

УДК 622.241

DOI 10.31087/0016-7894-2019-4-79-88

Особенности государственного учета глубоких скважин в США и накопления связанной с ними информации

© 2019 г. | Д.Б. Аракчеев¹, С.Г. Шахназаров¹, Л.Е. Чесалов²

¹ФГБУ «Росгеолфонд», Москва, Россия; rfgf@rfgf.ru; sshahnazarov@rfgf.ru;

²ФГБУ «Гидроспецгеология», Москва, Россия; chesalovle@specgeo.ru

Поступила 10.04.2019 г.

Принята к печати 26.04.2019 г.

Ключевые слова: геолого-геофизическая информация; скважины; керн; хранилище геоданных.

Государственный учет и мониторинг состояния фонда глубоких скважин относятся к приоритетным задачам органов управления недропользованием в развитых странах. Геолого-геофизические данные по скважинам относятся к информационным ресурсам, составляющим национальное достояние государства. Сбор и организация доступа к скважинной информации, включая материальные носители, обеспечивают растущие потребности государства и бизнеса. Рассмотрен опыт США и других стран по созданию и функционированию систем государственного учета скважин, организации хранения информации и доступа к ней. Отмечена необходимость создания блока скважинной информации единого фонда геологической информации о недрах.

Для цитирования: Аракчеев Д.Б., Шахназаров С.Г., Чесалов Л.Е. Особенности государственного учета глубоких скважин в США и накопления связанной с ними информации. – 2019. – № 4. – С. 79–88. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-4-79-88.

Specifics of the US State System of deep wells recording and accumulation of information associated with them

© 2019 | D.B. Arakcheev¹, S.G. Shakhnazarov¹, L.E. Chesalov²

¹Rosgeolfond, Moscow, Russia; rfgf@rfgf.ru;

²Gidrospetsgeologiya, Moscow, Russia; sshahnazarov@rfgf.ru; chesalovle@specgeo.ru

Received 10.04.2019

Accepted for publication 26.04.2019

Key words: geological and geophysical information; wells; core; geodata warehouse.

State accounting system and monitoring of wells condition are the priority tasks for the subsoil use managing authorities. Geological and geophysical data from wells belong to the National Patrimony of the state. Collection and organization of access to well information, including physical media, meets the growing needs of the state and business. The United States is a country close to Russia in terms of acreage, wealth and degree of raw materials base development, and scope of hydrocarbon exploration and production. The authors discuss in detail the features of US legal system in the field of subsoil use, place and role of regional regulatory institutions, experience of the United States and other countries in creation and working of system recording wells and information related to them. Well information is collected and made available to regional regulatory institutions (for instance, state oil and gas commissions) following the short period of confidentiality. The minimum information content for the wells in most states includes the following data: sets of documents relating to all types of permits and well operations (similar to well files); raw geological and geophysical data (results of laboratory and analytical cores studies, well logging, testing of objects, and well tops, layer-by-layer descriptions, etc.); technical and engineering information (well design, perforation intervals, bridges/plugs, etc.); production data (monthly and annual reports); well data base with metadata allowing quick search for objects by certain criteria or group of criteria (formations, administrative referencing, field, etc.) In most cases, the information is stored in the form in which it was received from subsoil users. The authors pay special attention to preservation of core and rock material integrity, and providing public access to the state core repositories. Core storage is usually within the competence of state geological surveys, which work closely with local universities. The paper briefly describes the largest US core repositories. Recommendations were prepared for creation of well information unit in the unified collection of geological information on subsurface resources.

For citation: Arakcheev D.B., Shakhnazarov S.G., Chesalov L.E. Specifics of the US State System of deep wells recording and accumulation of information associated with them. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2019;(4):79–88. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-4-79-88.

В статье Л.Е. Чесалова [1] рассмотрены общие вопросы создания национальных архивов геолого-геофизической информации. Настоящая статья посвящена информации, получаемой в процессе бурения, исследования и эксплуатации глубоких скважин, представляющих основной технологический объект в нефтегазовом бизнесе. Эта информация — наиболее важный, отдельный и крупный блок результатов

глубинного изучения и использования недр, а особенности ее сбора, учета, хранения и предоставления заслуживают отдельного рассмотрения.

В России, Соединенных Штатах Америки и других странах, где разведка и добыча нефти и газа продолжают уже более 100 лет, строительство и эксплуатация глубоких скважин остаются основным инструментом добычи УВ-сырья, а со временем ста-

FROM ABROAD

новится источником экологического ущерба и бременем индустриального развития.

Анализ опыта управления недропользованием в странах, где фонд скважин насчитывает сотни тысяч и миллионы объектов, показывает, что государственный учет и постоянный контроль (мониторинг) за их состоянием, а также сбор и обеспечение широкого доступа к связанной с ними промысловой и геолого-геофизической информации относятся к числу приоритетных задач регулирующих органов. Причин тому достаточно много.

Основная — потребность индустрии в развитии, поиске новых источников УВ-сырья и эффективных способов его извлечения. В последнее время все чаще актуальными трендами становятся реанимация старых месторождений УВ-сырья, восстановление и использование скважин «старого фонда» для возобновления добычи с использованием современных технологий горизонтального бурения и ее интенсификации разными способами, поисков «пропущенных» продуктивных интервалов, геотермальной энергетики и других целей.

Также важной причиной является опасность увеличения негативного влияния скважин на экологию. С течением времени разрушение отдельных «барьеров» в конструкции скважин «старого фонда» (Historic Wells) приводит к их разгерметизации. Это может произойти из-за плохого качества заканчивания скважин (недобросовестности операторов, несовершенства технологий и пр.), коррозии обсадных колонн, разрушения клапанов и цементаж и пр. В таких случаях скважины становятся высокопроницаемыми каналами в природной среде, а градиенты вертикального давления в недрах порождают потоки флюидов, проникающих по этим каналам.

