



Научно-
производственная
фирма «Нитпо»

ISSN 2077-5423

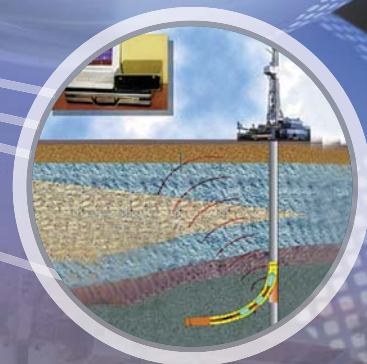
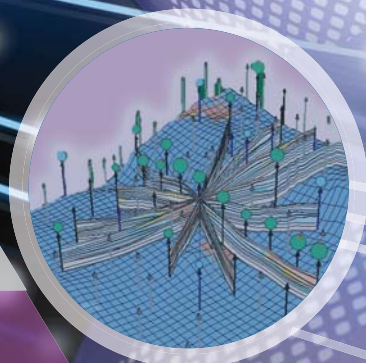
№12/2017

Нефть. Газ. ИНОВАЦИИ

научно-технический журнал • входит в перечень ВАК

ЧЕРНОМОРСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
OIL & GAS BLACK SEA CONFERENCES

iOilGas
conference



ГЛАВНАЯ ТЕМА НОМЕРА:

Международная научно-практическая конференция

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ:

инновационные технологии

от скважины до магистральной трубы

Стратегический партнер журнала –

ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо»,
организатор проекта «Черноморские нефтегазовые конференции»

По решению Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» (редакция от 12.07.2017)

СОДЕРЖАНИЕ

№ 12 (205) 2017

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

Цифровая модернизация нефтегазового производства: состояние и перспективные тренды **6**

ЦИФРОВАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н.

Цифровая модернизация нефтегазового производства **13**

Еремин Н.А.

Цифровые тренды в нефтегазовой отрасли **17**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гарифуллин А.Р., Сливка П.И., Габдулов Р.Р., Давлетбаев Р.В., Байбуринов Б.Х., Ключин И.Г.
Система автоматического управления операциями по добыче нефти и газа – интеллектуальные скважины **24**

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Исламуратов М.М., Кисурин А.А., Захарова О.А., Панфилова Е.С.

Постоянно действующая модель запасов и ресурсов – инструмент непрерывного анализа для развития ресурсной базы углеводородного сырья **33**

Кырнаев Д.В., Ратанов К.А., Батилов И.В., Амиров А.Н., Слепцов Д.И.

«Интеллектуальное месторождение» АО «РИТЭК» на примере Антиповско-Балыклейского месторождения. Текущее состояние реализации **37**

Владов Р.А., Першин О.Ю.

Интегрированное отраслевое решение для добычи нефти и газа «Интеллектуальное месторождение» **40**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРОЦЕССАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

Рогожников А.С.

Удаленный мониторинг бурения как эффективный инструмент контроля буровых работ **49**



53

Шакиров А.А., Бабушкин И.П.
Технология «Интеллектуальная скважина» для мониторинга режима разработки месторождения и селективного управления добычей по беспроводному каналу связи

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

57

Иконников Ю.А., Должанский С.К., Лыков В.В., Попов Д.С., Насветникова А.А.
Технология предотвращения выпадения АСПО с одновременным снижением вязкости в скважине и нефтепроводе в режиме онлайн посредством импульсно-плазменного воздействия

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ

60

Юшков А.Ю., Огай В.А., Хабибуллин А.Ф., Довбыш В.О.
Исследование влияния пенообразующих веществ на процесс удаления пластовой и конденсационной жидкости из сеноманских газовых скважин на поздней стадии разработки

65

Исаев А.А., Тахавудинов Р.Ш., Малыгин В.И., Шарифуллин А.А.
Разработка автоматизированного комплекса по отбору газа из скважин

ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ И ГАЗА

73

Минченков А.В.
Применение труб и фасонных частей из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом при строительстве нефтепромысловых трубопроводов

77

Савельев Ю.В., Савельева В.М., Абашин М.Н.
Отечественные цифровые пьезорезонансные датчики давления с высокой чувствительностью для поиска утечек из газовых и нефтяных трубопроводов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Алтунина Л. К., д.т.н., профессор, директор Института химии нефти СО РАН
Антониади Д. Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело» имени профессора Г. Т. Вартумяна Кубанского технологического университета
Боровский М. Я., к.г.-м.н., генеральный директор ООО «Геофизсервис»
Борхович С. Ю., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Удмуртского государственного университета
Бриллиант Л. С., к.т.н., генеральный директор Тюменского института нефти и газа
Быков Д. Е., д.т.н., профессор, ректор СамГТУ, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология» Самарского государственного технического университета
Ерёмин Н. А., д.т.н., профессор, заведующий аналитическим центром Института проблем нефти и газа РАН
Исмагилов А. Ф., к.э.н., заместитель генерального директора по развитию бизнеса АО «Зарубежнефть»
Котенёв Ю. А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» Уфимского государственного нефтяного технического университета
Муслимов Р. Х., д.г.-м.н., профессор, консультант президента Республики Татарстан по вопросам разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений
Рогачев М. К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Санкт-Петербургского горного университета
Телин А. Г., к.х.н., доцент, заместитель директора по научной работе ООО «Уфимский научно-технический центр»
Третьяк А. Я., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые техника и технологии» Южно-Российского государственного политехнического университета имени М. И. Платова
Хисаметдинов М. Р., к.т.н., заведующий лабораторией отдела увеличения нефтеотдачи пластов института «ТатНИПИнефть»

