Интегрированное решение для добычи нефти и газа. Интеллектуальное месторождение

М. Ю. ГИНИЯТОВ *– консультант по автоматизации в нефтегазовой отрасли компании Эмерсон*

В данной статье рассматривается полный спектр передовых технологий интеллектуального месторождения, а также решения в области автоматизации и передачи данных для процессов добычи, помогающие повысить производительность, безопасность и надежность операций, сократить эксплуатационные расходы.

Россия входит в первую десятку стран с крупнейшими запасами нефти, уступая только странам Ближнего Востока и Венесуэле. Доля РФ по данным BP-statistic-2010 в мировых запасах составляет 6,5%.

На настоящий момент в России в разработке находится 1580 месторождений, в которых сосредоточено 78% всех запасов страны. Практически все разрабатываемые месторождения характеризуются высокой степенью выработанности разведанных запасов – более 60%.

Источником для поддержания падающей добычи нефти в стране должны были бы стать еще невведенные в разработку 1170 нефтяных месторождений. Но эти месторождения не разрабатываются по ряду причин: мелкие по запасам, удалены от инфраструктуры, сложные геологические условия, трудные для разработки свойства нефти, в итоге – нерентабельны в современных условиях.

Текущие извлекаемые запасы нефти распределенного фонда недр по степени освоения можно разделить на три группы.

- Разрабатываемые месторождения – имеется инфраструктура, осуществляется промышленная эксплуатация. На группу таких месторождений приходится 82,5% текущих извлекаемых запасов нефти России. Основные текущие запасы разрабатываемых месторождений локализованы в ХМАО, Восточной Сибири, Приволжском ФО и ЯНАО. Это основной источник добычи нефти в России на ближайшую перспективу.
- Подготовленные к разработке месторождения с необходимой инфраструктурой, в эксплуатацию не введены. Объемы доказанных запасов нефти по этой группе месторождений незначительны – 5% и не могут служить источником для стабилизации или расширения добычи. Запасы группы месторождений рассредоточены по разным территориям и акваториям России.
- Новые месторождения с отсутствием инфраструктуры. Доля данной группы составляет 12,5%. Основные запасы локализованы в трех регионах России – ЯНАО (62%), Красноярском крае (16%) и Республике Саха + Чукотке (12%). Доля остальных регионов в разведанных запасах нефти по этой группе месторождений составляет 10%. На месторождениях данной группы можно добывать значительные объемы нефти, поэтому новые месторождения с отсутствием инфраструктуры являются перспективными для ввода в промышленную разработку. В данное время — это основной источник для компенсации падения добычи нефти по традиционным нефтяным регионам России.

Россия занимает 1 место в мире по запасам газа, 2 место по объемам ежегодной добычи, 2 место по потреблению газа и обеспечивает 20% мировой торговли данным видом топлива.

Разведанные запасы газа, равные 47 трлн м^3, сосредоточены в 770 газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождениях, из которых 338 с разведанными запасами в 21,6 трлн м^3 вовлечены в разработку, а 73 – подготовлены к промышленному освоению. Большая часть запасов (92%) находится на суше и лишь 3,8 трлн м^3 – на море. Особенность их географического размещения заключается в том, что 78% находится в пределах Западно-Сибирского региона, 10% – в Европейской части РФ, а в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – 4%.

Современные проблемы нефтегазового комплекса и причины их возникновения

За последние 60 лет промышленной разработки нефтяных месторождений основные эксплуатационные объекты России находятся в поздней стадии и характеризуются высокой выработанностью залежей нефти и значительным обводнением продукции скважин. Наметилась четкая негативная тенденция: истощение традиционных запасов нефти и снижение темпов роста ее добычи.

Снижение темпов добычи на фоне роста объемов бурения и капитальных затрат газовых и особенно нефтяных компаний свидетельствует об ухудшении минерально-сырьевой базы. Одновременно ухудшается структура текущих промышленных запасов углеводородов в основных нефтегазодобывающих регионах.

Современные тенденции в нефтегазодобыче определяют потребности рынка. Активы будущего располагаются в труднодоступных областях, таких как Арктический шельф, Восточная Сибирь, разработка новых месторождений в труднодоступных областях требует большого числа высококвалифицированных кадров.

Актуальными становятся технологии, требующие минимального участия человека. Степень сложности и опасности при разработке и эксплуатации возрастает, что требует сокращения времени на принятие решений, детального прогнозирования и оценки рисков. Темпы падения добычи требуют в кратчайшие сроки восполнения ресурсов по добыче, а высокие капитальные затраты на освоение новых месторождений стимулируют сокращение времени до получения «первой нефти». Реализовать все перечисленные требования можно только с использованием инновационных технологий, к которым относится «Интеллектуальное месторождение».

