

УДК 553.98::550.8.013

Региональные трехмерные геологические модели нефтегазоносных провинций как основа поисково-разведочных работ

С.Б. Коротков^{1*}, Е.Е. Поляков¹, Б.С. Коротков¹

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

* E-mail: S_Korotkov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова:

региональная геологическая модель, моделирование, Ямал-Карский ареал, нефть, газ, ресурсы, поисково-разведочные работы.

Тезисы. Региональный этап является важным звеном изучения недр при проведении геологоразведки нефти и газа. Законом «О недрах» (1992 г.) предусматривается соответствующий вид лицензии, который, однако, не пользуется спросом нефтегазовых компаний. По государственным контрактам объемы региональных работ также незначительны и ограничиваются обычно геофизическими исследованиями. Все это крайне негативно отражается на достоверности ресурсных оценок нефтегазовых провинций, областей, лицензионных участков, а в конечном итоге – на эффективности поисково-разведочных работ.

Разработанный специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ОАО «СибНАЦ» метод многоуровневого регионального трехмерного моделирования геологического строения и нефтегазоносности недр позволяет решать многие вопросы регионального этапа «в кабинете» на основе систематизации, анализа, переобработки и переинтерпретации накопленного геолого-геофизического материала в совокупности с использованием IT-технологий. В статье показана схема построения трехмерной модели на примере Ямал-Карского ареала. Плотность сети (ячеек) была задана переменной: в районах выявленных месторождений и перспективных структур детальность сети увеличивалась, а в остальных местах уменьшалась. На базе разработанной трехмерной структурно-литологической модели подсчитаны ресурсы газа, проведено ранжирование перспективных участков и локальных объектов по геолого-экономическим критериям, сформирован инвестиционный портфель, включающий более 150 перспективных структур с суммарными ресурсами газа 12 трлн м³.

Впервые созданная региональная цифровая геологическая модель Ямал-Карского ареала позволяет более эффективно решать задачи оценки перспектив нефтегазоносности, развития и уточнения минерально-сырьевой базы.

Последовательное изучение земных недр от общего к частному является залогом успеха геологоразведочных работ (ГРП) с целью выявления месторождений нефти и газа, их подготовки к промышленному освоению и обеспечения рациональной разработки до полной выработки. Нарушение принципа стадийности оборачивается крупными инвестиционными потерями для нефтегазовых компаний и страны в целом, что стало обыденным явлением при ныне действующей практике недропользования. В первую очередь это связано с резким сокращением работ по региональному изучению недр.

В эпоху централизованной плановой экономики СССР стадийность ГРП достигла совершенства и была закреплена в Положении об этапах и стадиях геологоразведочных работ. На основе многолетнего опыта проведения поисково-разведочных работ была установлена рациональная последовательность решения задач на каждом этапе. Причем задачи различных этапов решались разными государственными ведомствами. Работы регионального этапа, поиски и разведка месторождений выполнялись предприятиями Министерства геологии СССР. После завершения разведочного этапа и утверждения запасов Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых месторождение ставилось на государственный баланс и затем передавалось для промышленного освоения добывающим предприятиям Мингазпрома или Миннефтепрома. Соблюдение стадийности ГРП, создание мощных специализированных организаций, отвечающих за решение задач каждого этапа, концентрация работ на главных направлениях, интенсивное внедрение самого передового геофизического и бурового оборудования позволили в кратчайшие сроки выполнить огромный

комплекс региональных работ, открыть новые нефтегазоносные провинции, новые уникальные и крупные месторождения, разработка которых до сих пор является основой благополучия страны.

Переход в 1992 г. на рыночные условия пользования недрами, закрепленный Федеральным законом «О недрах», коренным образом изменил приоритеты, нарушив принцип последовательного планомерного изучения, сместив акценты на геологическое изучение небольших лицензионных участков силами самих добывающих нефтегазовых компаний. Региональные геофизические исследования по государственным контрактам выполняются в незначительных объемах, а бурения опорных, параметрических и других «научных» скважин практически не ведутся. Нестабильность цен на нефть разорила большинство отечественных геофизических предприятий. Попытка Правительства РФ исправить ситуацию путем создания «гибридного» холдинга АО «Росгеология», куда административно были интегрированы осколки некогда мощнейших предприятий Мингео СССР и научных институтов, пока не увенчалась успехом, что наглядно продемонстрировала крайне неудачная форсайт-сессия «Геология будущего», проведенная в марте 2017 г. в технопарке «Сколково» Росгеологией [1]. В ходе форсайта предполагалось выработать дорожную карту развития отечественной геологии (как нефтегазовой, так и рудной), объединить отечественную геологоразведку и производителей оборудования для успешной конкурентной борьбы с западными сервисными компаниями и определить приоритетные пути развития геонаук, но всего этого не было достигнуто. В докладах наглядно продемонстрированы технологическое отставание и полное отсутствие комплексности исследований вопросов нефтегазовой и рудной геологии, отмечены серьезные организационные проблемы отрасли. Вряд ли ситуация существенно изменится в следующие пять лет.