Заколонные перетоки могут приводить к образованию техногенных залежей и загрязнению нефтепродуктами пластовых горизонтов с пресными водами. Давление в заколонном и межколонном пространствах может создавать потенциальную опасность возникновения грифонов и неуправляемых фонтанов. На поверхности возникают разливы нефти, водоемы с минерализованными водами, происходят засоление, вымывание почв и образование болот. В результате ухудшается экология недр и окружающей среды, необратимо утрачиваются ценные минеральные ресурсы и т. д.

Кроме того, во всем мире с нефтегазовыми скважинами связаны вопросы: учета продукции, финансового аудита и налогообложения; продажи, аренды и контроля за использованием имущества; доступности геолого-геофизической информации для поисков и разведки месторождений, изучения глубинного строения недр, системы образования и др.

Целесообразно рассмотреть опыт США — страны, близкой к России с точки зрения площади, богатства

и степени развития минерально-сырьевой базы, масштабов геологоразведки и добычи УВ. США обладают богатейшим опытом рационального недропользования. История глубокого бурения в этой стране, как и в России, ведет отсчет с середины XIX в. Только за 1949–2010 гг. пробурено (по данным EIA) [2] более 2,6 млн скважин на нефть и газ. Контроль за добычей УВ здесь тесно связан с учетом скважин и ликвидацией «скважин-сирот» (не имеющих установленного собственника в виде юридического или физического лица) и ведется в каждом штате.

Надо учитывать особенности законодательства США в области недропользования, где право собственности на минеральные ресурсы изначально принадлежит собственнику земли (ее поверхности), а также то, что 85 % всех запасов УВ-сырья сосредоточено на территориях, принадлежащих государству. Право собственности федерального правительства на эти запасы является неотъемлемым элементом государственного регулирования рыночных отношений в нефтяном бизнесе. Предоставляя нефтяным компаниям на определенных условиях право разработки государственных запасов, государство осуществляет активное регулирование их деятельности.

Необходимость в таком регулировании возникает по объективным причинам: интересы государства, с одной стороны, и недропользователей (и инвесторов), с другой — не могут совпадать по объективным причинам. Очевидной целью государства как собственника недр и в США, и в России является наиболее полное, рациональное использование запасов природных ресурсов. При этом главными показателями при разработке месторождений нефти и газа являются степень извлечения сырья и экологическая безопасность. Цель компаний — получение большей прибыли за меньшее время и с большей производительностью. Поэтому скважины становятся теми объектами, строгий учет которых и связанная с ними публично предоставляемая отчетность по добыче и другая информация составляют важную часть механизма государственного управления рациональным недропользованием.

Если механизм прост, гибок, прозрачен и формализован, то незаконная добыча, лоббирование или коррупция невозможны. Его применение стимулируется использованием инноваций в области увеличения нефтеотдачи и интенсификации добычи, а также создаваемыми государством и привлекательными для недропользователей экономическими условиями (налоговыми льготами, преференциями и пр.). Поэтому жесткий контроль со стороны государства, когда ежемесячная отчетность по добыче передается контролирующим государственным органам (регуляторам) по каждой скважине, по каждому стволу, по каждому «заканчиванию» скважины, не вызывает «противостояния» недропользователей, органично и обыденно вписываясь в бизнес и производственные процессы компаний.

В целом государственное регулирование и управление нефтедобывающим сектором экономики США осуществляют несколько федеральных ведомств: Министерство энергетики (Department of Energy — DOE) [3], Министерство внутренних дел (Department of the Interior — DOI) [4] и Комиссия по ценным бумагам и биржам (U. S. Securities and Exchange Commission — SEC) [5]. Стратегические цели и направления деятельности государства в области рационального использования недр вырабатывает Комиссия при Президенте США (The Interstate Oil and Gas Compact Commission, IOGCC). Эта же Комиссия осуществляет координацию, контроль за деятельностью упомянутых выше государственных органов, реализацию национальных программ. Но оперативный, текущий контроль основных технологических параметров разработки месторождений, контроль за фондом скважин осуществляется администрациями штатов через собственные структуры.

В большинстве нефтегазовых штатов функции регулятора выполняют Советы и Комиссии по нефти и газу (Oil and Gas Conservation Commission), в отдельных случаях — департаменты природных ресурсов и геологические службы, действующие на базе университетов штатов (Кентукки, Индиана и др.). И только в Техасе регулирующие функции по-прежнему находятся в компетенции созданной в 1891 г. Железнодорожной комиссии штата (Railroad Commission of Texas, RRC) [6].

В основе скважинного учета лежит система однозначной идентификации скважин. Это особенно важно для эксплуатационных скважин и контроля за добычей. В США, как и в Канаде, Норвегии, Великобритании, Бразилии, Австралии и других странах, система учета построена на использовании уникального числового идентификатора. Для нефтегазовых скважин, пробуренных в большинстве штатов (за исключением Виргинии и Индианы), используется отраслевой стандарт Американского Нефтяного Института (API), так называемый номер скважины по API (API Number). В четырех штатах (Нью-Йорк, Канзас, Мичиган, Огайо) используется 14-значный идентификатор, в Колорадо, Иллинойсе, Алабаме, на Аляске и Мексиканском заливе — 12-значный, в остальных — 10–14-значный. В основном идентификатор скважины назначается регуляторами штатов. Только в Виргинии и Индиане API Number присваивается вендорами (буровыми организациями).

В 2010 г. сопровождение стандарта API Number standard было передано ассоциации PPDM, которая в 2011 г. запустила проект рабочей группы по пересмотру идентификаторов скважин для США. Требования к стандарту постепенно усложняются, и процесс совершенствования системы идентификации продолжается. Сейчас API Number — это не только уникальная идентификация основного ствола скважины. Как и в канадской системе идентификации

скважин (CWIS), номер скважины в США может учитывать все стволы каждой скважины и каждое заканчивание, передаваемое в освоение. Это позволяет поддерживать бизнес-процессы всех заинтересованных сторон через единую модель для баз данных и компьютерных систем. **Базы данных с использованием системы идентификации — основа управления всей скважинной информацией и обмена ею.** Поиск привязанных к API Number данных может охватывать не только номер и название месторождения, но и в общей сложности 20 параметров, которые можно использовать в сочетании и отдельно.

