

# Технологические инновации и занятость в нефтегазовой отрасли

**П.А. АВЕРКИН**, кандидат экономических наук

E-mail: paverkin@gmail.com; ORCID: 0000–0001–6192–3974

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск

**Аннотация.** Изменяющиеся внешние условия и необходимость снижения себестоимости продукции будут подталкивать нефте- и газодобывающие компании к быстрой автоматизации. Внедрение современных цифровых технологий в нефтегазовой отрасли приведёт к значительным изменениям в количественных и качественных характеристиках спроса на труд, прежде всего – в добывающих подразделениях. Эти изменения могут оказаться довольно чувствительными для многих регионов Сибири и Дальнего Востока, где ресурсодобывающие компании являются важнейшим работодателем. Несмотря на предполагаемый спад занятости и миграцию рабочих мест из наиболее отдалённых регионов в более урбанизированные территории, вызывающие их технологические инновации будут создавать новые рыночные ниши и точки роста. Влияние технологических инноваций на рынок труда сибирских и дальневосточных регионов необходимо учитывать при разработке планов и политик регионального развития.

**Ключевые слова:** цифровизация; занятость; безработица; нефтедобыча; газодобыча; нефтегазовые компании

Проблема технологически обусловленной безработицы имеет весьма давнюю историю, нередко порождает социальные проблемы и массовые протесты. Наиболее известным примером является движение луддитов, возникшее в начале XIX века как реакция на механизацию текстильной промышленности Британии. Многие крупнейшие экономисты – Дж. М. Кейнс, Й. Шумпетер, А. Пигу, Д. Рикардо и др. – так или иначе рассматривали влияние технологических инноваций на занятость. В целом, к настоящему времени они оцениваются как фактор, который скорее расширяет занятость в долгосрочной перспективе, при этом существенно изменяя ее структуру.

Масштабы и скорость внедрения технологических инноваций, связанных с развитием вычислительной техники, высокоскоростных каналов связи, манипуляторов и сенсоров, технологий искусственного интеллекта и пр. вновь повысили актуальность проблемы технологической безработицы. Более того, ее отличительной особенностью на нынешнем этапе стала автоматизация

рабочих мест, связанных не только с преимущественно физическим трудом, что было характерно для прошлых периодов. Новые технологии претендуют если не на полное вытеснение, то, по крайней мере, на снижение спроса на такие профессии, как сотрудник службы технической поддержки, бухгалтер или рентгенолог. Всё это вызвало активизацию интереса экономической науки к проблеме технологической безработицы, прежде всего, в части оценки её потенциальных масштабов.

Одно из наиболее заметных современных исследований подобного рода – работа оксфордских ученых К. Фрая и М. Осборна [Frey, Osborne, 2017], оценивших потенциал снижения занятости в США в 47% к 2030 г. Столь высокая оценка ожидаемой технологической безработицы привела к активным дискуссиям и появлению ряда альтернативных исследований. Так, в работе М. Арнтц, Т. Грегори и У. Зирана [Arntz, Gregory and Zierahn, 2016], использующих в качестве базы для оценки потенциала автоматизации не профессии, а типы задач, решаемых при выполнении профессиональных обязанностей, потенциальное снижение занятости для США на том же временном интервале оценивается всего в 10%. В дальнейшем появился ряд публикаций, использующих иные методологии определения потенциала автоматизации и получающие другие, чаще всего находящиеся в диапазоне 10–30% [Manyika et al., 2017], оценки потенциального снижения спроса на труд<sup>1</sup>, либо применяющие ту или иную методологию для изучения рынков труда стран, не исследованных ранее.

В то же время преимущественно в профессиональных изданиях и публикациях консультационных компаний развивался и другой метод оценки технологической безработицы. В отличие от комплексного подхода, целью которого является оценка снижения занятости для экономики целого государства или региона, характерного для академических работ, в них рассматриваются отдельные отрасли, в мировом<sup>2</sup> или региональном<sup>3</sup> масштабе.