Фактически региональный этап изучения недр «в поле» упразднился, поскольку нефтегазовые компании крайне редко берут лицензии для выполнения подобных работ (и законодательно такие работы плохо урегулированы для нужд недропользователей), а государство не выделяет требуемых средств. Возникает вопрос: а нужен ли региональный этап в современной геологоразведочной деятельности? Результаты

ГРП на нефть и газ в России за прошедшие четверть века позволяют ответить утвердительно. Нововведения в правилах пользования недрами по западному образцу не пошли во благо нашей стране. На VII Съезде геологов России, который открывал президент РФ, руководитель Федерального агентства по недропользованию А.П. Попов в своем докладе с тревогой обращал внимание на то, что «за двадцатилетний период не был подготовлен ни один новый район нефтедобычи». И далее – прирост запасов происходит в основном за счет доразведки разрабатываемых месторождений либо переоценки запасов с увеличением коэффициента извлечения нефти [2].

Аналогичная картина наблюдается и по газу: ежегодно основной прирост запасов фиксируется по ранее открытым и разрабатываемым месторождениям. На новых площадях – как в районах действующих центров газодобычи, так и на вновь осваиваемых территориях Восточной Сибири – открываются в основном мелкие месторождения или залежи углеводородов. При этом большинство лицензионных участков для геологического изучения недр после проведения комплекса ГРП сдаются обратно в Росгеолфонд по причине отсутствия открытий или нерентабельности освоения углеводородных ресурсов. Фиктивные «великие открытия» мелких недропользователей с целью дальнейшей спекулятивной перепродажи активов или привлечения инвестиций в данной статье не рассматриваются.

По мнению авторов, одной из главных причин низкой эффективности ГРП является отсутствие достоверной региональной модели и достоверной оценки ресурсного потенциала. Лицензионные участки «нарезаются» уполномоченными государственными структурами сплошными полями вблизи известных месторождений или вдали от них. Прилагается скудная геологическая информация с оценкой ресурсов, достоверность которой не может быть проверена потенциальным приобретателем лицензии. После проведения геофизических работ, реже – бурения одной-двух скважин, лицензия сдается как не оправдавшая ожиданий.

Становится очевидной необходимость получения достоверной информации о геологическом строении не только лицензионного участка, но и всей нефтегазоносной области, всей нефтегазоносной провинции. Для решения этой задачи в Программу научно-

технического сотрудничества ОАО «Газпром»¹ и Правительства Ямало-Ненецкого АО на 2010–2015 г. была включена и профинансирована тематика, в ходе выполнения которой ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ОАО «СибНАЦ» разработали и успешно апробировали метод регионального трехмерного моделирования геологического строения и нефтегазоносности недр, позволяющий существенно оптимизировать выбор наиболее перспективных участков для лицензирования и повысить геолого-экономическую эффективность ГРП [3].

В последние годы облегчен доступ к базе геолого-геофизической информации, накопленной в нашей стране с начала XX в. Наблюдается планомерная модернизация государственных геологических фондов и кернохранилищ, становится обязательной передача результатов геологических работ недропользователей в региональные геологические фонды и Росгеолфонд, предоставлен доступ к коммерческим отчетам после истечения определенного срока. Улучшается система лицензирования и мониторинга выполнения лицензионных обязательств, совершенствуется отчетность недропользователей. Внедрены электронные каталоги фондовой геолого-геофизической информации, большинство материалов оцифровано. Все перечисленное в совокупности с IT-технологиями дает возможность недропользователям частично решать многие задачи регионального этапа, не прибегая при этом к полевым и буровым работам. Ярким примером применения комплексного подхода при геологическом изучении крупных региональных нефтегазоносных объектов может служить создание региональной трехмерной цифровой модели геологического строения осадочного чехла и переходной зоны фундамента территории Ямало-Гыдан-Карского арала (рис. 1), являющегося сегодня наиболее перспективным для газодобывающей отрасли [3]. Проект выполнен совместно специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва) и ОАО «СибНАЦ» (Тюмень) в 2009–2012 гг.

