

Методические и технологические вызовы при освоении месторождений севера Западной Сибири: геологоразведка и разработка

DOI: 10.24411/2076-6785-2019-10034

А.В. Язьков

к.т.н., заместитель генерального директора по разработке
ayazkov@gmail.com

Ю.Н. Долгих

д.г.-м.н., ученый секретарь
YNDolgikh@novatek.ru

А.А. Куркин

старший эксперт
aakurkin@novatek.ru

А.З. Насибуллин

начальник управления

Л.М. Кадочникова

к.ф.-м.н., старший эксперт
LMKadochnikova@novatek.ru

Я.В. Кузнецова

к.г.-м.н., старший эксперт
YVKuznetsova@novatek.ru

П.И. Елисеев

начальник отдела
eliseev@novatek.ru

П.А. Кудрин

директор департамента
Kudrin@novatek.ru

М.С. Григорьев

заместитель генерального директора по бурению
MSGrigoriev@novatek.ru

ООО «НОВАТЭК НТЦ», Тюмень, Россия

Введение

В 2010 году Правительством Российской Федерации был принят комплексный план по развитию производства сжиженного природного газа (далее — СПГ) на полуострове Ямал (распоряжение от 11 октября 2010 г. № 1713-р). Данное правительственное решение явилось логическим шагом реализации «ресурсного маневра» в газовой отрасли, состоящего в опережающем наращивании объемов производства и поставок СПГ на экспортные рынки — для того, чтобы минимизировать риски и компенсировать вероятные потери экспорта «трубного» газа в Европу и страны СНГ, где рынки, по прогнозам экспертов, будут переживать длительную стагнацию.

Основой для производства СПГ в России должна стать арктическая часть Западной Сибири (рис. 1). Высококачественная ресурсная база, уникальное географическое положение данного региона и развитие Северного Морского Пути позволят арктическому сегменту СПГ эффективно конкурировать на всех основных рынках сбыта.

Как известно, Западно-Сибирская нефтегазовая провинция в целом находится в стадии глубокого освоения, прирост ресурсной базы сейчас происходит в основном за счет малоамплитудных и малоразмерных перспективных объектов, выявляемых в процессе доразведки [1]. Тем не менее, опыт геологоразведочных работ последних 10 лет свидетельствует, что есть резервы выявления более крупных и даже уникальных объектов, на относительно малоизученных обширных территориях Ямала и Гыдана, включающих транзитные зоны северных губ и морей [2].

Однако северные месторождения обладают рядом специфических особенностей, затрудняющих их освоение:

- Неблагоприятные географо-климатические условия, выражающиеся в суровом арктическом климате, большом количестве рек и озер, высокой заболоченности, что затрудняет перемещение техники, проведение полевых геофизических исследований, строительство и монтаж любой инфраструктуры. Следует отметить и наличие разного рода экологических ограничений.
- Сильно выраженная неравномерность изученности и степени освоения территорий, удаленность от промышленно развитых регионов, отсутствие развитой инфраструктуры. В связи с этим — сложности с логистикой, базировкой, транспортировкой людей и грузов, высокая себестоимость любых работ.
- Сложное геологическое строение, наличие АВПД, низкие ФЕС ряда перспективных резервуаров, в том числе относящихся к трудноизвлекаемым запасам (далее — ТРИЗ), обуславливают необходимость внедрения продвинутого методов геологического моделирования и повсеместного использования горизонтального бурения, применения разных методов интенсификации добычи и специальных систем разработки залежей.
- Наличие мозаичных многолетнемерзлых пород, пучинистых и просадочных грунтов, непредсказуемость процессов разложения газогидратов диктуют требования по более детальному и тщательному анализу данных комплекса геофизических и инженерно-геокриологических изысканий при



Рис. 1 — Схема ресурсной базы арктической части Западной Сибири с выделением зон, ориентированных на трубный газ и сжиженный природный газ (СПГ) [3].

Fig. 1 — The hydrocarbon assets map of the Arctic part of Western Siberia with allocation of zones focused on pipe gas and liquefied natural gas (LNG) [3]

Арктическая часть Западной Сибири содержит в себе основные объемы запасов и ресурсов углеводородов, доступных для освоения в ближайшее время в России. В настоящее время компанией «НОВАТЭК» здесь реализуются крупные проекты по производству сжиженного природного газа: «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ 1, 2, 3». Объекты разработки имеют сложное геологическое строение, слабо изучены, расположены в неблагоприятных географо-климатических условиях и удалены от промышленно развитых регионов. Экономически эффективное освоение объектов такого типа является серьезным технологическим вызовом для нефтегазодобывающей отрасли, и обуславливает необходимость совершенствования технологий, существующих традиционных подходов и методик. В статье кратко освещены проблематика и основные достижения компании «НОВАТЭК» в геологоразведке и разработке.

Материалы и методы

Геологоразведочные работы, оценка и подготовка ресурсной базы, создание трехмерных геологических моделей, разработка и интегрированное моделирование месторождений.

