

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ**

**Салыгин В.И., Гулиев И.А., Маркин А.С.**

*Международный институт энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД  
России*

mier@mgimo.ru, guliyeв@mier-mgimo.ru, anton.s.markin@yandex.ru

*Аннотация: Настоящая статья посвящена комплексному исследованию существующих тенденций цифровой трансформации предприятий нефтегазовой отрасли в рамках опыта ведущих нефтегазовых компаний мира. Работа фокусируется на ключевых особенностях, вызовах и рисках цифровизации в условиях быстрой структурной модернизации промышленных объектов.*

Ключевые слова: ТЭК, цифровизация, нефтегазовый сектор,

## Введение

Цифровизация топливно-энергетического комплекса входит в перечень стратегических ориентиров основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года, выделена в качестве фактора институционального преобразования экономики в Прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов, включена в перечень приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации в соответствии с Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Цифровизация ТЭК, а также инновационная научно-техническая политика в сфере энергетики являются главными стратегическими ориентирами долгосрочной государственной энергетической политики, утвержденными Распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года».

Топливо-энергетический комплекс – стратегически важная отрасль экономики Российской Федерации, обеспечивая 45 % дохода бюджета страны. Ключевой задачей ТЭК является обеспечение эффективности и бесперебойности процессов, происходящих в рамках добычи, переработки, транспортировки углеводородов и продуктов их переработки. Развитие цифровых технологий, включая обработку больших данных, применение элементов искусственного интеллекта, позволяет осуществить качественный скачок в развитии топливно-энергетического комплекса, значительно повышая эффективность, безопасность и бесперебойность его работы.

Несмотря на явный позитивный эффект от комплексной имплементации передовых цифровых решений в структуру технологических процессов любого промышленного предприятия, комплексная модернизация связана с рядом существенных рисков и вызовов. В рамках данной тематики также необходимо учитывать специфику нефтегазовой отрасли, которая связана с высокими требованиями к промышленной и экологической безопасности, что придает важность стратегическому планированию цифровизации объектов ТЭК.

## 1 Международный опыт

### 1.2 Повышение операционной эффективности

Тренд цифровизации в нефтегазовых компаниях не является новым. Практически все крупнейшие ВИНК мира активно занимаются инновациями и цифровыми технологиями, сотрудничают с ведущими университетами, осуществляют венчурное инвестирование в прорывные технологии. Например, крупнейшая международная публичная нефтегазовая компания - ExxonMobil, с выручкой 244 млрд. долл. в год инвестирует более 1 млрд. долл. в год на НИОКР, в том числе, в области энергоэффективных решений и материалов, а также в технологии по снижению выбросов.

В отчете инжиниринговой компании Accenture фигурирует термин «цифровой трубопровод», что означает высокий уровень оснащения трубопроводной системы современными технологиями, а также наличие информационной конвергенции, что, в свою очередь, позволяет проводить мониторинг всех показателей, оценку рисков, управление трубопроводной системой в реальном времени. В результате такая концепция приводит к максимизации эффективности работы системы и минимизации операционных затрат и рисков.

Одним из лидеров в сфере применения цифровых технологий в процессах добычи нефти является итальянская компания Eni. Компания имеет стратегическую цель максимизировать уровень добычи углеводородов из нефтяных месторождений до технических пределов, которые в настоящее время оцениваются в 60-70 процентов для нефти и более 80 процентов для газа путем решения ряда технологических задач.

Одним из решений такой задачи являются карты месторождения высокого разрешения. Непрерывный сбор данных с бурового оборудования, проб горных пород и жидкостей, взятых из пласта, и со стационарных датчиков, установленных в скважинах, позволяют получить более точную карту жидкостей по мере их движения во времени и пространстве. Eni практикует применение таких решений, как волоконно-оптические кабели, четырехмерный сейсмический мониторинг высокого разрешения, а также температурные, акустические и электромагнитные датчики, которые формируют поток данных в режиме реального времени для оптимизации производственных параметров и обеспечения более глубокой и подробной карты пласта.