На тот момент ОАО «Газпром» поставило перед исполнителями следующие основные задачи:

- систематизации и анализа геолого-геофизического материала;

- построения структурного каркаса и наполнения его петрофизическими параметрами на основе данных региональной и разведочной сейсморазведки, бурения и геофизических исследований скважин (ГИС), гравиметрических и магнитометрических съемок, термобарических и гидрогеологических исследований;

- построения трехмерной цифровой геолого-геофизической модели всего осадочного чехла, включая верхнюю часть разреза (многолетнемерзлые породы) и глубокие горизонты (4–12 км);

- изучения блокового строения и межблоковых зон ареала, включая переходный комплекс и фундамент;

- визуализации геологического строения исследуемой территории не только для профильных, но и для всех смежных специалистов;

- оценки достоверности и переоценки традиционных и нетрадиционных ресурсов углеводородов п-овов Ямал, Гыдан, Обской губы и акватории Карского моря;

- выделения ранее не выявленных перспективных структур;

- обоснования последующих работ по лицензированию, поискам и разведке на исследуемой территории [3].

Примерно с 2005–2007 гг. на мировом рынке геолого-геофизического программного обеспечения получили распространение комплексы бассейнового моделирования. Первоначально рассматривался вариант создания региональной модели на основе такой программы. После детального ознакомления и тестового использования одной из них выявились принципиальные недостатки. Главным из них является субъективность закладываемых отправных параметров, выбираемых пользователем исходя из личного опыта, квалификации и своих представлений о генезисе углеводородов. Вторым изъяном можно считать ограниченность моделируемого пространства участком примерно 100×100 км, что применительно к российским условиям не подпадает под определение региональной модели и больше коррелируется с масштабами лицензионных участков базовых месторождений газа и нефти. Помимо перечисленного, «бассейновая» модель получается псевдо-трехмерной, состоящей из наборов двухмерных субмоделей, что ограничивает ее последующее практическое применение. Основной упор делался не на структурные построения

¹ Ныне – ПАО «Газпром».