В результате можно получать во взаимосвязи такие элементы, как данные о кровле пластов по стратиграфической привязке, конструкции скважин, интервалах перфорации и результатах испытаний объектов, а также промышленную информацию, связанную с производством и добычей. Информация о скважинах размещается в публичном доступе на официальных порталах регулирующих органов (администраций штатов). Параметры информации и объемы данных могут значительно изменяться от штата к штату.

Как правило, в «скважинном» разделе порталов регулирующих органов размещаются: наборы документов (WellFolder), касающиеся всех видов разрешений и производства операций на скважинах (аналог дел скважин); первичная геолого-геофизическая информация (результаты лабораторных и аналитических исследований керна, геофизических исследований в стволе скважины, испытаний объектов, а также стратиграфическая разбивка, послойные описания и пр.); технико-технологическая информация (конструкции скважин, интервалы перфораций, мостов и др.); отчетная информация о добыче (ежемесячные и годовые отчеты по каждому округу штата); базы данных по скважинам с метаданными, позволяющими быстро находить объекты по отдельным критериям и их совокупности (по формациям, административной привязке, месторождению, API Number и др.).

В ряде случаев в разделе публикуют обзорные отчеты и различные перечни скважин (иногда функционирующие как электронные каталоги с гипертекстовыми ссылками, ссылками в разделы базы и т. д.), в частности: скважин, находящихся в эксплуатации, простаивающих, «скважин-сирот» и др.

Поиск скважин (WellFinder) и доступ к данным, как правило, организованы одним из сервисов портала — через интерфейс геоинформационной системы (ГИС) к цифровой карте скважин или многокритериальным запросом к фактографической базе данных, включающей, как отмечалось, помимо обязательного API Number, десятки ключевых параметров-атрибутов метаданных. В некоторых штатах, таких как Небраска, Аляска, Аризона и др., в разделе скважин на систематической основе выкладывают

FROM ABROAD

ежедневно обновляемую базу метаданных в формате Access, электронные каталоги скважин в формате Excel, цифровые данные (каротажи) в формате las.

В некоторых штатах, как Пенсильвания или Нью-Йорк, регулирующие функции отнесены к компетенциям департаментов по охране окружающей среды (DEC). База данных DEC [7] содержит информацию о типах скважин в штате Нью-Йорк, расположении, глубинах, истории бурения, праве собственности, годовом объеме производства, а также об операторах, буровых компаниях, производящих ликвидационный тампонаж скважин, компаниях, предлагающих услуги по финансовой поддержке и др. К числу объектов учета здесь также относят скважины подземных газохранилищ, соледобывающие, стратиграфические, геотермальные и артезианские, т. е. все скважины глубиной более 500 футов (к этому «порогу» глубины, как правило, относят глубокие скважины во всем мире).

Геологическая информационная система штата (ESOGIS) обеспечивает online-доступ общественности к информации по конкретным скважинам, в том числе: о местоположении, промысловой информации, изученности геофизическим исследованием скважин на дату каротажей, цифровым каротажным диаграммам и метаданным.

В 2017 г. в штате Нью-Йорк было зарегистрировано в общей сложности 12 045 действующих нефтяных и газовых скважин, 764 владельца. За минимальную плату у регулятора можно получить растры каротажей, их интерпретацию, смарт-каротажные диаграммы (планшеты), другие сведения и данные в электронном виде (отчеты о заканчивании скважин, разрешениях, геолого-техническом наряде и т. д.). Также ESOGIS располагает коллекцией керна по более чем 400 скважинам по всему штату. Данные доступны для выборки и просмотра по запросу, в том числе в виртуальном кернохранилище ESOGIS.

Скважинная информация, которая не доступна через веб-сайт департамента, или в случае, когда предпочтительными являются бумажные копии, может быть запрошена на основании Закона «О свободе информации» (FOIL Freedom of Information Law) [8]. С оригиналами документов можно ознакомиться в офисе DEC или получить их копии по цене 25 центов за страницу.

Существенно, что в штате Нью-Йорк от операторов нефтяных и газовых скважин по **каждому** заканчиванию (Well Completion) требуется ежемесячная и ежегодная (до 31 марта каждого следующего за предыдущим календарным годом) отчетность. Публикуемый на сайте сводный годовой отчет содержит информацию и статистические данные, такие как номера лицензий (аренды), данные по добыче нефти и газа, рыночные данные, в том числе о ведущих добывающих компаниях в округах, государственном лизинге, ренте и финан-

совом обеспечении. Статус и уровень добычи остаются конфиденциальными только в течение первых шести месяцев по окончании отчетного периода. Эти данные публикуют на сайте в формате dbf после 1 июля каждого года, а также в формате pdf через ESOGIS, куда данные представляют, начиная с 1986 г., в формате, близком к формату поисковой базы данных онлайн.

В США большое значение придается обеспечению сохранности керна и другого каменного материала с предоставлением к нему публичного доступа в государственных кернохранилищах, в некоторых случаях виртуальным образом через соответствующие порталы. Хранением керна регулирующие органы в лице комиссий по нефти и газу, как правило, не занимаются. Эти вопросы находятся в основном в компетенции геологических служб штатов, которые тесно сотрудничают с местными университетами.

Так, в Кентукки, Западной Виргинии и Индиане сбор, архивирование и предоставление доступа к геологическим образцам коренных пород являются наиболее важными функциями геологических служб. Постоянно развивающиеся общественные потребности и технический прогресс гарантируют бессрочную полезность и востребованность керна.