Редакция:

главный редактор Г.Н. Белянин, к.г.-м.н., академик МТА РФ
литературный редактор Е.С. Захарова
дизайн-верстка Е.А. Образцова
корректор Г.В. Загребина

Отдел распространения и подписки:
тел. (846) 979-91-10

Отдел рекламы и маркетинга:
тел. (846) 979-91-45

Адрес редакции и издателя:
443008, Самарская область, г. Самара, Томашевский тупик, За
Тел. (846) 979-91-77
Факс (846) 979-91-88
journal@neft-gaz-novaciil.ru
info@neft-gaz-novaciil.ru
red@neft-gaz-novaciil.ru
redaktor@neft-gaz-novaciil.ru
www.neft-gaz-novaciil.ru

Учредитель
ООО «Издательский дом
«Нефть. Газ. Новации»

Журнал зарегистрирован
Министерством Российской
Федерации по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций
Рег. номер № С01964
от 25 февраля 1999 г.
Перерегистрирован 6 декабря 2016 г.
Рег. номер ПИ № ФС77-67941

Периодичность – 12 номеров в год
При перепечатке материалов
ссылка на журнал
«Нефть. Газ. Новации» обязательна

Тираж 5000 экз.
Подписано в печать 29.12.2017
Цена: 870 руб. – печатная версия
1200 руб. – электронная версия

Отпечатано в типографии
ООО «Полиграфика»
Самарская область, г. Самара,
ул. Мичурина, 23

Цифровые тренды в нефтегазовой отрасли

Digital trends in the oil and gas industry



Н.А. Еремин, д.т.н.
eremnp@mail.ru
/ИПНГ РАН, РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина/

N.A. Eremin, DSc
/Oil and Gas Research Institute of Russian
Academy of Sciences, Gubkin Russian State
University of Oil and Gas (National Research
University)/

Дан краткий обзор развития цифровой нефтегазовой экономики в свете утвержденной правительством Российской Федерации 28 июля 2017 года программы «Цифровая экономика». Кратко описаны основные направления, центры компетенций и рабочие группы, созданные для реализации программы «Цифровая экономика» на ближайшие три года. Указаны возможности координации развития цифровой нефтегазовой экономики в России с аналогичными экономиками стран ЕАЭС. Рассмотрены основные направления Государственной программы «Цифровой Казахстан», принятой 12 декабря 2017 года. Представлены этапы развития цифровой экономики до 2025 года и национальной технологической инициативы до 2035 года. Даны определения цифровой нефтегазовой экономики, постцифровой нефтегазовой экономики, цифровой нефтегазовой платформы, цифровой стратегии развития нефтегазовой компании. Предложены индексы цифровизации нефтегазового производства.

Ключевые слова: программа «Цифровая экономика», цифровая модернизация нефтегазового комплекса, цифровая нефтегазовая экономика, ЕАЭС, Государственная программа «Цифровой Казахстан», «умная экономика», «креативная экономика», «Большая пятерка», «китайские претенденты», Индустрия 4.0, нефтегазовый интернет вещей, альтернативная энергетика, цифровая нефтегазовая экосистема, новые производственные технологии, большие данные, квантовые технологии связи, технологии виртуальной и дополненной реальности, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, промышленный интернет, компоненты робототехники и сенсорики, технологии беспроводной связи, цифровой «Шелковый путь», импортозамещение, технологический задел, центр компетенций, экспертная рабочая группа, экономика знаний, аппаратные средства, программное обеспечение, сенсоры, национальная технологическая инициатива, глобальное лидерство, конверсия аэрокосмических технологий в нефтегазовые технологии, методы искусственного интеллекта, нечеткая логика, нейросети, машинное обучение, индекс цифровизации нефтегазового оборудования и техники, индекс цифровизации нефтегазовых технологий, индекс цифровой модернизации нефтегазовых компаний.

This article gives a brief overview of the development of the digital oil and gas economy in the light of the Digital Economy program approved by the Government of the Russian Federation on July 28, 2017. The main directions, competence centers and working groups created for the implementation of the Digital Economy program for the next three years are briefly described. The possibilities of coordinating the development of the digital oil and gas economy in Russia with similar economies of the EAEC countries are indicated. The main directions of the State program "Digital Kazakhstan" adopted on December 12, 2017 are considered. The stages of development of the Digital Economy until 2025 and the National Technological Initiative until 2035 are presented. The definitions of the digital oil and gas economy, the post-digital oil and gas economy, the digital oil and gas platform, the digital strategy of development of oil and gas company are given. Indices of the digitalization of oil and gas production are proposed.

