

УДК 004.65:622.276/279

© Коллектив авторов

**А.А. Одинцова, А.Д. Гвишиани, А.И. Рыбкина, О.О. Самохина,
А.А. Астапенкова, Е.Ю. Фирсова**

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В 20 ВЕКЕ НА ПРИМЕРЕ КРУПНЕЙШИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИРА: ГИС-ПРОЕКТ И ВЕБ-СЕРВИС (ЧАСТЬ I)

Введение

Необходимой фундаментальной основой научного исследования являются его исходные данные. Таким образом, разработка и создание унифицированных и верифицированных БД является важнейшим направлением развития геоинформатики.

Начиная с 2009 года в Геофизическом центре РАН (ГЦ РАН) ведутся работы по созданию многодисциплинарной многофункциональной аналитической геоинформационной системы (ГИС-Россия), являющейся информационной базой для проведения системных исследований в области наук о Земле. Эта система сфокусирована на территории нашей страны [5-6, 12, 15-18]. Центральной задачей ГИС-Россия является интеграция в единой геоинформационной среде широкого спектра баз данных по наукам о Земле. Важнейшими свойствами системы являются инновационное визуальное представление геопространственных данных и обеспечение эффективного взаимодействия между ГИС и пользовательскими программами, реализующими аналитическую обработку ГИС-информации, в частности с помощью алгоритмов дискретного математического анализа [1, 2]. Это позволяет решать широкий круг классификационных задач, не выходя за пределы ГИС-системы. Последнее делает ГИС-Россия эффективным инструментом обработки исходных данных и поддержки принятия управленческих решений в научной и практической деятельности [5, 6].

Существует целый ряд БД по полезным ископаемым (ПИ), которые имеют как схожие, так и различные признаки. Их большая часть имеет скорее прикладной характер и используется в первую очередь для решения мелкомасштабных производственных задач. Виды контента этих БД также сильно разнятся. Это могут быть материалы в виде текстов, таблиц, графических файлов и приложений разных форматов как в аналоговом, так и в цифровом варианте.

БД по полезным ископаемым, доступные пользователям в среде Интернета, дифференцируются по их типу: рудные, горючие, камнесамоцветные и др. [10, 11]. Соответственно, БД различаются по параметрам атрибутивных таблиц. Например, базы, которые используются в углеводородной промышленности, горнодобывающей отрасли и пр. существенно различаются, так как к каждому типу ПИ выдвигаются специфические требования [10, 11]. В то же время многие параметры схожи: название, геологическая характеристика и географическая привязка провинции; площадь и освоенность месторождения; геофизическая изученность; основное и сопутствующее ПИ; проведенные технологические испытания и некоторые другие. В зависимости от той или иной задачи, БД может описывать и прочие сведения, такие как методика разведки, экология месторождения, гидрогеологические условия и т.д.

Верифицированные, эффективно организованные и удобные для пользователя локальные БД являются информационной базой узкоспециализированных исследований. В нашем случае БД имеет иную целевую установку. Это глобальная информационная база для сравнительной оценки запасов УВ, которую также можно использовать для составления геологических карт и моделей.

Упомянем два проекта, являющиеся предшественниками настоящего исследования. В рамках проекта ГИС-Россия в ГЦ РАН ранее выполнялись работы по созданию БД ресурсов УВ шельфа и суши России. Результаты этих работ были использованы при составлении карт нефтегазоносности совместно со ВСЕГЕИ им. Карпинского [8].

В атрибутивную таблицу созданного ГИС-проекта входит информация с названиями и координатами разрабатываемых месторождений в нашей стране. В то же время отличительной особенностью нынешнего проекта является наличие данных по крупнейшим месторождениям УВ как России, так и других стран мира. Кроме того, по каждому из место-

рождений приводится сопутствующая динамическая информация по методам разведки и добычи.

Некоторым аналогом проводимых исследований в области твердых ПИ является БД крупных и суперкрупных месторождений, созданная под руководством академика Д.В. Рундквиста в отделе геоинформационных систем Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского (ГГМ РАН) в рамках программы РАН «Электронная Земля» 2005-2006 гг. [11].

