

УДК 658.51.3: 334.7

## Нефтесервисные компании в рамках цифровизации экономики: оценка перспектив инновационного развития

С.В.РАЗМАНОВА<sup>1</sup>, О.В.АНДРУХОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Ухта, Республика Коми, Россия

<sup>2</sup>Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Республика Коми, Россия

**Как цитировать эту статью:** Размanova С.В. Нефтесервисные компании в рамках цифровизации экономики: оценка перспектив инновационного развития / С.В.Размanova, О.В.Андрухова // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 482-492. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.11

**Аннотация.** Цифровая трансформация экономики как важнейший этап научно-технического прогресса и перехода к новому технологическому укладу становится одним из определяющих факторов развития и конкурентоспособности отечественного сектора upstream. Перспективами инновационного развития нефтесервисных компаний являются ключевые технологические направления в рамках первого проекта Hi-Tech Стратегии Правительства Германии до 2020 г. – «Индустрия 4.0». Цель исследования заключается в оценке перспектив инновационного развития отечественной нефтесервисной индустрии в контексте цифровизации нефтегазовой отрасли.

Предметом исследования является процесс становления ключевых технологических направлений «Индустрии 4.0» и их влияние на отечественный нефтегазовый сектор. Основой исследования избраны логико-теоретический и эмпирический анализы. Рассмотрены основные факторы, определяющие процессы цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли, представлены результаты процессов цифровизации в крупнейших зарубежных и российских отраслевых компаниях сегментов upstream и oilfield services. Информационную базу составляют данные нефтесервисных и нефтегазодобывающих компаний, представленные на официальных сайтах компаний в открытом доступе в сети интернет. Доказано, что в отличие от ведущих мировых компаний сегмента oilfield services независимые отечественные нефтесервисные компании предоставляют преимущественно традиционные сервисные технологии в достаточно узком диапазоне. Ограниченнность сферы функционирования и технологических возможностей российских компаний объясняется отсутствием необходимого инвестирования в развитие и расширение бизнеса, а также заинтересованности со стороны государственного и корпоративного сектора в разработке и тиражировании отечественных технологий и формировании полноценного нефтесервисного рынка в России.

**Ключевые слова:** нефтегазовая отрасль; нефтесервисные компании; цифровизация; Индустрия 4.0; технологии; инновационное развитие; цифровая экономика

**Введение.** Сегодня зарубежные и отечественные нефтесервисные компании, как и нефтегазовая отрасль в целом, сталкиваются с большими вызовами. Последствия структурных сдвигов в нефтегазовой отрасли оказались весьма неоднозначными для традиционных форм организации бизнеса. Эксперты отмечают, что немногие отрасли могут засвидетельствовать аналогичные экономические, технические, географические и операционные вызовы [21]. При этом одной из самых больших проблем, с которыми в настоящее время сталкиваются нефтесервисные компании, является переход большей части клиентской базы от компаний-супермейджоров к национальным нефтяным компаниям, в последние десятилетия значительно изменивший конкурентный ландшафт отрасли [16, 23].

Нефтесервисный бизнес сосредоточил свое внимание на технологиях, чтобы максимизировать извлечение, разработку и повышение производительности за счет агрессивных программ бурения, стимулирования и улучшенного извлечения углеводородов. Нефтегазовый сектор также продвинулся в новые географические, геологические и технические границы. Несмотря на тяжелое финансовое положение сектора oilfield services, вызванное резким снижением цен на нефть, в результате которого инвестиции в нефтегазовую отрасль значительно сократились, рынок нефтесервисных услуг начинает восстанавливаться. Ведущие компании Schlumberger, Halliburton и Baker Hughes a GE Company стали получать крупные заказы от добывающих предприятий [24]. Уже сегодня наибольший спрос на высокотехнологичные услуги предъявляют страны Ближнего Востока, Африки, постсоветского пространства, а также Азиатско-Тихоокеанского региона и Канады [20, 22, 25]. Открывающиеся при этом возможности для нефтесервисных компаний значительны, связаны с изменениями во всех аспектах бизнеса, включая технологии, продукты, процессы, а также организационные возможности и операционные модели. Традиционные стратегии,

основанные на исторических циклах отрасли, могут привести, как минимум, к упущенными возможностям для бизнеса и более не могут рассматриваться как удовлетворительные. Основным эффектом от разработки и использования наукоемкой продукции, технологических разработок в нефтегазовом бизнесе является повышение эффективности операционной деятельности за счет сокращения эксплуатационных затрат. Мировой опыт ведения нефтегазового бизнеса свидетельствует о разработке новых технологических решений с помощью масштабной цифровизации как важнейшем способе выживания и сохранения показателей рентабельности «супермейджоров» и национальных нефтяных компаний. Данное направление требует более глубокой перестройки операционной модели компаний и изменения философии управления, что еще более актуально для поставщиков и подрядчиков.