---

<sup>1</sup> См., к примеру, PwC UK Economic Outlook, March 2017. London: PricewaterhouseCoopers LLP, 2017.

<sup>2</sup> World Economic Forum. «Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry» 2017.

<sup>3</sup> EY Canada. «Preparing for the future now: Rethinking the oil and gas workforce in 2040» 2020.

Такой «маломасштабный» взгляд на проблему зачастую позволяет получить точнее оценить будущую динамику, прежде всего, за счёт более глубокого понимания происходящих процессов, зрелости внедряемых технологий и восприимчивости рынка к ним, анализа стратегий крупнейших компаний, государственных и региональных политик и множества других факторов, не учитываемых в более «фундаментальных» работах. Результатом стало существенное увеличение обоснованности прогнозов.

В данной работе делается попытка исследования влияния технологических и организационных инноваций, связанных с развитием вычислительной техники, коммуникационных сетей, искусственного интеллекта и автоматизации на занятость в нефтедобывающих регионах РФ. В качестве базы для исследования используется описание опыта Канады и США, в которых начиная с 2010-х годов процессы автоматизации шли более активно, а также ряд работ, посвященных будущим тенденциям развития цифровых технологий именно в нефтедобывающей промышленности.

На основе анализа опыта США выделяются наиболее важные тенденции, которым следуют и крупнейшие российские вертикально интегрированные компании, работающие в добывающих отраслях, а также их подрядчики и контрагенты – крупнейшие работодатели во многих регионах Сибири и Дальнего Востока.

## **Занятость и производительность труда в сланцевой нефтедобыче США**

Сланцевая нефтедобыча является одним из наиболее показательных примеров, позволяющих оценить влияние технологических инноваций на занятость в отрасли, так как сочетает целый ряд уникальных особенностей:

- высокая себестоимость добычи, требующая постоянного внедрения инноваций<sup>4</sup> для сохранения конкурентоспособности в условиях снижающейся цены на энергоресурсы;
- близость к наиболее активно развивающимся рынкам высокотехнологичной продукции и короткие инвестиционные циклы, упрощающие и облегчающие внедрение инноваций;

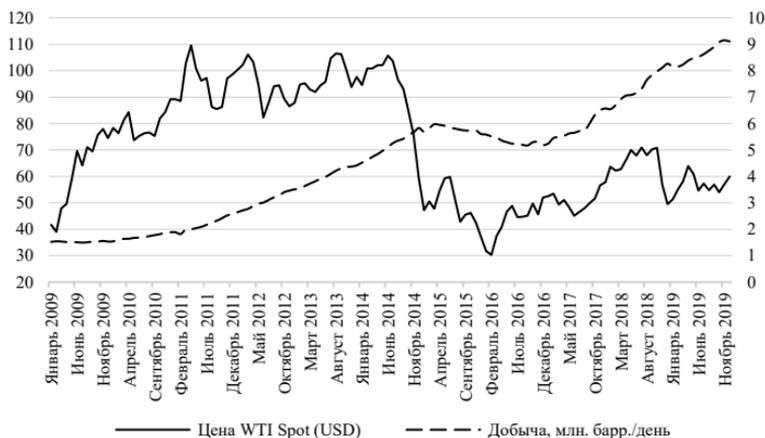
---

<sup>4</sup> Maurice Smith «Tight oil, shale gas revolution continues to drive innovation in drilling through completions». JWN Media, April 24, 2019 URL: <<https://www.jwnenergy.com/article/2019/4/24/tight-oil-shale-gas-revolution-continues-drive-inn>>

– высокая и растущая из-за регулярно возникающих дефицитов стоимость рабочей силы, что повышает интерес добывающих компаний к автоматизации<sup>5</sup>;

– небольшой размер значительной части компаний, обеспечивающий динамичность рынка и невозможность сохранения неэффективных игроков в течение длительного времени, за счёт, например, перекрёстного субсидирования низкорентабельных бизнес-процессов.