Что такое «интеллектуальное месторождение»?

Термины «интеллектуальное месторождение» или «цифровое месторождение» сегодня широко используются в нефтегазовой промышленности. Цифровое представление нефтяного месторождения – это инструмент, с помощью которого компании-операторы и сервисные компании могут получить преимущества усовершенствованного управления данными и знаниями, аналитические инструменты, системы в режиме реального времени, а также более эффективные бизнес-процессы (рис. 1).

Решения, связанные с интеллектуальным месторождением и успешно работающие в современных условиях в ведущих нефтегазовых компаниях, называются по-разному, и хотя их модели ведения бизнеса и позиции на рынке значительно отличаются в зависимости от региона, используются в целом схожие подходы, позволяющие решать следующие задачи.

Рис. 1. Диспетчерский пункт «Интеллектуального месторождения»

- **Разработка и управление месторождением в соответствии с ключевыми индикаторами эффективности:** повышение производительности, увеличение срока эксплуатации месторождения, сокращение эксплуатационных расходов, снижение рисков нанесения вреда здоровью людей и окружающей среде.
- **Минимизация затрат при выборе и внедрении решений по управлению**, включая разработку философии управления с ориентацией на малолюдные технологии с привлечением компаний-экспертов в этой области, использование передовых инструментов и технологий измерений, обработки и передачи данных без задержек, средства моделирования как на этапе бурения для снижения неопределенности, так и на этапе эксплуатации.
- **Эффективная эксплуатация месторождения:** внедрение концепции удаленного центра интегрированного управления, оптимизация рабочих процессов по обслуживанию, разработка долгосрочной стратегии эксплуатации месторождения с использованием инструментов математического моделирования.

Главной идеей интеллектуального месторождения является интеграция технологий, производственных процессов и управленческих решений в едином информационном пространстве.

На данный момент ведущие российские нефтегазодобывающие компании активно занимаются разработкой собственных концепций интеллектуальных месторождений, адаптированных к своим условиям, и планируют широкое внедрение цифровых технологий, особенно на новых и перспективных месторождениях.

Экономический эффект от внедрения интеллектуального месторождения

Как показывают оценки ведущих зарубежных научно-исследовательских организаций (IHS CERA Inc, McKinsey и др.), ожидаемым эффектом от внедрения интеллектуального месторождения является:

- увеличение нефтеотдачи пласта на 1,0…7,0%;
- увеличение производительности на 1,0…6,0%;
- снижение простоев в среднем на 1,0…4,0%;
- рост эффективности управления на 3,0…25,0%.