В рамках анализа Big Data, компания Eni использует суперкомпьютеры для моделирования поведения жидкостей в месторождении. Инвестиции в разработку месторождений полезных

ископаемых, зачастую измеряющиеся в миллиардах евро, основаны на ряде, казалось бы, простых вопросов. Сколько скважин нужно пробурить, где и каким образом, и какой уровень добычи будет на каждом месторождении. Ответы на эти вопросы являются далеко не простыми – и точность прогнозирования имеет решающее значение для обеспечения стабильности проекта. Компания. Epi использует и развивает технологии, основанные на суперкомпьютерах и применении сложных высокоточных моделей. Эти модели имитируют движение углеводородов в порах месторождения, а также рассчитывают предполагаемую добычу из месторождения благодаря применению методов и алгоритмов обработки больших данных на основе элементов искусственного интеллекта.

Компания ENI проводит исследования по использованию умных наночастиц или наноземлюльсий для повышения нефтеотдачи, или, в случае с тяжелой нефтью – применение нагретого пара для стимулирования потока углеводородов. Компания разрабатывает различные пилотные исследовательские проекты и технологии, а также проводит полевые промышленные испытания на старых месторождениях в Северной Африке, используя методику закачки воды и газа, а также методику закачки слабосоленой воды.

Компания BP также инвестирует в цифровые решения по повышению эффективности нефтеотдачи. В рамках своей деятельности BP использует такие технологии, как ISS и Wolfsparg в паре с компьютерным центром в Хьюстоне для визуализации сейсмических изображений месторождений с целью определить характеристику, запасы месторождения, а также для моделирования геофизических процессов месторождения с определением предполагаемого уровня добычи.

На данный момент BP разрабатывает единую платформу Connected Upstream для объединения всех месторождений в единую информационную сеть. Такая система позволит моментально обрабатывать все данные и показатели с месторождений для проведения оптимизации и повышения эффективности всех процессов. Также такая система позволит снизить время принятия решения и сможет повысить качество принимаемых решений. Похожего уровня технология уже используется на месторождении Хаззан в Омане.

Крупнейший игрок на рынке цифровых решений - Baker Hughes. С 2017 года Baker Hughes носит другое наименование, поскольку 62% акций было выкуплено General Electric. На данный момент BHGE является третьей по величине нефтесервисной компанией.

В рамках цифровизации, компания BHGE предлагает ряд технологий по оптимизации и автоматизации промышленных процессов, одной из которых является IntelliStream.

IntelliStream – программное обеспечение по оптимизации промышленных процессов, которое направлено на повышение эффективности разработки и освоения месторождений, а также на объединение в единую систему месторождение, промышленные объекты, персонал и иные активы компании. Программное обеспечение позволяет обеспечить полную цифровизацию всей активности по разработке месторождений на континентальном шельфе.

Система объединяет насосное оборудование и иные системы и позволяет в реальном времени наблюдать за износом оборудования, уровнем добычи, сравнивать текущий и проектный уровень добычи. IntelliStream обрабатывает показатели, что дает оператору возможность быстро и эффективно принимать решение.

Baker Hughes заявляют, что при использовании такой системы произойдет повышение количества баррелей в сутки на месторождении на 5-8%, средняя добыча вырастет с 35%-43%, а также снижение операционных расходов на 7,5%.

## 1.2 Снижение операционных затрат

В отчете Всемирного Экономического Форума за 2017 год «Цифровая трансформация в Нефтегазовом секторе» отмечается, что цифровизация способна принести выгоду для нефтегазовых компаний в размере 1 триллиона долларов, при этом для трубопроводных компаний, такая дополнительная выгода может составить 100 миллиардов долларов. В качестве конкретного примера приводится трехмерная печать, которая способна снизить расходы на ремонт трубопроводов на 15%.

