

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ ГАЗА

В.Е. Столяров¹, И.К. Басниева², Н.А. Еремин², И.А. Еремина², З.Т. Краус²,
О.Н. Сарданашвили², П.А. Юфин²
1 – ПАО «Газпром», 2 – ИПНГ РАН
e-mail: ermн@mail.ru

Современный этап развития газовой индустрии в России и в мире характеризуется все более активным использованием цифровых технологий добычи газа. Главный редактор журнала «Нефть России» Валерий Андрианов в своей передовице отметил следующее: «Наши авторы из Института проблем нефти и газа РАН в статье «Путем цифровизации и квантовизации» напоминают о том, что сегодня ведущие страны мира переходят к новому экономическому и технологическому укладу, основанному на цифровых технологиях. Для этого на государственном уровне принимаются соответствующие программы. И Россия также идет по этому пути. Уже разработаны и проходят испытания передовые технологии, основанные на принципах цифровизации. И это позволяет надеяться на то, что РФ сможет обеспечить свой технологический суверенитет даже в условиях самых жестких санкций» [1].

В ПАО «Газпром» элементы цифровой добычи газа используются на более чем 150 месторождениях [2]. Российские нефтегазовые компании планируют внедрить к 2021 году цифровые технологии добычи на 250 нефтяных и газовых месторождениях.

Научная основа применения методов искусственного интеллекта в нефтегазовой промышленности была впервые описана в монографии [3]. Оцифровка добычи газа имеет своей целью рост капитализации газовых компаний на фондовых рынках России и за рубежом вследствие максимального и эффективного использования созданных производственных активов и разработки гигантских залежей остаточного сухого, прежде всего сеноманского, газа [4–19]. Оптимизация процессов сбора, хранения и передачи больших объемов гео- и контрольной информации на цифровых месторождениях набирает обороты, особенно при разработке морских месторождений [20–22]. Интересным направлением развития центров обработки данных (ЦОД) является создание их цифровых двойников. Цифровые двойники ЦОД позволят осуществлять моделирование и прогнозирование наиболее оптимальной конфигурации архитектуры ЦОД на кратко- и среднесрочную перспективу на базе анализа основных трендов изменения структуры и типов Больших геоданных на цифровых месторождениях.

Одним из элементов цифровой модернизации газовой промышленности является петророботика. На семинаре «Организация и проведение подводных технических работ на шельфовых производственных и транспортных объектах ПАО «Газпром», состоявшемся 29 ноября 2017 г., был представлен доклад С.С. Камаевой и Н.А. Еремина «Технология диагностики морских трубопроводов на больших глубинах — опыт применения». В докладе обобщены результаты диагностики морских трубопроводов на глубинах моря до 1000 м, а также изложены перспективы создания комплекса для работы на трубопроводах с глубиной моря более 3000 м совместно с одной из ведущих нефтегазовых компаний.

В начале октября 2017 г. был успешно завершен первый коммерческий проект с использованием мультикоптера для диагностики газопровода компании ОАО «Алроса-газ» на водных путях через реки Вилюй, Большая Ботуобия и др. общей протяженностью около 2 км. Создание инновационной технологии для беспилотной диагностики трубопроводов осуществляли научные центры ИПНГ РАН по магнитной томографии (научный руководитель Светлана Сергеевна Камаева) и мониторингу геофизических исследований с использованием беспилотных летательных аппаратов (научный руководитель Александр Черников) [20, 23–25]. Гуманитарные аспекты взаимодействия ноосферы и нефтегазовой ботосферы (петро-робототехники) раскрыты в статье [26].

Буровая петророботика быстро развивается. Наиболее интересными техническими решениями в этой области являются роботизированная система бурения без буровой установки «Бэджер эксплорер» и роботизированный буровой комплекс. Автономные роботизированные буровые системы особенно востребованы в морском бурении [23].

20–21 февраля 2018 г. на III Международной конференции «Арктика: морские проекты и устойчивое развитие регионов» («Арктика-2018») компания «Масштаб» представила промышленную технологию защищенной волоконно-оптической системы связи с удаленными морскими платформами. Она основана на технологии квантовой криптографии и использует существующую телекоммуникационную инфраструктуру [20, 25].

Различные элементы цифровых газовых технологий были протестированы в 2011–2018 гг. на Ямбургском, Муравленковском, Астраханском, Бованенковском, Заполярном месторождениях. Созданы системы контроля стабилизации газа для Заполярного газоперерабатывающего завода, управления производством газа на Уренгойском и Ямбургском месторождениях, а также управления группой газоперекачивающих агрегатов

на месторождении Бованенково. Введены в эксплуатацию различные энергонезависимые системы телеметрии и телемеханики, электрохимическая защита Уренгойского и Ямбургского месторождений. Основной тенденцией развития цифровых технологий является повторяющийся цикл корректирующего контроля: измерение – коррекция – мониторинг – прогноз – воздействие – контроль [17–19].

