

Тенденции и перспективы развития нефтегазового сектора в условиях цифровизации

А. Г. Казанин¹

¹ *Московский филиал Морской арктической геологоразведочной экспедиции, Москва, Россия*

Современная нефтегазовая отрасль во многом зависит от процессов и тенденций, обусловленных ускоряющейся цифровизацией экономики. Поэтому приоритетной задачей для России стала цифровизация нефтегазового сектора, что связано с технологическим и структурным преобразованием всех процессов и стадий производства.

Цель исследования заключается в выявлении основных тенденций и перспектив развития российского нефтегазового сектора в условиях становления цифровой экономики и его цифровизации.

Задачи. Проанализировать основные тенденции развития нефтегазовой отрасли на глобальном уровне и в России с учетом перспектив ускоренного освоения Арктики; выявить наиболее успешный опыт внедрения цифровых технологий в нефтегазовых компаниях, а также перспективы и препятствия дальнейшему продвижению цифровых технологий в российскую нефтегазовую отрасль.

Методология. Методологической базой научного исследования послужили такие современные общенаучные методы, как анализ и синтез, научное обобщение.

Результаты. В долгосрочной перспективе для России будет неизбежно возрастать роль арктических углеводородов, в целях разведки и добычи которых потребуются внедрение инновационных технологий. Приоритетным направлением развития многих нефтегазодобывающих компаний станет активное применение цифровых технологий в целом (различных типов роботов, позволяющих заменить людей при выполнении сложных операций), а также обработка и анализ больших данных при помощи искусственного интеллекта для оптимизации процессов, особенно в сегменте разведки и добычи, переработки и транспортировки. Цифровизация нефтегазового сектора является мощным фактором повышения эффективности российской экономики. Однако наблюдается значительное отставание российских компаний на данном направлении инновационного развития, существуют проблемы и высокие риски, которые следует преодолеть, чтобы полностью реализовать ее потенциал как для бизнеса, так и для общества.

Выводы. Ввиду стратегического значения нефтегазовой отрасли для России, важнейшей роли для обеспечения ее устойчивого развития и национальной безопасности рекомендуется обратить внимание в первую очередь на разработку и внедрение цифровых технологий. Это необходимо прежде всего для цифровизации долгосрочного прогнозирования и стратегического планирования, оценки роли и места России и ее крупнейших энергетических компаний на мировом рынке с учетом максимального числа разнообразных внутренних и внешних факторов.

Ключевые слова: *нефтегазовый сектор, перспективы развития нефтегазового сектора, цифровизация нефтегазового сектора, цифровая экономика, искусственный интеллект.*

Для цитирования: Казанин А. Г. Тенденции и перспективы развития нефтегазового сектора в условиях цифровизации // *Экономика и управление*. 2020. Т. 26. № 1. С. 35–45. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-1-35-45>

Trends and Prospects of Development of the Oil and Gas Sector in the Context of Digitalization

A. G. Kazanin¹

¹ *Marine Geological and Geophysical Surveys, Moscow, Russia*

The modern oil and gas industry is heavily dependent on the processes and trends driven by the accelerating digitalization of the economy. Thus, the digitalization of the oil and gas sector has become Russia's top priority, which involves a technological and structural transformation of all production processes and stages.

Aim. The presented study aims to identify the major trends and prospects of development of the Russian oil and gas sector in the context of its digitalization and formation of the digital economy.

Tasks. The authors analyze the major trends in the development of the oil and gas industry at a global scale and in Russia with allowance for the prospects of accelerated exploration of the Arctic; determine the best practices of implementation of digital technologies by oil and gas companies as well as the prospects and obstacles for the subsequent transfer of digital technologies to the Russian oil and gas industry.

Methods. This study uses general scientific methods, such as analysis, synthesis, and scientific generalization.

Results. Arctic hydrocarbons will become increasingly important to Russia in the long term, and their exploration and production will require the implementation of innovative technologies. Priority directions for the development of many oil and gas producers will include active application of digital technologies as a whole (different types of robots that could replace people in performing complex procedures), processing and analysis of big data using artificial intelligence to optimize processes, particularly in the field of exploration and production, processing and transportation. Digitalization of the oil and gas sector is a powerful factor in the improvement of the efficiency of the Russian economy. However, Russian companies are notably lagging behind in this field of innovative development and there are problems and high risks that need to be overcome to realize its potential for business and society.

Conclusions. Given the strategic importance of the oil and gas industry for Russia, its sustainable development and national security, it is recommendable to focus on the development and implementation of digital technologies. This is crucial for the digitalization of long-term projection and strategic planning, assessment of the role and place of Russia and its largest energy companies in the global market with allowance for a maximum number of different internal and external factors.

Keywords: *oil and gas sector, development prospects of the oil and gas sector, digitalization of the oil and gas sector, digital economy, artificial intelligence.*

For citation: Kazanin A.G. Modern Trends in the Innovative Development of Transport Modes as the Backbone of a Transition Economy in the Eurasian Space. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2020;26(1): 35-45 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-1-35-45>

В настоящее время цифровизация является ключевым процессом инновационного развития, без которого невозможно повышение эффективности различных отраслей промышленности, что в полной мере относится и к нефтегазовой отрасли. Цифровизация в данной сфере связана не только с наличием ИТ-специалистов, но и с успешным развитием производства высокотехнологичного оборудования.