При изучении зарубежной практики необходимо также обратить внимание на крупнейшие нефтесервисные компании, реализующие отдельные цифровые решения в рамках технологических процессов добычи, транспортировки и переработки. Компания Honeywell специализируется на разработке систем автоматизации на различных промышленных объектах, в том числе в энергетике. Компания предлагает различные технологии в сфере управления промышленными процессами, обеспечения безопасности и т.д. Компания разработала собственный аппаратно-программный пакет

Experion PKS, который комплектуется модульным контроллером ControlEdge Unit Operations Controller. Honeywell отмечает, что данная технология соответствует самым высоким требованиям по автоматизации и безопасности.

Система, разработанная компанией Honeywell, позволяет решать следующие задачи:

- 1) Управление предприятием, интеграция всех систем на базе одной платформы;
- 2) Управление эксплуатацией, динамическое моделирование промышленных процессов;
- 3) Обработка данных, управление системами безопасности;
- 4) Управление промышленными процессами. Телекоммуникационными сетями;
- 5) Обработка сигналов тревоги

Программно-аппаратный пакет компании включает в себя программное обеспечение и модульные контроллеры, которые объединяют все системы в единую платформу, а также значительно ускоряет процесс мониторинга и диагностики, что приводит к более эффективному управлению активами, и, как следствие, к снижению капитальных затрат. Программно-аппаратный пакет также занимается хранением, обработкой и передачей данных о работе предприятия. Всю статистическую информацию о предприятии можно получить даже со смартфонов.

Компания Honeywell сотрудничает с такими крупными зарубежными игроками в нефтяной сфере, как Shell, Kinder Morgan, Total S.A., Gunvor, Phillips 66, Qatar Petroleum.

Enbridge, помимо сотрудничества с рядом крупных инновационных компаний, ведет инвестирование в собственный фонд инноваций и цифровых технологий. В 2014 и 2015 году компания инвестировала в инновационные и цифровые системы 12.2 млн. долл., а именно в системы мониторинга, обнаружения утечек, автоматизации процессов и т.п., а также отдельно:

- 1) Оптоволоконную акустическую систему мониторинга – 4 млн. долл.;
- 2) Обнаружение и предотвращение утечек на нефтехранилищах – 2 млн. долл. (автоматизация и использование беспроводных сенсоров);
- 3) Систему видеонаблюдения с оптическими сенсорами – 1.5 млн. долл.;
- 4) Беспроводную систему автоматизации, удаленного мониторинга и коммуникации – 15 млн. долл. (в 2014 году).

Что дало такое инвестирование компании в будущем? Обратим внимание на отчет 2016 года:

- 1) Рост выплат по дивидендам на 10%;
- 2) Рост стоимости компании (135 млрд. долл. США в 2016, 131 млрд. долл. США в 2017);
- 3) Снижение количества сбояв и ЧС на 30%;
- 4) Компания достигла 99,9% показателя сохранной доставки;
- 5) На 200 тысяч сотрудников показатель травм составляет 0,55.
- 6) За 2016 год всего 23 барреля нефти было разлито на собственности компании.
- 7) Из 45 аварийных ситуаций, только 8 имели негативные последствия, в результате которых было разлито 279 баррелей.

Метод RCM (Reliability Centered Maintenance) – техобслуживание для обеспечения максимальной надежности. RCM изначально применялся в авиационной промышленности, и сложность компании PetrobrasTransporteS.A. состояла в адаптации метода для нужд трубопроводной сферы. Основная цель проекта – обеспечение надежности информации о состоянии оборудования для осуществления техобслуживания, направленного на предотвращения ЧС.

Функционирование такой методики было построено на применении бразильского программного обеспечения - MCCNet® software (порт. Manutenção Centrada em Confiabilidade). Такая система проводила анализ всей системы трубопроводов, насосных станций и терминалов, изучала системные ошибки, сбои и иные показатели. Затем программа составляла диаграмму принятия решений, потенциальные риски, и на основе этих показателей – план технического обслуживания и экономически-эффективные решения.

Финансовые и технические результаты применения системы:

- 1) Снижение количества планов техобслуживания на 64%;
- 2) Снижение заказов на проведение техобслуживания на 23%;
- 3) Снижение затрат на техобслуживание на 10%.