Хранилище геологической и водной службы Индианы (IGWS) [9] обеспечивает сохранность более 150 000 м керна, представляющих более 250 000 м бурения и более 1000 видов горных пород. По глубоким скважинам и керну IGWS ведется представительная база данных, поддерживается веб-приложение, предназначенное для распространения информации, связанной с нефтью и газом. База данных содержит информацию о более чем 83 000 нефтяных скважин, пробуренных в Индиане. Данные включают информацию о скважинах: зонах заканчивания, каротажные данные дела скважин, базу лизинга, испытаний, описание образцов керна, геологических формаций и многое другое.

Система управления базой данных (PDMS) охватывает три модуля:

- таблицы данных по скважинам;
- средство визуализации карт, которое вместе с таблицами предоставляет два интерфейса для поиска и просмотра информации;
- перечень месторождений и сводки по добыче на них, в которых суммируются текущая и историческая добыча нефти.

Важная справочная информация о каждом образце керна, находящемся в кернохранилище IGWS, доступна через карту фактического материала коренных пород с расположением скважин. Данные включают пространственное расположение и IGWS-идентификационный номер образца, глубину отбора керна и его привязку к интервалам отбора по всей глубине, от кровли до подошвы. Утверждается, что большинство керна, собранного в коллекциях, под-

держивает непрерывность стратиграфии от подошвы до кровли продуктивных формаций.

Хранилища керн, контролируемые геологическими службами, имеются практически в каждом штате. Работа крупнейших из них, помимо названных в Индиане, Кентукки и Западной Виргинии, курируется Геологической службой США (USGS). Так, USGS [10] обеспечивает сохранность керн и поддерживает большую базу данных разведочных (исследовательских) скважин национального нефтяного запаса на Аляске (NPRА). Но основное хранилище USGS — Core Research Center (CRC) — находится в Денвере (Колорадо), где собрана, как утверждается, наибольшая коллекция керн, шлама и образцов пород из обнажений в мире. Поиск образцов пород из возможен через инвентарную ведомость USGS для керн или шлама, а также по административному делению или координатам (широта/долгота).

Из других крупных хранилищ можно выделить кернохранилище геологической службы Луизианы, которое содержит керн по скважинам Алабамы, Арканзаса, Флориды, Луизианы, Миссисипи, Техаса и немного по другим штатам. Специалистами Флориды разработана и применяется система, которая содержит более чем 5000 литологических описаний керн и шлама. Хранилища каменного материала США вмещают образцы:

- Калифорнийского государственного университета (Бейкерсфилд) — керн и шлама по более чем 4000 скважинам;
- Массачусетса — керн, шлама и шлифов с линейным отбором по 70 000 интервалам;
- Миссури — керн по 3000 скважинам (почти 3 млн футов), поддержка базы данных по скважинам;
- Южной Каролины — керн по 1200 скважинам;
- Юты — каменного материала по более чем 3500 скважинам и керн из более чем 700 скважин, типов нефти из всех продуктивных формаций.

Мичиганская Научно-исследовательская лаборатория керн в режиме онлайн предоставляет информацию об имеющихся образцах керн, фотографии шлифов и керн. Хранилище Лимнологического Исследовательского Центра керн штата Миннесота, финансируемого Национальным научным фондом и Университетом Миннесоты, тесно связанное с Национальным Озерным хранилищем керн бюро геологии и полезных ископаемых Нью-Мексико (LacCore) [11], имеет данные и библиотеку керн более чем по 15 000 скважин.

Из негосударственных кернохранилищ США выделяется Центр исследований керн отделения экономической геологии Техасского университета, располагающий самой большой и представительной коллекцией керн и шлама по Техасу, континентальной территории США и, как утверждается, всему

миру. Центр имеет три самостоятельных отделения с главным из них в Остине. Для того чтобы с большой вероятностью найти здесь керн по всей территории США, геологические службы многих штатов передали сюда свои представительные коллекции. Помимо керн, в коллекционном фонде представлены шлифы, геологические образцы, результаты аналитических исследований, таких как петрографические препараты и др. В Центре ведется база данных IGOR, обеспечивающая поиск хранящегося материала и данных.

Керн исследуется сотрудниками Центра, а создание его отделений во многом обязано пожертвованиям крупных компаний. Так, отделение в Мидленде было создано при поддержке Shell, откуда был передан существенный объем керн и шлама из Западного, Южного Техаса и Скалистых гор. Большое количество керн и камнерезные станки были пожертвованы Occidental Petroleum. Отделение в Хьюстоне образовано благодаря пожертвованиям компанией BP больших коллекций керн, шлама, шлифов, геохимических проб и некоторого аналитического оборудования (микроскопы и пр.).

Благодаря действию международной Программы «Интегрированное океанское бурение» (Integrated Ocean Drilling Program, IODP) [12], поддерживаемой национальными регулирующими органами и международными консорциумами, хранилища этого направления продолжают пополняться каменным материалом. Керн и данные каротажа всех скважин, бурящихся в рамках национальных программ (Интегрированного Океанского Плана буровых работ, Океанского Плана буровых работ и Глубоководного Морского Проекта), сконцентрированы в четырех кернохранилищах, из которых основное находится в Институте полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (Бремерхафен, Германия). Готовые к аналитике геолого-геофизические данные, информация о нефтегазовых месторождениях и скважинах, полученные в результате глобальных морских научных исследований и бурения, предоставляются через iCORDS service, в банке которого более 3500 площадок глубоководного бурения, более 10 млн записей первичной информации, 170 000 м керн и около 20 000 образцов, более 5 млн км глобальной глубоководной сейсмической съемки.

