

Продолжение. Начало в «ННК» № 5, 2018

Эра умной добычи

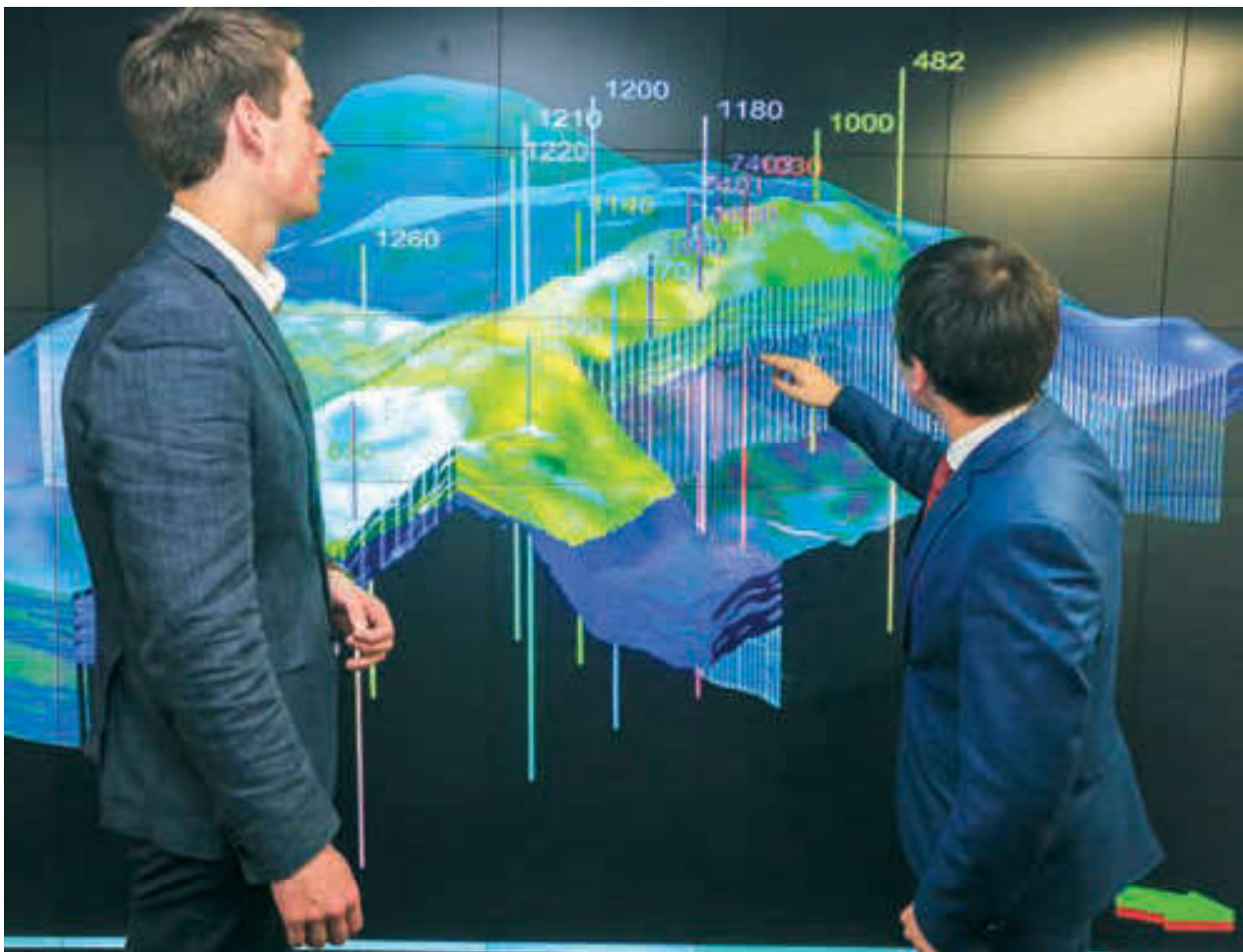
НТЦ «Газпром нефти» о новейших цифровых решениях для эффективной добычи и максимальной отдачи пласта