>>>

Компоненты интеллектуального месторождения от Эмерсон

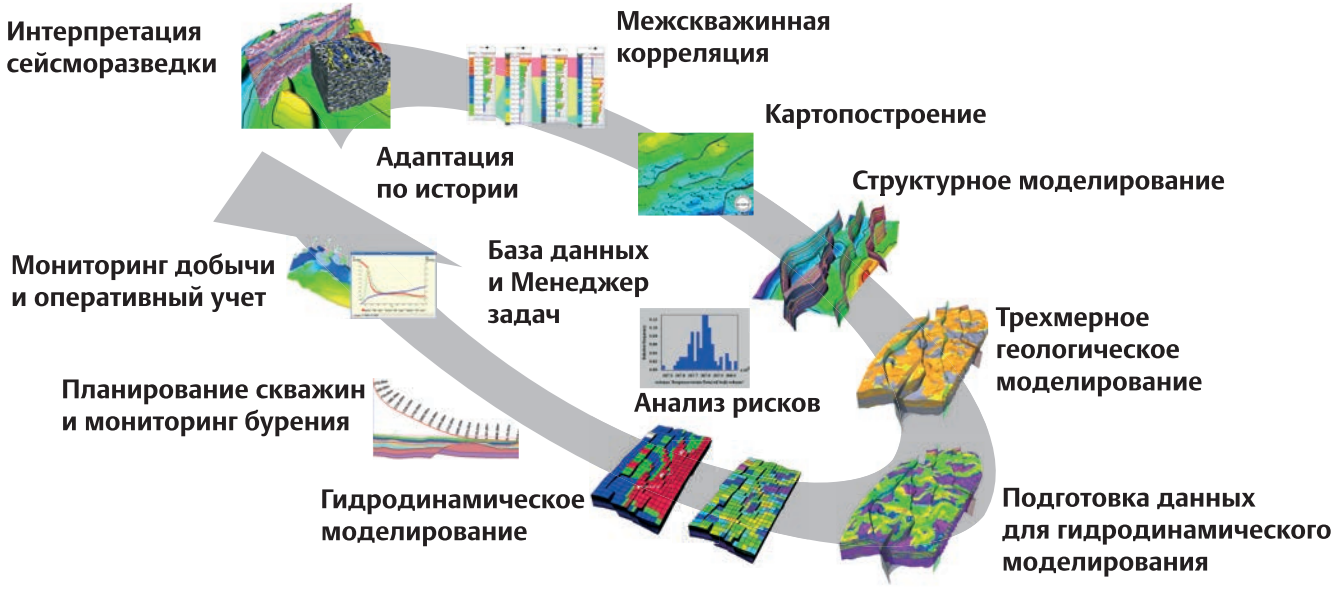

Рис. 2. Компоненты интегрированной модели от компании Эмерсон

Существенной поддержкой для стабилизации добычи нефти может стать увеличение коэффициента извлечения нефти (КИН). В настоящее время средний проектный КИН в стране – около 37%. Достигнутый КИН, то есть доля извлеченных запасов в геологических запасах, составляет в России около 20%.

Для обеспечения возможности увеличения КИН предлагается полномасштабное интегрированное решение построения геолого-технологических моделей от сейсмики к оптимизации добычи от компании Roxar, включающее следующие возможности: интерпретация данных сейсморазведки; геолого-гидродинамическое моделирование; автоматизированная адаптация по истории разработки; анализ рисков; оптимизация вариантов разработки; интегрированное моделирование; создание, поддержка и обновление баз данных (рис. 2).

В настоящее время в России значительное внимание уделяется интегрированному моделированию, направленному на поддержку задач оптимального планирования разработки месторождения и оперативного принятия решений путем проверки сценариев. Цели компании при разработке технологий интегрированного моделирования и оценки рисков: улучшение качества планирования и оценка рисков, улучшение качества принятия оперативных решений, улучшение качества исполнений решений.

Интегрированная модель объединяет модели: геолого-технологическую, движения флюида в насосно-компрессорных трубах (НКТ), движения флюида в поверхностной сети, совмещенную с технологией оценки рисков. Интегрированная модель представляет единую платформу для расчета характеристик скважин и трубопроводов, расчета характеристик системы сбора и транспорта с привязкой к гидродинамической модели, виртуальной расходометрии. Интегрированная модель применяется в подборе и учете внутрискважинного и поверхностного оборудования, прогнозе добычи при различных концепциях развития месторождения с учетом ограничений, в оценке потенциально возможной добычи, и идентификация «узких мест», оценке дебитов фаз по скважинам на основе косвенных замеров (виртуальная расходометрия), оптимизации режимов работы оборудования, выработке параметров регулирования, а также для управления месторождением в режиме on-line. ПО Roxar помогает определить оптимальную стратегию разработки месторождения и оценить риски принятия технологических решений.

В концепции интеллектуального месторождения автоматизация играет ключевую роль. Для оперативного управления производственными процессами нефтегазодобычи предлагается комплексная система, включающая полный спектр интеллектуальных контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных устройств, несколько линеек контроллеров телемеханики и SCADA-систему, а также обеспечивающая безотказность эксплуатации в ограниченных условиях энергопитания и связи. Данная система позволяет применять традиционную проводную, беспроводную и шинную технологии и использовать диагностические возможности интеллектуальных полевых устройств для проведения их техобслуживания до того, как они выйдут из строя.

Для эффективного управления технологическими активами предлагается семейство лучших в своем классе диагностических прикладных программ AMS Suite. Алгоритмы прогнозирования AMS Suite повышают эксплуатационную готовность и производительность оборудования, включая механическое и электрооборудование, оборудование ТП, КИП и клапаны.

Таким образом, благодаря комплексному подходу решаются следующие задачи: контроль состояния основных активов (контроль абразива, коррозии, вибрации); контроль производительности оборудования (насосов, компрессоров, теплообменников); дистанционное обслуживание КИП (наладка, диагностика без демонтажа, калибровка); планирование и оптимизация технического обслуживания и ремонтов (переход к обслуживанию по состоянию).

>>>

Стадии проекта

Рис. 3. Процедура взаимодействия специалистов Эмерсон и Заказчика

На данный момент не существует общепринятого подхода в вопросах создания концепции интеллектуального месторождения, и каждая компания индивидуально определяет и разрабатывает концепцию с учетом собственной специфики, условий, в которых она работает и экономической целесообразности.