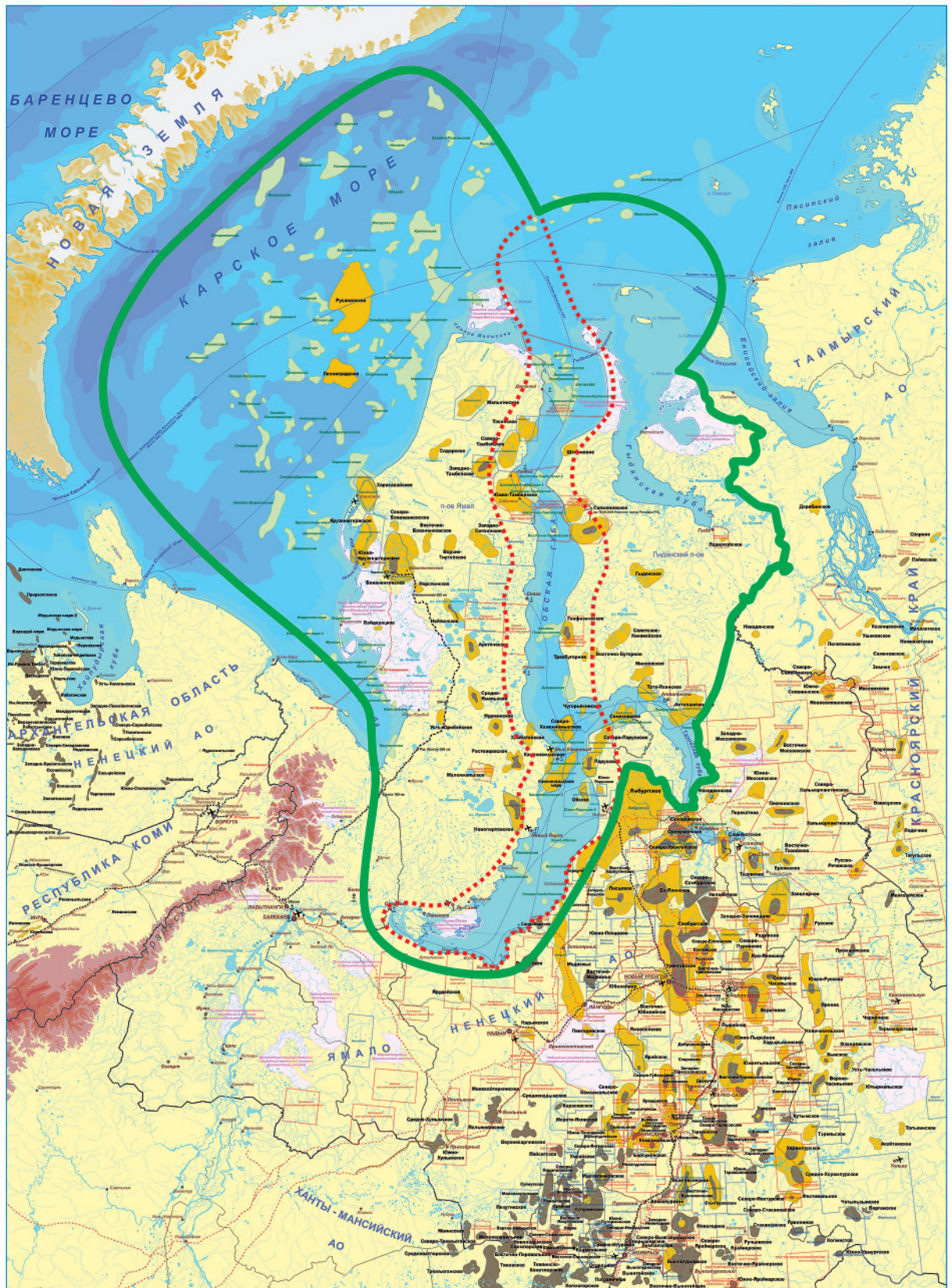


Рис. 1. Схематичные контуры региональных трехмерных геологических моделей Ямала, Гыдана и южной части Карского моря (красный пунктир) и сводный контур охваченной исследованиями территории (сплошная зеленая линия)

с последующим наполнением петрофизическими параметрами, а на геохимические и термобарические исследования с позиций осадочно-миграционной модели нафтидогенеза. Заметим, что осадочно-миграционная модель в настоящее время подвергается аргументированной критике и в практической деятельности (локальный прогноз залежей, выделение и ранжирование поисковых объектов, обоснование целевых пластов при проектировании поисковых скважин) не применяется. Как результат, бассейновый анализ, довольно популярный в научно-геологических кругах Европы, не получил в России распространения, а выполненные проекты подвергаются критике [4]. Разумеется, моделирование углеводородных систем на основе бассейнового анализа имеет определенную нишу – прежде всего фундаментальную геологию и образовательные задачи, но для оценки перспектив участков недр нефтегазоносного бассейна и их последующего лицензирования данная технология малоприменима.

В результате было принято решение воспроизвести на принципиально новом технологическом уровне традиционное структурно-литологическое моделирование, практикуемое в нашей стране с 30-х годов XX в. В качестве инструмента было решено использовать один из популярных пакетов трехмерного моделирования месторождений – Petrel (Schlumberger) или IRP RMS (Rohar). Технические возможности обеих программ при рекомендуемой величине ячеек, необходимой для создания стандартной геолого-гидродинамической модели месторождения среднего размера, как правило, ограничены площадью участка 100×100 км, чего, как уже упомянуто, недостаточно. Для региональной модели высокая точность не нужна: возможно существенно увеличить размер ячеек для расширения площади модели до 700×1000 км, но открытые ранее месторождения и структуры могут «раствориться» при укрупнении ячеек. В худшем случае на месте антиклинали образуется синклиналь или моноклиналь. Чтобы избежать подобных казусов плотность модели (размер ячеек) была задана переменной: в местах дислокации месторождений и ранее выявленных структур детальность сети увеличивалась (размер ячеек меньше), а в остальных местах – уменьшалась (размер ячеек больше).

Правильность такого подхода подтверждает анализ геолого-геофизической изученности:

в районах выявленных локальных поднятий плотность поисковой сети сейсмической съемки выше; в районах месторождений и структур есть плотные разведочные сети 2D, а на лицензионных участках – часто высокоточные трехмерные съемки. Более 95 % поисково-разведочных скважин также находятся в границах локальных поднятий.