Ключевые слова

интегрированный подход, геологоразведка, геологическое моделирование, разработка, ТРИЗ, СПГ

проектировании и строительстве объектов наземной и подземной инфраструктуры месторождений.

- Повсеместное развитие криогенных процессов создает препятствия проведению качественных полевых геофизических исследований, мощные неоднородности в верхней части геологического разреза искажают скоростные, плотностные и электрофизические модели продуктивных резервуаров.
- Бурение (строительство) скважин и сопутствующие исследования геофизических характеристик, керны и пластовых флюидов горных пород сильно осложняются широким развитием зон аномально высокого пластового и порового давления. Вынужденное и зачастую избыточное уплотнение бурового раствора впоследствии искажает геофизические характеристики, ФЕС и результаты испытаний продуктивных пластов, снижает коэффициент успешности поисково-оценочного бурения.

В связи с вышеизложенным, эффективное освоение северных месторождений является комплексной задачей, успешное решение которой невозможно без применения новых технологий и современных подходов к геологоразведке, разработке и добыче углеводородов, обустройству месторождений, строительству скважин.

Данная работа была разделена на две публикации. В первой статье рассмотрены вопросы геологоразведки и разработки.

Основные продуктивные и перспективные комплексы, объекты и направления геологоразведочных работ

На севере Западной Сибири по оцененным запасам газа безоговорочными лидерами являются Надым-Пурская, Пур-Тазовская и Ямальская нефтегазоносные области [4]. При этом месторождения Надым-Пурской и Пур-Тазовской областей находятся сейчас в стадии падающей добычи [5], и основные надежды на наращивание добычи в ближайшее время следует связывать с пока еще не введенной в стадию активной эксплуатации Ямальской областью. Здесь на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения ПАО «НОВАТЭК» реализует проект «Ямал СПГ».

Вместе с тем, потенциал для прироста запасов трех вышеупомянутых областей уже

весьма ограничен — процент степени разведанности ресурсной базы высок. Основной неопределенный объем ресурсов и неразведанных запасов углеводородов сухопутной части Западно-Сибирской провинции сосредоточен на Гыданском полуострове, где расположены другие крупнейшие месторождения региона — Утреннее и Геофизическое. Для их освоения планируется создание новых проектов по сжижению газа — «Арктик СПГ».

Важно отметить, что основная часть запасов углеводородов региона имеет весьма сложное строение: приурочена к многопластовым (более 40 пластов) месторождениям со значительной степенью латеральной и вертикальной неоднородности.

В части поиска ресурсов, Гыдан — единственный регион Западной Сибири, где еще остались неразбуренными относительно крупные структурные поднятия в апт-альб-сеноманском и неокомском продуктивных комплексах, обладающих наиболее высокими ФЕС. Эти интервалы согласно официальным оценкам содержат в структурных ловушках до 30% от общего объема ресурсов Гыданского полуострова (рис. 2). При этом в картировании структурных ловушек на севере Западной Сибири имеются известные сложности, связанные с искажающим влиянием неоднородностей верхней части разреза на структурные построения. Для обеспечения необходимого в современных условиях уровня точности сейсмических моделей в компании «НОВАТЭК» разработана и применяется комплексная адаптивная технология кинематической инверсии сейсмических данных [6].

Еще большие перспективы Гыданского полуострова связаны с ачимовским и юрским интервалами — в них содержится около 60% ресурсов углеводородов (рис. 2). Следует отметить, что в целом по ЯНАО за последние 10–15 лет оценки ресурсов ачимовского НГК увеличились на 30–50 % [8]. При этом ресурсы и запасы в юрских и ачимовских ловушках по причине своего сложного строения, относительно низких ФЕС коллекторов, высокого АВПД, относят к категории ТРИЗ.

О сложности объектов свидетельствует и значительная разница в оценках ресурсного потенциала этой территории. По разным авторам она составляет от 7,1 трлн м³ газа [5] до 11,6 трлн м³ газа (официальные оценки [4]). Важно не преуменьшать диапазон