Технологические санкции, а также наследие системного кризиса отечественной экономики в конце XX в. привели к тому, что сегодня российская геологоразведка, добыча и транспортировка нефти и газа испытывает трудности в создании и внедрении собственной робототехники и сенсорной техники. В целом по международному индексу сетевой готовности 2016 г. Российская Федерация занимает 41-е место, уступая Финляндии, Швеции, США, Японии и другим странам. По данным I-DESI, демонстрирующим страновое развитие цифровой экономики, Россия имеет значительные пробелы в этой сфере, в отличие от Европейского союза, Канады, Австралии [1]. Тем не менее государство и бизнес заинтересованы в преимуществах цифровых технологий, многие отечественные нефтегазовые компании активно внедряют современные цифровые технологии работы.

По прогнозам Международного энергетического агентства, в среднесрочной перспективе (до 2040 г.) рынки нефти будут проходить через

две последовательные фазы. До 2025 г. добыча будет расти, причем в этом росте станут доминировать страны, не входящие в организацию стран — экспортеров нефти (ОПЕК). К ним, в частности, относятся США, на которые приходится 80 % чистого прироста поставок нефти до 2025 г. После 2025 г. рост глобального спроса на нефть будет происходить медленнее, в том числе благодаря распространению электромобилей. С точки зрения предложения рынок станет все более зависимым от стран ОПЕК, по мере того как нефтедобыча в США выйдет на плато, а затем начнет сокращаться [2].

С одной стороны, анализ данных об имеющихся запасах нефти позволяет предположить, что многие страны, занимающие верхние строки в структуре топ-20, например, Саудовская Аравия, Канада, Иран, Ирак, смогут сохранять лидирующие позиции на протяжении определенного времени. С другой стороны, запасы нефти России и США имеют тенденцию к снижению (80 млрд баррелей у России и около 35 млрд баррелей у США). Это, скорее всего, означает, что уже в ближайшее десятилетие акцент в добыче углеводородов данными странами сместится в сторону газа.

Сочетание интенсивной текущей нефтедобычи Китая с небольшими размерами его нефтяных запасов снижает возможность сохранять высокие позиции этой страны на нефтяном рынке с учетом текущих объемов добычи запасов КНР, которых хватит предположительно

Топ-20 мировых стран-производителей природного газа, 2015 г. [4]

№ п/п	Страна	Производство природного газа в 2015 г., млрд куб. м
1	США	932,05
2	Россия	643,61
3	Иран	257,63
4	Канада	191,19
5	Алжир	183,83
6	Катар	169,93
7	Норвегия	147,16
8	Китай	129,11
9	Саудовская Аравия	119,83
10	ОАЭ	90,01
11	Нигерия	85,22
12	Венесуэла	80,20
13	Малайзия	78,23
14	Австралия	67,52
15	Мексика	66,16
16	Нидерланды	54,06
17	Египет	49,33
18	Великобритания	47,44
19	Таиланд	43,47
20	Казахстан	42,90

на 15 лет. Ожидается повышение в рейтинге Венесуэлы — страны с наибольшими запасами нефти на современном этапе. Вместе с тем страны-нефтедобытчики Тропической Африки (Нигерия и Ангола) имеют сравнительно небольшие запасы нефти. Например, запасов Нигерии при сохранении текущего уровня добычи хватит на 50 лет, а запасов Анголы — на 15 лет.

Стоит отметить, что при сохранении показателей добычи нефти в мире на уровне 2017 г., всех разведанных на тот момент мировых запасов нефти человечеству хватит еще на 50,2 года [3]. Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА) [4], к 2040 г. природный газ может обеспечивать до четверти глобального спроса на энергию, являясь вторым по значимости источником энергии после нефти. При этом 80 % прогнозируемого роста спроса на газ приходится на развивающиеся страны, возглавляемые Китаем, Индией, иными странами Азии, где значительная часть газа должна быть импортирована, из чего вытекают значительные расходы на транспортировку.

Применение природного газа соответствует современным приоритетам энергетической политики в этом регионе, поскольку газ может использоваться для обогрева, выработки электроэнергии и заправки автотранспорта, выделяя при этом меньшее количество углекислого газа и выбросов загрязняющих веществ, чем другие виды ископаемого топлива, что помогает решить широко распространенные в азиатском регионе проблемы качества воз-

духа. Заменой природного газа в этом регионе следует считать не только уголь, широко используемый в азиатских странах в настоящее время, но и возобновляемые источники энергии. Последние в некоторых странах могут стать более дешевой формой производства электроэнергии, чем газ. Тем не менее роль газа в среднесрочной перспективе будет ключевой во всей глобальной энергетической сфере, и перспективы технологического развития газодобычи заслуживают особого внимания [4].

В таблице 1 представлены 20 крупнейших стран-производителей природного газа на основе данных Администрации энергетической информации на 2015 г.

Выделяют пять стран, которые относятся к лидерам в мировой газодобыче в 2015 г. Однако следует отметить, что разрыв между этими пятью странами и двадцаткой лидеров был достаточно заметный [4]. Чтобы полнее оценить перспективы вхождения различных стран в число лидеров мировой газодобычи не в ближайшей, а в среднесрочной перспективе, необходимо оценить объем имеющихся у них запасов газа. В таблице 2 представлены страны, располагающие в 2018 г. крупнейшими разведанными запасами природного газа в мире, по данным Агентства энергетической информации при Министерстве энергетики США.