Отечественный нефтегазовый бизнес обладает мощнейшим, но пока нереализованным потенциалом. Несмотря на то, что технологическим трендам в нефтегазовом секторе зачастую не уделяется должного внимания, цифровизация принимает все большее значение для отечественной нефтегазовой отрасли. Современные решения в поиске, разведке и добыче углеводородов (к примеру, big data, промышленный интернет, роботизация и искусственный интеллект) позволяют повысить конкурентоспособность промысловой продукции, преимущественно за счет снижения себестоимости добычи углеводородов [5]. Стоит отметить, что использование усовершенствованных возможностей компьютерных технологий в последнем десятилетии XX в. и их использование в отечественной нефтегазовой отрасли привело к сокращению затрат на поиск новых месторождений в среднем на 40 % (за счет использования 3D сейсмических моделей), увеличению прироста доказанных запасов в среднем в 2,5 раза, увеличению скорости бурения в 1,5 раза, а также росту объемов извлекаемой нефти. По оценке специалистов компании Deloitte использование цифровых технологий эффективно даже на истощенных месторождениях, поскольку способствует повышению их производительности [6]. Применение подходов, решений и технологий, основанных на принципах интеллектуализации, позволит сократить операционные и инвестиционные затраты на 10-15 %, обеспечить прирост добычи нефти и газа на 5-15 % [14].

Согласно данным Аналитического центра при Правительстве России [11] только в 31 из 77 представленных субъектов РФ имеется программа цифровизации или ее проект. Среди прочих приоритетных сфер цифровизации в рамках региональных программ «Цифровая экономика» нефтегазовая отрасль упомянута лишь двумя субъектами: сектором нефтепереработки в Республике Башкортостан и нефтегазовым сектором в Томской обл. Начиная с 2017 г., крупнейшие отечественные нефтяные корпорации – ПАО «Газпром нефть», ПАО «Зарубежнефть», ПАО «НК «Роснефть» не только реализовали ряд проектов по внедрению новейших технологических решений, но и скорректировали программы инновационного развития своего бизнеса на перспективу.<sup>1</sup>

Расчеты, проведенные Vygon Consulting, свидетельствуют, что в действующем налоговом окружении цифровизация будет способствовать росту удельного веса рентабельных трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти и доразведываемых нефтяных активов до 70-80 % при потенциальном снижении затрат на бурение на 10-15 %. При переходе на цифровые технологии адаптация инновационных технологий для низкопроницаемых коллекторов, тюменской свиты и высоковязкой нефти осуществляется значительно быстрее. Это приведет к росту коэффициента нефтеизвлечения для данной категории активов с 25-30 % до 36 % [5].

Однако до настоящего времени реализации процесса цифровой трансформации нефтегазодобывающей отрасли России препятствуют не только финансовые, но и технологические, а также информационные риски. В сложившихся условиях разработка и внедрение инновационных технологических решений в рамках цифровой экономики во многом будет опираться на новые формы взаимодействия добывающих и сервисных компаний. Таким образом, развитие технологических инноваций в рамках цифровизации нефтегазовой промышленности необходимо рассматривать в непосредственной связи с нефтесервисными компаниями.

В работе рассмотрены особенности применения цифровых технологий применительно к компаниям сегментов upstream и oilfield. Для оценки перспектив перехода отечественных нефте-

<sup>1</sup> Паспорт программы инновационного развития ПАО «Газпром нефть» до 2025 года. СПб: ПАО «Газпром нефть», 2018; Паспорт программы инновационного развития АО «Зарубежнефть» на период 2016-2020 гг. (с перспективой до 2030 г.). М.: АО «Зарубежнефть», 2018; Программа инновационного развития ПАО «НК Роснефть». М.: ПАО «НК Роснефть», 2016.

газодобывающих и нефтегазосервисных компаний на технологии цифровизации авторы анализируют процесс становления ключевых технологических направлений «Индустрии 4.0», результаты внедрения ряда цифровых технологий в российской практике, а также преимущества и риски, связанные с цифровизацией нефтегазовой отрасли.

Основные задачи исследования: рассмотреть основные этапы цифровизации мировой нефтегазовой отрасли и приоритетные направления ее развития; сравнить опыт внедрения технологий «Индустрии 4.0» для зарубежных и отечественных нефтесервисных компаний; оценить результаты внедрения цифровых технологий в нефтегазодобывающем сегменте.

**Методика исследования.** В процессе исследования использовались общенаучные методы исследования (сравнение, обобщение, метод аналогий), приемы эмпирического анализа, методы технико-экономического анализа. Основой исследования выбраны логико-теоретический и эмпирический анализы.

**Цифровизация мировой нефтегазовой отрасли: основные этапы и приоритетные направления развития.** Термин «Индустрия 4.0» был введен в оборот после международной промышленной выставки в Ганновере в 2011 г. Понятие «Индустрия 4.0» предполагает «переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия с перспективой объединения в глобальный промышленный интернет вещей» [5].

Ключевые технологические направления «Индустрия 4.0»:

- Big Data (Большие данные) – по определению компании Gartner<sup>2</sup>, разнообразные данные, которые поступают с постоянно растущей скоростью и объемом.
- ПИОТ (Промышленный интернет вещей) – подключение к интернету любых небытовых устройств, оборудования, датчиков, сенсоров, автоматизированной системы управления технологическим процессом, а также интеграция данных элементов между собой, что приводит к формированию новых бизнес-моделей при создании товаров и услуг, а также их доставке потребителям.<sup>3</sup>
- Роботизация – активное внедрение непосредственно в производственный процесс и (или) его обслуживание роботов, в частности, визуально-измерительный контроль труднодоступных объектов.
- Digital Twin (Цифровые двойники) – визуализация объектов – цифровая копия физического объекта<sup>4</sup>, в частности, модель месторождения, скважины, оборудования или элементов инфраструктуры, которая позволяет тестировать и предсказывать эффекты применения тех или иных опций, а также визуализировать полученные результаты в удобном для пользователя виде [8];
- Smart materials (Умные материалы) – материалы, свойства которых изменяются при воздействии каких-либо внешних факторов.<sup>5</sup>
- 3D-печать – технология, позволяющая создавать реальные объекты из цифровой модели, в частности, проектов разработки и схем обустройства месторождений, а также создания новых комплектующих для датчиков и контроллеров, насосов и прочего оборудования [8];
- Blockchain (Распределенный реестр) – распределенная база данных, которая хранит информацию обо всех транзакциях участников системы в виде «цепочки блоков».<sup>6</sup>