Заделом к проведению настоящего исследования явился и проект ФЦП Министерства образования и науки РФ «Интеллектуальная медицинская геоинформационная система России в условиях изменяющегося климата» [7], успешно выполненный в ГЦ РАН в 2014 году.

В данной работе создана оригинальная ГИС-система, состоящая из БД, ГИС-проекта и веб-приложения, объектами которой стали крупнейшие месторождения УВ в мире. Она может быть использована как для глобальных аналитических исследований по оценке развития отрасли добычи УВ в мире в 20 веке, так и как полезный вспомогательный инструмент при решении специализированных задач нефтегазовой промышленности. Примером приложения созданной системы служит оценка роли и места России в развитии науки и техники в области добычи УВ в 20 веке [19].

Информационные источники и исходные данные

Для создания верифицированной БД авторами статьи было проработано более 255 открытых специализированных российских и зарубежных библиографических источников: справочники по нефтяным и газовым месторождениям; монографии; статьи в специализированных профильных журналах и сборниках тезисов конференций; энциклопедии и энциклопедические словари; отчеты стратегических исследовательских центров, профильных лабораторий, министерств, нефтяных и газовых компаний; диссертации специалистов в нефтегазовой отрасли; материалы открытых интернет-источников (сайты нефтедобывающих компаний, академические профильные словари и пр.). Некоторые из наиболее важных и ярких материалов этих источников приведены в списке использованной литературы [12, 15-18]. В результате был составлен перечень источников, непосредственно использованных для создания БД настоящего исследования. Наличие такого документа позволяет упростить и дальнейшую работу с БД.

Предварительный анализ перечня верифицированных источников позволил составить список из крупнейших мировых месторождений УВ, который

далее использовался как основа. После этого была создана атрибутивная таблица БД. При ее составлении данные по месторождениям были естественно разделены на два типа: статические и динамические. К статическим элементам данных относятся характеристики месторождений, постоянные во времени, к динамическим – изменяющиеся во времени.

Статические данные

К статическим характеристикам относятся: *название месторождения; координаты; местоположение; тип залежей; даты открытия и ввода месторождения в эксплуатацию; данные о коллекторе; плотность нефти; разрабатывающее предприятие; количество запасов*. На рис. 1 отображены эти поля таблицы в ArcGIS.

«Название (рус)» и «Название (англ)» в атрибутивной таблице содержат названия месторождений на русском и английском языках. Унификация названий позволяет значительно облегчить поиск интересующего месторождения в приложении и сократить соответствующие временные затраты. Кроме того, каждое месторождение имеет в перечне (рис. 1) свой уникальный идентификационный номер.

В полях «Широта» и «Долгота» атрибутивной таблицы приведены географические координаты месторождений (либо ближайших к ним географических объектов) в градусах и их десятичных долях. Эта информация используется для визуализации содержимого БД в среде ESRI. Так как без использования специальных программ сами по себе координаты визуально недостаточно информативны, в следующей графе поля «Местоположение» приводится физико-географическое положение месторождения, дающее общее представление о географической привязке месторождений.

Поле «Классификация залежей» содержит в себе данные по фазовому соотношению и составу основных углеводородных соединений. Таким образом, изученные месторождения УВ разделились по следующим типам: *нефтяные, газонефтяные, нефтегазовые, газовые, нефтегазоконденсатные*.

В поле «Геологоразведочные работы» перечисляются известные методы поиска и разведки, которые были использованы прежде, чем месторождение вступило в стадию промышленной эксплуатации. Как правило, в процессе изучения месторождений УВ используется оптимальный комплекс методов и технических средств поиска и разведки для выявления геолого-экономических характеристик искомым месторождений. При этом обязательно соблюдаются государственные требования по охране недр и окружающей среды. Результатом проведения поисковых и оценочных работ является открытие месторождения