Высокую адаптивность сланцевых добывающих компаний демонстрирует их реакция на снижающуюся цену нефти, когда резкое, более чем двукратное её падение в 2014–2016 гг. привело лишь к небольшому снижению выработки, которое относительно быстро сменилось стабильным ростом, как видно на рисунке 1.



**Источник.** По данным U. S. Energy Information Administration. *Drilling Productivity Report*. URL: <<https://www.eia.gov/petroleum/drilling/>>

Рис. 1. Объемы добычи нефти (левая шкала) по основным сланцевым месторождениям США и ее рыночная цена (правая шкала) в 2009–2019 гг.

Всё это делает сланцевые добывающие компании идеальным объектом для изучения воздействия автоматизации на занятость в добыче углеводородов и позволяет экстраполировать эти тенденции на компании, добывающие углеводороды в России. Конечно, с поправкой на то, что за счет несколько более

<sup>5</sup> Rumki Majumdar, Anshu Mittal. How the shale revolution is reshaping the US oil and gas labor landscape. Deloitte Insights 2018.

благоприятных условий – существующей развитой инфраструктуры, большого размера добывающих компаний и сравнительно низкой стоимости российской рабочей силы – влияние автоматизации на занятость в этих регионах было существенно менее выражено.

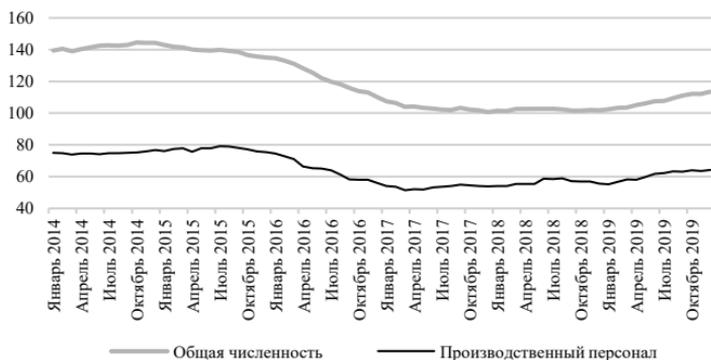
Одним из важнейших следствий адаптации сланцевых добывающих компаний к снижающимся ценам на энергоресурсы стал быстрый рост производительности труда. Так, за период с 2014 по конец 2019 гг., когда финансовое состояние компаний испытывало особенно сильное давление падающих цен на нефть, производительность труда в данном секторе выросла в два с лишним раза (рис. 2). Они смогли увеличить выработку, используя как меньшее число задействованных скважин, так и меньшее количество персонала. Так, по данным Bureau of Labor Statistics, занятость упала на более чем 25% по сравнению с уровнем 2014 г.



**Источник.** Расчеты автора на основе данных U.S. Bureau Of Labor Statistics. Occupational Employment Statistics. URL: <<https://www.bls.gov/oes/#databases>> и U.S. Energy Information Administration. Drilling Productivity Report. URL: <<https://www.eia.gov/petroleum/drilling/>>

Рис. 2. Динамика производительности труда (тыс. барр./чел.) в нефтедобыче на сланцевых месторождениях США по группам персонала в 2014–2019 гг.

Особенно показательным на этом фоне последовательное снижение количества персонала в расчёте на одну скважину – как в отношении всех типов сотрудников нефтедобывающих компаний, так и непосредственно занятых на месторождении (рис. 3).



**Источник.** Расчеты автора на основе данных U.S. Bureau Of Labor Statistics. Occupational Employment Statistics. <<https://www.bls.gov/oes/#databases>> и U.S. Energy Information Administration. Drilling Productivity Report. <<https://www.eia.gov/petroleum/drilling/>>.

*Рис. 3.* Динамика занятости на одной скважине на сланцевых месторождениях США в 2014–2019 гг., чел. на скважину

События последнего времени, связанные с эпидемией коронавируса, спадом на большинстве сырьевых рынков и государственными мерами по поддержке занятости, вносят сильные искажения в статистику, однако направление дальнейшего изменения ситуации можно увидеть по действиям крупнейших участников рынка, которые использовали вынужденную передышку для резкого форсирования темпов автоматизации<sup>6</sup>. Так, во втором квартале 2020 г. 25% общего объема буровых работ компаний Schlumberger и 20% Baker Hughes на американском рынке были проведены с использованием удаленных технологий.