Для оптимальной и эффективной работы цифровых месторождений необходимыми условиями являются:

- адекватность информационной модели интегрированного месторождения (в части наземной и подземной технологии), модели добычи нефти и газа (геологическая модель) и возможность их быстрой корректировки;
- наличие программного и аппаратного обеспечения, сложных алгоритмов управления (аппаратуры управления), квалифицированных специалистов и научно-технической поддержки добычного комплекса;
- наличие интерфейсов и обратных связей интегрированного комплекса, критерии эффективности бизнес-процесса добычи, транспортировки сырья, и оптимальные процессы управления.

В ООО «Газпром добыча Ноябрьск» внедрена и испытана экспериментальная информационно-управляющая система для распределенного управления группой малогабаритных компрессорных установок Вынгапуровского газового месторождения, прошла опытно-промышленную апробацию энергонезависимая система газодинамических исследований пластов Комсомольского газового предприятия. Центр моделирования был создан и успешно работает, в его базе данных постоянно функционирует и обновляется около 10 000 параметров, формируется более 240 автоматизированных отчетов и 1300 диспетчерских форм. На газовых месторождениях и подземных хранилищах газа применяется порядка 24 разновидностей телеметрического и телемеханического оборудования различных производителей [2].

Уже более десяти лет используются цифровые элементы добычи газа на Астраханском месторождении, что позволило реализовать комплексные алгоритмы дистанционного управления и диагностики оборудования через оптические линии связи и передачи информации. На Чайядинском «цифровом» месторождении предусмотрена интеграция автоматизированного и автоматического управления объектами технологической цепочки. Центр управления автоматизированного технологического

комплекса Чайядинского месторождения на базе отечественных программно-технических и высокоскоростных каналов связи обеспечивает комплексное моделирование и мониторинг состояния технологических объектов, а также информационное взаимодействие и диагностику всех элементов производственной цепочки добычи.

Примером эффективного управления сложным технологическим комплексом является Бованенковское НГКМ ООО «Газпром добыча Надым». Единый центр управления газовым промыслом позволяет обеспечить добычу газа на уровне 120 млрд м³ в год для нескольких дожимных компрессорных станций и промыслов с десятками ГПА и сотнями скважин различной производительности, осуществляя автоматизированный режим управления и регулирования. Приоритетными направлениями являются задачи существенного сокращения временных затрат от момента постановки задачи до ее реализации, обеспечение оптимального использования финансовых и иных ресурсов, ускоренное внедрение и тиражирование положительных результатов или лучших практик.

По оценке специалистов Института проблем нефти и газа РАН, затраты на цифровизацию газового промысла при извлечении остаточных запасов составляют не более \$1–2 на 1000 м³ газа. Лучшие мировые практики показали эффективность применения принципов «цифрового» месторождения на газовых объектах. Это обеспечивает увеличение извлекаемых запасов газа до 7%, уменьшение времени простоев скважин на 50% и сокращение операционных затрат не менее чем на 10–25%. Имеющаяся сегодня нормативно-техническая база, действующие стандарты позволяют системно перейти к практике цифровой газодобычи.

В ближайшие годы цифровая газовая экономика столкнется с серьезным вызовом, а именно с ростом потребности в высококвалифицированных кадрах, обладающих новыми цифровыми навыками и компетенциями. Не менее остро стоит проблема переподготовки работающих специалистов в газовой отрасли. Как ожидается, к 2025 году около 30% рабочих мест в газовой промышленности будут заменены роботизированными или киберфизическими системами [27–33].

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности», № АААА-А16-116031750016-3).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреанов В.* Нефтяная самооборона // Нефть России. 2018. № 3–4. С. 62–65.
2. *Столяров В.Е.* Концепция обустройства месторождений, реализованных на принципах малолюдных технологий (интеллектуальное месторождение) // Современные технические инновационные решения, направленные на повышение эффективности реконструкции и технического перевооружения объектов добычи углеводородного сырья: Сб. докл. V Междунар. конф. М., 2016. С. 15–28.
3. *Еремин Н.А.* Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. М.: Наука, 1994. 462 с.
4. *Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Михайлов Н.Н.* Цифровая модернизация газового комплекса // Актуальные вопросы разработки и внедрения малолюдных (удаленных) технологий добычи и подготовки газа на месторождениях ПАО «Газпром»: Сб. докл. заседания секции «Добыча газа и газового конденсата» НТС ПАО «Газпром». М., 2017. С. 9–20.
5. *Мартынов В.Г., Абукова Л.А., Еремин Н.А.* Цифровизация нефтегазового производства в России и странах ЕАЭС // Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России: Сб. тез. XII Всерос. науч.-техн. конф. Секция 2. Разработка и эксплуатация месторождений природных углеводородов. М., 2018. С. 69.
6. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Современная НТР и смена парадигмы освоения углеводородных ресурсов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2015. № 6. С. 10–16.
7. *Дмитриевский А.Н., Мартынов В.Г., Абукова Л.А., Еремин Н.А.* Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. 2016. № 2(24). С. 13–19.
8. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Инновационный потенциал умных нефтегазовых технологий // Геология, геофизика и разраб. нефт. и газовых месторождений. 2016. № 1. С. 4–9.
9. *Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Тихомиров Л.И.* Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений // Нефть. Газ. Новации. 2015. № 12. С. 44–49.
10. *Еремин Ал.Н., Еремин Н.А.* Современное состояние и перспективы развития интеллектуальных скважин // Там же. С. 50–53.