Анализ распределения разведанных запасов природного газа позволяет выявить три страны, которые значительно опережают остальные государства по объемам этих запасов и

Топ-21 стран, располагающих крупнейшими разведанными запасами природного газа в мире по состоянию на 2018 г. [4]

№ п/п	Страна	Разведанные запасы природного газа, млрд куб. м
1	Россия	47 805,21
2	Иран	33 720,49
3	Катар	24 072,00
4	США	9 124,64
5	Саудовская Аравия	8 619,12
6	Туркменистан	7 503,95
7	ОАЭ	6 090,89
8	Венесуэла	5 739,59
9	Нигерия	5 475,08
10	Китай	5 439,88
11	Алжир	4 503,90
12	Ирак	3 819,82
13	Индонезия	2 866,23
14	Мозамбик	2 831,68
15	Казахстан	2 406,93
16	Египет	2 186,06
17	Канада	2 055,80
18	Австралия	1 988,69
19	Узбекистан	1 840,59
20	Кувейт	1 783,96
21	Норвегия	1 782,17

формируют перспективные направления в мировой газодобыче в среднесрочной перспективе: Россия, Иран и Катар. Запасы США более чем в пять раз уступают запасам России, более чем в 3,5 раза — запасам Ирана и более чем в 2,5 раза — запасам Катара, что указывает на вероятность дальнейших обострений и дестабилизации ситуации на Ближнем Востоке, особенно в попытках США ослабить позиции Ирана, а также активизации коалиции государств Персидского залива (в первую очередь, Саудовской Аравии и ОАЭ, чьи совокупные разведанные запасы природного газа уступают катарским) против усиления положения Катара.

Запасы природного газа, разведанные в Саудовской Аравии, уступают запасам США, но текущие темпы его добычи в несколько раз меньше американских, что отражает наличие у Саудовской Аравии потенциала наращивания темпов добычи природного газа. Сегодня эта страна делает основной упор на добычу нефти.

Существует несколько потенциальных активных участников мировой газодобычи в развивающемся мире за пределами Ближнего и Среднего Востока. В Тропической Африке Нигерия обладает существенными запасами газа при незначительных текущих объемах газодобычи. В государстве Мозамбик запасы меньше нигерийских. В Латинской Америке среди потенциальных участников мировой газодобычи выступает Венесуэла, где, как и в Нигерии,

значительные запасы газа сочетаются с небольшими текущими объемами газодобычи, что свидетельствует о потенциале увеличения объемов этой добычи. В Азии в двадцатку крупнейших газодобытчиков мира входят Китай, Малайзия и Таиланд [5]. В настоящее время Норвегия является европейским лидером по добыче природного газа. При сохранении текущих темпов добычи норвежских запасов хватит на 13–15 лет. Однако этот вывод учитывает только разведанные запасы природного газа.

Согласно расчетам, в 2007 г. в Арктике осуществлялось примерно 25 % мировой газодобычи. Из этих объемов около 99 % газа добывалось в российской Арктике. В других ее частях остаются значительные неразведанные запасы, а также разведанные запасы, добыча которых еще не ведется [2]. Для получения более точного представления о нефтегазовом потенциале арктического региона целесообразно обратиться к данным Циркум-Арктической оценки ресурсов — масштабного исследования, проведенного Геологической службой США, результаты которого обнародованы в 2008 г., что отражено в таблице 3.

Имеющиеся данные оценки неоткрытых запасов нефтегазовых ресурсов указывают на то, что в северном циркумполярном регионе можно обнаружить от 21 804 до 84 667 млрд кубических метров обычного природного газа. Следовательно, разведке и разработке арктических месторождений природного газа необходимо

**Оценки неоткрытых запасов нефтегазовых ресурсов в различных районах Арктики,
по данным Геологической службы США, 2008 г. [6]**

Территория	Запасы природного газа, млрд куб. м	Запасы газо-конденсатных жидкостей, млн баррелей
Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн	18 448,37	20 329
Арктическая Аляска	6 269,28	5 905
Восточный нефтегазоносный бассейн Баренцева моря	8 992,23	1 422
Восточно-Гренландские рифтовые бассейны	2 440,34	8 122
Енисейско-Хатангская нефтегазоносная провинция	2 830,66	2 675
Амеразийский бассейн	1 610,97	542
Западная Гренландия — Восточная Канада	1 467,32	1 153
Шельф моря Лаптевых	922,08	867
Материковая окраина Норвегии	914,09	504
Баренцево-Печорская платформа	742,44	279
Евразийский бассейн	551,47	520
Северный Карский бассейн и платформы	424,02	390
Тимано-Печорский нефтегазоносный бассейн	256,64	203
Сдвиговая материковая окраина Северной Гренландии	289,03	273
Хребет Ломоносова и котловина Макарова	202,64	192
Свердрупский бассейн	243,41	191
Лено-Анабарский бассейн	59,66	56
Бассейн Северной Чукотки и острова Врангеля	171,77	107
Вилькицкий бассейн	162,60	102
Северо-западный шельф моря Лаптевых	127,09	120
Лено-Вилуйский нефтегазоносный бассейн	37,80	36
Зырянский бассейн	42,65	40
Бассейн Восточно-Сибирского моря	17,53	11
Бассейн Хоуп (шельф Чукотского моря)	18,35	11
Внутренние бассейны северо-западной Канады	8,64	15
Мезенский бассейн	—	—
Бассейны Новой Земли и Арка Адмиралтейства	—	—
Тунгусский бассейн	—	—
Пограничные районы Чукотки	—	—
Бассейн равнин Юкона	—	—
Пролив Лонга	—	—
Остров Ян-Майен	—	—
Шельф бассейна Франклин	—	—
Всего	47 251,05	44 064