Отсутствие возможностей хранения керн большинства Комиссий штатов по нефти и газу не уменьшает востребованности результатов лабораторных, аналитических и специальных исследований керн нефтегазовых скважин. При наличии, эти данные всегда присутствуют на порталах регулирующих органов совместно с промышленной информацией по скважинам. В частности, предоставляется такая первичная геологическая информация, как: послойные описания, результаты исследований с данными по проницаемости, пористости, плотности, анализу

порового пространства и др. Разрешительная документация, дела скважин, каротажи, результаты исследований керна и другая геолого-геофизическая и промысловая информация предоставляются в стандартных форматах tiff, pdf, djv. При этом качество сканирования каротажных диаграмм и других материалов, как и качество первичных материалов, особенно по старым месторождениям, часто оставляет желать лучшего. Фактографические базы данных — редкое исключение, присущее только геологическим службам штатов, которые, как правило, тесно сотрудничают с университетами.

Оцифровка старых каротажных диаграмм низкого качества связана с большими трудозатратами и требует участия специалистов высокой квалификации. Кроме того, не очевидно, что эти данные будут востребованы когда-либо, во всяком случае, в ближайшей перспективе. Этим, по-видимому, объясняется подобный прагматичный подход регулятора, когда у пользователя есть возможность убедиться в наличии данных, ознакомиться с ними, оценить их соответствие своим целям с учетом качества. Затем, получив, пусть за небольшую плату, высококачественные копии выбранных материалов (бумажные носители сохраняются в любом случае), он может заказывать работы по оцифровке либо заниматься этим собственными силами.

При формировании национальных хранилищ геоданных подобный подход может показаться «безответственным», не отвечающим современным требованиям стандартизации. Но он становится понятным и оправданным после осознания того, что речь идет о проверке качества каждого документа по каждой из сотен тысяч скважин, большей частью «исторических» («старого фонда»), для которых часто имеется фрагментарная информация на бумажных носителях, собранная из разрозненных источников. При этом в каждом отдельном случае никто не может поручиться за добросовестность независимых операторов — поставщиков информации в далекие 1940, 1950, 1960-е гг. лихорадочной нефтедобычи XX в. Тотальная обработка таких материалов с приведением их в цифровой вид и в соответствие международным стандартам вряд ли может рассматриваться как единственное целесообразное и рациональное решение.

Вопрос качества данных и его контроль — существенный негативный фактор, присущий публичной информации на порталах регуляторов в США. Информация в большинстве случаев дается «как есть», т. е. в том виде, в каком была получена от недропользователей. Иначе говоря, в неструктурированном виде и без контроля качества.

Как правило, указывается, что информация была получена из общедоступных скважинных, производственных файлов и баз данных, и ее точность, правильность или полнота не гарантируются. Почти

всегда оговаривается, что регулирующие органы не несут ответственности за любые ошибки или упущения, возникшие при ее использовании, что они не дают никаких прямых или косвенных гарантий в отношении характера, функций или возможностей этой информации, ее пригодности для целей любого пользователя. Также пользователей призывают к оказанию помощи комиссии по устранению выявленных ими в информации ошибок, неточностей или упущений, которые они должны документировать и сообщать об этом специалистам хранилищ.

Подобный подход принципиально отличается от того, как организованы базы данных в национальных хранилищах геоданных (National Data Repository, NDR) [13], где связанная со скважинами геолого-геофизическая и промысловая информация предоставляется в виде стандартизованных информационных продуктов, а отличительной чертой организаций является их приверженность высококачественным данным. В некоторых случаях эти продукты основаны на семействе XML-стандартов WITSML, PRODML, RESQML, поддерживаемых ассоциациями, которые специализируются на развитии технологий обмена данными. Главной целью их применения является унификация данных для обмена и взаимодействия энергетических и сервисных компаний, разработчиков компьютерных приложений и регулирующих органов.

Так, первичные данные каротажа (в las-формате) после конвертации в WITSML могут быть автоматически загружены в приложения всех известных производителей программных продуктов в сфере E&P, в том числе в геологические и гидродинамические модели месторождений (Petrel), банк данных Finder (Schlumberger) и пр. В настоящее время возможность загрузки данных по скважинам (в том числе данных геолого-технологических исследований (ГТИ)) в сеть становится все более и более востребованной при разработке и эксплуатации месторождений ввиду возможности принятия оперативных решений, минимизации ошибок ввода и трансформации данных и др.

В Европе наиболее известен норвежский опыт организации данных в национальном хранилище NDR DISKOS, созданном консорциумом добывающих компаний по инициативе и под контролем государства. Данные по скважинам DISKOS представлены в базе данных в стандартизованном виде на основе модели данных PPDM Data Model (набора спецификаций для создания реляционной базы данных). Пользовательский интерфейс Whereoil (Kadme) обеспечивает просмотр, обработку запросов, отбор данных.

В случае с DISKOS, «на старте» его создания, работа по оцифровке старых каротажных диаграмм не была масштабной. Значительная часть данных, вносимых в банк членами консорциума, уже изначально находилась в las-формате. Число скважин, по

которым представлена информация в базе, составляет несколько тысяч. В настоящее время сотрудники DISKOS работают над проблемой отображения (установления соответствия) отдельных частей WITSML в модели данных PPDM.

В России также развивается сервис по хранению, предоставлению и управлению скважинной информацией через WITSML-серверы. Наряду с такими компаниями, как Petrolink, услуги WITSML-серверов начинают предлагать Томский политехнический университет [14], ООО «НПО «Союзнефтегазсервис» [15] и другие организации.

Интересная ситуация, заставляющая задуматься о перспективах, возникла с китайскими станциями ГТИ, функционирующими в Казахстане, где компании — собственники информации, пользующиеся этими станциями, обладают только IP-адресами находящихся в Китае WITSML-серверов, с которых они могут получать свои данные.

Возвращаясь к подходам и практической организации данных по скважинам в США, можно привести два характерных примера. В первом случае информация по скважинам Мексиканского залива консолидирована в одном из национальных хранилищ данных США, курирование которого осуществляет регулирующий орган — Бюро по обеспечению безопасности и охраны окружающей среды (Bureau of Safety and Environmental Enforcement, BSEE) [16] — специальное учреждение при Министерстве внутренних дел США.