Несмотря на то, что терминология цифровизации получила распространение сравнительно недавно, пионерами данного направления являлись именно компании нефтегазовой отрасли. По данным компании Ernst & Young, еще в начале 60-х годов прошлого века ЭВМ применялись для моделирования пластов, проведения гравиметрических измерений и прогнозирования. Уже в 1973 г. первые большие рабочие станции приступили к обработке промысловых данных, в результате которой объемы добычи углеводородов, хоть и незначительно (на 1 %), но все же увеличились [13].

<sup>2</sup> Что такое Big Data – большие данные. URL: [www.oracle.com/tu/big-data/guide/what-is-big-data.html#link1](http://www.oracle.com/tu/big-data/guide/what-is-big-data.html#link1) (дата обращения 12.12.2019)

<sup>3</sup> Что такое индустриальный интернет. URL: [www.company.rt.ru/projects/IoT/IoT.php](http://www.company.rt.ru/projects/IoT/IoT.php) (дата обращения 12.12.2019)

<sup>4</sup> El Saddik A. Digital twins: the convergence of multimedia technologies // IEEE MultiMedia. 2018. Vol. 25. N 2. P. 87-92.

<sup>5</sup> «Интеллектуальные материалы». URL: [worldofmaterials.ru/spravochnik/special-materials/142-intellektualnye-materialy](http://worldofmaterials.ru/spravochnik/special-materials/142-intellektualnye-materialy) (дата обращения 12.12.2019)

<sup>6</sup> Блокчейк. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D1%87%D0%B5%D0%B9%D0%BD> (дата обращения 12.12.2019)

К началу 90-х годов трехмерные сейсмические модели, построенные с помощью компьютера, позволили в среднем на 40 % сократить затраты на поиск новых месторождений. Это привело к тому, что в течение короткого периода среднее значение прироста объемов доказанных запасов возросло в 2,5 раза. Оптимизация гидравлических параметров процесса бурения, впервые осуществленная с помощью ЭВМ в 1986 г., позволила в последнем десятилетии прошлого века в 1,5 раза увеличить скорость бурения. Применение персональных компьютеров и мобильных устройств способствовало оптимизации процесса проведения промысловых работ, а также существенно облегчило процесс обработки полученных данных в области поиска, разведки и добычи, переработки и сбыта углеводородов. Супермэйджоры Shell и ExxonMobil одними из первых внедрили технологию цифрового контроля развития проектов с применением мобильных устройств. Это обеспечило круглосуточный контроль за реализацией проекта и значительно повысило скорость принятия решений. Стоит отметить, что в 2004 г. компания Shell, запустившая программу Smart Fields, достигла заметного прогресса в технологии «умные скважины». Постепенное увеличение сферы применения цифровых технологий в нефтегазовой отрасли приобрело всесторонний, комплексный и целенаправленный характер, что впоследствии расширило границы и возможности их использования.

Внедрение инновационных технологий способствует увеличению нефтеизвлечения с одновременным сокращением затрат и внеплановых простоев. Согласно исследованию CERA (Cambridge Energy Research Associates) нефтеотдача на «умных месторождениях», осуществляющих свою деятельность в рамках экспериментальной фазы, на 2-10 % выше, чем на традиционных. С учетом истощения традиционных запасов и увеличения доли трудноизвлекаемых залежей нефти недропользователи стараются увеличить количество «интеллектуальных» месторождений, в первую очередь, для оптимизации затрат и снижения геологических рисков [13, 25]. По оценкам экспертов, комплексное использование ИТ-технологий позволяет нефтяникам повысить коэффициент извлечения нефти на 2-7 % и при этом сократить операционные затраты на 25 % [13].

**Технологии «Индустрии 4.0», применяемые отечественными нефтесервисными компаниями.** Цифровые технологии Big Data помогают принимать обоснованные решения на всех этапах разработки месторождения, позволяют своевременно обрабатывать значительные массивы информации и выдавать данные, на основе которых выстраивается четкое взаимодействие между добывающими и сервисными компаниями [8]. После того как доказана важность освоения конкретного месторождения и принято решение о начале его разработки, вероятность принятия последующих ошибочных решений, остается крайне высокой. Сформировав неоптимальную схему разработки месторождения, недропользователь получит существенные затраты, которые сократят прибыль предприятия. Объем входящей информации на этом этапе освоения месторождения настолько значителен, что оценить все возможные технологические варианты разработки, очень непросто. Зачастую на проектирование технологической схемы разработки месторождения уходит около двух лет, а результатом являются всего несколько предлагаемых вариантов разработки месторождения. Однако гарантий того, что представленные варианты являются самыми лучшими и оптимальными, не существует.