В ходе выполнения работ по построению региональной модели Ямало-Карского ареала (включая Обскую губу) был систематизирован и проанализирован весь массив первичной и обработанной геолого-геофизической, петрофизической и буровой информации, хранившейся в региональных и территориальных геологических фондах, библиотеках и коммерческих организациях. В процессе работы специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ОАО «СибНАЦ» переобработали более 80 тыс. км сейсмических профилей 2D, данные по 493 разведочным скважинам (всего в регионе пробурено более 900 скважин), выполнили интерпретацию по основным отражающим горизонтам [5].

В результате была значительно улучшена корреляция отражающих горизонтов (рис. 2), лучше стали прослеживаться блоковый переходный комплекс и фундамент, а также структура заполнения осадочными породами межблоковых зон (палеограбен) [6]. Переобработка скважинных данных позволила получить и обосновать средние характеристики фильтрационно-емкостных свойств коллекторов по выделенным зонам исследуемой территории (в том числе по каждому месторождению), такие как коэффициенты песчаности, пористости, нефтегазонасыщенности и др. Эти результаты были использованы для параметрического наполнения цифровой геологической модели (рис. 3). Необходимость районирования по зонам продиктована практически полным отсутствием данных по структурам, выявленным в прилегающих к п-ову Ямал акваториях, в частности в акватории Карского моря, геологическое строение которой в настоящее время охарактеризовано данными бурения семи глубоких скважин.

Кроме данных сейсморазведки и ГИС в ходе исследований использованы материалы дистанционного зондирования, данные гравиметрической и магнитной съемок. Интерпретация всего массива геолого-геофизических материалов в рамках одного проекта

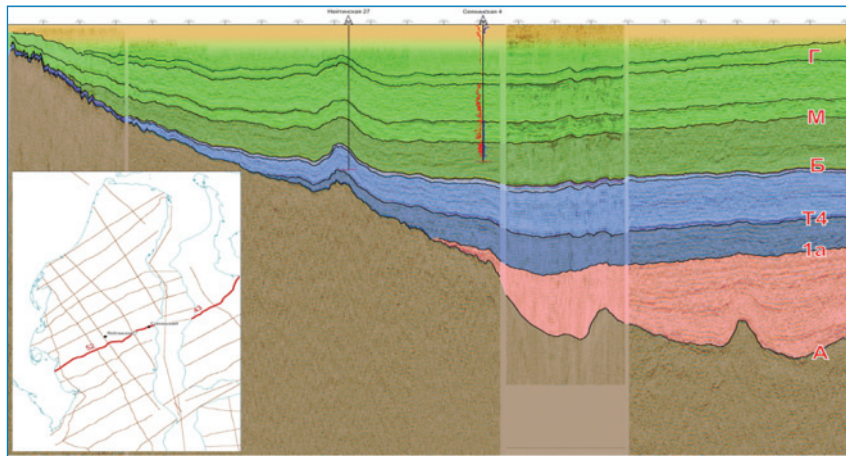


Рис. 2. Пример увязки регионального сейсмогеологического разреза с данными ГИС (по материалам ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ОАО «СибНАЦ», 2010 г.)