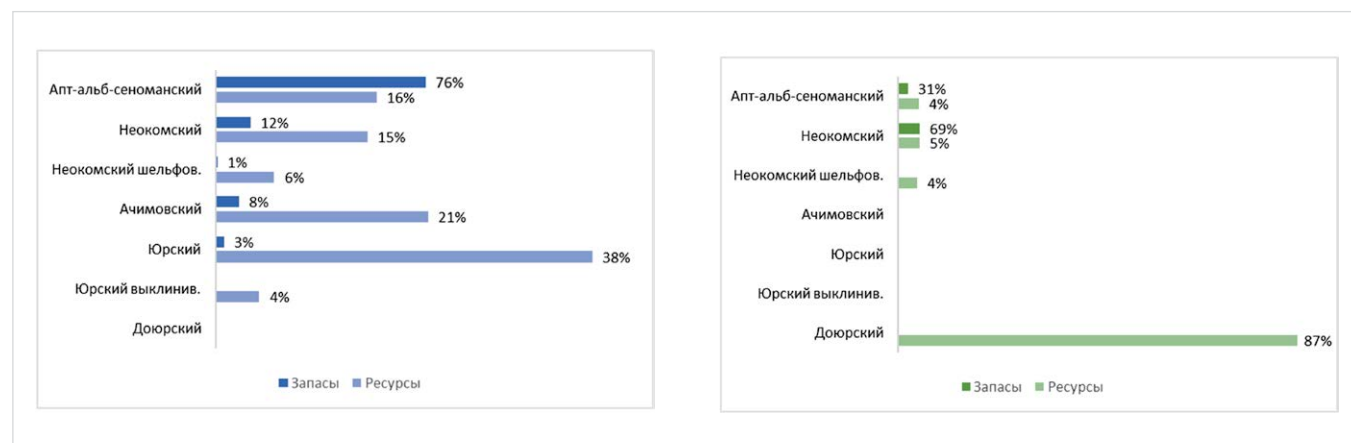


Рис. 2 — Распределение запасов и ресурсов газа (вверху) и нефти (внизу) в процентах по интервалам Гыданской и Енисей-Хатангской (ЯНАО) нефтегазоносной области. Составлено по официальным оценкам [4].

Fig. 2 — Distribution of reserves and resources of gas (above) and oil (below) in the intervals of Gydan and Yenisei-Khatanga (YNAO) oil and gas regions. After official estimates [4]

неопределенности прогноза и не завышать точность оценки, поскольку это может привести к отрицательным результатам [7]. Необходимо рассматривать все вероятные варианты и сценарии, как при оценке запасов и создании геологических моделей открытых месторождений [9], так и при оценке ресурсного потенциала перспективных площадей.

Выполняющиеся в настоящее время геологоразведочные работы подтверждают оптимистичные оценки. Так, новая поисковая скважина, пробуренная в 2017 году на Салмановском (Утреннем) месторождении, дала притоки газоконденсата в юрских пластах, и на государственный баланс были поставлены крупные запасы. По материалам ГИС законченной бурением в этом же году параметрической скважины Гыданской-130 прогнозируется наличие продукта, как в среднеюрском комплексе, так и в ачимовской толще.

Высокий ресурсный потенциал подтверждают и прямые признаки нефтегазоносности по сейсмическим материалам. Как известно, динамические аномалии в кровле сеноманского и альбского интервалов являются самым надежным признаком наличия продуктивного структурного поднятия [7]. Современные сейсмические съемки, проведенные за последние годы, выявили наличие таких аномалий на Северо-Обской, Восточно-Тамбейской, Няхартинской площадях.

В 2018 году на Северо-Обском и Няхартинском участках были открыты месторождения газоконденсата. Северо-Обское месторождение является самым крупным месторождением в мире, открытым за прошлый год.

В дополнение к «традиционным» перспективным интервалам, на Гыдане прогнозируется широкое развитие сложнопостроенных перспективных объектов: структурно-тектонических ловушек в доюрском интервале, а также ловушек выклинивания в юрских горизонтах и в триасовых грабенах [10]. В частности, такие ловушки намечаются по результатам проведенных в 2013–15 годах сейсмических работ 2D на северо-востоке Гыданского полуострова (Усть-Енисейская площадь) [11].

Создание трехмерных геологических моделей

В пределах Ямало-Гыданского фациального района основная часть запасов углеводородов, как уже упоминалось, сосредоточена в пластах, характеризующихся высокой фациальной неоднородностью (изменчивостью положения и протяженности коллекторов в пространстве), поскольку они приурочены к отложениям континентального и мелководно-морского генезиса.

Трехмерная геологическая модель, являясь системой условных элементов структуры месторождения, должна воспроизводить строение изучаемой площади в степени, достаточной для выполнения описательной и прогнозной функций. Геологические модели континентальных и прибрежно-морских отложений, построенные по стандартным регламентам и методическим рекомендациям, способны обеспечить лишь выполнение моделью описательной функции, заключающейся в соответствии скважинным данным, и не позволяют выполнять качественный прогноз распространения коллекторов, в виду высокой изменчивости геометрии и размеров седиментологических единиц, которые значительно меньше расстояний между разведочными скважинами.

С целью повышения прогнозных качеств трехмерных геологических моделей необходимо использовать комбинированную методику, позволяющую интегрировать в проект различные виды исходной геолого-геофизической информации и применять дифференцированные алгоритмы параметрического моделирования в зависимости от характера седиментологических объектов (рис. 3).