Компания Эмерсон имеет опыт построения интеллектуального месторождения у ряда компаний – операторов в области добычи газа. Для достижения успеха была выработана пошаговая процедура взаимодействия специалистов Эмерсон и Заказчика (рис. 3).

Работа над проектом начинается с осознания конкретных первоочередных направлений оптимизации и области приложения усилий. Для этих целей проводится серия предварительных интервью или семинар со специалистами заказчика, анализ и выделение ключевых проблем, выработка совместных решений и подбор доступных технологий и оборудования, проведение технико-экономического расчета и определение пилотных объектов или направлений для внедрения.

Примерная программа семинара включает следующие темы:

- интеллектуальное месторождение: цели внедрения, иерархия, основные компоненты и их функции. Примеры внедрений и достигнутые результаты;
- решения по скважинам: интеллектуальная, добывающие, нагнетательные;
- решения по мониторингу коррозии и впрыску химических реагентов;
- решение для замерных установок и эксплуатационного сепаратора;
- решение для насосов;
- решения для резервуаров;
- беспроводные архитектурные решения для месторождения;
- центр интегрированного управления.

Полный спектр услуг включает обследование и оценку, предпроектные и проектные работы, комплекс работ по вводу в эксплуатацию и сервисную поддержку.

Важным преимуществом компании Эмерсон является наличие локализованного в России производства, позволяющего снизить сроки поставки оборудования и сгладить колебания курса рубля. Сервисные центры, расположенные близко к заказчику, также являются отличительной особенностью, позволяющей решать все проблемы на этапе эксплуатации оборудования и систем автоматизации. Компания Эмерсон более 10 лет производит на территории России постоянно расширяемую номенклатуру средств автоматизации с долей российских комплектующих около 70% – средства измерения, регулирующее, метрологическое и функциональное оборудование, оборудование для систем управления, а также выполняет инжиниринговые проекты и оказывает сервисное обслуживание.

Опыт успешных применений

Специалистами компании Эмерсон заложен фундамент для создания «интеллектуального месторождения» посредством разработанных и действующих математических моделей месторождений в сочетании с современными средствами автоматизации и телекоммуникаций. Эти современные технологии успешно внедряются на месторождениях ведущих предприятий России и СНГ. Примерами реализации комплексных проектов по автоматизации месторождений, начиная с уровня полевых приборов и заканчивая системами оперативно-диспетчерского управления, с использованием линейки оборудования и программных компонентов Эмерсон являются такие проекты, как обустройство Ванкорского и Верхнечонского месторождений, месторождений им. Требса и Титова, им. Ю. Корчагина – в России, Азери в Азербайджане и др.

Например, видимый результат, полученный на одной из площадок крупного оператора по добыче нефти и газа, был достигнут после внедрения решений по автоматизации функций мониторинга технологического оборудования, ранее выполняющихся с помощью полевых операторов. Как показывает практический опыт, внедрение удаленного мониторинга состояния скважин, систем дозирования химреагентов и станций катодной защиты трубопроводов позволило вдвое сократить число рутинных визитов на эти объекты. При этом окупаемость указанных решений составила менее 2-х лет.

Другим примером может служить внедрение технологии Эмерсон для сбора данных от интеллектуальных устройств на Астраханском газоконденсатном месторождении (ООО «Газпром добыча Астрахань», более 6000 скважин). Астраханский газохимический комплекс, расположенный в 70 км от г. Астрахани, – большое уникальное предприятие. Содержание в пластовой смеси свыше 28% сероводорода, пластовая температура 110°С и давление более 600 атм. на глубине 4000 м требуют высокой степени автоматизации всех уровней ТП и обеспечения высокой степени надежности систем и оборудования. В рамках развития концепции интеллектуального месторождения на объекте применена система диагностики интеллектуального КИП на базе ПО AMS Device Manager. Примененный подход позволяет на основе анализа информации о работе оборудования принимать управленческие решения, направленные на повышение надежности и качества эксплуатации газового месторождения, что подтверждает актуальность и экономическую эффективность применения системы диагностики.

Литература:

1. Справочная книга по добыче нефти. Под. ред. Матвеева С.Н. НГДУ «Комсомольскнефть», 2001.
2. Савоськина В. В., Черкашин М. В. Решения по вибрационному контролю и диагностике состояния динамического оборудования // Автоматизация в промышленности. 2016. №3. ●