В случае внедрения на предприятии функций когнитивного инжиниринга, машинный интеллект перебирает огромное количество различных сочетаний моделей скважин, схем размещения кустов скважин, систем сбора, подготовки и транспорта углеводородов, оценивает их на предмет совместимости, осуществляет расчеты экономической эффективности. В результате количество промежуточных вариантов разработки возрастает до тысячи, тогда как временные затраты сокращаются до полугода. За счет включения в процесс оценки различных ограничений (доступ к финансовым ресурсам, высоким технологиям, сокращение временных границ проекта), можно получать наиболее оптимальную в текущих условиях схему разработки месторождений.

Наиболее капиталоемкой частью нефтесервисных услуг является поисково-разведочное и эксплуатационное бурение, а также последующее обслуживание и сопровождение действующего фонда скважин. Эти направления являются важнейшими в процессе перехода к цифровым технологиям. Например, бурение является механизированным процессом, позволяющим создать горную выработку в земной поверхности. Однако сам процесс сопровождается определенными исследованиями, которые являются непосредственным результатом цифровизации [8]. Примене-

ние цифровых технологий нефтесервисными компаниями на этапе бурения скважин позволяет осуществлять:

- физическое моделирование процессов стимуляции и разработки дизайна стимуляции;
- применение бескабельных технологий, 4D, HD сейсморазведки;
- систему контроля параметров за счет интерпретации (углубленной обработки данных) и применения перманентных систем глубинного мониторинга;
- удаленное управление современным флотом гидроразрыва пласта за счет автоматизированной системы управления;
- исследования шлама и газа бурового раствора в мобильных лабораториях.

Если сопоставить спектр услуг, которые предлагают на мировом рынке компании Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes a GE Company и Weatherford, с услугами ведущих отечественных нефтесервисных компаний, то становится очевидным, что зарубежные компании выполняют всю линейку услуг на нефтяном рынке (табл.1). Однако российские компании полный спектр услуг предложить заказчику не могут. К примеру, компания Eurasia Drilling (EDC) сконцентрирована только на бурении скважин, а отечественная TGT Oil and Gas Services – на предоставлении геофизических услуг. АКРОС специализируется преимущественно на сервисных сопровождениях в бурении и добыче, РИМЕРА предлагает комплексные решения по производству оборудования для нефтедобычи и предоставлению сервисных услуг. Сибирская сервисная компания (ССК) оказывает услуги в области бурового сервиса. Специфика российских компаний заключается в том, что они используют традиционные технологии обслуживания скважин. В области инновационных решений в РФ применяются только зарубежные практики.

Таблица 1

Сравнение сервисной линейки зарубежных и отечественных компаний  
(на основе данных официальных сайтов компаний)

Сервисные услуги, производство оборудования	Зарубежные нефтесервисные компании					Российские нефтесервисные компании				
	Schlumberger	Halliburton	Baker Hughes a GE Company	Weatherford	ERIELL	Eurasia Drilling (EDC)	TGT Oil and Gas Services	АКРОС	РИМЕРА	ССК
Геофизические исследования скважин	+	+	+	+			+			
Испытания скважин	+	+	+	+						
Бурение нефтяных и газовых скважин	+	+	+	+	+	+		+		+
Заканчивание скважин	+	+	+	+	+			+		
Цементирование скважин	+	+	+	+	+					+
Интенсификация добычи	+	+	+	+	+			+		
Механизированная добыча	+	+	+	+				+		
Управление добычей	+	+	+	+						
Комплексные (интегрированные решения)	+	+	+	+	+				+	
Интегрированные программные решения	+	+	+	+						
Консервация скважин	+	+	+	+	+					
Консультационные услуги	+	+	+	+						
Оборудование для геологии и геофизики	+	+	+	+						
Оборудование для строительства скважин	+	+	+	+						
Оборудование для добычи	+	+	+	+						+

Отраслевые эксперты отмечают, что ряд российских нефтесервисных компаний имеют в своем активе отдельные продукты и услуги, которые вполне востребованы на рынке и могут быть представлены по конкурентоспособным ценам. Однако, зачастую, это известно только производителям этих услуг, участники рынка об этом не знают.

В качестве положительного примера приведем нефтесервисную компанию TGT Oil and Gas Services, которая добилась признания на мировом рынке, предоставляя услуги по исследованию

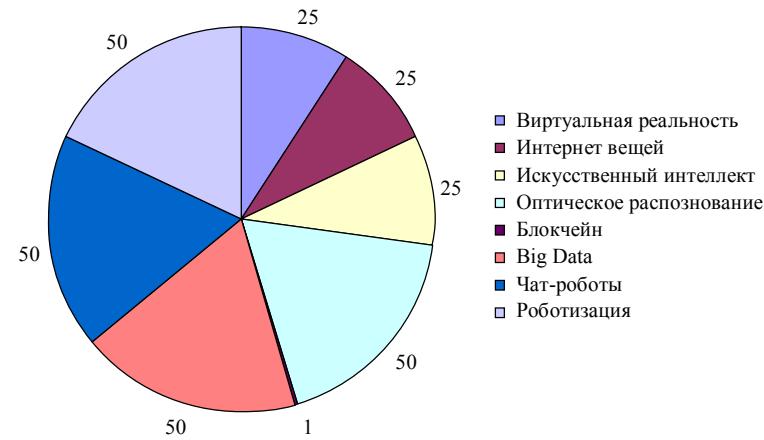
скважин с помощью шумометрии и термометрии. Несмотря на узкий профиль, компания со-ставляет конкуренцию в данном сегменте рынка ведущим мировым компаниям и активно экспортирует российские технологии [1].