Центр обработки данных BSEE консолидирует сведения по различным тематикам, включая информацию о лицензиях, трубопроводах, разрешениях, платформах/буровых установках, производственную «морскую» информацию, всевозможную статистику о добыче и, конечно, массив геолого-геофизических данных по скважинам. Доступ для пользователей осуществляется через онлайн-запросы. Банк данных имеет четыре информационных блока.

1. Well Data. Отсканированные документы по стволам скважин с данными (за исключением каротажных) и их электронные версии, представленные в цифровом виде начиная с 2006 г. Типы данных включают описание и результаты анализов керна тематических исследований, палеонтологические и биостратиграфические отчеты, отчеты об испытаниях пластов, геохимические анализы, PVT-отчеты, скоростные характеристики разреза и связанные с ними данные.

2. Well Files. Отсканированные изображения документов, связанных со скважинами, и их электронные версии в цифровом виде, предоставляемые через систему разрешений и отчетности eWell (с 2003 г.). Типы данных включают разрешения на бурение и их дополнения, отчеты об окончании работ, сведения о конструкции, еженедельные отчеты,

отчеты о заканчивании скважин, а также ряд других нормативных документов (по сути — дела скважин).

3. Well Log Images. Каротажные диаграммы, отражающие электрические, акустические, резистивные и другие свойства пластов. Записи в разделе — это файлы формата tiff, предоставленные операторами скважин.

4. Raw Log Files. Первичные цифровые каротажные данные, предоставленные операторами в формате las, ver. 2.0 (ASCII-стандарт Канадской каротажной ассоциации) и/или в международном формате lis. В эти данные не вносилось никаких исправлений, изменений, не выполнялось контроля/процедур обеспечения качества, проверок соответствия или стандартизации форматов. Поэтому, как и другие регуляторы, BSEE подчеркивает, что правильность, полнота или отсутствие дефектов в этих данных не гарантируется. Требования BSEE к предоставлению операторами каротажей в цифровом виде действуют с сентября 1996 г. Но начиная с сентября 2004 г. копии цифровых каротажных данных, предоставленных операторами по своим объектам, стали сохранять на дисках. Вызвано это было тем, что все цифровые каротажные данные, полученные на даты между сентябрем 1996 г. и сентябрем 2004 г., были утрачены в результате повреждения здания BSEE в Новом Орлеане во время урагана «Катрина».

Второй пример касается TGS [17] — крупной компании, специализирующейся на консалтинге в области геологии, геофизики и петрофизики, на обработке информации, интерпретационных исследованиях и услугах. Одной из таких услуг является подготовка данных по скважинам в виде информационного продукта, готового для загрузки в различные приложения, в том числе по акватории Мексиканского залива. Окончательный результат может быть подготовлен по выбору заказчика в разных форматах, в том числе в спецификациях WITSML или PPDM (3.8). Вместе с тем хранилище TGS включает материалы более 8 млн каротажных диаграмм и других скважинных данных в растровом виде по ключевым УВ-провинциям 33 стран мира, в том числе по России. TGS по желанию заказчика предоставляет также первичные копии каротажных диаграмм или планшетов в растровых форматах. На сайте компании анонсирована готовность более 1 млн каротажных кривых в las-формате. На платной основе возможен онлайн-доступ (поиск, заказ, загрузка) к хранилищу данных.

К числу NDR в США относят хранилище геоданных Национальной программы сохранения геологических и геофизических данных (National Geological and Geophysical Data Preservation Program, NGGDPP) [18]. Объявленная цель программы — каталогизация, сохранение и предоставление доступа к ценным национальным коллекциям геоданных, которыми могут быть коллекции керна, образцов горных пород, шлифов, полевые журналы, фотографии, карты, ма-

FROM ABROAD

териалы каротажа и сейсмических съемок, наборы данных и многое другое из области геонаук.

Хранилище NGGDPP организовано на принципах часто используемой концепции: доступ пользователей к геоданным осуществляется через единую «витрину» — «Национальный цифровой каталог» (National Digital Catalog, NDC) [19], представляющий собой каталог метаданных, состав и содержание которого обеспечивает обнаружение, понимание, доступ и использование коллекций геоданных.

Подготовку метаданных выполняют специалисты организаций-собственников коллекций (чаще всего геологических служб). Их участие в программе обусловлено результатами конкурсов, в рамках которых происходит распределение грантов на выполнение работ, осуществляемых за счет паритетного финансирования (целевые гранты от USGS в рамках программы не могут превышать 50 %).

NDC был разработан на платформе системы управления базой ScienceBase. Эта система обладает большими функциональными возможностями, включая автоматическое создание веб-сервисов, настройку параметров безопасности, использование совместимых с NGGDPP форматов метаданных и др.

Все пользователи могут просматривать метаданные в Национальном цифровом каталоге, но возможность расширения коллекций и их ведение предоставляется только геологическим службам штатов — собственникам коллекций. Инструментальная панель NDC [20] позволяет загружать метаданные, создавать новые коллекции и редактировать свои существующие. Каждая геологическая организация штата имеет свой каталог, где каждая папка содержит вложенные папки для отдельных физических состояний коллекций. NDC доступен по сетевому адресу [21] и насчитывает более 2,7 млн записей метаданных.

Выводы

1. Государственный учет глубоких скважин, контроль за состоянием фонда скважин, как и контроль за добычей УВ и разработкой месторождений, входят в число приоритетных задач регулирующих органов США. В большинстве штатов эти функции относятся к компетенции Советов и Комиссий по нефти и газу, имеющих широкие полномочия и осуществляющих оперативный мониторинг фонда скважин, которые находятся на территории штатов, независимо от их расположения относительно границ лицензионных участков (аренды). Значительное внимание регулирующих органов уделяется безопасному состоянию скважин, выполняются программы по ликвидации бесхозных, в большинстве своем, скважин на старых месторождениях.