При этом Schlumberger предполагает удвоить численность своего подразделения, связанного с автоматизацией, сократив общую численность на 21 тыс. чел. и закрыв 150 подразделений по всему миру. Halliburton закрывает в этом году около 100 подразделений, а Baker Hughes сообщает об использовании сервисов дистанционного оказания услуг более чем 40% клиентам компании, причём отмечается, что в 2020 г. значительная часть буровых работ вообще не могла быть проведена

<sup>6</sup> Eaton, Collin. «Drillers Go Remote as Pandemic Reshapes Oil Business». The Wall Street Journal 2 August 2020 г. URL:<<https://www.wsj.com/articles/drillers-goremote-as-pandemic-reshapes-oil-business-11596369600>>.

без использования систем удалённого управления из-за ограничений передвижения персонала. Таким образом, темп снижения занятости в сланцевой нефтедобыче США из-за пандемии, скорее, увеличился.

## Цифровая трансформация в нефтегазе – тенденции и основные факторы

Анализируя процессы внедрения технологий в экономике, компания PwC рассматривает три «волны» автоматизации, последовательно проходящие через большинство секторов мировой экономики (табл.1). При этом важно отметить, что данные волны в существенной степени пересекаются и в разной степени затрагивают участников различных географических и продуктовых сегментов рынка.

Таблица 1. «Волны» автоматизации PwC в различных отраслях

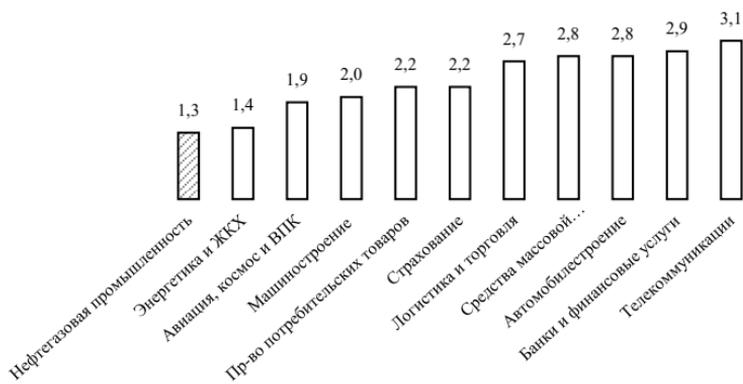
Наименование	Описание и последствия	Решаемые задачи	Затронутые отрасли
1-я Волна алгоритмов (до начала 2020-х гг.)	Автоматизация базовых вычислений и анализа структурированных данных, затрагивающая секторы, которые зависят от работы с данными	Выполнение простых математических расчётов, поиск информации, сбор и обработка данных с сенсорных сетей	Финансовые услуги, страхование, сфера информации и связи, профессиональная, научная и техническая деятельность. Нефтегаз – АСУТП
2-я Волна проникновения (до конца 2020-х гг.)	Динамическое взаимодействие с технологиями при организации административной офисной работы и принятии решений. Использование робототехники для выполнения задач в полуконтролируемых средах, например, для перемещения объектов на складах или БПЛА	Автоматизация типовых задач в относительно простых реальных условиях, сбор, обработка и обмен неструктурированными данными. Сложные модели обработки данных сенсорных сетей и принятия решений на основе ИИ. Появление автономных агентов.	Органы государственной власти и управления, промышленное производство, транспортные и складские услуги. Нефтегаз – ИИ-модели резервуаров, предсказательное техобслуживание, «цифровое месторождение», БПЛА и интернет вещей
3-я Волна автономии (до середины 2030-х гг.)	Автоматизация физического труда и ручных манипуляций, а также процессов решения проблем в динамичных реальных ситуациях, требующих ответной реакции, в частности на транспорте и в строительстве	Активное применение ИИ и робототехники в широком спектре реальных задач, ранее требовавших физического труда, ручных манипуляций и быстрой реакции. Распространение автономных агентов	Строительство, коммунальные услуги, сельское хозяйство, медицина. Нефтегаз – безлюдное месторождение, роботизированное бурение

**Источник.** На основе PwC Russia. «Украдут ли роботы наши рабочие места? Международный анализ потенциальных долгосрочных последствий автоматизации» 2020.