Key words: program "Digital economy", digital modernization of oil and gas complex, digital oil and gas economy, The State Program "Digital Kazakhstan", "Smart Economy", "Creative Economy", "Big Five", "Chinese Challengers", Industry 4.0, Oil and Gas Internet of Things, Alternative Energy, Digital Oil and Gas Ecosystem, New production technologies, Big Data, Quantum communication technologies, Technologies of virtual and augmented realities, Neurotechnology and artificial intelligence, Distributed registry systems, Industrial Internet, Components of robotics and sensory, Wireless communication technologies, the digital "Silk Road", import substitution, technological advance, competence center, expert working group, knowledge economy, hardware, software, sensors, National Technology Initiative, Global Leadership, conversion of aerospace technologies into oil and gas technologies, methods of artificial intelligence, fuzzy logic, neural networks, machine learning, Digitalization in petroleum equipment and techniques index – DPETI, Digitalization in petroleum technologies index – DPTI, Digital modernization of petroleum companies index – DPCI.

Цифровая экономика формирует цифровую экосистему, которая изменяет приоритеты и ценности [3–15, 18–23]. Новые приоритеты и ценности цифровой экономики могут оказать на конкуренцию на мировом рынке (в том числе нефтяном) большее влияние, чем прорывные цифровые технологии. Среди передовых стран по цифровизации экономики следует назвать Китай, Сингапур, Новую Зеландию, Южную Корею и Данию. Канада создает информационно-коммуникационный хаб в Торонто. Сингапур формирует «умную экономику», драйверами которой являются информационно-коммуникационные технологии. Южная Корея реализует программу «Креативная экономика», которая ориентируется на развитие человеческого капитала, предпринимательство и распространение достижений информационно-коммуникационных технологий. Дания активно инвестирует в цифровизацию государственных органов власти. По данным компании Boston Consulting Group, сегодня Россия по развитости цифровой экономики занимает 35-е место в мире. Цифровой бизнес групп компаний «Большая пятерка» (США), «Китайские претенденты» (Китай) и компаний Германии (Индустрия 4.0-SAP, SAS, Siemens, Bosch) базируется на четырех основах: платформах с экосистемами для развития цифрового бизнеса; инновационных реинвестициях прибыли в исследования и разработки; стратегиях слияний с малыми компаниями; программах привлечения талантов в области искусственного интеллекта и информационных технологий [15, 23]. Для ускорения адаптации компаний к реалиям цифровой экономики ряд зарубежных государств использует налоговые льготы для списания расходов на аппаратные средства и программное обеспечение (hard & soft), например в США – на серверы, машинное обеспечение. В Австралии государство инвестирует в общедоступный широкополосный доступ, Интернет, научные исследования и создание нормативно-правовой базы.

Тренды и темпы изменений, происходящих в цифровых нефтегазовых технологиях, не перестают нас удивлять. Развитие нефтегазового комплекса в контексте цифровой экономики – это более серьезный вызов, чем просто внедрение цифровых нефтегазовых технологий. Нетрадиционная, или альтернативная, энергетика задает новые граничные условия для нефтегазовой отрасли. В 2015 г. профильный комитет Госдумы РФ по энергетике поддержал предложения ИПНГ РАН и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина по цифровизации и интеллектуализации нефтегазовой отрасли РФ и принял ряд обращений к руководству страны по интенсификации работ в данном направлении (см. Решение Комитета по энергетике ГД РФ шестого созыва № 3.25-5/114 от 11 декабря 2015 г. «Наука и производство: применение инновационных разработок в нефтегазодобыче»; Решение Комитета по энергетике ГД РФ шестого созыва № 3.25-5/116 от 23 декабря 2015 г. по результатам проведения круглого стола 30 ноября 2015 г. «Импортозамещение нефтегазового оборудования как основа экономической и энергетической безопасности») [4, 5, 13, 20, 21]. В своем послании к Федеральному собранию 1 декабря 2016 г. президент России заявил о запуске масштабной системной программы развития цифровой экономики. Мы становимся свидетелями прогресса в области создания ряда программных документов, направленных на цифровизацию экономики, в том числе нефтегазовой. 5 декабря 2016 г. В.В. Путин дал поручение председателю правительства России Д.А. Медведеву по разработке совместно с администрацией президента программы «Цифровая экономика». Во вновь разрабатываемой программе необходимо было предусмотреть меры по созданию правовых, технических, организационных и финансовых условий для развития цифровой экономики в Российской Федерации и ее интеграции в пространство цифровой экономики государств – членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Проект программы

«Цифровая экономика» подготовила межведомственная рабочая группа при Минкомсвязи России (включая специалистов ИПНГ РАН, приглашенных Аналитическим центром при правительстве РФ) к 30 мая 2017 г. [16]. Основной целью программы является создание экосистемы цифровой экономики России, которая охватывает и нефтегазовую отрасль. Термин «цифровая экономика» впервые ввел Don Tapscott, профессор университета Торонто, Канада, в своей книге «Digital Economy», изданной в 1994 г. Совет по стратегическому развитию и приоритетным проектам при президенте России принял решение включить направление «Цифровая экономика» в перечень основных направлений стратегического развития Российской Федерации до 2018 г. и на период до 2025 г. Председатель правительства Российской Федерации своим распоряжением от 28 июля 2017 г. № 1632-р утвердил программу «Цифровая экономика». Она содержит пять базовых и три прикладных направления развития цифровой экономики в России на период до 2024 г. (см. **таблицу**). К базовым направлениям относятся нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационная инфраструктура и информационная безопасность. К прикладным – государственное управление, «умный город» и здравоохранение. Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов, в том числе в нефтегазовой отрасли, отнесено к зоне ответственности центров компетенций ГК «Росатом» и ГК «Ростех» и экспертной рабочей группы АО «РВК».