уделять приоритетное внимание в среднесрочной перспективе, для чего в ближайшее время требуется концентрация ресурсов на разработке соответствующего технологического инструментария. В процессе исследования уровня внедрения и интенсивности разработок в области цифровой экономики в газовой отрасли важно учитывать технологический и организационный опыт цифровизации нефтегазовой отрасли стран (Норвегии, Канады и США), для которых, как и для России, значимы сегодня или в перспективе арктические месторождения газа.

В настоящее время появилась тенденция к нарастанию использования сжиженного природного газа (СПГ), который на глобальном уровне помогает ускорить переход к более

гибкому, ликвидному энергетическому рынку. Доступность газа имеет решающее значение для его долгосрочных перспектив. На долю СПГ приходится почти 90 % прогнозируемого роста торговли газом на период до 2040 г. Эксперты Международного энергетического агентства (МЭА) предполагают, что количество локаций, осуществляющих сжижение газа, удвоится в мире до 2040 г., в основном за счет Соединенных Штатов, Австралии, России, Катар, Мозамбика и Канады [2]. Вследствие этого целесообразно рассмотреть потенциальные преимущества, которые цифровизация может принести в газовую отрасль.

В среднесрочной перспективе развитие добычи природного газа в контексте цифровой

экономики представляет даже больший интерес, чем развитие нефтедобычи. Следует ожидать технологическое пересечение в процессах цифровизации этих двух секторов, поскольку в ряде случаев цифровые технологии, разработанные для автоматизации или оптимизации определенной операции в процессе газодобычи, могут оказаться применимы для сходных операций в процессе нефтедобычи (и наоборот), что создает необходимость отдельного изучения данного вопроса. Вместе с тем существуют и специфические цифровые технологии, применимые лишь для определенных операций только в нефтяной или только в газовой отрасли [7; 8]. Цифровые технологии обеспечивают увеличение объема добычи нефти в истощенных месторождениях, повышают эффективность геологоразведочных работ и скорость внедрения новых методов и технологий добычи нефти при разработке трудноизвлекаемых запасов. По данным МЭА, цифровые технологии снизят себестоимость добычи нефти и газа на 20 %. На основании исследований зарубежных ученых [9] повышение эффективности бизнеса в результате успешной цифровизации варьируется от 12 до 20 %.

Анализ применения элементов цифровизации в мировой практике показывает, что международные геологоразведочные и производственные компании определяют стратегическую ценность для бизнеса технологий, основанных на облачных вычислениях и искусственном интеллекте. Цифровизация представлена 3D- и 4D-сейсмическими технологиями, безлюдными нефтегазовыми установками Северного моря, принадлежащими преимущественно компаниям Голландии и Дании.

Тенденция применения цифровых инноваций усиливается в нефтегазовой отрасли, так как компании все больше ориентированы на снижение издержек и повышение эффективности работы. Итальянская нефтегазовая компания “Eni” разработала собственный суперкомпьютер, который используется для обработки данных о нефтяных и газовых резервуарах, что экономит время и деньги, позволяя анализировать перспективы разведки в течение недель, а не месяцев [10]. В Норвегии применяют централизованную и интегрированную программу цифрового совершенствования, которая может сформировать всеобъемлющую дорожную карту цифровизации [11].

Многие небольшие компании по разведке, добыче нефти и газа активно проводят цифровую трансформацию. Интерес к цифровой трансформации связан с вероятностью получения дополнительных доходов от бизнеса и притока новых участников рынка в отрасль, развитием конкурентной среды и одновременно с новыми рисками [12; 13]. В связи с тем, что

добыча сырья на большинстве разрабатываемых месторождений постепенно истощается, необходимо их цифровизировать, что требует увеличения инвестиций в отрасль. Поэтому переход российской нефтегазовой отрасли на цифровые технологии будет, скорее всего, сложен и растянут во времени.

Один из факторов экономии при использовании цифровых технологий на месторождениях — дистанционное управление и упреждающие операции, которые приводят к меньшему количеству аварий и быстрому устранению поломок скважин, что сокращает время простоя скважины и снижает затраты на подъемные работы, а также работы по перезапуску скважин. Кроме того, автоматизация процессов нефтедобычи повышает нефтедобычу за счет оптимизации режимов нефтеотдачи пластов.