В качестве исходной информации используется весь комплекс данных:

- результаты ГИС и их интерпретации;
- дифференцированные петрофизические зависимости для различных литотипов;
- результаты описания керна и интерпретации электрофаций;
- фациальные карты;
- литературные данные о размерах и геометрии седиментологических единиц;
- отметки пластопересечений как итог

хроностратиграфического варианта корреляции;

- результаты интерпретации материалов 3D сейсморазведочных работ в виде структурных поверхностей отражающих горизонтов;
- данные атрибутного анализа;
- результаты детерминистической или геостатистической инверсии.

Для обоснования положения межфлюидных контактов и оценки связанности песчаных тел используются результаты испытаний, отбора проб пластовых флюидов, интерпретации данных гидродинамического каротажа, газовый каротаж, а также сейсмические разрезы петроупругих параметров.

Разработка и интегрированное моделирование месторождений

В условиях сложного строения месторождений — с многопластовой структурой, ограниченной геометрией разрабатываемых объектов, пониженными толщинами продуктивных пластов и наличием водогазовых контактов — остро стоит проблема минимизации проектного фонда скважин, с одной стороны, и максимального извлечения УВ с другой. Для решения данных задач на Южно-Тамбейском месторождении осуществляется бурение многозабойных горизонтальных скважин и скважин с длинным горизонтальным окончанием, позволяющих оптимизировать эксплуатационный фонд и затраты на его бурение, а также вести эффективную выработку нескольких пластов одновременно.

Другим технологическим вызовом является разработка слабоизученных объектов: глубокозалегающих юрских и ачимовских пластов. В условиях дефицита геолого-геофизической и промысловой информации, и, следовательно, высокой неопределенности в исходных данных, важную роль играет анализ чувствительности и неопределенностей показателей разработки. Анализ неопределенностей позволяет определить границы рисков и ожиданий от месторождения, а также наиболее критичные параметры, которые в наибольшей степени влияют на экономическую эффективность проекта.

При отсутствии достаточного объема информации оценочные расчеты производятся на секторных гидродинамических моделях. Сектора выбираются в районах разведочных скважин с наибольшим объемом промысловой информации — с целью адаптации модели на фактические данные. С помощью секторных моделей проводится анализ чувствительности и неопределенностей в зависимости от размеров области дренирования, ФЕС пласта, свойств флюидов, технологических ограничений и др. Первоначально при анализе чувствительности определяются параметры, оказывающие наибольшее влияние на результаты расчетов показателей разработки единичной скважины. При этом определение минимально рентабельных толщин осуществляется путем технико-экономического анализа результатов расчетов для единичной скважины.

Для получения критерия по плотности проектной сетки скважин вводятся ограничения по длительности разработки и сроку окупаемости проекта в целом по месторождению. Общий профиль добычи по всему фонду скважин получают суммированием профилей

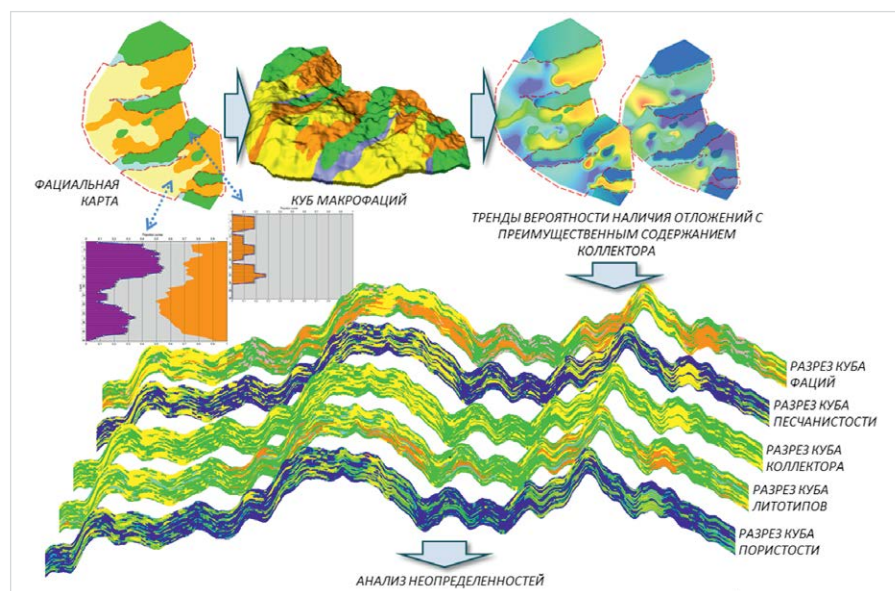


Рис. 3 — Схема создания геологической модели на основе комбинированной методики
Fig. 3 — Diagram of geological model creation using the combined technique

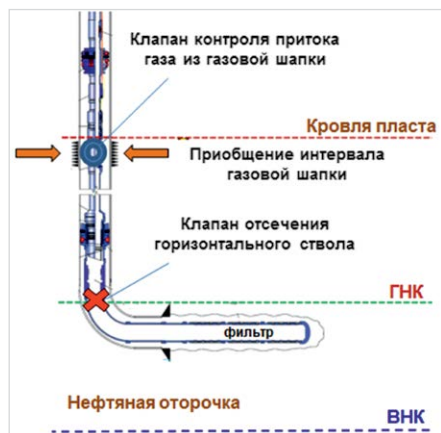


Рис. 4 — Принципиальная схема конструкции и этапы эксплуатации многофункциональной скважины. ГНК — газонефтяной контакт, ВНК — водонефтяной контакт, $P_{лин}$ — линейное давление, $D_{шт}$ — диаметр штудера, УПН — установка подготовки нефти, Q — дебит.