## **2 Вызовы и риски цифровизации**

Цифровизация любой отрасли промышленности, в том числе в ТЭК, предполагает использование комплексного анализа всей текущей технологической цепочки с целью определения необходимого алгоритма действий. Нынешняя «цифровая революция» или «цифровая

трансформация» экономики сравнима с аналогичными промышленными революциями в истории. Таким образом, подход к технологическому совершенствованию любого объекта или технологической цепочки любой крупной компании подразумевает выполнение следующего алгоритма:

- 1) Оценка цифровой подготовленности объекта/компании;
- 2) Разработка стратегии/дорожной карты;
- 3) Выполнение пилотного проекта;
- 4) Масштабирование.

В рамках блока 1 «оценка цифровой подготовленности» необходимо проведение комплексного исследования нынешнего технологического уровня компании, комплексного анализа всех показателей деятельности, анализ собственных потребностей и рисков, оценка производственной инфраструктуры. Важно отметить, что такой процесс на уровне крупной компании предполагает тесное взаимодействие с научными институтами в рамках исследования прорывных технологий и опыта ведущих компаний мира.

После определения потребностей, разработки научной базы, комплексного изучения собственной инфраструктуры и процессов, необходимо сформировать план действий в виде дорожной карты или стратегии цифровой трансформации компании в целом. Такой документ формирует необходимый алгоритм действий, а также должен содержать направления научной и инвестиционной деятельности, и, что немаловажно, ключевые показатели эффективности. В рамках данного этапа сотрудничество с ведущими институтами также является жизненно важным, ведь составление алгоритма цифровой трансформации невозможно без комплексного изучения не только опыта аналогичных компаний, но и без исследований экспериментальных практик, разрабатываемых на уровне ведущих мировых академий наук и НИИ.

Следующий этап предполагает разработку единичной технологии, или выполнение одного проекта, в рамках которого происходит тестирование существующих алгоритмов всей цепочки инновационной деятельности, начиная с формирования ТЗ на уровне руководства, заканчивая внедрением в эксплуатацию. На данном этапе происходит непрерывная работа по исправлению ошибок, устранению дефектов, совершенствованию практик, алгоритмов и моделей, в результате чего формируется качественная практика, масштабируемая на 4 этапе цифровой трансформации.

Вышеуказанный алгоритм действий чаще всего применяется в рамках цифровой трансформации предприятия или компании в целом. Тем не менее, аналогичный алгоритм может быть принят и в рамках формирования стратегии цифровой трансформации на уровне страны. Логика цифровой трансформации не строится исключительно на применении передовых технологических решений. Процесс цифровой трансформации, как уже было сказано выше, схож с промышленными революциями, которые в корне меняли технологический процесс и логику производства. Таким образом, нынешняя, четвертая промышленная революция, основывается не на технологии, а на новой логике промышленности, которая базируется на продвинутой аналитике, управлении инновациями, развитии научного потенциала и т.д.

Одним из ключевых направлений деятельности в рамках цифровой трансформации является управление инновациями и расширение научного потенциала. Современная практика зарубежных компаний основывается на продвинутом сотрудничестве с ведущими научными организациями. Например, Total активно сотрудничает с Институтом Энергоэффективности Париж-Сакле. Одним из интересных решений компании в сфере энергоэффективности является проект по установке солнечных батарей на крышах 5000 своих АЗС по всему миру в ближайшие годы, что должно привести к снижению выбросов CO<sub>2</sub> на 100 тыс. т в год и сэкономить компании 40 млн. евро ежегодно.

Развитие научного потенциала и управление инновациями – это существенные элементы новой бизнес-логики, которая лежит в основе концепции цифровизации. Таким образом суть цифровой трансформации заключается в повышении эффективности бизнес и промышленных процессов на основе продвинутой аналитики и применения передовых программно-аппаратных решений, выступающих в роли инструментов.