Для нефтегазовой отрасли в целом привычным является постоянное продвижение технологического фронта. Вся последовательная совокупность операций в нефтегазовой промышленности может быть разделена на три стадии. Первая стадия (в терминологии англо-американских компаний — *upstream*) включает в себя поиск потенциальных мест залегания нефти, бурение разведочных и эксплуатационных скважин, а также процесс добычи углеводородов. Вторая стадия (*midstream*) представляет собой промежуточное звено между добычей и переработкой углеводородов. К этой стадии относятся такие операции, как транспортировка углеводородов посредством магистральных газопроводов и нефтепроводов, операции по приему, наливу нефти на морских терминалах и транспортировка сжиженных газов. Третья стадия (*downstream*) сопряжена с глубокой переработкой углеводородов, дистрибуцией и реализацией конечных нефтепродуктов. Следует отметить, что наиболее активное технологическое развитие затрагивает комплекс операций первой стадии — *upstream*, т. е. всего, что касается разведки и добычи углеводородов.

Около 40 лет назад нефтяные и газовые платформы в Мексиканском заливе начали работу на тех отметках, которые в то время считались большими глубинами. В современных условиях плавучие морские платформы эксплуатируют оборудование на глубинах до 3 тыс. метров и бурят нефте- и газоносные пласты, залегающие на несколько километров ниже морского дна. Технологические достижения позволили разрабатывать нефтяные и газовые месторождения в отдаленных районах, находящиеся глубоко под водой или в суровых труднодоступных условиях на суше. Все эти достижения не были бы возможны без применения современных цифровых технологий.

Разведка и добыча традиционно являются наиболее прибыльной частью нефтегазового

сектора. Технологии, которые могут сделать доступными новые объемы нефти и природного газа или повысить эффективность процессов добычи, представляются основными объектами исследования, практической разработки и промышленного внедрения. Именно сектор по разведке и добыче углеводородов из всех составляющих нефтегазовой отрасли первым (еще в 1970-х гг.) начал решать сложную задачу обработки чрезвычайно больших объемов данных, создаваемых сейсмическими исследованиями суши и морских пространств, например, для того, чтобы очертить схему и структуру нефте- и газоносных пластов. Для обработки этих данных требуются некоторые из самых мощных компьютеров в мире. Другие цифровые приложения включают в себя динамическое управление буровыми долотами из отдаленных операционных центров в режиме реального времени или использование высокотехнологичных датчиков для оптимизации расположения скважин с целью максимального увеличения добычи нефти и газа.

Процессы цифровизации изначально сконцентрировались в секторе разведки и добычи. Постоянно расширяется ассортимент существующих цифровых приложений. Например, миниатюризированные сенсоры и оптоволоконные датчики могут применяться для увеличения добычи в целом или показателей извлечения нефти и газа из конкретного месторождения. Такие датчики могут использоваться для измерения экологических характеристик (интенсивности различных вредных выбросов в процессе добычи).

Другими примерами может служить использование автоматизированных буровых установок, роботов для проверки и ремонта подводной инфраструктуры, а также для мониторинга состояния перекачивающих трубопроводов и резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов [14]. Дроны могут применяться для проверки трубопроводов (которые часто имеют большую протяженность) и такого труднодоступного оборудования, как факельные трубы и удаленные беспилотные морские объекты. Как и в случае любых новых технологий, по мере того как их использование будет становиться все более частым и распространенным, связанные с ними затраты будут снижаться. Это должно привести к уменьшению затрат на рабочую силу и повышению безопасности, надежности оборудования благодаря более частым проверкам и более эффективному профилактическому обслуживанию.

В долгосрочной перспективе существует потенциал для улучшения анализа и обработки больших неструктурированных массивов данных, генерируемых сейсмическими

исследованиями. Быстрый анализ данных может привести к более быстрым решениям и увеличению времени работы буровых установок, скважин и другого оборудования, что уменьшит задержки при выполнении новых проектов. Применение более сложных алгоритмов обработки также может помочь в поиске новых месторождений нефти и газа, генерации планов развития и ранжировании возможных вариантов разведки для операторов процесса добычи.

Еще один инновационный инструмент — использование искусственного интеллекта (ИИ). ИИ применяется для анализа работы скважин, устранения неполадок в месторождениях, демонстрирующих результаты ниже ожидаемых, предложения корректирующих действий и даже активации роботов для выполнения задач. Кроме того, с помощью ИИ возможно улучшить моделирование залежей нефти, газа и, таким образом, содействовать совершаемым в них операциям путем быстрого обнаружения и корректировки субоптимального поведения процесса добычи.

Одной из областей, представляющих интерес для применения цифровых технологий, является добыча трудноизвлекаемой нефти и сланцевого газа. Связывание ИИ с датчиками и сложными инструментами управления данными позволит компаниям максимизировать добычу из тысяч скважин в нетрадиционных залежах нефти и сланцевого газа усилиями небольшого числа инженеров и технических специалистов. Добыча трудноизвлекаемой нефти и сланцевого газа имеет преимущества по сравнению с применением новых цифровых технологий с учетом более краткосрочного характера инвестиционных циклов (по сравнению с обычными месторождениями), что должно способствовать более последовательному внедрению новых технологий.

Объем технически добываемых нефтегазовых ресурсов — критический фактор в понимании будущей траектории цен на нефть и газ. В настоящее время технически извлекаемые запасы нефти и газа в мире оцениваются примерно в 1,4 трлн тонн нефтяного эквивалента [2]. Согласно оценкам МЭА, широкое использование существующих и только зарождающихся цифровых технологий применительно ко всей глобальной ресурсной базе увеличит это число на 75 млрд тонн нефтяного эквивалента, т. е. примерно на 5 %, что соответствует более чем десятилетнему текущему мировому потреблению нефти и газа.