Fig. 4 — Schematic diagram of multifunctional well design and stages of its operation

единичных скважин, рассчитанных на секторных моделях с учетом эффективных толщин, времени и последовательности бурения. Усовершенствование полученных вариантов разработки производится с учетом графика строительства скважин, максимального периода загрузки оборудования, подготовки и плана по добыче. Завершающий этап работ связан с анализом неопределенностей и рисков проекта.

Примером эффективного использования прогрессивных технологий разработки является Яро-Яхинское газоконденсатное месторождение с достаточно тонкой нефтяной оторочкой. Эффективная нефтенасыщенная толщина нефтяной оторочки в среднем не превышает 8 м, эффективная газонасыщенная толщина газовой шапки над ней составляет в среднем 12 м. Тонкая нефтяная оторочка подстилается подошвенной водой. К осложняющим факторам, помимо прорывов газа из газовой шапки, добавляются еще и прорывы воды из подстилающего водоносного горизонта. В таких условиях существующие традиционные подходы к разработке становятся экономически нерентабельными и фактически не позволяют достичь КИН более 0,05–0,1 д.ед.

В компании «НОВАТЭК» разработан комплексный подход с применением многофункциональных горизонтальных скважин (рис.4), который позволяет вырабатывать запасы газовой шапки пласта одновременно с разработкой запасов нефти нефтяной оторочки. При этом выработка запасов нефти оторочки осуществляется за счет собственного фонда многофункциональных скважин, компоновка которых предусматривает возможность как приобретения газового интервала пласта в процессе разработки для обеспечения внутрискважинного газлифта, так и отсечения обводнившейся горизонтальной секции скважины при увеличении доли воды в продукции до критического значения.

Для решения данной задачи проектируется строительство «нетривиальной» трехтрубной системы сбора. Большое количество ограничений сложной сети сбора и процессов разработки тонкой оторочки, которые необходимо учесть при проектировании, обуславливает необходимость создания комплексной интегрированной модели — единой среды, в которой подключаются и взаимодействуют между собой в целях поиска единого общего решения цифровые модели скважин, модели объектов сбора, подготовки и внешнего транспорта углеводородов, гидродинамические модели пластов (рис. 5).

Интегрированная модель является надежным инструментом для расчетов добычи и прогноза технологических показателей во времени и динамике. Благодаря настроенной гидродинамической модели пласта оцениваются эффективность выработки запасов, динамика продвижения и подъема ГВК, потенциальные риски при бурении ЗБС на пласт и транзитных скважин, осуществляется мониторинг и контроль за энергетикой пласта, вовлечением запасов дренированием. Модель сети сбора позволяет оценивать потери давления по шлейфам, элементам и узлам системы, оптимизировать режимы скважин с целью увеличения добычи и снижения рисков высоких скоростей и износа оборудования, предопределять проблемные элементы системы с потенциальным гидратообразованием.

В совокупности интегрированная модель обеспечивает расчет добычи с одновременным учетом ограничений, которые накладывают пласт и сеть сбора. Для месторождений на стадии падающей добычи данный инструмент позволяет эффективно решать следующие задачи:

- оценка интерференции скважин при запуске в сеть сбора новых кустов;
- оптимизация режимов работы скважин и сети сбора (оценка скважин с потенциалом увеличения суточной добычи газа, выявление проблемных скважин, требующих снятия лимитных шайб на устье, а также скважин, интенсивно подтягивающих ГВК);

- своевременное планирование мероприятий для продления жизненного цикла работы скважин (прогноз остановки фонтанирования скважин);
- моделирование различных ГТМ (внедрение непрерывного гибкого и концентрического лифтов, установка устьевых компрессоров на скважинах, ЗБС, ПВЛГ и приобретение);
- реализация расчетов и анализ чувствительности суточной добычи к изменению давления на входе в УКПГ (благодаря одновременному учету работы пласта и сети сбора);
- подбор оптимального профиля снижения давления на входе в УКПГ, прогнозирование дат реконструкции ДКС (в перспективе).

Итоги

Таким образом, основной потенциал для поддержания уровней добычи, прироста высококонцентрированных запасов и наращивания ресурсной базы для производства СПГ в России находится на Ямальском и Гыданском полуостровах. Однако разведанные запасы здесь имеют сложное литофациальное строение, а потенциальные ресурсы сосредоточены в отложениях с низкими ФЕС и высоким АВПД. Поэтому для эффективного освоения месторождений необходимо применять прогрессивные технологии и комплексные подходы к геологическому моделированию и разработке.