11. *Еремин Н.А., Сарданашивили О.Н.* Инновационный потенциал цифровых технологий [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2017. Вып. 3(18). 9 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 30.08.2018).
12. *Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России // Нефт. хоз-во. 2017. № 11. С. 54–58.
13. *Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д.* Цифровая модернизация нефтегазовой отрасли: состояние и тренды // Датчики и системы. 2017. № 11. С. 13–19.
14. *Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н.* Цифровая модернизация нефтегазового производства // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 12. С. 13–16.
15. *Еремин Н.А.* Цифровые тренды в нефтегазовой отрасли // Там же. С. 17–23.
16. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Цифровое развитие Арктической зоны России: состояние и лучшие практики // Региональная энергетика и энергосбережение. 2018. № 3. С. 2–3.
17. *Гаричев С.Н., Еремин Н.А.* Технология управления в реальном времени: учеб. пособие: в 2 ч. М.: МФТИ, 2015. Ч. 2. 304 с.
18. *Гаричев С.Н., Еремин Н.А.* Технология управления в реальном времени: учеб. пособие: в 2 ч. М.: МФТИ. 2015. Ч. 1. 196 с.
19. *Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н.* Управление разработкой интеллектуальных месторождений: учеб. пособие для вузов. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2012. Кн. 2. 210 с.
20. *Еремин Н.А., Камаева С.С., Черников А.Д., Еремин Ал.Н.* Путем цифровизации и квантовизации // Нефть России. 2018, № 3–4. С. 62–65.
21. *Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н.* Оптикализация нефтегазовых месторождений // Нефть. Газ. Новации. 2016. № 12. С. 40–44.
22. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Нефтегазовый комплекс РФ–2030: цифровой, оптический, роботизированный // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2017. № 1. С. 10–12.
23. *Ивлев А.П., Еремин Н.А.* Петророботика: роботизированные буровые комплексы // Бурение и нефть. 2018. № 2. С. 8–13.

24. *Камаева С.С., Еремин Н.А.* Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности газопроводов с применением бесконтактных технологий технического диагностирования // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 9. С. 75–82.

25. *Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н., Еремин Н.А.* О квантовизации и роботизации нефтегазового дела // Будущее в настоящем: человеческое измерение цифровой эпохи: материалы III Междунар. науч.-метод. конф. «Гуманитарные Губкинские чтения» М., 2018. Ч. 3. С. 147–154.

26. *Еремин Н.А., Золотухин А.Б.* Петророботика: состояние и гуманитарные аспекты // Там же. С. 155–161.

27. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Большие геоданные в цифровой нефтегазовой экосистеме // Энергет. политика. 2018. № 2. С. 31–39.

28. *Еремин Н.А.* Работа с большими геолого-промысловыми данными в эпоху нефтегазового интернета вещей // Нефть. Газ. Новации. 2018. № 2. С. 70–72.

29. *Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Линьков Ю.В., Пустовой Т.В.* Цифровая модернизация образовательного процесса // Дистанционное и виртуальное обучение. 2018. № 1. С. 22–31.

30. *Абукова Л.А., Борисенко Н.Ю., Мартынов В.Г., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.* Цифровая модернизация газового комплекса: научные исследования и кадровое обеспечение // Науч. журн. РГО. 2017. № 4. С. 3–12.

31. *Кожевников Н.А., Еремин Н.А., Пустовой Т.В.* О нефтегазовом сетевом университете // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2017. № 10. С. 41–47.

32. *Kozhevnikov N.A., Bekmukhametova Z.A., Eremin N.A.* The digital petroleum education // Herald of the Kazakh-British technical university. 2017. № 4. P. 28–36.

33. *Золотухин А.Б., Кожевников Н.А., Еремин Н.А.* Цифровой нефтегазовый университет // Будущее в настоящем: человеческое измерение цифровой эпохи: материалы III Междунар. науч.-метод. конф. «Гуманитарные Губкинские чтения» М., 2018. Ч. 3. С. 221–227.