Влияние цифровизации нефтегазового сектора на объемы нефти и газа, которые могут добавиться к текущим объемам извлекаемых ресурсов, варьируется для различных типов ресурсов. Потенциал цифровизации по уве-

личению извлекаемых ресурсов окажется наибольшим для нефти, залегающей в низкопроницаемых пластах, и сланцевого газа. Для обоих этих видов углеводородов широкое применение цифровых технологий повысит коэффициенты извлечения примерно на 15 %, что связано с текущими низкими коэффициентами извлечения для нетрадиционных залежей. Например, до 90 % газа, находящегося в обычной залежи, обычно можно извлечь с использованием существующих технологий. Однако коэффициент извлечения для нетрадиционной залежи сланцевого газа часто составляет только от 15 % до 35 %.

Цифровые технологии, которые могут обеспечить увеличение коэффициентов извлечения, имеют достаточно широкий спектр и включают в себя высокотехнологичную обработку сейсмических данных для получения гораздо более надежных и имеющих более высокое разрешение цифровых изображений залежи, улучшенное моделирование и отслеживание пластовых жидкостей в залежи, а также автоматический контроль процесса добычи в скважинах. Улучшая моделирование нефте- и газоносных пластов, цифровые технологии могут помочь операторам оптимизировать расстояние между скважинами, протяженность стороны горизонтальных скважин и количество расклинивающего агента, используемого при гидравлическом разрыве. Все эти усилия направлены на поддержание максимальной производительности при минимизации капиталовложений в скважины и другие объекты.

Помимо расширения извлекаемой ресурсной базы, процессы добычи углеводородов могут быть оптимизированы за счет расширенных возможностей установления связей и мониторинга, позволяющие уменьшить как капитальные, так и эксплуатационные расходы. Детальные оценки потенциальной величины этих сокращений затрат пока не значительны, поскольку многие из наиболее перспективных цифровых технологий адаптированы к конкретным подсекторам и заполняют очень специфические ниши, и находятся на ранних стадиях развития. Цифровизация может улучшить функционирование нефтегазового сектора в области обнаружения, измерения и предотвращения выбросов метана. Нефтегазовый сектор — основной источник антропогенных выбросов метана. При этом на любой стадии производства, переработки и транспортировки нефти и газа могут возникать непрерывные или спорадические выбросы. Очевидна насущная необходимость в системах, которые могут обеспечить эффективный мониторинг и количественную оценку уровней выбросов. С по-

мощью цифровизации снижаются прямые затраты на обнаружение путем содействия лучшему пониманию данных, которые собираются для разработки параметрических и прогнозирующих систем мониторинга. Как только источник выбросов идентифицирован, снизить выбросы или вовсе прекратить их оказывается несложно.

Кроме разведки и добычи, последующие нефтегазовые операции могут применять цифровые технологии, прибыль в которых зачастую низка. Один из текущих примеров — использование интеллектуальных газовых счетчиков, аналогичных интеллектуальным электрическим счетчикам, которые могут помочь лучше скоординировать спрос и предложение газа. Внедрение цифровых технологий в нефтегазовый сектор осуществляется неравномерно, как и в других секторах: финансах, розничной торговли, медицине. Однако в нефтегазовой сфере это явление может объясняться несколькими факторами.

Во-первых, сроки. Нефтяная и газовая промышленность капиталоемкая, а крупные проекты, как правило, реализуются на протяжении многих лет. Цифровые технологии, напротив, эволюционируют быстро. После разработки и санкционирования крупного проекта основное внимание в отрасли уделяется преимущественно эффективному выполнению проекта, а изменение его дизайна сводится к минимуму, что препятствует внедрению инноваций.

Во-вторых, возраст инфраструктуры. Многие нефтегазовые объекты в мире установлены давно и не обязательно имеют соответствующую инфраструктуру для размещения новых цифровых технологий. Модернизация этих объектов потребует дополнительных затрат, что делает применение цифровых технологий менее привлекательным.

В-третьих, внутренние приоритеты. Цифровые технологии в нефтегазе, как правило, используются в большей степени для повышения безопасности, надежности эксплуатации и снижения затрат.

В-четвертых, небольшие ошибки имеют большие последствия. Нефтегазовая отрасль разработала относительно не склонную к риску управленческую перспективу, которая может замедлить скорость принятия новых технологий, независимо от их потенциала. Внедрение нового оборудования, включая новые цифровые опции, часто требует одобрения руководства на высоком уровне, что может привести к задержкам и увеличению затрат.

В-пятых, фрагментация. Нефтегазовая промышленность фрагментирована по цепочке поставок. Помимо крупнейших международных компаний, немногие компании в сфере

нефтегаза имеют вертикальную интеграцию с интересами в области добычи, переработки, транспортировки и розничной торговли. Цифровизация по-прежнему адаптирована к потребностям отдельных подсекторов, так что компании не смогут в полной мере воспользоваться всеми потенциальными преимуществами. Тем не менее крупные поставщики нефтесервисных услуг, являющиеся ключевыми источниками технологических инноваций в отрасли, будут расширять предлагаемые цифровые услуги.