За государственной корпорацией «Росатом» закреплены следующие технологические заделы: «Новые производственные технологии»; «Большие данные»; «Квантовые технологии связи»; «Технологии виртуальной и дополненной реальности». К сфере ответственности государственной корпорации «Ростех» относятся следующие технологические заделы: «Нейротехнологии и искусственный ин-

Структура управления программой «Цифровая экономика». Источник: по InfoWatch

Направление программы	Ответственный федеральный орган исполнительной власти	Центр компетенции	Руководитель центра компетенции	Руководитель экспертной рабочей группы
Нормативное регулирование	Минэкономразвития России	Фонд Сколково	И.А. Дроздов	Р.С. Ибрагимов (МТС)
Кадры	Минэкономразвития России	АНО АСИ	Д.Н. Песков	Б.Г. Нуралиев (1С)
Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов	Минкомсвязь России	ГК «Росатом», ГК «Ростех»	А.Е. Лихачев, С.В. Чемизов	А.Б. Повалко (АО «РВК»)
Информационная инфраструктура	Минкомсвязь России	ПАО «Ростелеком»	Б.М. Глазков	А.А. Серебряникова (Мегафон)
Информационная безопасность	Минкомсвязь России	ПАО «Сбербанк»	С.К. Кузнецов	Н.И. Касперская (InfoWatch)



Рис. 1. Схема взаимодействия участников программы «Цифровая экономика» (ФОИВ – федеральный орган исполнительной власти)

Источник: ГК «Росатом»

теллект»; «Системы распределенного реестра»; «Промышленный интернет»; «Компоненты робототехники и сенсорик»; «Технологии беспроводной связи». Вышеуказанные технологические заделы активно создаются и внедряются в цифровое нефтегазовое производство.

В странах ЕАЭС также проводятся синхронные работы по созданию программ цифровой экономики. В республике Казахстан правительство своим распоряжением от 12 декабря 2017 г. № 827 утвердило Государственную программу «Цифровой Казахстан». Она содержит пять основных направлений реализации:

1. «Цифровизация отраслей экономики» – направление преобразования традиционных отраслей

экономики Республики Казахстан с использованием прорывных технологий и возможностей, которые повысят производительность труда и приведут к росту капитализации.

2. «Переход на цифровое государство» – направление преобразования функций государства как инфраструктуры предоставления услуг населению и бизнесу, подразумевающего предвосхищение его потребности.

3. «Реализация цифрового «Шелкового пути»» – направление развития высокоскоростной и защищенной инфраструктуры передачи, хранения и обработки данных.

4. «Развитие человеческого капитала» – направление преобразований, охватывающее создание так называемого креативного общества

для обеспечения перехода к новым реалиям – экономике знаний.

5. «Создание инновационной экосистемы» – направление создания условий для развития технологического предпринимательства и инноваций с устойчивыми горизонтальными связями между бизнесом, научной сферой и государством. Государство выступит в роли катализатора экосистемы, способного генерировать, адаптировать и внедрять в производство инновации.

В целях оперативного управления реализацией программы «Цифровая экономика» постановлением правительства России № 969 от 15 августа 2017 г. создается подкомиссия по цифровой экономике при Правительственной комиссии

по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности под руководством первого заместителя руководителя аппарата правительства Максима Акимова. Постановлением правительства Российской Федерации от 28 августа 2017 г. № 1030 были утверждены функциональная структура системы управления реализацией программы и правила разработки, мониторинга и контроля выполнения планов мероприятий по ее реализации. Функции проектного офиса по реализации программы закреплены за автономной некоммерческой организацией «Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации». Согласно постановлению правительства «О системе управления реализацией программы «Цифровая экономика» все проекты, которые будут планировать центры компетенций, должны согласовываться с рабочими группами (рис. 1).

Цифровая нефтегазовая экономика – это новая парадигма ускоренной капитализации и экономического развития нефтегазовых компаний и отрасли в целом; качественное удовлетворение спроса на нефть, газ и нефтепродукты без посредников в режиме реального времени [1].

Многообразие путей цифровой модернизации по IDC-2017 для российских нефтегазовых компаний включает в себя: лидерство в области цифровых нефтегазовых технологий; многовекторность инновационного развития – сочетание цифровых и традиционных технологий; конвергирование геoinформации (BigGeoData) в конкурентное преимущество; генерацию новых цифровых платформ нефтегазового производства на основе высокой интеграции производственных систем; привлечение специалистов в области методов искусственного интеллекта и информационных технологий; конверсию аэрокосмических технологий в нефтегазовые.