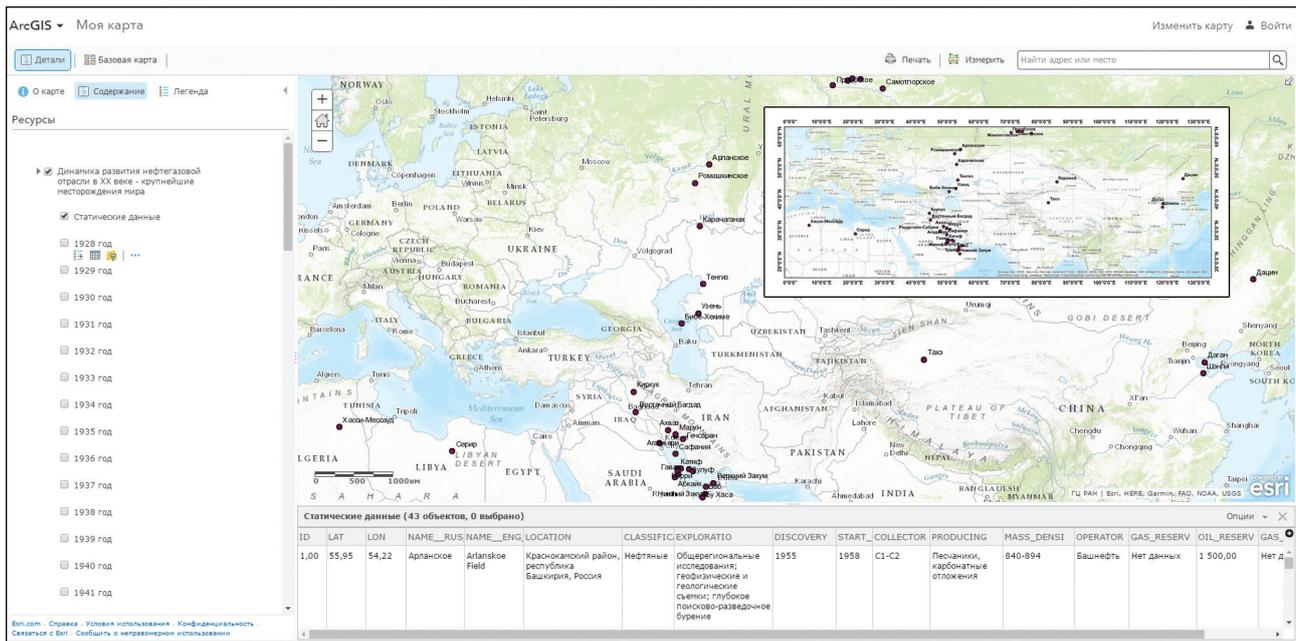


Рис. 1. Пример отображения статической информации о месторождениях в среде построенного ГИС-проекта (ArcGIS). На карте точками отмечены крупнейшие месторождения УВ, разработка которых началась в 20 веке. В атрибутивной таблице под картой по каждому месторождению доступна информация со статическими параметрами.

Большинство месторождений находится между 40° и 60° меридианами

или установление бесперспективности вскрытых скважинами отложений. Открытием месторождения считается установление промышленного значения скопления углеводородов в результате получения в скважине притоков, позволяющих оценить необходимость дальнейшего проведения работ по изучению открытого месторождения [9]. На месторождениях нефти и газа, находящихся в стадии разведки, по данным сейсморазведки и поисково-оценочного, а также разведочного бурения проводится изучение геологического строения объекта, дается оценка нефтегазоносности и предварительная оценка запасов залежей. В результате чего принимается решение о целесообразности промышленного освоения месторождения [9].

Следующие два поля атрибутивной таблицы – «Дата открытия (год)» и «Дата начала добычи (год)». Второе поле является датой начала добычи углеводородов в промышленных масштабах. По результатам заполнения этих полей видно, что большая часть крупнейших месторождений мира за изучаемый период были открыты и вводились в эксплуатацию во второй половине 20 века. К примеру, в нашей стране в первые несколько десятилетий послевоенного периода было открыто и разведано значительное количество крупнейших по своим запасам нефтяных месторождений, среди которых: Ромашкинское (Татарстан, 1948 г.), Самотлорское, Лянторское, Уренгойское (Западная Сибирь, 1965 г., 1966 г., 1966 г. соответственно).

Зачастую значительный перерыв между открытием месторождения и началом добычи УВ обусловлен большим объемом и сложностью разведочных работ, необходимых для уточнения количества запасов.