В-шестых, долгосрочные тенденции спроса. Общий объем ресурсов нефти и газа может оказаться больше, чем общий объем потребления этих ресурсов человечеством с учетом текущих тенденций в области внедрения низкоуглеродных технологий и повышения энергоэффективности. На большинстве нефте- и газоносных пластов можно извлечь дополнительную выгоду от применения сложных цифровых приложений. Однако их применение не является экономически целесообразным в различных ситуациях.

В-седьмых, инфраструктура поддержки информационных технологий (ИТ). Многие цифровые технологии уже доступны, но операторы не имеют возможности использовать их, поскольку для их этого требуется хорошо развитая ИТ-инфраструктура, а также хорошо обученная рабочая сила.

В-восьмых, консервативная культура управления. Капиталоемкость и операционная опасность нефтяной и газовой промышленности исторически сформировали консервативную культуру управления. Нефтяные и газовые компании могут обратиться к сервисным компаниям и сторонним поставщикам для разработки цифровых технологий вместо того, чтобы нести крупномасштабные риски и затраты на собственных исследованиях и разработках.

В России сложилась специфическая ситуация. Санкции Запада в отношении России введены в 2014 г., в том числе и технологические. Среди них — прямо относящиеся к освоению шельфовых месторождений, в том числе арктических. С сентября 2014 г. они распространились не только на поставки оборудования, но и на предоставление услуг, обмен информацией с российскими партнерами, а также на участие западных компаний в наиболее технологичных добычных проектах. Данные действия повлекли закрытие доступа к западным технологиям гидроразрыва, горизонтального бурения, повышения нефтеотдачи пластов. Для глубоководных, арктических и шельфовых проектов имеется целый список запрещенного США к ввозу в Россию оборудования [15].

Из-за санкций нефтяная отрасль России может недополучить около триллиона долларов инвестиций в 2015–2045 гг., что приведет к потерям для бюджета, упущенные доходы могут составить 27–65 млрд долл. до 2021 г. [15]. Во избежание подобных последствий в российском нефтегазовом секторе необходимо ускорить разработку инновационного оборудования, новой офшорной техники, оборудования, материалов в сочетании с максимально быстрым внедрением их в серийное производство.

Таким образом, тенденции развития нефтегазового сектора свидетельствуют о лидирующих в дальнейшем позициях России, но по уровню цифровизации наше государство значительно уступает развитым странам. Между тем цифровизация оказывает положительное влияние на развитие отрасли и рост капитализации нефтегазовых компаний. При этом следует учитывать, что она вносит существенные изменения в социально-экономические экосистемы, нарушает традиционный способ создания затрат и переопределяет роли. Очевидно, что каждое цифровое решение в нефтегазовой компании будет отличаться в зависимости от ее положения в отрасли, амбиций и возможностей. Кроме того, цифровое лидерство не всегда является лучшей стратегией для компании, что связано с различными рисками и капиталоемкостью мероприятий. Вместе с тем цифровизация, на наш взгляд, снизит издержки за счет повышения качества бизнес-процессов, а низкие цены на нефть и газ ограничивают инвестиционные возможности компаний. В нефтегазовом секторе рекомендуется скорейшая разработка стратегического плана использования цифровых технологий для получения конкурентных преимуществ.

Рекомендации продвижению цифровых технологий в дальнейшем целесообразно связать с четким пониманием их возможностей, лидерством в реализации, совершенствованием форм сотрудничества с партнерами, развитием и расширением диалога между участниками процесса в нефтегазовой отрасли. С учетом стратегического значения нефтегазовой отрасли для России, ее важнейшей роли для обеспечения не только ее устойчивого развития, но и национальной безопасности, рекомендуется обратить внимание в первую очередь на разработку и внедрение цифровых технологий. Прежде всего речь идет о цифровизации долгосрочного прогнозирования и стратегического планирования роли и места России, ее крупнейших энергетических компаний на мировом рынке с учетом максимального числа разнообразных внутренних и внешних факторов.

Литература

1. Baller S., Dutta S., Lanvin B. [eds.]. The Global Information Technology Report [Электронный ресурс] // Innovating in the Digital Economy. 2016. 307 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf (дата обращения: 21.11.2019).
2. World Energy Outlook 2017: A world in transformation [Электронный ресурс] // International Energy Agency. 2017. IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017> (дата обращения: 21.11.2019).
3. Statistical Review of World Energy [Электронный ресурс] // Bp. 2019. June. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 22.11.2019).
4. Rankings About Energy in the World [Электронный ресурс] // U. S. Energy Information Administration. 2020. February 7. URL: <https://www.eia.gov/international/overview/world> (дата обращения: 21.12.2019).
5. Jian H., Bing J. Geographical Space Distribution of China's oil and Gas Industry: Characteristics and Drivers // Journal of Resources and Ecology. 2014. Vol. 5. No. 1. P. 68–73. DOI: 10.5814/j.issn.1674-764x.2014.01.008
6. Gautier D. L., Moore T. E. Introduction to the 2008 Circum-Arctic Resource Appraisal (CARA) Professional Paper. U. S. Geological Survey Professional Paper, 1824. DOI: 10.3133/pp1824A
7. Кульков В. М. Цифровая экономика: надежды и иллюзии // Философия хозяйства. 2017. № 5. С. 145–156.
8. Shearmur R. Space, Place and Innovation: a Distance-based Approach // The Canadian Geographer. 2010. Vol. 54. No. 1. P. 46–67. DOI: 10.1111/j.1541-0064.2009.00302.x
9. Raunholt L., Servodio R., Maliardi A., Torvund S. First Implementation of Robot Technology for the Drill Floor // Offshore Mediterranean Conference. 2017. 29–31 March. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/OMC-2017-596> (дата обращения: 21.11.2019).
10. Дмитриевский А. Н., Еремин Н. А. Большие геоданные в цифровой нефтегазовой экосистеме // Энергетическая политика. 2018. № 2. С. 31–39.
11. Kohler K., Matzler J., Füller J. Avatar-based Innovation: Using Virtual Worlds for Real-world Innovation // Technovation. 2009. Vol. 29. No. 6-7. P. 395–407. DOI: 10.1016/j.technovation.2008.11.004
12. Bryant K., Wells A. [eds.]. A new economic paradigm? Innovation-based evolutionary systems. Canberra: Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch, 1998 (Discussions in Science and Innovation. Vol. 4).
13. Китова О. В., Брускин С. Н. Цифровая трансформация бизнеса // Цифровая экономика. 2018. № 1. С. 20–25.
14. Ивлев А. П., Еремин Н. А. Петророботика: роботизированные буровые комплексы // Бурение и нефть. 2018. № 2. С. 8–12.
15. Кравец В. RPI: Освоение российского шельфа в условиях санкций: нас бьют, а мы крепчаем? [Электронный ресурс] // ROGTEC Russian oil and gas technologies. 2015. 16 апреля. URL: <https://rogtec magazine.com/rpi-освоение-российского-шельфа-в-услов/?lang=ru> (дата обращения: 01.04.2019).