2. Информация по скважинам, включая общие сведения, геолого-геофизические и промысловые данные, предоставляется недропользователями со-

гласно законодательно установленным требованиям в каждом из штатов и становится публичной после небольшого срока конфиденциальности. Информация по скважинам размещается в открытом доступе на официальных порталах регуляторов. Система учета скважин в каждом из штатов построена на использовании уникального числового идентификатора (API Number), который, как название, в обязательном порядке входит в состав метаданных по каждой скважине.

3. На государственном учете глубоких скважин и системе их однозначной идентификации в США основан контроль за добычей на уровне скважин, каждого ствола и заканчивания скважин. В ряде штатов используется система учета раздельной добычи (all-located production). Государство в лице регулирующих органов получает достоверную информацию об извлекаемых из недр нефти и газе. То есть не об объемах, прошедших через коммерческие узлы оценки (с учетом разного рода потерь, в том числе рассчитанных по утвержденным нормативам), а о реальной добыче на каждом объекте. Это позволяет оптимизировать налоговый учет, осуществлять жесткий контроль соблюдения недропользователями лицензионных соглашений, технологий и проектов разработки месторождений.

4. Номинальная информация, предоставляемая регуляторами на официальных порталах, содержит:

- метабазу, содержащую общие сведения по скважинам (20–40 параметров), однозначно идентифицирующие эти объекты недропользования и характеризующие различные аспекты их состояния (местоположение, глубина, техническое состояние, реквизиты владельцев/арендаторов, безопасность и пр.);

- блок промысловой информации (отчетности) с ежемесячно обновляемыми данными о добыче, аренде, стволах скважин (в зависимости от штата) во взаимосвязи с лицензиями с привлечением сведений об испытаниях для пропорционального распределения налоговой нагрузки и аудита;

- блок первичной геолого-геофизической информации (геологические описания керна и стратиграфические разбивки, результаты исследований вещества, каротажные диаграммы, данные испытаний и пр.);

- блок разрешительной технико-технологической документации — аналог дел скважин (разрешения на бурение, акты о проведении основных работ от заканчивания до ликвидации);

- карту расположения скважин в ГИС-приложении, связанную с метабазой и блоками информации.

5. Большая часть геолого-геофизической информации на официальных государственных сайтах регуляторов представлена в неструктурированном виде, «как есть»: отсканированные копии каротажных диаграмм и другой информации не всегда вы-

сокого качества. Каротаж по скважинам в цифровом виде (в формате las) присутствует в составе данных фрагментарно, большей частью с середины 1990-х гг. В некоторых случаях массивы оцифрованных каротажных кривых по старым скважинам передаются компаниями, осуществляющими разведку и добычу, добровольно в виде пожертвований.

6. Подготовка информации с использованием стандартизованных моделей данных E&P (PPDM, WITSML, PRODML и пр.) — безусловно наиболее перспективное направление хранения и предоставления геоданных в национальных и международных хранилищах, поскольку наилучшим образом обеспечивает взаимодействие энергетических и сервисных компаний, разработчиков приложений и регулирующих органов. Тенденция использования унифицированных данных по скважинам наблюдается в России, вместе с тем пока оставаясь прерогативой добывающих компаний и крупных игроков на рынке консалтинговых услуг.

7. Особое внимание в национальной программе США по созданию национального хранилища геоданных уделяется каменному материалу, коллекциями которого обладают в основном геологические службы штатов. Методология организации национального хранилища геоданных в США подобна создаваемому в России Единому фонду геологической информации (ЕФГИ) [22]. USGS, как и ФГБУ «Росгеолфонд», предоставляет онлайн-площадку для доступа к ресурсам широкому кругу пользователей.

«Национальный цифровой каталог» (NDC) — массив метаданных, описывающий «коллекции» геолого-геофизической («геонаучной») информации, управляемой агентствами штатов, по сути — аналог Реестра первичной и интерпретированной информации Федеральной государственной информационной системы ЕФГИ. В числе информационных ресурсов, представленных метаданными в национальном каталоге, находятся не только отдельные отчеты, коллекции образцов, каротажные данные и другая

первичная и интерпретированная информация, но и аналитические информационные системы и базы данных, объединяющие тематически выдержанную геолого-геофизическую и промысловую информацию, в том числе по глубоким скважинам на нефть и газ. Именно эта информация, наряду с результатами сейсморазведки, может быть наиболее востребована, особенно при условии ее представления в соответствии с международными стандартами.

8. В настоящее время сфера государственного учета нефтяных и газовых скважин в России, пробуренных как за счет государственных средств, так и за счет средств недропользователей, их использования и реализации характеризуется практически полным отсутствием отвечающего современным экономическим условиям нормативно-правового регламентирования тех областей недропользования и имущественных отношений, в которых объектом отношений являются глубокие скважины, а одним из субъектов — государство. Недропользователи осуществляют лишь внутривладельческий учет скважин, необходимый им для управления эксплуатационным фондом. Это не может не сказываться на качестве контроля за выполнением взятых ими обязательств по освоению месторождений УВ-сырья, на осуществлении государственного контроля за использованием и безопасным состоянием недр.

Поэтому практические шаги в направлении создания государственной системы учета глубоких скважин представляются оправданными и необходимыми. В создании этого государственного информационного ресурса, очевидно, будут заинтересованы многие ведомства, осуществляющие управление недропользованием и государственным имуществом, контроль экологической безопасности окружающей среды и недр, налоговый мониторинг, и, конечно, широкий круг пользователей, получающих доступ к геолого-геофизической информации через ресурсы Реестра ЕФГИ.