В прошлом номере «ННК» представил первую часть беседы с начальником департамента цифровых технологий НТЦ «Газпром нефти» Борисом Белозеровым о наиболее актуальных цифровых проектах в области изучения и разработки месторождений. В части 1 «ЭРА умной разведки» (**«ННК» № 5, 2018, стр. 20**) речь шла об инновационных проектах, имеющих большое значение на этапе геологораз-

ведки и изучения свойств пласта с целью выбора оптимальных решений по его разработке, в том числе ТРИЗ. Это проект «Цифровой керн», не только ускоряющий процесс исследования, но и расширяющий возможности использования образцов керна многократно для различных целей и на отдаленную перспективу, в том числе интерпретация микроизображений керна и планы создания электронной «биб-

лиотеки» керна. Также рассказывалось о проектах «Умная разведка» и «Умное бурение».

Во второй части мы остановимся на других цифровых направлениях НТЦ, в основном касающихся стадий разработки, увеличения нефтеотдачи пласта, в том числе на зрелых месторождениях с падающей добычей. Корреспонденту «ННК» Ирине Роговой рассказывает Борис Белозеров.





Борис Белозеров:

«Цифровые методы начинают работать на повышение доходности нефтегазовых активов»

— Как я уже говорил, для того чтобы инструментарий любого цифрового направления, будь то «Цифровой керн», «Умное бурение» или «Умная добыча», заработал максимально эффективно, компании в первую очередь необходимо развивать IT-платформу цифровой лаборатории по всему спектру производственных задач, от изучения свойств пласта до извлечения углеводородов.

Цифровые двойники месторождений

Один из наших ключевых проектов по цифровому сопровождению разработки месторождений — поиск аналогов на основе данных машинного обучения, который разрабатывается в настоящее время в партнерстве с Томским политехническим университетом, компанией «ЭКО-Томск» и IBM.

Мы работаем на объектах, на которых всегда не хватает данных. Именно поэтому мы вынуждены переходить к методам подбора аналогов, особенно когда выходим в новые регионы или на новые участки старых месторождений. Что касается «гринфилдов», данных на таких месторождениях особенно мало, они обрывочны, поэтому задача разведки сначала сводится к вопросу: а что здесь может быть? Какие могут быть амплитуды температур, уровни давления, диапазоны фильтрационных свойств пласта и другие параметры? Поэтому мы вынуждены искать аналогии, суммируя полученные данные с других

участков и скважин. Обычно на это мобилизуется один или два специалиста (как правило, геолог или петрофизик), у которых уходит на подобную работу 40% времени. И только 20% — на принятие решений и практические действия по разработке актива.

Поэтому мы приступили к созданию инструмента, который, во-первых, будет быстро осуществлять поиск аналогов на основе машин-

ный интеллект, но что важно — ускоряет и оптимизирует процесс разработки месторождений. При этом он может работать одновременно для разных групп профессиональных интересов. Для геологов — одни аналогии, для петрофизиков и геофизиков — другие, для разработчиков и буровиков — третьи и т.д. Система понимает, кто и о чем ее спрашивает; это, можно сказать, очеловечивает искусственный интеллект, но что важно — ускоряет и оптимизирует процесс разработки месторождений.

ОДИН ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПРОЕКТОВ ПО ЦИФРОВОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ — ПОИСК АНАЛОГОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ного обучения. Во-вторых, в дальнейшем система сама будет извлекать из базы данных компании необходимые распределения параметров на основе продвинутой функции подбора. Затем геолог проанализирует все данные уже в собранном виде.

Сейчас в систему вводятся новые инструменты — с тем чтобы она не просто выдавала распределения по параметрам, но, к примеру, могла составлять типовой профиль добычи по месторождениям-аналогам. Таким образом, пробуриив новую скважину, мы будем наверняка знать, в каких условиях она может выйти на нужный темп добычи нефти.

Это уже не просто программа для поиска аналогов, но еще и надежный аналитический инструмент, отвечающий на главный вопрос разведки: а что здесь может

Следующим этапом развития данного инструмента может стать интеграция всех его потенциальных возможностей в единую информационную базу данных.