References

1. Baller S., Dutta S., Lanvin B., eds. The global information technology report 2016: Innovating in the digital economy. Geneva: World Economic Forum; 2016. 307 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf (accessed on 21.11.2019).
2. World energy outlook 2017: A world in transformation. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017> (accessed on 21.11.2019).
3. Statistical review of world energy. Bp. 2019. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (accessed on 22.11.2019).
4. Rankings about energy in the world. U. S. Energy Information Administration. 2020. URL: <https://www.eia.gov/international/overview/world> (accessed on 21.12.2019).
5. Jian H., Bing J. Geographical space distribution of China's oil and gas industry: Characteristics and drivers. *Journal of Resources and Ecology*. 2014;5(1):68-73. DOI: 10.5814/j.issn.1674-764x.2014.01.008
6. Gautier D. L., Moore T. E. Introduction to the 2008 Circum-Arctic Resource Appraisal (CARA) Professional Paper. U. S. *Geological Survey Professional Paper*. 2017;(1824). DOI: 10.3133/pp1824A
7. Kul'kov V. M. Digital economy: Hopes and illusions. *Filosofiya khozyaistva*. 2017;(5):145-156. (In Russ.).
8. Shearmur R. Space, place and innovation: A distance-based approach. *The Canadian Geographer/ Le Géographe canadien*. 2010;54(1):46-67. DOI: 10.1111/j.1541-0064.2009.00302.x
9. Raunholt L., Servodio R., Maliardi A., Torvund S. First implementation of robot technology for the drill floor. In: Offshore Mediterranean Conference (Ravenna, 29-31 March, 2017). OMC Conference Paper. 2017;(596). URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/OMC-2017-596> (accessed on 21.11.2019).
10. Dmitrievsky A. N., Eremin N. A. Big geodata in the digital oil and gas ecosystem. *Energeticheskaya politika = The Energy Policy*. 2018;(2):31-39. (In Russ.).

11. Kohler K., Matzler J., Füller J. Avatar-based innovation: Using virtual worlds for real-world innovation. *Technovation*. 2009;29(6-7):395-407. DOI: 10.1016/j.technovation.2008.11.004
12. Bryant K., Wells A., eds. A new economic paradigm? Innovation-based evolutionary systems. Canberra: Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch; 1998. (Discussions in Science and Innovation. Vol. 4).
13. Kitova O. V., Bruskin S. N. Digital transformation of business. *Tsifrovaya ekonomika = Digital Economy*. 2018;(1):20-25. (In Russ.).
14. Ivlev A., Eremin N. Petrrobotics: Robotic drilling systems. *Burenie i neft' = Drilling and Oil*. 2018;(2):8-12. (In Russ.).
15. Kravets V. RPI: The development of the Russian shelf under the conditions of sanctions: they beat us, but we grow stronger? ROGTEC. Russian Oil and Gas Technologies. Apr. 16, 2015. URL: <https://rogtecmagazine.com/rpi-освоение-российского-шельфа-в-услов/?lang=ru> (accessed on 01.04.2019). (In Russ.).

Сведения об авторах

Казанин Алексей Геннадьевич

кандидат технических наук, директор

Московский филиал Морской арктической
геологоразведочной экспедиции

121609, Москва, Осенняяул., д.11,
бизнес-центр «Крылатский 2», Россия

(✉) e-mail: a.kazanin@mage.ru

Поступила в редакцию 20.12.2019

Подписана в печать 23.01.2020

Author information

Aleksey G. Kazanin

Candidate of Technical Sciences, Director

Marine Geological and Geophysical Surveys

Business Centre “Krylatskyi 2”, Osennyya Str. 11,
Moscow, 121609, Russia

(✉) e-mail: a.kazanin@mage.ru

Received 20.12.2019

Accepted 23.01.2020