Возникновение и развитие данных «волн» в основном связаны с темпами развития базовых технологий и их рыночной зрелостью, позволяющей экономически эффективно внедрять и использовать их в «полевых» условиях:

- новые и усовершенствованные типы сенсоров;
- ёмкие и компактные системы хранения энергии;
- моторы, приводы и компоненты манипуляторов, необходимые для построения робототехнических устройств;
- вычислительные мощности, в том числе мобильные;
- ПО, лежащее в основе систем искусственного интеллекта и машинного обучения;
- высокоскоростные каналы связи, прежде всего беспроводные и спутниковые.

Нефтегазовая отрасль, как отмечают, в частности, специалисты Deloitte (рис. 4), заметно отстаёт от общемировых тенденций в области автоматизации. В отличие от таких лидеров, как финансовая и банковская сфера, добыча углеводородов относительно недалеко ушла от давно и широко распространённых систем АСУТП, играющих вспомогательную роль и требующих существенного участия персонала.



**Источник.** На основе данных Cornelissen, Bart. «Oil & gas industry potentially losing trillions of dollars by not fully embracing digital.» OilandGasMiddleEast.com 11 June 2019 г. URL:<<https://www.oilandgasmiddleeast.com/34159-oil-gas-industrypotentially-losing-trillions-by-not-fully-embracing-digital>>.

Рис. 4. Цифровая зрелость нефтегазовой промышленности в сравнении с другими отраслями

Это, по мнению автора, обуславливают следующие причины, как технического, так и экономического свойства, многие из которых в последнее время начинают быстро исчезать:

- сравнительно высокая рентабельность большинства добывающих компаний и их крупные размеры, позволяющие кросс-субсидирование малоэффективных бизнес-процессов;
- сравнительно низкий уровень конкуренции в сегменте;
- высокий уровень сложности и опасности большинства технологических процессов, прежде всего в разведывательных, добывающих и сервисных подразделениях;
- расположение большинства месторождений в относительно удалённых местах с неразвитыми каналами связи и нестабильным сообщением.

Как показывает пример США, наибольшей эффективности во внедрении технологических новшеств добились сильно отличающиеся от традиционных нефтедобывающих сланцевые компании – небольшие, относительно низкорентабельные и работающие на высококонкурентных рынках. Но в настоящее время в похожих условиях оказался весь сектор добычи углеводородов, при этом соответствующие технологии значительно развились, многие из них уже прошли этап промышленных испытаний и, в целом, находятся на гораздо более зрелом уровне, чем несколько лет назад.

Благодаря всем этим факторам ожидается, что внедрение высокотехнологичных средств автоматизации в традиционных добывающих, разведывающих и сервисных компаниях будет идти очень быстрыми темпами. Дополнительный толчок этому процессу даст традиционная цикличность рынка энергоресурсов, регулярно стимулирующая компании к снижению уровня операционных расходов на фоне очередной рецессии.

Можно с твердой уверенностью предположить, что большинство внедряемых разработок будут трудосберегающими, связанными с автоматизацией отдельных бизнес-процессов и направлений деятельности компаний. Изменения претерпят и бизнес-модели множества участников рынка, причём не только из-за расширения использования ПО и связанного с ним распространения моделей SaaS и PaaS<sup>7</sup>, характерных для поставщиков услуг ИИ и ПО,

---

<sup>7</sup> SaaS – Software as a service – ПО как сервис, чаще всего, облачный; PaaS – Product as a service – продукт, как сервис, современная бизнес-модель, близкая к традиционной аренде.