ГРП и другие методы интенсификации добычи

Важнейшее значение для бизнеса компании имеет максимальная отдача разрабатываемого пласта, особенно для выработанных месторождений и запасов категории ТРИЗ. Поэтому такое большое внимание уделяется технологиям воздействия на пласт.

Один из наших основных текущих проектов — это моделирование процессов гидроразрыва пласта (ГРП). «Газпром нефть» начала активно применять ГРП в горизонтальных скважинах в 2011 году, сегодня эта операция применяется в большинстве из них (порядка



Для построения модели Приобского месторождения используются суперкомпьютеры. Оно самое сложное с точки зрения создания «цифрового двойника»

60%). Сейчас мы также много занимаемся молекулярным, или персонализированным, моделированием химических композиций, в том числе для ГРП.

С помощью математических моделей, разработанных на базе Инжинирингового центра МФТИ по трудноизвлекаемым полезным ископаемым, мы создали свой собственный симулятор ГРП под названием «РОСТ». Он позволяет моделировать рост трещин в пластах с трудноизвлекаемыми запасами — в баженовской свите и других низкопроницаемых или трещиноватых коллекторах.

В мире еще нет технологии, которая позволяла бы оценить на основе модели оптимальный и

эффективный способ добычи из таких пластов. Если на традиционных месторождениях мы привыкли иметь дело с обычной «физикой», то на бажене совсем другие закономерности и множество нелинейных зависимостей, которые нужно просчитывать.

Надо сказать, что наиболее эффективные современные варианты решения самых различных производственных задач основаны на обработке все большего количества информации, что, в свою очередь, создает новые вызовы.

Bigdata и суперкомпьютеры

Чаще всего для решения задач с большими массивами данных прибегают к методам численного моде-

лирования. Например, в авиастроении динамические характеристики воздушных судов изучают точно так же, как мы изучаем пласт. Чем ниже проницаемость, тем дольше длится расчет модели.

Сейчас есть цифровые решения, которые позволяют на основе уже имеющихся моделей агрегировать данные и создавать новую метамодель, которая с помощью инструментов многомерных регрессий и методов машинного обучения может воспроизводить поведение пласта с максимальной достоверностью.

Сейчас мы переносим метамодели на наши месторождения ТРИЗ, и не только. Но прежде всего мы применяем метамоделирование в разработке низкопроницаемых коллекторов, поскольку там невозможно отсчитывать фильтрацию большеобъемных моделей численными методами.

Для обсчета метамodelей мы используем кластер суперкомпьютеров Санкт-Петербургского политехнического университета. Особенно это актуально для построения модели Приобского месторож-

Типы скважин



дения (разрабатывает дочернее предприятие компании «Газпром-нефть-Хантос») — пожалуй, самого сложного с точки зрения создания «цифрового двойника». Цифровая модель Приобского месторождения содержит миллиарды ячеек (элементов данных — прим. «НК»). Полагаю, мы и дальше будем использовать уникальные мощности питерского Политеха. Наша задача как заказчиков цифровых решений состоит в том, чтобы как можно сильнее понизить вычислительную «сложность» цифровых моделей. Поскольку даже суперкомпьютер не сможет посчитать их с той скоростью, которая нам необходима.

Следует также отметить важную роль для эффективной разработки месторождения такого инструмента, как автоматизированная интерпретация данных гидродинамических исследований скважин. С точки зрения методики проведения процесс не самый сложный. В скважину спускается прибор для замера параметрических данных, которые затем анализируются с помощью инструментов машинного обучения. Сейчас вся аналитика выпол-

няется «вручную». Кроме того, автоматизация гидродинамических исследований позволяет связать разные скважины между собой за счет интеграции данных. С одной стороны, это тоже служит заменой ручного труда, с другой — мы создаем цифровые двойники скважин и пласта.

Вторая жизнь месторождений

Один из наших проектов — поиск новых перспективных интервалов, который мы условно назвали «вторая жизнь месторождений». На лицензионных участках, разрабатываемых десятки лет, пробурено много скважин, но поскольку раньше разработка месторождений была гораздо проще, некоторые части извлекаемых запасов — в основном на менее перспективных по объему запасов и труднодоступных горизонтах — не были проанализированы из-за отсутствия необходимых технологий поиска. Времена изменились, и наряду с поиском новых месторождений возникла насущная потребность возвращаться к повышению выработки старых.