Консалтинговая компания The Boston Consulting Group (BCG) в конце 2017 г. выделила четыре инструмента прорыва в цифровой экономике:

«цифровая приватизация», «цифровой скачок», «самоцифровизация» и «цифровое реинвестирование». Эти инструменты позволяют нефтегазовым компаниям лучше структурировать технологические инициативы и обеспечить ускоренный выход экономик компаний на конкурентоспособную устойчивую траекторию. Первый инструмент «цифровая приватизация» – позволяет разрушить зоны неэффективности с целью высвобождения ресурсов и повышения конкурентоспособности отрасли. Задача решается с помощью тех нефтегазовых компаний, которые наиболее заинтересованы в ускорении своего развития и обладают компетенциями для достижения результатов. Второй инструмент – «цифровой скачок» – возникает при создании новых нефтегазовых бизнесов и скачкообразного развития применения передовых технологий в нефтегазовом деле: технологии «Большие ГеоДанные», методов искусственного интеллекта (нечеткой логики, нейронных сетей, машинного обучения) и блокчейна. Третий инструмент – «самоцифровизация» нефтегазового комплекса – позволяет повысить эффективность и прозрачность всех процессов взаимодействия нефтегазовых компаний с государством, упростить ведение бизнеса в стране, что формирует значительный положительный эффект для нефтегазовой экономики. Четвертый инструмент – «цифровое реинвестирование» прибыли, полученной от реализации первых трех инструментов за счет значительного наращивания добавленной стоимости, сокращения транзакционных издержек и повышения эффективности нефтегазового производства.

Национальная технологическая инициатива является развитием цифровой экономики (рис. 2). Национальная технологическая инициатива (НТИ) – это государственная программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 г. Национальную технологическую инициативу пред-

ложил президент Владимир Путин в послании к Федеральному собранию в 2014 г. Конкурсной комиссией Минобрнауки России 22 декабря 2017 г. были отобраны шесть Центров компетенций Национальной технологической инициативы: Центр Национальной технологической инициативы по направлению «Искусственный интеллект» на базе МФТИ; Центр квантовых технологий на базе МГУ им. М.В. Ломоносова; Центр компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии на базе Института проблем химической физики РАН; Центр Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; Центр технологий управления свойствами биологических объектов на базе Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН и Центр НТИ по направлению «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» на базе ДВФУ. По поручению правительства РФ сопровождение и мониторинг деятельности центров возложены на РВК.

В цифровой нефтегазовой экономике основной ценностью будет информация, полученная в результате обработки больших объемов геопромысловых и финансово-экономических данных (BigGeoData, BigOil&GasData) [1–15, 18–23]. Государство заинтересовано в защите нефтегазовых информационных ресурсов в условиях трансграничного Интернета в интересах нефтегазовой экономики России и стран ЕАЭС. Инфраструктура цифровой нефтегазовой экономики базируется на сенсорах, сетях, центрах обработки данных и платформах. Цифровая нефтегазовая платформа – это аппаратно-программный комплекс, предназначенный для сбора, обработки и интерпретации больших объемов геопромысловых и финансово-экономических

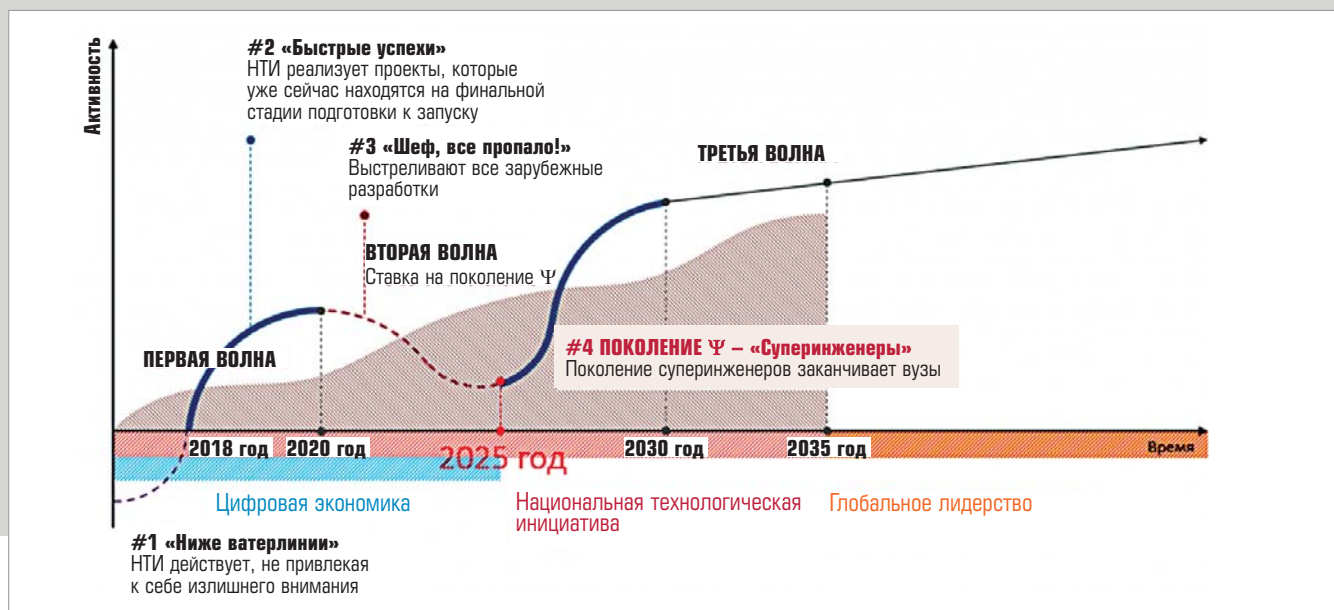


Рис. 2. Этапы развития Цифровой экономики и Национальной технологической инициативы до 2035 г.