Литература

1. Чесалов Л.Е. Опыт создания и эксплуатации национальных банков геолого-геофизической информации // Недропользование XXI век. — 2018. — Т. 75. — № 5. — С. 60–68.
2. Energy Information Administration (EIA) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.eia.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).
3. Department of Energy (DOE) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.energy.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).
4. Department of the Interior (DOI) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.doi.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).
5. U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sec.gov/> (дата обращения 01.04.2019 г.).
6. Railroad Commission of Texas, RRC [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rrc.texas.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).
7. Карта шахт и скважин штата Нью-Йорк [Электронный ресурс] // База данных Департамента охраны окружающей среды штата Нью-Йорк (DEC). — Режим доступа: www.dec.ny.gov/gis/maw/ (дата обращения 01.04.2019 г.).
8. Freedom of Information Law (FOIL) [Электронный ресурс] // Department of State. — Режим доступа: <https://www.dos.ny.gov/coog/foil2.html> (дата обращения 01.04.2019 г.).
9. Indiana Geological & Water Survey (IGWS) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://igws.indiana.edu> (дата обращения 01.04.2019 г.).
10. U.S. Geological Survey (USGS) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.usgs.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).

FROM ABROAD

11. *National Lacustrine Core Facility (LacCore)* [Электронный ресурс] // University of Minnesota. – Режим доступа: <http://lrc.geo.umn.edu/laccore/index.html> (дата обращения 01.04.2019 г.).
12. *Integrated Ocean Drilling Program (IODP)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iodp.tamu.edu> (дата обращения 01.04.2019 г.).
13. *National Data Repository (NDR)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ndrdgh.gov.in> (дата обращения 01.04.2019 г.).
14. *Сервер WITSML* [Электронный ресурс] // Томский политехнический университет. – Режим доступа: <http://witsml.tpu.ru> (дата обращения 01.04.2019 г.).
15. *Технология Wellook*, сервер WITSML ООО «НПО «Союзнефтегазсервис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nposngs.com/services/tehnologiya-wellook/> (дата обращения 01.04.2019 г.).
16. *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bsee.gov> (дата обращения 01.04.2019 г.).
17. *TGS* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tgs.com> (дата обращения 01.04.2019 г.).
18. *National Geological and Geophysical Data Preservation Program (NGGDPP)* [Электронный ресурс] // Геологическая служба США. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/national-geological-and-geophysical-data-preservation-program> (дата обращения 01.04.2019 г.).
19. *National Digital Catalog (NDC)* [Электронный ресурс] // Геологическая служба США. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/national-geological-and-geophysical-data-preservation-program/national-digital> (дата обращения 01.04.2019 г.).
20. *Инструментальная панель NDC* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencebase.gov/ndcDashboard/> (дата обращения 01.04.2019 г.).
21. *National Digital Catalog (NDC)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/4f4e4760e4b07f02db47dfb4?community=National+Digital+Catalog> (дата обращения 01.04.2019 г.).
22. *Чесалов Л.Е., Аракчеев Д.Б., Юон Е.М.* Единый фонд геологической информации: проблемы и решения // Недропользование XXI век. – 2016. – Т. 63. – № 6. – С. 12–17.

References

1. *Chesalov L.E.* Experience in the Creation and Operation of National Banks of Geological and Geophysical Information. *Nedropol'zovanie XXI vek.* 2018;75(5):60–68.
2. *Energy Information Administration (EIA)*. Available at: <https://www.eia.gov> (accessed 01.04.2019).
3. *Department of Energy (DOE)*. Available at: <https://www.energy.gov> (accessed 01.04.2019).
4. *Department of the Interior (DOI)*. Available at: <https://www.doi.gov> (accessed 01.04.2019).
5. *U.S. Securities and Exchange Commission (SEC)*. Available at: <https://www.sec.gov/> (accessed 01.04.2019).
6. *Railroad Commission of Texas, RRC*. Available at: <https://www.rrc.texas.gov> (accessed 01.04.2019).
7. *New-York State Mines and Wells*. New-York State Department of Environmental Conservation (DEC). Available at: www.dec.ny.gov/gis/maw/ (accessed 01.04.2019).
8. *Freedom of Information Law (FOIL)*. Department of State. Available at: <https://www.dos.ny.gov/coog/foil2.html> (accessed 01.04.2019).
9. *Indiana Geological & Water Survey (IGWS)*. Available at: <https://igws.indiana.edu> (accessed 01.04.2019).
10. *U.S. Geological Survey (USGS)*. Available at: <https://www.usgs.gov> (accessed 01.04.2019).
11. *National Lacustrine Core Facility (LacCore)*. University of Minnesota. Available at: <http://lrc.geo.umn.edu/laccore/index.html> (accessed 01.04.2019).
12. *Integrated Ocean Drilling Program (IODP)*. Available at: <http://iodp.tamu.edu> (accessed 01.04.2019).
13. *National Data Repository (NDR)*. Available at: <https://www.ndrdgh.gov.in> (accessed 01.04.2019).
14. *WITSML Server*. Tomsk Polytechnic University. Available at: <http://witsml.tpu.ru> (accessed 01.04.2019).
15. *Wellook technology*, WITSML Server of Soyuzneftegazservis. Available at: <http://nposngs.com/services/tehnologiya-wellook/> (accessed 01.04.2019).
16. *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)*. Available at: <https://www.bsee.gov> (accessed 01.04.2019).
17. *TGS*. Available at: <https://www.tgs.com> (accessed 01.04.2019).
18. *National Geological and Geophysical Data Preservation Program (NGGDPP)*. U.S. Geological Survey. Available at: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/national-geological-and-geophysical-data-preservation-program> (accessed 01.04.2019).
19. *National Digital Catalog (NDC)*. U.S. Geological Survey. Available at: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/national-geological-and-geophysical-data-preservation-program/national-digital> (accessed 01.04.2019).
20. *National Digital Catalog Dashboard*. Available at: <https://www.sciencebase.gov/ndcDashboard/> (accessed 01.04.2019).
21. *National Digital Catalog (NDC)* [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/4f4e4760e4b07f02db47dfb4?community=National+Digital+Catalog> (accessed 01.04.2019).
22. *Chesalov L.E., Arakcheev D.B., Yuon E.M.* Integrated fund of geological information on subsurface resources: problems and solutions legal fundamentals: natural resources law. *Nedropol'zovanie XXI vek.* 2016;63(6):12–17.