УДК 620.9:502.1

**«Цифровое бурение».**

А.М. Кудинова

Сургутский институт нефти и газа (филиал)

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

(филиал ТИУ в г. Сургуте)

**Аннотация:** В статье рассматривается тенденция развития цифровой трансформации нефтегазовой отрасли, а именно направление цифрового бурения. Цифровизация в бурении в первую очередь, предполагает оцифровку, то есть, преобразование всех данных, информации и знаний, относящихся к процессу строительства скважины в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители. Следующей составляющей является внедрение новых технологий, позволяющие сократить время на обработку данных о скважине – изучении ее истории, проведение расчетов, составление выводов. Искусственный интеллект может выявить выход долота за пределы продуктивного слоя ещё до того, как об этом сообщат датчики телеметрии. Все это повышает эффективность работы, снижает аварийность и осложнения.

***Ключевые слова:*** цифровизация, бурение, цифровые технологии, искусственный интеллект.

Процесс бурения скважин является энергоемким и дорогостоящим процессом, который влияет на себестоимость добычи нефти. На бурение и крепление при строительстве нефтяных скважин уходит порядка 47% денежных затрат. Оно включает в себя расходы на подготовительные работы (лесорубные работы, планировка площадок, строительство подъездных путей, прокладка трубопроводов, световых и телефонных линий), строительство и разборку наземных сооружений, монтаж и демонтаж оборудований и сам процесс бурения.

Затраты по проходке и креплению скважины включают такие разделы, как, импортное оборудование, материалы, сервисные услуги, транспортные и энергетические расходы.

Нефть добывать становится с каждым годом сложнее, повышается уровень сложности скважин, особенно по проектам трудноизвлекаемых запасов нефти. Повышается потребность в горизонтальном бурении и увеличении числа многоствольных скважин. Это приводит к росту парка тяжелых буровых установок, приводящее к ухудшению экологической обстановки.

Решение данной проблемы можно найти во внедрении современных цифровых технологий, программного обеспечения, привлечения специалистов цифровых технологий и создание принципиально новой организации управления буровыми работами.

«Газпром нефть» занимается проектами по цифровизации производственных процессов. Полная автоматизация и применение решений на основе искусственного интеллекта, благодаря которым станет возможным удаленное управление буровой установкой, создание так называемых безлюдных буровых – это задачи ближайших нескольких лет.

Причины повышенного внимания к этой сфере заключается в том, что цифровизация в российском нефтесервисном рынке недостаточно развита, в ней нет серьезной конкуренции и не каждая компания готова взять на себя ответственность за все дополнительные риски.

Процесс проектирования и строительства скважин в «Газпром нефти» во многом оцифрован. В специальных компьютерных симуляторах производят расчет расположения скважин, их траекторию, конструкцию, спуск обсадных колонн, цементирование ствола и других отдельных операций. Программное обеспечение оценивает ожидаемую отдачу от пласта и находит оптимальные способы ее достижения.

Во всех этапах бурения со скважины поступает огромный поток данных. Это показания датчиков геолого-технологических исследований, данные каротажа в процессе бурения, показания телеметрии наклонно направленного бурения, реология бурового раствора. Так в 2012 г. появился Центр управления бурением «ГеоНавигатор», который обеспечивает сотрудничество геологов и инженеров по бурению в реальном времени и сопровождение бурения 365 дней в году.

Информация с датчиков, расположенных на буровой и буровом инструменте, поступает в центр. Там эти данные обрабатываются кросс-функциональной командой инженеров. Информация о технологических параметрах бурения и о свойствах пласта постоянно обновляется. Специалистам Центра управления бурением необходимо оперативно принимать решения о корректировке траектории строительства скважины, пересматривать режимы и следить за всевозжными изменениями в разрабатываемом проекте.

После начала работы ЦУБ «ГеоНавигатор» коэффициент эффективности проводки горизонтальных скважин по нефтяному пласту вырос с 65% до 92%.

Совершенству нет предела, тот большой объем данных, который получается в настоящее время недостаточен. Нет информации о состоянии насосов, верхнего силового привода. Эти данные собирает буровой подрядчик. Такое оборудование как, датчики вибрации и температуры бурового насоса, датчики крутящего момента на верхних приводах, дополнительные газоанализаторы не являются стандартным оборудованием и отсутствуют на многих буровых. Они дают возможность оценить износ оборудования, предотвратить выход из строя и сократить источники непроизводительного времени, с которым связан большой объем затрат при бурении. Стимулирование использования высокотехнологичного оборудования позволит увеличить скорость бурения, сократит простои, что приведет к снижению итоговой стоимости скважины, а нефть и доход от ее реализации можно будет получить быстрее.