Преимуществами в обладании и использовании продуктов цифровизации, в большей степени наделены сервисные подразделения нефтяных компаний. Наиболее ярким примером являются нефтесервисные подразделения ПАО «НК«Роснефть». В рамках стратегии «Цифровая «Роснефть» ВИНК осуществила цифровизацию по основным сегментам бизнеса. Был введен в эксплуатацию корпоративный центр обработки данных с платформой промышленного интернета GE Predix, цифрового интегрированного двойника месторождений «ИРМА» и цифрового пространства по обработке геолого-физических данных «ГеоПАК» (совместно с General Electric); проведены испытания применения искусственного интеллекта при разработке месторождений и планировании геолого-технических мероприятий, применения технологии машинного обучения для оптимизации работы добывающего актива в реальном времени, а также уникальной технологии автономного мониторинга производственных объектов при помощи дронов и машинного зрения. В компании была проведена апробация технологии компьютерного зрения для мониторинга соблюдения HSE при бурении и введен в промышленную эксплуатацию корпоративный модуль моделирования ГРП («РН-ГРИД»). Отечественная ВИНК совместно с BP и WesternGeco осуществляет разработку системы регистрации сейсмических данных, не имеющей мировых аналогов [2].

**Цифровизация отечественного сегмента upstream: первые результаты.** В настоящее время согласно результатам исследования KPMG цифровые технологии в нефтегазовом секторе России используются лишь наполовину (см. рисунок).

Это связано, по мнению авторов, с недостаточным финансированием инновационных разработок в рамках становления нового мирового научно-технического уклада, киберугрозами для нефтегазовых активов, а также секторальными санкциями зарубежных стран на приобретение передовых технологий [10, 16, 19]. (Стоит отметить, что именно на пятом технологическом укладе происходило формирование условий для цифровизации экономики; однако сегодня в России 30 % используемых технологий относится к третьему технологическому укладу, 50 % – к четвертому укладу и только около 10 % приходится на технологии пятого уклада).

В нефтегазовой отрасли сложилось четкое понимание того, что технологии промышленного «Интернета вещей» (Industrial Internet of Things) являются неотъемлемым условием конкурентоспособности, а реализация таких концепций, как «подключенное предприятие» (Connected Plant) и «умное месторождение» (Smart Field), оказывают прямое влияние на прибыльность предприятия. При осуществлении цифровой трансформации нельзя забывать о многочисленных рисках, сопровождающих этот процесс. Чем более «подключенным» становится предприятие, тем острее стоит вопрос обеспечения его безопасности [10]. В рамках Санкт-Петербургского международного экономического форума участниками панельной дискуссии «Цифровое недропользование» были высказаны мнения, что цифровые технологии создают серьезные проблемы с защитой информации. Защита информации потребует вложений, которые на порядок превышают собственно затраты на цифровизацию. Сегодня данные отечественных недропользователей и сервисных компаний практически не защищены, поэтому участники отраслевого рынка достаточно скромно внедряют цифровые технологии [7]. Вместе с тем отмечается, что без осуществления перехода на цифровизацию российским компаниям невозможно оставаться



Структура использования цифровых технологий в отечественном нефтегазовом секторе, % [12]

конкурентоспособными на мировом энергетическом рынке. Поэтому внедрять технологии нужно не по принципу «цифровизация ради цифровизации», а под конкретные цели.

Нельзя упускать и тот факт, что процесс цифровизации может привести к значительному сокращению рабочих мест в результате роботизации и активного применения интеллектуального искусственного разума. Анализ внедрения в США промышленных роботов на рабочие места в период с 1993 по 2007 г. [17] показал, что каждый новый робот заменяет пять, шесть рабочих, а каждый дополнительный робот на 1000 рабочих сокращает долю общего числа занятого населения на 0,34 % и снижает заработную плату на 0,5 %. Одновременно с этим происходит сокращение количества рабочих мест, которое не сопровождается созданием новых. Исследование прогнозирует, что численность промышленных роботов в США удвоится к 2025 г., на 1000 рабочих будет приходиться семь роботов (в Толедо и Детройте на 1000 рабочих уже приходится девять роботов). Анализируя динамику эксплуатации буровых вышек в США и количество рабочих, занятых в нефтяной промышленности в период текущего кризиса [18], следует отметить, что после относительной стабилизации цен на нефть к началу 2016 г. количество буровых вновь начало увеличиваться, но число рабочих, занятых в отрасли, осталось примерно на том же уровне. Иными словами, законсервированные буровые вышки возобновили свою работу, но при этом ранее сокращенные сотрудники не вернулись на прежние рабочие места. Учитывая, что данная отрасль в РФ преимущественно представлена крупными корпорациями и компаниями (по причине неразвитости сектора МСП), высока вероятность того, что процесс цифровизации создаст напряженную социальную обстановку в нефтегазодобывающих регионах страны. Как правило, большинство населенных пунктов в Уральском, Северо-Западном и других федеральных округах, население которых занято в сферах добычи, транспорта и переработки углеводородов, являются моногородами. И только невысокий (по мировым меркам) уровень оплаты, благодаря которому труд рабочих обходится корпорациям более дешево, чем приобретение роботов, отодвигает процессы цифровизации.