Источник: АСИ, РВК

данных (BigGeoData, BigOil&GasData) с применением методов искусственного интеллекта (нечеткая логика [24], нейросети, машинное обучение и т.д.). Провайдер нефтегазовой цифровой платформы обеспечивает предоставление услуг по ее внедрению, интеграции, разработке приложений, обеспечению связи в рамках платформы и консалтингу. Нефтегазовые протоколы передачи данных, как предполагается, будут стандартизованы в рамках стран ЕАЭС. Возможно ли соответствие нефтегазовых протоколов стран ЕАЭС стандартам Energistics (до 2006 г. POSC – Петротехническая корпорация открытого программного обеспечения), до сих пор остается неясным.

ПАО «Ростелеком» занимается созданием платформы для промышленного Интернета, которая строится по рекомендациям и методологии Международного консорциума промышленного Интернета (Industrial Internet Consortium, IIC). Это многокомпонентная система, обеспечивающая полный цикл обработки данных различных технических устройств, подключенных к сети Интернет: получение, первичная обработка, долговременное хранение, передача и использование в различных конечных решениях. Главной задачей платформы ПАО «Ростелеком» является пре-

доставление технической основы для создания различных технологических решений: полного цикла для промышленного производства (например, сотрудничество с ПАО «Газпромнефть» в этом направлении стартовало в 2017 г.) начиная со сбора и обработки первичных данных (от счетчиков, датчиков и сенсоров) и заканчивая предоставлением инструментов визуализации и аналитики.

Развитие цифровой нефтегазовой экономики позволит компаниям ускорить свой экономический рост, увеличить производительность труда, повысить капитализацию компаний на фондовых биржах и благосостояние наемного персонала. Каждое рабочее место в сфере цифровых нефтегазовых технологий создает от 4 до 5 рабочих мест в смежных отраслях экономики. С учетом демографического спада в России цифровая нефтегазовая экономика открывает интернет-возможности для трудоустройства пенсионеров, инвалидов и инженеров из стран ЕАЭС, имеющих опыт работы в нефтегазовой сфере [20–23].

Цифровые технологии меняют нефтегазовое производство и рабочую среду. Цифровые нефтегазовые технологии интегрируют персонал, бизнес и производственные объекты в единую систему (нефтегазовую

компанию, систему разработки месторождения). Вместе с тем они порождают определенные социальные проблемы, как, например, необходимость подготовки учебных программ для обучения специалистов новым цифровым специальностям. С другой стороны, цифровая нефтегазовая экономика открывает перед нефтегазовыми компаниями новые возможности. В частности, компании могут рассчитывать на использование методов искусственного интеллекта для сокращения издержек производства и интеграции нефтегазового производства. Умные алгоритмы маршрутизации движения как пилотного, так и беспилотного автотранспорта на нефтегазовых месторождениях (например, для минимизации поворотов налево, остановок, заправок) сокращают непроизводительные временные и топливные затраты до нескольких миллионов литров бензина и дизельного топлива ежегодно. Развитие цифровой нефтегазовой экономики и стимулирование модернизации производства нефти и газа во многом будет зависеть от государственной политики. Внедрение технологий блокчейна (или уберизация) позволит провести глубокую модернизацию нефтегазового рынка, упростить взаимодействие между спро-

сом и предложением, нивелировать влияние посредников – международных нефтетрейдеров (Glencore, Vitol, Gunvor, Trafigura и Mercuria) и упростить торговлю нефтью, газом и нефтегазопродуктами между странами ЕАЭС. Блокчейн (Blockchain) – это непрерывная последовательная цепочка блоков с информацией, выстроенная по определенным правилам. Технология блокчейн – это ведение постоянного цифрового распределенного журнала экономических транзакций, который запрограммирован для записи финансовых операций (ценностей).

В докладе Абуковой Л.А., Дмитриевского А.Н., Еремина Н.А. «Цифровое и постцифровое нефтегазовое производство в России» на совместном заседании Фонда развития инновационного предпринимательства и профильных комитетов ТПП РФ «Цифровая экономика. Инновации и бизнес» 4 декабря 2017 г. в Торгово-промышленной палате РФ было дано три определения нефтегазового производства для индустриальной, цифровой и постцифровой экономик. Индустриальная нефтегазовая экономика – это общественная рабочая и хозяйственная деятельность в нефтегазовой отрасли, направленная на создание ценности и стоимости товаров (нефть, газ, нефтепродукты, продукты нефтегазохимии и т.д.) и нефтегазовых сервисных услуг (геологоразведочные, буровые, эксплуатационные, логистические и т.д.). Главный тренд изменения нефтегазовых технологических процессов – возрастание роли механизации, автоматизации и замена ручного и неквалифицированного труда работой машин, технологических комплексов и квалифицированных специалистов. Цифровая нефтегазовая экономика – это общественная рабочая и хозяйственная деятельность в нефтегазовой отрасли, в которой более половины собственного внутреннего валового продукта приходится на ценности и стоимости материальных активов – товаров (нефть, газ, нефтепродукты и т.д.) и нефтегазовых сервисных услуг (информационно-коммуникационные, буровые, логистические и т.д.), создаваемых