Для этого был создан инструмент, который в автоматическом режиме анализирует экспертные данные, которые уже были интерпретированы в разное время на разрезах подобного типа. В том числе на тех скважинах, где похожие интервалы были найдены именно потому, что были целевыми, а не побочными.

Имея на руках готовую интерпретацию разреза, петрофизик и геолог практически заново открывают новые нефтегазоносные горизонты, изучая на новом технологическом уровне старые кривые каротажа, интерпретацию сейсмозаписи и другие аналитические данные, которые в итоге позволяют сделать вывод о том, насколько перспективна та или иная зона поиска. Если пласт признается перспективным, то к работе подключаются другие эксперты, которые уже на месте проводят дополнительные геологические и геофизические изыскания. Причем в данном случае речь не идет о больших расходах на ГИС, ведь скважина уже пробурена, остается лишь опустить прибор на заданные глубины. И если нефть оттуда «пошла», то вновь разведан-





**Пальновская площадь
Красноленинского месторождения -
центр отработки технологий
освоения ТРИЗ**

ный пласт приобщается к дебиту действующей скважины.

Технология, в частности, успешно применяется для поиска интервалов, которые не были задействованы при эксплуатации старых скважин в «Газпромнефти — Ноябрьскнефтегазе» и «Газпромнефти — Муравленко» (дочерние предприятия компании в ЯНАО). Для таких активов критически важно найти зоны, которые можно дополнительно доразведать и приобщить к балансу компании.

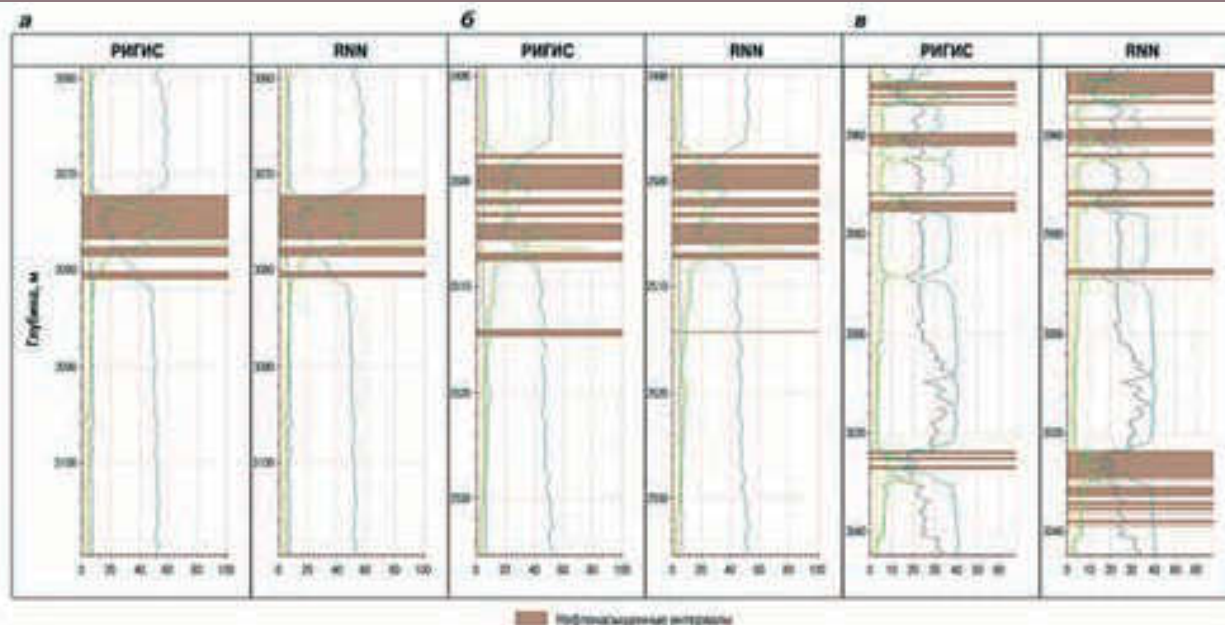
Предварительный экспертный анализ пропущенных интервалов, аналогичных ряду скважин Приобского месторождения, показал, что цифровая модель позволяет выделить на 14% больше дополнительных эффективных толщин, чем показывают данные РИГИС (результаты интерпретации данных ГИС) (см. «Поиск пропущенных интервалов»).