Несмотря на достаточно весомый положительный эффект, цифровая трансформация, также, как и инвестиции в сфере инноваций, имеют ряд рисков. Учитывая технологическую сторону, ключевой риск связан с обеспечением высокого уровня кибербезопасности систем. Для преодоления данного риска в рамках 1 этапа цифровой трансформации необходимо провести оценку уязвимостей и разработать алгоритм их устранения.

Второй существенный риск связан с восприятием цифровизации, как технологического апгрейда существующих активов. Как уже было отмечено выше, цифровая трансформация предполагает актуализацию и повышение эффективности бизнес-процессов в целом за счет передовых цифровых решений. Модернизация оборудования может создать позитивный экономический эффект, который, тем не менее будет ниже, чем последствия комплексной цифровой трансформации.

Следующий риск, связан с ошибками в самом алгоритме цифровой трансформации. Невозможно разработать универсальный механизм цифровой трансформации любого предприятия. Как отмечают специалисты, любая компания вынуждена создавать уникальную программу реализации, учитывая поставленные задачи. Таким образом, первостепенный риск связан с правильной постановкой цели и сопутствующих задач, последующие вызовы связаны в свою очередь с грамотной оценкой потребностей, уязвимостей, рисков, а также аудитом собственных бизнес-процессов. Единого решения таких задач нет. Как показывает практика, некоторые компании проводят цифровизацию в партнерстве с организациями-лидерами отрасли, например, BP и General Electric. Другие самостоятельно вникают в проблематику, создавая собственные подразделения, делая упор на венчурное инвестирование и работу со стартапами, например, Equinor. В свою очередь, достаточно большое количество компаний развивают сотрудничество с ведущими университетами мира, например, Exxon Mobil и MIT (Massachusetts Institute of Technology).

## Литература

1. 7th Pipeline technology conference 2012. Olympio de Castro Neto. RCM. Pump Stations. URL: <https://www.pipeline-conference.com/abstracts/reliability-centered-maintenance-pump-stations>
2. Отчет компании Accenture. Цифровая Энергетика. URL: [https://www.accenture.com/t20150523T022424Z\\_w\\_/nl-en/\\_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub\\_1/Accenture-Digital-Innovation-Pipelines-Leveraging-Emerging-Technologies-Maximize-Value.pdf?lang=en](https://www.accenture.com/t20150523T022424Z_w_/nl-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_1/Accenture-Digital-Innovation-Pipelines-Leveraging-Emerging-Technologies-Maximize-Value.pdf?lang=en)
3. Официальный сайт Baker Hughes, a GE Company. URL: [https://www.geoilandgas.com/intellistream?\\_ga=2.207663378.1811487503.1522751664-518376913.1522751664](https://www.geoilandgas.com/intellistream?_ga=2.207663378.1811487503.1522751664-518376913.1522751664)
4. Официальный сайт Exxon Mobil. R&D and Innovations. URL: <https://corporate.exxonmobil.com/en/energy/research-and-development/innovating-energy-solutions/research-and-development-highlights>
5. Официальный сайт Honeywell. Experion PKS. URL: <https://www.honeywellprocess.com/en-US/explore/products/control-monitoring-and-safety-systems/integrated-control-and-safety-systems/experion-pks/Pages/default.aspx>
6. Цифровой вызов сверхновой индустриализации. URL: <https://oilcapital.ru/article/general/08-02-2019/tsifrovoy-vyzov-sverhnovoy-industrializatsii>
7. Enbridge 2016 factsheet. URL: <https://www.enbridge.com/media-center/enbridge-quick-facts>
8. Enbridge investments in pipeline technologies. URL: <http://csr.enbridge.com/Report-Highlights/Material-Topics/RD-and-Innovation/2015-Performance.aspx/>
9. Total устанавливает солнечные панели на АЗС. URL: <https://electrek.co/2016/11/15/oil-company-solar-panels-gas-stations-convert-ev-charging-station/>
10. World Economic Forum 2017. Digital Transformation Initiative. Oil and Gas Industry. URL: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>