роботизированными комплексами [17, 19]. Главный тренд изменения нефтегазовых технологических процессов – цифровизация, интеллектуализация, оптикализация и роботизация, постепенная замена рабочих мест роботизированными комплексами. Постцифровая нефтегазовая экономика (или креативная нефтегазовая экономика) – это общественная рабочая и хозяйственная деятельность в нефтегазовой отрасли в режиме реального времени без посредников (производитель – потребитель), в которой значительная часть стоимости компании приходится на капитализацию ее высококомпетентного персонала, ценности и стоимости нематериальных активов – товаров (патенты, открытия, изобретения, ноу-хау, цифровые платформы, банки данных, программно-аппаратные комплексы) и нефтегазовых сервисных нематериальных услуг (нефтегазовый интернет вещей, информационно-коммуникационные, спутниковые и т.д.). Главный тренд изменения нефтегазовых технологических процессов – это короткие инновационные циклы, быстрая адаптация технологий, разработка новых компетенций и квалификаций для создания высокотехнологичных рабочих мест, рост капитализации нематериального персонала.

Нефтегазовый технологический прогресс никогда не будет парето-оптимальным. Освоение глубоководных, арктических подледных нефтегазовых ресурсов приведет к росту индекса петророботизации и сокращению занятости ИТР [19]. Рабочее время занятого населения за последние годы в Европе упало с 3000 часов в год до 1500 часов. В 2014 г. Госдума РФ позитивно отреагировала на предложение МОТ перейти на 4-дневную неделю с сохранением зарплаты. Обилие производства сырьевой нефти и газа будет сопровождаться сокращением невосполняемых ресурсов углеводородов.

Цифровая стратегия развития нефтегазовой компании в среднесрочной перспективе – это стратегия модернизации нефтегазового производства в цифровую экосистему, реализующую потенциал циф-

ровых технологий через создание новых продуктов и услуг, изменение способов коммуникации компании с окружающей средой, изменение способов взаимодействия сотрудников со средствами производства и между собой в режиме реального времени. Быстрая адаптация цифровых нефтегазовых технологий характеризуется короткими инновационными циклами. Основные цифровые тренды в нефтегазовой отрасли: «Цифровой двойник компании (месторождения)»; «Петророботика»; «Постцифровое производство»; «Петронанотехнологии»; «Оптикализация»; «Центры интегрированных операций»; «Центры обработки данных» (ЦОД) [1–15]. Основные результаты обычно приходят тогда, когда нефтегазовая технология полностью созревает.

Для цифровой нефтегазовой экономики необходима разработка новой метрики для оценки ее эволюции. Метрика цифровой нефтегазовой экономики – очень сложный и важный вопрос. Общепринятых и однозначных метрик цифровизации нефтегазовой экономики не существует. Тем не менее измерять развитие цифровой нефтегазовой экономики необходимо, поскольку, как отметил Bruno Lanvin, исполнительный директор по глобальным индексам в компании INSEAD Knowledge, «ты ничего не сможешь улучшить, если не сумеешь это измерить». Как известно, развитие нефтегазовой экономики измеряется в пунктах прироста (падения) ВВП России. Это метрическая единица измерения индустриальной экономики. Цифровое нефтегазовое производство нуждается в другой метрике, которая гораздо более чувствительна к постоянному появлению новых цифровых нефтегазовых технологий, оборудования и техники. Дискуссия на совещании 28 ноября 2017 г. по вопросу создания промышленных полигонов общего доступа, предназначенных для испытания новых технологий и оборудования для нужд топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в МПТ России, способствовала выработке предложений

по индексированию цифровизации нефтегазового производства:

- Индекс цифровизации нефтегазового оборудования и техники (Digitalization in petroleum equipment and technics index – DPETI) по результатам полигонных испытаний и сертификации;

- Индекс цифровизации нефтегазовых технологий по результатам полигонных испытаний и сертификации (Digitalization in petroleum technologies index – DPTI);

- Индекс цифровой модернизации нефтегазовых компаний (Digital modernization of petroleum companies index – DPCI) в области внедрения цифрового нефтегазового оборудо-

вания, техники и технологии в производстве.

Целью предлагаемого индексирования нефтегазового оборудования, техники и технологий на основе полигонных эталонных показателей является интенсификация цифровой модернизации нефтегазовых компаний. Цель индексирования нефтегазовых компаний заключается в максимизации цифровой модернизации и высокоэффективного производства нефти и газа на море и на суше для обеспечения энергетической безопасности России в условиях волатильности нефтегазового рынка и санкционной политики США и ЕС.