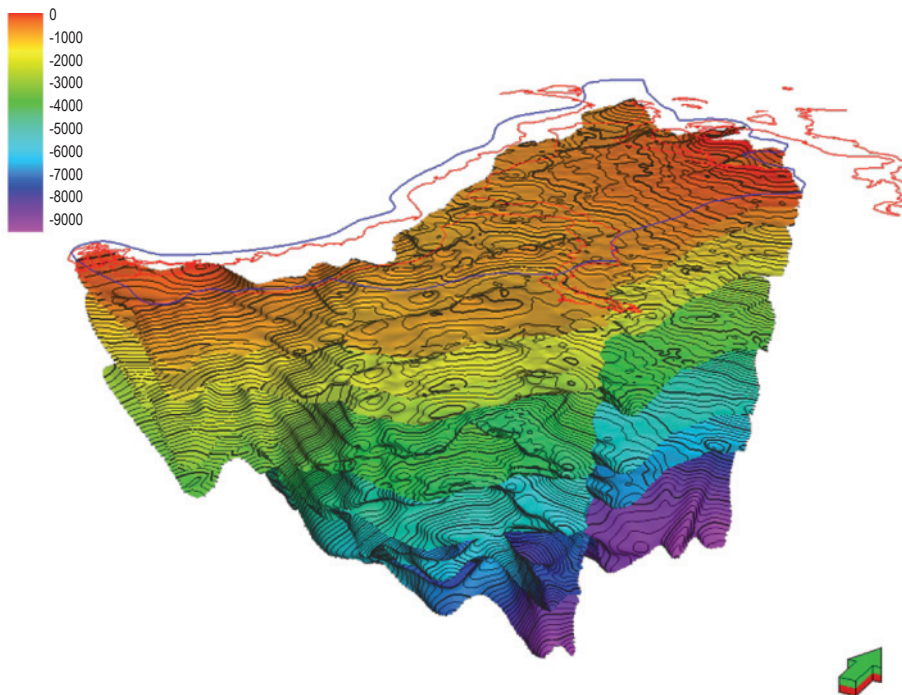


Рис. 3. Рабочий вариант трехмерной геологической модели Ямало-Карского ареала, построенный в программном комплексе Petrel (по данным ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ОАО «СибНАЦ», 2010 г.)

позволила тщательно увязать данные съемок разных лет, тем самым повысив достоверность структурно-литологических построений. На основе выполненной интерпретации создан набор структурных карт в масштабе 1:200000 [5].

По результатам регионального моделирования проведено ранжирование перспективных участков и локальных перспективных объектов с оценкой ресурсов газа и конденсата категорий $C_3+D_{1л}$. Основными

критериями выделения объектов для геолого-экономической оценки стали: величина ресурсов, состав углеводородного сырья, пространственное расположение объекта оценки, степень изученности и освоенности объектов, основные геолого-промысловые параметры объектов. Дальнейшее ранжирование объектов оценки проводилось по значимости геолого-экономических показателей, таких как величина ресурсов, чистый дисконтированный доход и внутренняя норма доходности.

Перспективные объекты были разделены на четыре группы: рентабельные, гранично-рентабельные, условно-рентабельные и нерентабельные в зависимости от экономической эффективности освоения ресурсов углеводородов [3]. На основе созданной региональной модели сформирован инвестиционный портфель перспективных объектов, групп объектов и зон, включающий более 150 перспективных структур с суммарным ресурсным потенциалом 12 трлн м³ газа.

Впервые созданная региональная цифровая геологическая модель Ямал-Карского региона позволяет более эффективно решать задачи различного уровня. На федеральном уровне это средне- и долгосрочные планы по созданию в регионе нового крупного центра добычи углеводородного сырья, на региональном уровне – рациональное регулирование вопросов недропользования на суше и в акваториях, на уровне недропользователей – четкое представление о перспективах нефтегазоносности выставляемых на аукционы и конкурсы лицензионных участков.

В научном плане коллективная работа объединила интеллектуальные силы двух ведущих нефтегазовых геологических исследовательских центров, позволив интегрировать смежные компетенции и накопленную геолого-геофизическую информацию в единый информационный продукт. Большой вклад в создание региональных моделей Ямал-Карского региона, помимо авторов данной статьи, внесли ученые ОАО «СибНАЦ» А.М. Брехунцов, Б.В. Монастырев, И.И. Нестеров (мл.), Б.Я. Глушаков, В.С. Бочкарев и ученые ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Ю.В. Илатовский, В.А. Скоробогатов, Ю.П. Ампилов, Д.Н. Крылов, Г.Р. Пятницкая, Я.И. Штейн, Б.С. Коротков, Д.А. Соин, Н.Г. Паршикова, В.В. Яковенко, В.Л. Табрин, А.Ю. Барков, А.В. Толстикова, И.В. Яковлев, С.Н. Вальковский, Г.В. Ларин, А.А. Попов, Д.В. Подобедов, О.В. Ломоносова, Л.Н. Петрова, Л.С. Салина, Е.В. Семенова, А.В. Ахияров, Е.А. Федорова, Н.А. Никульникова, Е.С. Давыдова, Е.В. Лигус, А.М. Радчинова, С.С. Груntenко, Е.А. Плешкова и др.