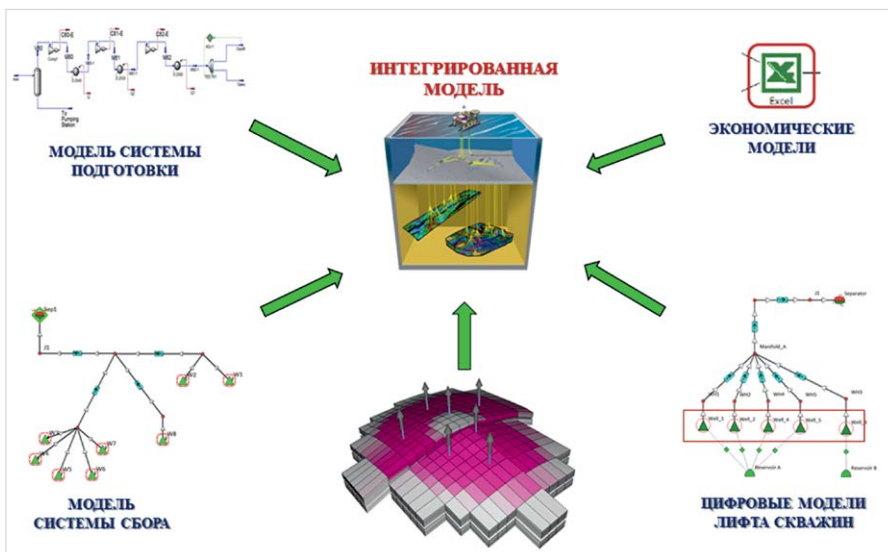


Рис. 5 — Компоненты интегрированной модели месторождения
Fig. 5 — Components of integrated model of the field

При геологическом моделировании залежей, комплексирование совокупности всей имеющейся геолого-геофизической информации и комбинирование различных методов построения моделей в зависимости от генезиса отложений, позволяет более достоверно описывать распределение свойств в межскважинном пространстве, более обоснованно оценивать литологическую неоднородность и гидродинамические особенности строения пласта, повышая прогнозные свойства геологических моделей, что в свою очередь позволяет снизить геологические и технологические риски, увеличивает качество проводки горизонтальных стволов при эксплуатационном бурении.

В части разработки месторождений, применение комплексного подхода с использованием интегрированной модели и многофункциональных скважин со сложной системой сбора позволяет реализовать вариант разработки с максимальной добычей нефти в льготный период отсутствия налога на разработку ТРИЗ, обеспечивая тем самым достижение наилучшего экономического эффекта от действия льготы.

Интегрированная модель является важным шагом к созданию интеллектуального месторождения. Интеллектуальное месторождение, в свою очередь, представляет собой идеальную среду для совместной работы специалистов, сбора и передачи данных, мониторинга различных процессов, согласованного использования информации. Интеграция сотрудников, процессов и технологий позволяеткратно увеличить эффективность проводимых мероприятий.

Выводы

Процесс поиска и освоения месторождений севера Западной Сибири сопряжен с преодолением ряда сложностей, связанных с геологоразведочными работами, оценкой

неопределенностей объемов ресурсной базы, геологическим моделированием, разработкой сложнопостроенных «традиционных» залежей мелового комплекса и ТРИЗ ачимовских и юрских отложений. Тем не менее, огромный ресурсный потенциал территории и подтвержденная положительными результатами работ последних лет эффективность применяемых компанией ПАО «НОВАТЭК» технологий вселяют уверенность, что задачи будут успешно решены и цели достигнуты.

В следующей статье будут рассмотрены вопросы интенсификации добычи углеводородов, обустройства месторождений, планирования и строительства скважин.