Планирование бурения, всевозможные расчеты и модели при проектировании скважин делаются сегодня с использованием импортного софта. В «Газпром нефти» хотят заменить его собственными разработками, чтобы обезопасить себя от рисков ограничения доступа к продукту, снизить стоимость лицензий на программное обеспечение и уменьшить недостатки самого программного обеспечения.

Между продуктов разных производителей происходить сложный обмен данных. Не хватает визуализации, модулей, использующих машинное обучение и способные повышать эффективность работы.

Разработка собственной программной платформы ЭРА.ПИК стала выходом из данной ситуации. Она представляет собой конструктор, к которому будут прикреплены все новые цифровые решения в области бурения.

Первый базовый модуль – проектирование конструкции и профиля скважин. Это кросс-функциональный процесс, в котором задействованы самые разные специалисты. В программе удалось максимально автоматизировать, упростив процедуры и сократив сроки согласования проекта разными службами. Одна из важных задач на данном этапе –обеспечить интеграцию в новой системе всех существующих баз данных в области бурения.

Важной составляющей единицей ЭРА.ПИК станет решение, основанное на технологиях машинного обучения. Аналогов которых нет на рынке. Среди задач, которые сможет решать искусственный интеллект – построение оптимального дизайна скважин на основе исторических данных, а также предсказание или более точное описание определенных ситуаций, складывающихся в процессе бурения.

При бурении скважин искусственный интеллект позволит выявить выход долота за пределы продуктивного слоя еще до того, как об этом сообщат датчики телеметрии. Выход из коллектора или целевого интервала фиксируются, когда долото ушло от места выхода на 15-35м.

В определенных случаях опытный бурильщик по косвенным признакам (нагрузка на долото, скорость проходки) способен определить, что долото вышло в другую породу. У специалистов «Газпром нефти» возникла идея, что такой навык можно развить и у искусственного интеллекта, выявив в данных геолого-технологических исследованиях, указывающие на это скрытые закономерности.

Разработанный прототип использует машинное обучение, чтобы оперативно анализировать параметры, поступающие с бурового оборудования – уровень вибрации, скорость бурения и вращения ротора, нагрузку на долото и другие параметры. Эти показатели изменяются в зависимости от характеристик пласта, позволяют оперативно определить состав породы, не дожидаясь поступления данных с датчиков на самом буровом инструменте.

Сейчас программа способна определять три литотипа (породы с определенным набором признаков) – песчаник, глину, карбонатизированный песчаник – и тот момент, когда долото переходит из одной породы в другую. Вероятность выявления смены литотипа с использованием созданного цифрового решения составляет не менее 70%. Обучение модели продолжается на новых скважинах и с каждой пробуренной скважиной точность становится выше.

Использование цифровых инструментов на всех этапах строительства скважин – неотъемлемая часть стратегии по цифровой трансформации блока разведки и добычи. Цифровые двойники и специализированные программные продукты позволяют повысить эффективность проводки скважин, кратно уменьшить риск аварий и осложнений в процессе бурения и освоения, снизить риск влияния человеческого фактора. В конечном итоге они повышают безопасность всех производственных процессов с одновременным сокращением общей стоимости работ. Изменение подходов к разработке и применение цифровых технологий дают возможность вовлечения новых запасов на активах компании, ранее считавшихся нерентабельными.

Современные проблемы повышения эффективности нефтегазопромышленных предприятий требует современных решений. Поэтому сегодня процесс цифровизации и автоматизации необратим, он только будет набирать обороты. И те предприятия, которые уже сейчас внедряют новые технологии, работают намного эффективнее своих конкурентов.

**Литература**

1. Особенности и необходимость внедрения инноваций на промышленных предприятиях/ Щипцов А. А. – Текст: непосредственный // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – № 1. – С. 141–143.
2. Преимущества внедрения цифровых технологий в нефтедобыче / М. С. Лысенков. – Текст : непосредственный// Молодой ученый. – 2020. – № 37 (327). – С. 96-98.
3. Цифровые технологии / А. Алексеев – Текст: непосредственный// Сибирская нефть. – 2019. – №6 (163). – С. 16-21.
4. Цифровая трансформация нефтяной отрасли / Д.В. Козлова, Д.Ю. Пигарев. – Текст : непосредственный // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2020. – №7 (803). – С.34-38.