Следующее важное поле атрибутивной таблицы – «Информация о коллекторе», т.е. о породах, вмещающих жидкие и газообразные УВ. К этому относятся литологические особенности коллектора, т.е. вещественный состав и возраст пород. Последний приводится согласно актуальной на данный момент Международной стратиграфической (геохронологической) шкале, предоставляемой Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ).

Поле «Плотность нефти» содержит одну из важнейших характеристик нефти, отражающих ее качество с точки зрения промышленного сбыта и использования. Плотность нефти напрямую зависит от содержания в ней парафиновых углеводородов и смол. Чем меньше их количество в сырой нефти (получаемой непосредственно из скважин без какой-либо обработки), тем легче нефть. Наиболее качественными и ценными являются именно легкие сорта сырой нефти, так как чем меньше плотность, тем легче процесс ее переработки и выше качество получаемых из нее нефтепродуктов. В разных странах существуют различные классификации и единицы измерения плотностных параметров нефти. К примеру, в США она измеряется в градусах API (American

Таблица 1

Относительная плотность нефти (классификации Министерства природных ресурсов и экологии РФ) [9]

Плотность нефти при 20° С, г/см ³	Типы нефти
до 0,830	Особо легкая
0,831-0,850	Легкая
0,851-0,870	Средняя
0,871-0,895	Тяжелая
более 0,895	Битуминозная

Геоинформационные системы

Petroleum Institute) [14]. В нашей работе используется *относительная плотность нефти*, выраженная в г/см³, согласно классификации Министерства природных ресурсов и экологии РФ (табл. 1).

Следующее поле атрибутивной таблицы – «Разработчики месторождений». Как правило, это ведущие мировые компании и их дочерние предприятия в области добычи и переработки УВ. Среди них: Роснефть, Газпром, ТНК, British Petroleum, Saudi Aramco, Total и др. Нередко работы на месторождении проводятся несколькими компаниями-партнерами, которые разрабатывают различные эксплуатационные участки либо разделяют комплекс работ согласно принятой стратегии. В этом случае в поле «Разработчики месторождения» указываются обе или несколько компаний.

«Запасы УВ» – завершающее поле в атрибутивной таблице статических данных. Под термином «запасы» мы понимаем непосредственно геологические запасы – количество нефти, газа и содержащихся в них попутных полезных компонентов, которое находится в недрах в изученных бурением залежах и наличие которых в недрах доказано пробной или промышленной эксплуатацией [9].

В настоящей работе в БД включались месторождения-гиганты, обладающие уникальными запасами – более 1000 млн т нефти и 500 млрд м³ газа. Информация по запасам УВ каждого из этих месторождений доступна в открытых источниках. В частности, список стран по запасам публикуется в ежегодных Статистических обзорах мировой энергетики [12].

Стоит отметить, что в мировой нефтегазовой промышленности классификаторы вышеперечисленных показателей и их единицы измерения значительно отличаются. Существуют следующие основные классификации: *SPE-PRMS* (Society of Petroleum Engineers) и *Petroleum Resources Management System* соответственно – учитывает не только вероятность

нахождения нефти и газа в месторождении, но и экономическую эффективность добычи этих запасов; используется чаще всего в аудите); *классификации США* (классификация Комиссии по рынку ценных бумаг Securities and Exchange Commission SEC; классификация Американской ассоциации нефтяных геологов American Association of Petroleum Geologists AAPG); классификация ООН.

Ввиду терминологической неоднозначности различных международных классификаций и их значительных отличий от классификаций, принятых в РФ, при разработке настоящей БД использовались классификаторы, утвержденные в нашей стране.

Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН I.28П «Исследование процесса развития науки и техники в России: место в мировом научном сообществе, социальные и структурные трансформации».

Ключевые слова: база данных, методы, добыча, технологии, крупнейшие месторождения нефти и газа, ГИС-проект, веб-сервис, сферическая визуализация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвишиани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р., Соловьев А.А. Дискретный математический анализ и геолого-геофизические приложения // Вестник Камчатской региональной организации «Учебно-научный центр». Серия: Науки о Земле. – 2010 – № 2. – С. 109-125.
2. Гвишиани А.Д., Дзедобоев Б.А., Агаян С.М. Интеллектуальная система распознавания FCAZm в определении мест возможного возникновения сильных землетрясений горного пояса Анд и Кавказа // Физика Земли. – 2016. – № 4. – С. 3-23.
3. Геология нефти : справочник. Т. 2, кн. 2 : Нефтяные месторождения зарубежных стран / под ред. И.В. Высоцкого. – М. : Недра, 1968. – 804 с.

4. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / под ред. А.Г. Ковалева. – М. : Недра, 1986. – 608 с.
5. Красноперов Р.И., Соловьёв А.А. Аналитическая геоинформационная система для комплексных геолого-геофизических исследований на территории России // Горный журнал. – 2015. – № 10. – С. 89-93. – DOI: 10.17580/gzh.2015.10.16.
6. Красноперов Р.И., Соловьёв А.А., Николов Б.П., Жарких Ю.И., Груднев А.А. Интерактивное веб-приложение для комплексного изучения пространственной информации по наукам о Земле с использованием базы геоданных ГЦ РАН // Исследования по геоинформатике. – 2016. – Т. 4. – № 1. – BS4015. – DOI: 10.2205/2016BS039.
7. Любовцева Ю.С., Гвишиани А.Д., Пятыгина О.О., Макоско А.А., Воронова Е.В. Интеллектуальная медицинская геоинформационная система России в условиях изменяющегося климата // Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата / под общ. ред. академика А.И. Григорьева ; Российская академия наук. – М. : Наука, 2014. – С. 325-343.
8. Нелюбин В.В., Щербакова С.В., Копылова Н.Н. Прогнозно-минерагеническая карта перспектив нефтегазоносности. ВСЕГЕИ, 2010 год [Электронный ресурс] // Сайт ВСЕГЕИ. – URL: <http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/index.php> (дата обращения 12.09.2016).
9. Об утверждении методических рекомендаций по применению Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 N 477 : распоряжение Минприроды России от 01.02.2016 № 3-р.
10. Свидетельства о регистрации базы данных [Электронный ресурс] // Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ) : сайт. – URL: http://www.vnigri.spb.ru/research/information_resources/databases.php (дата обращения 14.11.2016).
11. Ткачев А.В., Булов С.В., Рундквист Д.В., Похно С.А., Вишневецкая Н.А., Никонов Р.А. Веб-ГИС «Крупнейшие месторождения мира» // Геоинформатика. – 2015. – № 1. – С. 47-59.
12. BP Statistical Review of World Energy [Electronic resource] // [www.bp.com](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf). – URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> (дата обращения: 01.09.2016).
13. Cumo C. Ghawar field (Saudi Arabia) // Oil : A Cultural and Geographic Encyclopedia of Black Gold, Vol. 1. – ABC-Clio, 2014. – P. 105-107.
14. Ernest L. Ruh, James J. Moran, Robert D. Thompson. Measurement problems in the instrument and laboratory apparatus fields in Systems of Units. National and International Aspects / Carl F. Kayan, editor // Publication No. 57 of the AAAS. Washington, D. C. : American Association for the Advancement of Science, 1959. – P. 29.
15. Facey W. The Story of the Eastern Province of Saudi Arabia. – London : Stacey International, 1994. – 160 p.
16. Fattah K.A., El-Katatney S.M., Dahab A.A. Potential implementation of underbalanced drilling technique in Egyptian oil fields // Journal of King Saud University – Engineering Sciences. – 2011. – Vol. 23. – № 1. – P. 49-66.
17. Nahai L., Kimbell C.L. The petroleum industry of Iran. – Washington : U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines, 1963. – 112 p.
18. Nehring R. Giant Oil Fields and World Oil Resources [Report]. Rand Corporation ; R-2284-CIA. – Santa-Monica, CA, 1978.
19. Rybkina A.I., Odintsova A.A., Gvishiani A.D., Samokhina O.O., Astapenkova A.A. Development of geospatial database on hydrocarbon extraction methods in the 20th century for large and super large oil and gas deposits in Russia and other countries // Russian Journal of Earth Sciences. – 2016. – V. 16. – No. 6, ES6002. – DOI: 10.2005/2016ES000584.

Продолжение статьи читайте в следующем номере