Отмечу, что в рамках проекта по поиску новых перспективных интервалов мы не просто сопоставили типы новых и старых данных о потенциале месторождений. Мы построили автоматическую само-

обучающуюся модель, которая уже в первом приближении сообщает специалистам: на таких-то и таких-то старых скважинах имеется столько-то интервалов, которые, по расчетам машины, могут быть перспективными с такой-то долей вероятности. Выводы машины основаны на данных из похожих типов разрезов. Петрофизик, проанализировав эту информацию, может одобрить или не одобрить сообщение искусственного интеллекта — поставить «лайк» или «дизлайк», как в соцсетях.

Если эксперт ставит «лайк» — значит, он подтверждает своей лич-

Поиск пропущенных интервалов





«Когнитивный помощник» - интеллектуальная платформа, обученная подсказывать инженеру-нефтянику нужные решения и сигнализировать о возможной нештатной ситуации

ной компетенцией качество автоматической интерпретации данных. Если «дизлайк» — это сигнал, что машина ошиблась или уровень дополнительной добычи на старой скважине не вполне удовлетворяет нормам рентабельности или другим важным критериям и т.д. Алгоритм запоминает выводы эксперта и улучшает в дальнейшем работу модели. Таким образом, прогностическая способность системы постоянно совершенствуется на основе методов машинного обучения.

Умный помощник инженера-нефтяника

«Когнитивный помощник», в отличие от «когнитивного геолога», не просто цифровой инструмент, а скорее интеллектуальная платформа, которая обучена следить за всеми компетенциями инженера-нефтяника, подсказывая нужные решения или подавая сигналы о возможности нештатной ситуации. Система видит месторождение в реальном времени, отслеживает параметрические данные, отмечает любые отклонения или закономерности в поведении показателей. Кроме того, «когнитивный помощник» анализирует работу скважины. И если она может работать лучше,

то система предложит оптимизировать те или иные рабочие параметры скважины. Например, где-то раскрыть ее побольше, где-то подвести прибор и сделать дополнительные замеры.

Частично аналитические инструменты данного проекта уже внедряются, но мы хотим расширить его функционал. Во-первых, оснастить систему новыми инструментами, во-вторых, добавить голосовое управление.

Эффективная добыча данных

Оптимальных цифровых решений в нефтегазовой отрасли не хватает. Прежде всего информации, которая позволяет строить цифровые модели месторождений, а также различные системы на основе искусственного интеллекта — от умной разведки до эффективной добычи.

Поэтому нам необходима коллаборация. На базе НТЦ уже создан ряд научно-технологических партнерств в рамках разработки ТРИЗ. Часть технологий мы готовы открывать для обмена данными — чтобы все наши цифровые модели развивались и улучшали свой функционал. И только часть разработок

НТЦ, которые являются инструментами конкуренции, останутся нашим собственным ноу-хау.

Сегодня все глобальные игроки занимаются интеллектуальными системами для нефтесервиса. Нейронные сети, как инструмент, во всем мире одинаковы, просто у нас они сконструированы по другому принципу: мы внедряем цифровые модели там, где они никогда не внедрялись на Западе.

Мы создаем не просто цифровую функцию, а искусственный интеллект для эффективного управления нефтедобычей. По оценке консалтинговых фирм в области цифровизации, в основном цифровые технологии за прошедшие несколько лет успешно внедрялись в области бурения и добычи. «Газпром нефть» же, в свою очередь, уделяет большое внимание инструментам для эффективной разработки и внедряет большое количество цифровых инициатив в области геологии и разработки месторождения, цифровизируя системный взгляд на процессы нефтяного инжиниринга.