Описанная технология трехмерного регионального геолого-геофизического моделирования, впервые предложенная для практической

реализации заслуженным геологом России д.г.-м.н. А.М. Брехунцовым, качественно отличается от привнесенного к нам с Запада бассейнового моделирования, в основу которого заложена идея генерационно-аккумуляционного потенциала нефтематеринских и коллекторских пород, латеральной миграции углеводородов и другие атрибуты осадочно-миграционной концепции нафтидогенеза. Ресурсная оценка, выполненная по выделенным структурам на основе структурно-петрофизических построений А.М. Брехунцовым и В.А. Скоробогатовым, позволила объективно оценить и локализовать углеводородный потенциал перспективных поисковых объектов.

Позитивный опыт, полученный в ходе реализации проектов моделирования крупных геологических объектов Крайнего Севера (Западная Сибирь), целесообразно распространить и на другие регионы деятельности Группы Газпром. В европейской части РФ весьма интересным объектом для регионального моделирования является Прикаспийская впадина [7, 8], углеводородный потенциал которой оценивается очень высоко, но успехи поисково-разведочных работ на лицензионных участках весьма скромные. В Восточной Сибири наибольший интерес представляет минерально-сырьевой коридор газотранспортной системы «Сила Сибири» и транспортной системы «Севморпуть», на Дальнем Востоке – шельф дальневосточных морей. Региональное моделирование повысит результативность и зарубежных поисковых проектов отечественных нефтегазовых компаний.

Результирующий эффект геолого-геофизического регионального моделирования позволит значительно оптимизировать затраты на поисково-разведочные работы, более рационально подойти к вопросам лицензирования участков недр с целью постановки ГРП и снизить временные издержки. На этапе освоения углеводородных ресурсов появится возможность оптимизировать доразведку продуктивных и перспективных глубоких горизонтов, рационально подойти к лицензированию смежных территорий (нераспределенный фонд и добычные активы) и реализовать комплексное освоение углеводородного и рудного потенциалов новых центров газодобычи.

Список литературы

1. Форсайт-сессия «Геология будущего – 2050» состоится в Сколково // Сколково [электронный ресурс]. – http://sk.ru/news/b/press/archive/2017/03/13/forsaytsessiya-_2200_geologiya-buduschego--2050_2200_-sostoitsya-v-skolkovo.aspx [дата обращения: 11.05.2017].
2. Попов А.П. Доклад на VII Всероссийском съезде геологов // ПравоТЭК информ [электронный ресурс]. – www.lawtek.ru/analytics/811 [дата обращения: 11.05.2017].
3. Коротков С.Б. Региональное геологическое моделирование для повышения геолого-экономической эффективности поисково-разведочных работ / С.Б. Коротков, В.В. Яковенко // Газовая промышленность. – 2013. – № 696. – С. 31–34.
4. Тимурзиев А.И. От нефтегазогеологического районирования недр к технологии бассейнового моделирования – не оправдавшая себя иллюзия / А.И. Тимурзиев // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2009. – № 8. – С. 21–26.
5. Крылов Д.Н. Методические особенности параметрического наполнения региональных цифровых геологических моделей / Д.Н. Крылов, А.А. Попов, Д.В. Подобедов и др. // Материалы IV Международной конференции «Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток» (ROOGD-2012). – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2012. – С. 23.
6. Коротков С.Б. Газ на больших глубинах: новые модели поисковых объектов и направления совершенствования методов ГРП / С.Б. Коротков – М.: Газпром экспо, 2012. – 108 с.
7. Коротков Б.С. Перспективы поисков промышленно значимых залежей углеводородов на больших глубинах в России / Б.С. Коротков, С.Б. Коротков, В.Ф. Подурушин // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: сб. – М.: Газпром экспо, 2009. – 114 с.
8. Люгай Д.В. Стратегия поисков газа в Прикаспийской впадине / Д.В. Люгай, Е.Е. Поляков, Б.С. Коротков // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 5 (16). – С. 53–58.

Regional 3D geological models of oil-gas-bearing provinces as a foundation of geological prospecting

S.B. Korotkov^{1*}, Ye.Ye. Polyakov¹, B.S. Korotkov¹

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyektiruemyy proezd # 5537, Razvilka village, Leninsky district, Moscow Region, 142717, Russian Federation

* E-mail: S_Korotkov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Regional stage is an important link of subsoil explorations in course of oil and gas prospecting. The RF Law On Subsoil (1992, *russ.* “O nedrakh”) envisages a correspondent type of license, which, meanwhile, is not demanded by oil-gas companies. The scope of regional works against the state contracts is also poor and is limited mostly with geophysical researches. This practice rather negatively affects the validity of resource estimations related to oil-gas provinces, regions and licensed sites, and finally the efficacy of prospecting.