Литература

- Бевзенко Ю.П., Брехунцов А.М., Долгих Ю.Н. Результаты производственного применения технологии многоуровневой высокоточной сейсморазведки // Известия ВУЗ. Нефть и газ. 2002. №1. С. 14–18.
- Кузнецов В.И., Долгих Ю.Н. Совершенствование технологии сейсморазведочных работ в транзитных зонах севера Западной Сибири. Сборник работ лауреатов Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2017 г. М.: Министерство энергетики Российской Федерации, ООО «Технологии развития», 2017. С. 96–101.
- Трансформация в глобальную газовую компанию // Официальный сайт ПАО «НОВАТЭК» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.novatek.ru/common/tool/stat.php?doc=/common/upload/Strategy30RUS\(1\).pdf](http://www.novatek.ru/common/tool/stat.php?doc=/common/upload/Strategy30RUS(1).pdf) (дата обращения 14.06.2019).
- Куликов Т.Д. Анализ перспективных и прогнозных ресурсов углеводородов на территории автономного округа (по состоянию на 1.01.2016 г.) Тюмень, ООО «Недра-Консалт», 2015. 317 с.
- Скоробогатов В.А., Строганов Л.В. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 261 с.
- Долгих Ю.Н., Туренко С.К., Кузнецов В.И. Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной верхней части геологического разреза // Нефтяное хозяйство. 2017. №8. С. 58–63.
- Куркин А.А. Причины неподтверждения структурных объектов при поисково-разведочном бурении в Ямальной и Гыданской НГО // Экспозиция Нефть Газ. 2017. №5. С. 27–32.
- Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Характеристика геологического строения и нефтегазоносности ачимовского нефтегазоносного комплекса Западной Сибири. ИНГГ СО РАН, 2015.
- Ilyushina A.S., Serebryakov V.V., Kurkin A.A., Gataullin T.I., Medvedev S.G. Uncertainty Analysis of Main Development Targets of Unique Gas-Condensate Field. SPE Russian Oil and Gas Exploration & Production Technical Conference and Exhibition, 2014, 14–16 October, Moscow, Russia.
- Плесовских И.А., Нестеров И.И. (мл.), Нечипорук Л.А., Бочкарев В.С. Особенности геологического строения северной части Западно-Сибирской геосинеклизы и новые перспективные объекты для поисков углеводородного сырья // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. №9. С. 1025–1034.
- Куркин А.А., Кузнецов В.И. Уточнение тектонического строения Ямало-Гыданского региона по результатам комплексной интерпретации геофизических данных // Геология нефти и газа. 2018. №3. С. 87–101.

ENGLISH

GEOLOGY

UDC 551+622.691

Methodological and technological challenges in hydrocarbon exploitation of northern West Siberia fields: exploration and development

Authors

Alexey V. Yazkov — Ph.D., deputy general director for development; ayazkov@gmail.com
Yuriy N. Dolgikh — Sc.D., scientific secretary; YNDolgikh@novatek.ru
Aleksandr A. Kurkin — senior expert; aakurkin@novatek.ru
Artur Z. Nasibullin — head of directorate
Liliya M. Kadochnikova — Ph.D., senior expert; LMKadochnikova@novatek.ru
Yana V. Kuznetsova — Ph.D., senior expert YVKuznetsova@novatek.ru
Petr I. Eliseev — head of department; eliseev@novatek.ru
Pavel A. Kudrin — director of department; Kudrin@novatek.ru
Maksim S. Grigor'ev — deputy general director for drilling; MSGrigoriev@novatek.ru

“NOVATEK STC” LLC, Tyumen, Russia

Abstract

The Arctic part of Western Siberia contains main volumes of hydrocarbon reserves and resources available for development in Russia in the near future. Currently, the “NOVATEK” company is implementing major projects there to produce liquefied natural gas: “Yamal LNG” and “Arctic LNG 1, 2, 3”. The development targets have complex

geological structure, are poorly studied and located in harsh climatic and geographical conditions, far from industrialized regions. Cost-effective development of such objects is currently a major technological challenge for oil and gas industry, which necessitates the improvement of existing conventional technologies, approaches and techniques. The article summarizes

the problems and main achievements of the company “NOVATEK” in exploration and development.

Materials and methods

Hydrocarbon exploration, evaluation and maturation of prospects, geological modeling, field development, integrated dynamic modeling of deposits.

Keywords

integrated approach, exploration, geological modeling, development, tight reserves, LNG

Results

The main potential for maintaining production levels, incrementing highly concentrated reserves and increasing resource volumes for LNG production in Russia is located on Yamal and Gydan peninsulas. However, the explored reserves here have a complex inhomogeneous structure in terms of lithofacies, and potential resources are concentrated in sediments with low reservoir properties and high overpressure. Therefore, it is necessary to apply advanced technologies and integrated approaches to geological modeling and development for the effective exploitation of deposits. In geological modeling, the combination of all available geological and geophysical information and the combination of different methods of modeling, depending on sediments' depositional environment,

allows a more reliable description of the distribution of properties in the inter-well space, a more reasonable assessment of lithological heterogeneity and hydrodynamic features of reservoir structure, which increases the forecast properties of geological models, which in turn reduces geological and technological risks, and allows an improvement of the quality of horizontal sidetracking during production drilling. In field development, the integrated approach for modeling and the use of multi-functional wells with a complex gathering system allows the implementation of development option with maximum oil production during the period of beneficial tax treatment for tight reserves, thus ensuring the best economic effect of the tax reduction.

The integrated model is an important step towards the creation of a digital field. The digital field, in its turn, is an ideal environment for joint work of specialists, data collection and transmission, monitoring of various

processes, coordinated use of information. Integration of employees, processes and technologies allows manifold increase of the effectiveness of the activities.

Conclusions

The process of hydrocarbon exploration and development in the north of West Siberia involves overcoming a number of difficulties associated with exploration, uncertainty estimation of resource volumes, geological modeling, development of complex "conventional" Cretaceous accumulations and tight Achimov and Jurassic deposits. Nevertheless, the huge resource potential of the territory and the efficiency of technologies used by "NOVATEK" company, confirmed by the positive results of the work in recent years, inspire confidence that the tasks will be successfully solved and the goals achieved.

