделей остались неизменными. И, отталкиваясь от них с учетом большого опыта в геоинформационном моделировании, мы можем выделить и классифицировать круг задач, которые необходимо решить при построении электронного 3D-атласа Республики Дагестан. Это поможет нам четко определить, что уже сделано и что предстоит сделать. Причем, решение одних задач напрямую зависит от решения других.

Теоретическое описание 3D-атласа. Первая задача, от которой исходят все остальные – теоретическое описание атласа. К общей структуре и форме проекта электронного 3D-атласа, описанным в [1], можно добавить только то, что осуществляется переход на триангуляцию Делоне в построении цифровой модели рельефа (ЦМР). В остальном принцип построения атласа неизменный, и его структурные элементы следующие: цифровая картографическая 3D-модель (цифровая модель рельефа, тематические текстуры, тематические объекты), тематические модули.

Системы координат. В рамках проекта четко определены 3 системы координат. 1. Базовая система координат цифровой картографической 3D-модели (именно в этой системе хранятся геометрические данные об объектах). Координаты по X и Y в этой системе соответствуют смещениям относительно некой контрольной точки на карте с координатами (0, 0). Единица измерения соответствует расстоянию 0,1мм на топокарте, которая служит основой модели, либо 0,1мм * масштаб карты – реальное