Российские нефтегазовые компании, как и зарубежные, активно инвестируют в технологии, которые повышают эффективность добычи, переработки и дистрибуции нефти, помогают увеличить рентабельность сбыта. Однако только цифровизация процессов вряд ли кардинально повлияет на эффективность. Перед нефтегазовыми компаниями остро стоит задача повышения эффективности управления и обучения персонала. Технологии дополненной и виртуальной реальности, а также системная цифровизация месторождений могут решить большинство проблем [3]. Например, технологии дополненной реальности позволяют сотрудникам на месторождении взаимодействовать с экспертами дистанционно, консультироваться о способах устранения неисправностей. Кроме того, они помогают решить проблему обучения молодых специалистов. Система предиктивной аналитики, заключающаяся в установке датчиков и автоматизации контроля эффективности ремонтных бригад, приведет к сокращению количества ремонтов, снижению простоя оборудования и оптимизации персонала. Цифровизация месторождения предоставит возможность удаленно изучать месторождение на всех стадиях его разработки, что существенно сократит расходы добывающего предприятия, в том числе за счет получения более точных данных. Использование интернета вещей и мобильных приложений позволит удаленно контролировать режимы оборудования на АЗС и получать аналитику продаж по корпоративным и различным клиентам в самых разнообразных видах.

Умные скважины и цифровые месторождения являются продуктами цифровизации нефтегазовой отрасли. Именно в секторе upstream достигнуты наиболее существенные результаты, и именно этот сектор в перспективе будет играть ведущую роль в организации системной работы с большими массивами данных [13].

Сейчас в России более 40 таких месторождений с добычей порядка 140 млн т нефти. Интеллектуальные технологии появились в России только в 2000 г. с приходом Shell и BP и впервые были опробованы на Салымской группе месторождений. Лидерами по доле интеллектуальных решений в добыче и запасах являются крупнейшие ПАО «НК «Газпром нефть» и ПАО «НК «Роснефть». К примеру, в 2017 г. в «Газпром нефть-Хантос» появился центр управления добычей (ЦУД), позволяющий комплексно управлять эффективностью производственной дея-

тельности дочернего общества. Одной из ключевых систем ЦУД является самообучающийся цифровой двойник, обеспечивающий автоматизированный подбор наиболее оптимальных режимов работы элементов всего комплекса и позволяющий заранее идентифицировать нештатные ситуации и предлагать превентивные решения [4]. Высоких результатов достигли также ПАО «НК «ЛУКОЙЛ», ПАО «Татнефть», ПАО «НК «Сургутнефтегаз», АК «Транснефть». В последнее время применение программного обеспечения в транспортировке нефти и газа позволило достичь высокого уровня безопасности. Внедрение информационных технологий в этих областях позволяет провести точное и оперативное моделирование трубопровода и разработать мероприятия, направленные на оптимизацию работы всей трубопроводной системы с учетом полученных при анализе данных [15].

В ПАО «НК «ЛУКОЙЛ» была принята стратегия цифрового развития до 2030 г. по таким направлениям как цифровые двойники, экосистема, персонал и роботизация. В качестве инструментов цифровизации обозначены Big Data, промышленный интернет вещей, технологии взаимодействия, роботы и дроны, искусственный интеллект, мобильные устройства, а также облачные технологии. Цифровизация процессов добычи уже принесла компании дополнительный миллион тонн УВС. Первый успешный результат ПАО «НК «ЛУКОЙЛ» получен на Кокуйском месторождении в Пермской обл. По прогнозам руководства компании к 2030 г. ожидается снижение себестоимости добычи нефти на 20-30 % с одновременным ростом производительности труда. ПАО «Татнефть» с помощью внедрения цифровых технологий удалось добиться снижения себестоимости добычи на Ромашкинском месторождении на 30 %. На нефтеперерабатывающем комплексе Танеко ПАО «Татнефть» совместно с компанией ChemTech реализуется проект по созданию цифрового двойника установки первичного фракционирования нефти ЭЛОУ-АВТ-7. В результате осуществления проекта глубина переработки нефти составила 98,2 %, что существенно превышает средний показатель по России (81,5 %). Были обработаны данные за несколько лет работы установки, создана термодинамическая модель действующего производства, разработаны виртуальные анализаторы, предсказывающие состав технологических потоков, определены возможности оптимизации технологического режима. Обработка большого объема данных проводилась на базе платформы Azure в партнерстве с компанией Microsoft. Использование готовой платформы позволяет масштабировать проект и подключать новые сервисы, например, инструменты аналитики PowerBI [4].

В практике работы компаний отечественной нефтегазовой отрасли можно и нужно использовать отечественное программное обеспечение от обработки сейсмических данных до гидродинамических исследований, в том числе методы параметрической и структурной идентификации, в основу которых заложено применение ИТ-технологий, управление процессами разведки недр, оценки запасов нефти и газа, разработки и эксплуатации месторождений углеводородов (табл.2).

Разработчики российского программного обеспечения говорят о невозможности принимать участие в конкурсах на поставку ПО в области разведки и разработки месторождений, поскольку крупнейшие компании-недропользователи изначально отдают предпочтение зарубежным разработкам. По данным Vugon Consulting доля закупок иностранного программного обеспечения госкомпаниями составляет 99 %.

По расчетам экспертов ЦГЭ затраты на зарубежное программное обеспечение на примере программной системы Petrel составляют ежегодно около 100 млн дол. Снижение затрат на приобретение зарубежных разработок может увеличить доходность и капитализацию отечественных компаний на рынке и тем самым способствовать повышению их научно-технического потенциала. Кроме нефтегазовых корпораций, пользователями программ отечественных разработчиков могли бы стать инженерные и нефтесервисные компании. Однако они вынуждены отказываться от российских разработок, так как подчиняются условиям конкурсной документации, обязывающей работать на конкретных программах иностранных производителей [15].