Заключение

Нефтегазовая наука зависит от цифровых нефтегазовых технологий не меньше, чем цифровые нефтегазовые технологии – от науки о нефти и газе. Темпы технологических изменений в цифровой нефтегазовой экономике будут ускоряться в течение следующих десятилетий вследствие динамичного развития науки о нефти и газе, и наоборот. Синергия, или взаимная связь, между цифровыми нефтегазовыми технологиями и наукой о нефти и газе становится все сильнее. Динамическая система «наука о нефти и газе – цифровая нефтегазовая технология» никогда не достигнет состояния равновесия.

Литература

1. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Современная НТР и смена парадигмы освоения углеводородных ресурсов // НТЖ «Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом». – 2015. – № 6. – С. 10–16.
2. Скважинные сенсорные системы / А.Н. Дмитриевский, В.Г. Мартынов, Н.А. Еремин, С.П. Скопинцев, Ал.Н. Еремин // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – № 2. – С. 50–55.
3. Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н. МПН/МУН – современное состояние и тренды развития // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – № 4. – С. 64–69.
4. Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений / А.Н. Дмитриевский, В.Г. Мартынов, Л.А. Абукова, Н.А. Еремин // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. – 2016. – № 2 (24), апрель-июнь. – С. 13–19.
5. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Инновационный потенциал умных нефтегазовых технологий // НТЖ «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений». – 2016. – № 1. – С. 4–9.
6. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Тихомиров Л.И. Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений // Нефть. Газ. Новации. – 2015. – № 12. – С. 44–49.
7. Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н. Управление разработкой интеллектуальных месторождений: учеб. пособие для вузов. В 2-х кн. – Кн. 2. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2012. – 210 с.: ил. ISBN 978-5-91961-329-7.
8. Еремин Ал.Н., Еремин Н.А. Современное состояние и перспективы развития интеллектуальных скважин // Нефть. Газ. Новации. – 2015. – № 12. – С. 50–53.
9. Гаричев С.Н., Еремин Н.А. Технология управления в реальном времени: учеб. пособие. В 2 ч. – М.: МФТИ, 2015. – Ч. 1. – 196 с.: ил. ISBN 978-5-7417-0563-6 (Ч. 1).
10. Eremin Al.N., Eremin An.N., Eremin N.A. Smart Fields and Wells, Publishing Center of Kazakh-British Technical University (KBUTU) JSC (на английском яз.), 2013, 320 p., Almaty., ISBN 978-601-269-053-8.
11. Garichev S.N., Eremin N.A. Technology of management in real time. The Moscow Institute of Physics and Technology (State University) (на английском яз.), Part 2, 2013, ISBN 978-5-7417-0501-8; ISBN 978-5-7417-0505-6, 167 p.
12. Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н. Оптикализация нефтегазовых месторождений // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – № 12. – С. 40–44.
13. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Нефтегазовый комплекс РФ – 2030: цифровой, оптический, роботизированный // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2017. – № 1. – С. 10–12.
14. Еремин Н.А., Сарданашвили О.Н. Инновационный потенциал

«умных» нефтегазовых технологий // Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности: Материалы Всерос. науч. конференции, посвященной 30-летию ИПНГ РАН. Сер. «Труды ИПНГ РАН (Москва): серия «Конференции». Институт проблем нефти и газа РАН; ООО «Аналитик»; Научный редактор А.Н. Дмитриевский. – М.: Институт проблем нефти и газа РАН, 2017.

15. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровое нефтегазовое производство // Нефть. Газ. Новации. – 2017. – № 5. – С. 58–61.
16. Кожевников Н.А., Пустовой Т.В., Еремин Н.А. О нефтегазовом сетевом университете // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2017. – № 10. – С. 41–47.
17. 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.
18. Цифровая модернизация газового комплекса: научные исследования и кадровое обеспечение / Л.А. Абукова, Н.Ю. Борисенко, В.Г. Мартынов, А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин // Научный журнал Российского газового общества. – 2017. – № 4. – С. 3–12.
19. Состояние и перспективы традиционного и интеллектуального освоения углеводородных ресурсов арктического шельфа / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, Н.А. Шабалин, А.Т. Кондратюк, Ал.Н. Еремин // Деловой журнал Neftegaz.Ru. – 2017. – № 1. – С. 32–41.
20. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 11. – С. 54–58.
21. Цифровая модернизация газового комплекса / Л.А. Абукова, А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, Н.Н. Михайлов // Доклады заседания секции «Добыча газа и газового конденсата» Научно-технического совета ПАО «Газпром» (г. Светлогорск, 22–26 мая 2017 года), «Актуальные вопросы разработки и внедрения малолудных (удаленных) технологий добычи и подготовки газа на месторождениях ПАО «Газпром». – М.: ПАО «Газпром автоматизация», 2017. – С. 9–20.
22. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Технологическое развитие отрасли: цифровая модернизация нефтегазового производства // Каталог V Российского нефтегазового саммита «Разведка и добыча», 8–9 ноября 2017 г., Интерконтиненталь, Москва, Тверская, 22, ENSO Oil&Gas Summits. – С. 23–24.
23. Цифровая модернизация нефтегазовой отрасли: состояние и тренды / Л.А. Абукова, А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, А.Д. Черников // Датчики и системы. – 2017. – № 11. – С. 2–7.
24. Еремин Н.А. Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. – М.: Наука, 1994. – 462 с. – ISBN 5-02-001846-5.