A method for multilevel regional 3D simulation of geological structure and oil-gas-bearing capacity of the subsoil structures, developed by the specialists from Gazprom VNIIGAZ LLC and SibNAT's OJSC, enables to solve many regional issues “in a cabinet” on the basis of systematization, analysis, reprocessing and reinterpretation of the accumulated geological-geophysical information together with IT applications. The article reveals a scheme for 3D simulation of Yamal-Kara areal. Density of a net (cells) was variable: in the districts of detected fields and promising structures the minuteness of the net was higher, and in other locations it was decreased. This 3D structural lithologic model was applied for calculation of gas resources, ranging of promising sites and local objects by geologic-economic criteria, and forming of investment portfolio, which included more than 150 promising structures having total resources of $12 \cdot 10^{12}$ m³.

So, the original regional digital geological model of Yamal-Kara areal allows at effective estimation of oil-gas presence and more precise description of the mineral base.

Keywords: regional geological model, simulation, Yamal-Kara areal, oil, gas, resources, geological prospecting.

References

1. *Foresight session “Geology of Future – 2050” will take place in Skolkovo* [Forsayt-sessiya “Geologiya budushchego – 2050” sostoitsya v Skolkovo]. In: *Skolkovo* [online]. Available from: http://sk.ru/news/b/press/archive/2017/03/13/forsaytsessiya-_2200_geologiya-buduschego--2050_2200_-sostoitsya-v-skolkovo.aspx [viewed: 11 May 2017]. (Russ.).
2. POPOV, A.P. Report at VII All-Russian Congress of Geologists [Doklad na VII Vserossiyskom syezde geologov]. In: *PravoTEK inform* [online]. Available from: www.lawtek.ru/analytics/811 [viewed: 11 May 2017]. (Russ.).
3. KOROTKOV, S.B. and V.V. YAKOVENKO. Regional geological simulation aimed at rise of geological-and-economical efficacy of prospecting [Regionalnoye geologicheskoye modelirovaniye dlya povysheniya geologo-ekonomicheskoy effektivnosti poiskovo-razvedochnykh rabot]. *Gazovaya promyshlennost'*. 2013, no. 696, pp. 31–34. ISSN 0016-5581. (Russ.).
4. TIMURZIYEV, A.I. From oil-gas-geological zoning of depths to a technology of basin modelling – illusion that didn't vindicate itself [Ot neftegazogeologicheskogo rayonirovaniya neдр k tekhnologii basseynovogo modelirovaniya – ne opravdavshaya sebya illyuziya]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*. 2009, no. 8, pp. 21–26. ISSN 2413-5011. (Russ.).
5. KRYLOV, D.N., A.A. POPOV, D.V. PODOBEDOV et al. Methodical features of parametric filling of regional digital geological models [Metodicheskiye osobennosti parametricheskogo napolneniya regionalnykh tsifrovyykh geologicheskikh modeley]. In: *Proc. of IV International conference ROOGD-2012 (Russian offshore oil and gas development: Arctic and Far East)*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2012, p. 23. (Russ.).
6. KOROTKOV, S.B. *Gas in deep subsoils: new models of exploratory prospects and trends for perfection of geological prospecting methods* [Gaz na bolshikh glubinakh: novyye modeli poiskovykh obyektov i napravleniya sovershenstvovaniya metodov GRR]. Moscow: Gazprom expo, 2012. (Russ.).
7. KOROTKOV, B.S., S.B. KOROTKOV and V.F. PODURUSHIN. Outlooks for prospecting of industrially significant hydrocarbon deposits in deep subsurface of Russia [Perspektivy poiskov promyshlenno znachimyykh zalezhey uglevodorodov na bolshikh glubinakh v Rossii] In: *Geology, drilling, development and operation of gas and gas-condensate fields* [Geologiya, bureniye, razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gasokondensatnykh mestorozhdeniy]: collected papers. Moscow: Gazprom expo, 2009. (Russ.).
8. LYUGAY, D.V., B.S. KOROTKOV and Ye.Ye. POLYAKOV. Strategy of searches of gas in Caspian Coastal Depression [Strategiya poiskov gaza v Prikaspiyskoy vpadine]. *Vesti gazovoy nauki*. Resource support problems of Russian oil-producing regions up to 2030. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2013, no. 5(16), pp. 53–58. ISSN 2306-8949. (Russ.).