Отраслевые эксперты уверены, что отечественные технологии могут решить до 80 % отдельных задач по обработке, интерпретации сейсмических данных и гидродинамическому моделированию. Проблема состоит в том, что они представляют собой разрозненные разработки, ка-

ждая из которых охраняется авторским правом и представляет экономические интересы конкретных владельцев интеллектуальной собственности. Для решения данной задачи необходима интеграция имеющегося программного обеспечения на единой платформе, разработка дополнительных программ и их логическое размещение в рамках единой линейки, покрывающей базовый комплекс задач геологоразведочного сектора. Таким образом, стимулирование развития нефтесервиса в России необходимо осуществлять «с опорой на формирование технологических партнерств, состоящих из добывающих, сервисных компаний и научноемких (НИИ, вузы, опытно-конструкторские бюро) организаций, а также представителей государственных институтов власти (для установления необходимого взаимодействия и координации) с целью совместного развития отечественных технологий в области добычи нефти и газа» [9].

Таблица 2

Российские технологии в области программного обеспечения\*

Сегмент нефтесервисных услуг	Технология	Компания-разработчик	Назначение
Геология	Prime для интерпретационной обработки 2D/3D/4D/3C/4C сейсмических данных	Яндекс Терра	Обработка данных, сейсмическая интерпретация 2D/3D/4D/3C/4C и геологическое моделирование
	Российская программная платформа Geoplat – Pro	Gpd Gridpoint Dynamics	Интерпретация сейсмических данных, трехмерное геологическое моделирование и подсчет запасов
Разработка нефтяных месторождений	Программно-аппаратный комплекс на основе платформы «Эльбрус», созданной компанией «МЦСТ» (Московский центр SPARC-технологий), российской системы КОНКОРД, платформы для построения корпоративных информационных систем IDS X360	RedSys	Управление разработкой на нефтяных месторождениях, моделирование процессов на скважинах
	Проект «Разработка открытой геолого-геофизической программной платформы на принципах свободного программного обеспечения»	АО «Центральная геофизическая экспедиция»	
Бурение скважин	Программа MarCS Engineer-софт для реализации проектов бурения сложных скважин	НИЦ «Недра-тест», РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина, ИСК «ПетроИнжиниринг»	Анализ параметров бурового раствора, позволяющий минимизировать загрязнение нефтяного пласта во время бурения и снизить риск аварии

\*Составлено авторами на основе [15].

**Заключение.** Проведенный анализ и систематизация результатов позволяют сделать следующие выводы.

Опыт технологического развития мировой нефтегазовой индустрии оказал значительное влияние на цифровизацию отрасли, сформировав высокотехнологичные компании, в первую очередь в секторах upstream и oilfield services. Существующие разработки в области «Индустрии 4.0» позволяют иностранным компаниям осуществить переход к новой ступени технологического уклада, и свидетельствуют об их конкурентных преимуществах на мировом рынке.

Процесс цифровой трансформации отечественной экономики и, в частности, секторов upstream и oilfield services в силу существующего технологического уклада находится на начальной стадии формирования. Цифровизация экономики РФ представляется долгосрочным трендом и ее влияние на отрасль проявится только после 2025 г.

Отсутствие четкой стратегии технологического развития отрасли, недостаточные стимулы для ВИНК к осуществлению вложений в НИОКР, слабая конкурентоспособность отечественных нефтегазосервисных компаний представляют собой факторы риска для полноценного функционирования отрасли в условиях потенциальных новых санкций со стороны развитых стран.

Деятельность независимых отечественных нефтесервисных компаний осуществляется в узком диапазоне предоставляемых услуг. Ограниченност сферы функционирования связана с недостаточным инвестированием в развитие и расширение бизнеса, отсутствием заинтересованно-

сти со стороны государственного и корпоративного сектора в создании отечественных технологий и полноценного рынка нефтесервиса в России.

Наряду с несомненными преимуществами и возможностями цифровизации нефтегазового бизнеса существуют серьезные риски финансового, информационного и социального характера. В частности, угроза утечки информации относительно запасов и ресурсов углеводородов может привести к потере позиций в сфере энергобезопасности страны. Будущие технологические изменения окажут влияние на структуру рабочих мест и уровень занятости в отрасли.