The next article will address the issues of hydrocarbon production stimulation, field facilities construction, planning and drilling of wells.

References

1. Beizenko Yu.P., Brekhuntsov A.M., Dolgikh Yu.N. *Rezultaty proizvodstvennogo primeneniya tekhnologii mnogourovnevnoy vysokotochnoy seysmorazvedki* [Results of practical application of multi-level high-precision seismic imaging]. *Izvestiya VUZ. Neft' i gaz*, 2002, issue 1, pp. 14–18.
2. Kuznetsov V.I., Dolgikh Yu.N. *Sovershenstvovanie tekhnologii seysmorazvedochnykh rabot v tranzitnykh zonakh severa Zapadnoy Sibiri* [Improvement of seismic survey technology in transit zones of the North of Western Siberia]. *Sbornik rabot laureatov Mezhdunarodnogo konkursa nauchnykh, nauchno-tekhnicheskikh i innovatsionnykh razrabotok, napravlenykh na razvitie i osvoenie Arktiki i kontinental'nogo shel'fa* 2017. Moscow: Ministerstvo energetiki Rossiyskoy Federatsii, OOO «Tekhnologii razvitiya», 2017, pp. 96–101.
3. Transformatsiya v global'nuyu gazovuyu kompaniyu [Transforming into a Global Gas Company] Official website of PAO «NOVATEK». Available at: [http://www.novatek.ru/common/tool/stat.php?doc=/common/upload/Strategy30ENG\(1\).pdf](http://www.novatek.ru/common/tool/stat.php?doc=/common/upload/Strategy30ENG(1).pdf) (Accessed 14 June 2019).
4. Kulikov T.D. *Analiz perspektivnykh i prognoznnykh resursov uglevodorodov na territorii avtonomnogo okruga* (po sostoyaniyu na 1.01.2016 g.) [Analysis of probable and possible hydrocarbon resources on the territory of the Autonomous Okrug (as of 1.01.2016)]. Tyumen', OOO «Nedra-Konsalt», 2015, 317 p.
5. Skorobogatov V.A., Stroganov L.V. *Gydan: geologicheskoe stroenie, resursy uglevodorodov, budushchee* [Gydan: geological structure, hydrocarbon resources, future]. M.: OOO «Nedra-Biznestsentr», 2006, 261 p.
6. Dolgikh Yu.N., Turenko S.K., Kuznetsov V.I. *Kompleksnaya adaptivnaya tekhnologiya kinematicheskoy inversii dannykh seysmorazvedki v usloviyakh neodnorodnoy verkhney chasti geologicheskogo razreza* [Integrated adaptive technology of kinematic inversion as applied to seismic data acquired in a heterogeneous near-surface sedimentary section]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2017, issue 8, pp. 58–63.
7. Kurkin A.A. *Prichiny nepodtverzhdeniya strukturnykh ob"ektov pri poiskovo-razvedochnom burenii v Yamal'skoy i Gydanskoy NGO* [Reasons for exploration failures of anticlinal prospects in Yamal and Gydan regions of West-Siberia]. *Exposition Oil Gas*, 2017, issue 5, pp. 27–32.
8. Borodkin V.N., Kurchikov A.R. *Kharakteristika geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnosti achimovskogo neftegazonosnogo kompleksa Zapadnoy Sibiri* [Characteristics of the geological structure and oil and gas potential of the Achimov oil and gas complex of Western Siberia]. *INGG SO RAN*, 2015.
9. Ilyushina A.S., Serebryakov V.V., Kurkin A.A., Gataullin T.I., Medvedev S.G. Uncertainty Analysis of Main Development Targets of Unique Gas-Condensate Field. SPE Russian Oil and Gas Exploration & Production Technical Conference and Exhibition, 2014, 14–16 October, Moscow, Russia.
10. Plesovskikh I.A., Nesterov I.I. (ml.), Nechiporuk L.A., Bochkarev V.S. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya severnoy chasti Zapadno-Sibirskoy geosineklizy i novye perspektivnye ob"ekty dlya poiskov uglevodorodnogo syr'ya* [Features of the geological structure of the Northern part of the West Siberian geosyncline and new promising sites for the search for hydrocarbons] // *Geologiya i geofizika*, 2009, vol. 50, issue 9, pp. 1025–1034.
11. Kurkin A. A., Kuznetsov V.I. *Utochnenie tektonicheskogo stroeniya Yamalo-Gydanskogo regiona po rezul'tatam kompleksnoy interpretatsii geofizicheskikh dannykh* [Tectonic structure of the Yamal-Gydan region: update on the result of integrated interpretation of geological and geophysical data] // *Geologiya nefti i gaza*, 2018, issue 3, pp. 87–101.