На основе данных выводов можно выработать ряд рекомендаций, как для государственных институтов, так и российского бизнеса, в том числе нефтегазовых и нефтесервисных компаний. Использование цифровых технологий базируется на применении инновационных технологий, что вызывает необходимость роста финансирования на проведение НИОКР с последующим внедрением и коммерциализацией результатов. Реализуя стратегию цифровизации отрасли, следует учитывать, что какими бы крупными не были современные ВИНК, постановка задачи, выбор форм и инструментов взаимодействия для кардинального технологического обновления отрасли должны осуществляться на федеральном уровне. Поэтому для стимулирования развития цифровых технологий в отечественном нефтесервисе необходимо создание технологических партнерств, в состав которых будут входить добывающие, сервисные и научноемкие компании, при непосредственной координации со стороны государственных институтов. При этом каждый проект, призванный реализовать цифровую программу предприятия, должен с самого начала обозначить вопросы выбора сил и средств информационной защиты, объем необходимых инвестиций в обучение работников. Только в данном случае удастся сформировать приоритетные направления развития, привлечь необходимое финансирование, осуществить стимулирование разработчиков и недропользователей к созданию, внедрению и тиражированию высокотехнологичных объектов интеллектуальной собственности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В непростых условиях. URL: [http://www.cdu.ru/tek\\_russia/ issue/2019/4/593/](http://www.cdu.ru/tek_russia/ issue/2019/4/593/) (дата обращения 16.08.2019).
2. Годовой отчет компании Роснефть за 2018 г. URL: [https://www.rosneft.ru/upload/\\_site1/document\\_file/a\\_report\\_2018.pdf](https://www.rosneft.ru/upload/_site1/document_file/a_report_2018.pdf) (дата обращения 16.08.2019).
3. Заутер А. Пять цифровых концепций для нефтяной отрасли. URL: [https://www.vedomosti.ru/\\_management/blogs/2019/04/14/799089-ryuat-tsifrovih](https://www.vedomosti.ru/_management/blogs/2019/04/14/799089-ryuat-tsifrovih) (дата обращения 16.08.2019).
4. Колбина Л. Цифровой фонтан. URL: [http://www.acsexpert.ru/\\_archive/nomer-20-796/cifrovoy-fontan.html](http://www.acsexpert.ru/_archive/nomer-20-796/cifrovoy-fontan.html) (дата обращения 16.08.2019).
5. Козлова Д. Цифровая добыча нефти: тюнинг для отрасли / Д.Козлова, А.Пигарев. М.: VYGON Consulting, 2018. 60 с.
6. Обзор нефтесервисного рынка России. М.: ЗАО «Делойт и Туш СНГ», 2018. 24 с.
7. Пожалуйста, не занимайтесь цифровизацией. URL: <https://news.rambler.ru/other/42302435-pozhaluysta-ne-zanimaytes-tsifrovizatsiey/?updated> (дата обращения 16.08.2019).
8. Размanova С.В., Андрухова О.В. Анализ применения цифровых технологий в отечественном сегменте upstream (на примере нефтегазовой отрасли) / Развитие цифровой экономики в условиях деглобализации и рецессии: Монография. СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. С. 113-134.
9. Размanova С.В. Проблемы российского рынка нефтегазового сервиса / С.В.Размanova, О.В.Андрuxova // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12. № 1. С. 111-119.
10. Стефанов Р. Кибербезопасность активов нефтегазовой отрасли // Control Engineering Россия. 2018. № 4 (76). С. 72-75.
11. Текущее развитие проектов в сфере цифровой экономики в регионах России: Аналитический доклад. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/23243.pdf> (дата обращения 16.08.2019).
12. Устюгова Е. Цифровые технологии в российских компаниях / Е.Устюгова, М.Данилина; KPMG, 2019. 40 с.
13. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: популярный миф или объективная реальность // Нефтегаз. Совместный проект Национального нефтегазового форума и выставки «Нефтегаз». 2017. 19 с.
14. 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). С. 13-19.
15. Цифровизация российского ТЭК. URL: [http://www.cdu.ru/tek\\_russia/ issue/ 2018/9/511/](http://www.cdu.ru/tek_russia/ issue/ 2018/9/511/) (дата обращения 16.08.2019).
16. Чернова Е.Г. Структурные сдвиги в нефтегазовой отрасли: ключевые факторы, индикаторы, последствия / Е.Г.Чернова, С.В.Размanova // Вестник СПбГУ. Экономика. 2017. № 4. С. 622-640.
17. Acemoglu D. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets / D.Acemoglu, P.Restrepo // NBER Working paper. 2017. № 23285.
18. Durden T. Rig Count Surges Again To 16-Month Highs (But Where's the Oil Industry Jobs). URL: <https://www.zerohedge.com/news/2017-02-03/rig-count-surges-again-16-month-highs-wheres-oil-industry-jobs> (дата обращения 24.08.2019).

19. Faltzman V.K. Crisis in Russia's foreign economic activities: ways to overcome // World Economy and International Relations. 2017. Vol. 61. № 5. P. 57-66.
20. Innovation in Oil & Gas: Canada 2016. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/energy-resources/ca-en-innovation-in-oil-and-gas-canada-2016.pdf> (date of the address 23.08.2019).
21. Nikitenko S.M. Shift of the world energy sector development paradigm: consequences for Russia / S.M.Nikitenko, E.V.Goosen, A.E.Kontorovich // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science «International Scientific Conference on Knowledge-based Technologies in Development and Utilization of Mineral Resources». 2018. Vol. 206. № 1. № 012053.
22. Oil & gas industry – blockchain, the disruptive force of the 21st century. Bengaluru: Infosys Limited, 2018. 8 p.
23. Painter O. Oilfield Service Companies Face a Future of Challenge and Change / O.Painter, D.Grandjean // Journal of Petroleum Technology. 2009. Vol. 61. № 04. P. 18-20.
24. Parshall J. Oilfield Service Sector Sees Recovery Emerging // Journal of Petroleum Technology. 2018. Vol. 70. № 03. P. 44-46.
25. Quadrennial Technology Review 2015. Oil and Gas Technologies / Chapter 7: Advancing Systems and Technologies to Produce Cleaner Fuels. Washington: Department of Energy, 2015. 37 p.

**Авторы:** С.В.Размансова, д-р экон. наук, главный научный сотрудник, s.razmanova@sng.vniigaz.gazprom.ru (Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Ухта, Республика Коми, Россия), О.В.Андрюхова, старший преподаватель, o.gavina@mail.ru (Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Республика Коми, Россия).

Статья поступила в редакцию 15.10.2019.

Статья принята к публикации 11.12.2019.