но и в связи с появлением нового поколения «умного» оборудования. Из-за вынужденной децентрализации по причине невозможности (или невыгодности) развития собственных компетенций, гораздо большее развитие получают аутсорсинг и привлечение специализированных подрядчиков, в том числе – для автоматического выполнения работ. В результате этих же процессов гораздо большее значение приобретут открытость данных и возможности информационного обмена между различными участками цепочек создания стоимости.

По всей видимости, процессы децентрализации будут весьма актуальны и для российских добывающих компаний, прежде всего – по причине нехватки отечественных поставщиков и отсутствия соответствующих локальных компетенций, что приведёт к активному использованию услуг зарубежных подрядчиков.

Оценка влияния новых технологий на занятость в нефтегазовых компаниях весьма непростая, что объясняется крайним многообразием их бизнес-процессов (от разведки до переработки), условий работы и финансового положения. Вместе с тем эксперты единодушно прогнозируют снижение занятости в результате цифровой трансформации во всех сегментах рынка углеводородов – от разведки и добычи (upstream) до переработки и сбыта (downstream). Оценки для российского сегмента рынка отсутствуют, однако на основе исследования КРМГ можно грубо оценить масштаб экономии фонда оплаты труда за счёт автоматизации в разрезе отраслей (табл. 2).

**Таблица 2. Средняя экономия в полных штатных единицах (ПШЕ/ФТЕ) по итогам внедрения роботов в российских компаниях**

Отрасль	Экономия, ПШЕ на 1 работа
Телекоммуникации	>10
Розничная торговля	8
Банки и финансовые организации	4
Нефть и газ	2
Металлургия	1

**Источник.** КРМГ Россия. «Цифровые технологии в российских компаниях. Результаты исследования» 2019.

В период до 2025 г. наибольшее развитие в нефтегазовой отрасли, как ожидается, получают наиболее зрелые технологии второй волны:

- автоматизация, роботизация и удаленное управление;
- технологии работы с большими данными – предсказательное техническое обслуживание и основанные на ИИ технологии моделирования и оптимизации;
- «подключенный работник».

Совокупный положительный эффект от внедрения технологических новшеств в мировой нефтегазовой отрасли оценивается примерно в 1,6 трлн долл. до 2025 г. Собственно нефтегазовым компаниям автоматизация и цифровизация могут принести около 1 трлн долл., прежде всего, за счёт сокращения издержек. Из этой суммы 580–600 млрд долл. достанется компаниям, занимающимся разведкой и добычей, приблизительно 100 млрд – компаниям, оказывающим транспортные услуги, и 260–275 млрд долл. – тем, кто специализируется на переработке и сбыте<sup>8</sup>.

Очевидно, что масштабная автоматизация и цифровизация, лежащие в основе планируемых изменений, имеют не только положительные стороны. Перевод на дистанционное управление тех бизнес-процессов, которые ранее находились под полным контролем компаний, интеграция их информационных систем с системами контрагентов, резко повышают риски дорогостоящих технических сбоев или внешнего злонамеренного вмешательства. Однако, по мнению автора, они вряд ли станут значительным препятствием для технологических изменений в отрасли.

Основными стимулами для компаний будут масштаб потенциальной экономии от внедрения современных технологий, значительное давление неблагоприятной экономической конъюнктуры на их рентабельность и рост конкуренции, как внутри нефтегазового сегмента, так и в целом на мировом энергетическом рынке. Не меньшую роль играет и сравнительная зрелость технологий, лежащих в основе цифровизации – большинство из них, прежде всего – связанные с построением коммуникационных сетей, удалённым управлением и интеграцией информационных систем – уже давно и успешно применяются в промышленности, энергетике и связи. Так, за период с 2006 по 2020 гг., крупные

---

<sup>8</sup> World Economic Forum. «Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry» 2017.

компаний, банки и государственные органы США стали жертвой лишь 156 крупных (с ущербом более 1 млн долл.) кибератак, в России за этот период произошло лишь восемь подобных инцидентов<sup>9</sup>.

Вместе с тем масштабное внедрение новых технологий предполагает изменение многих бизнес-процессов внутри нефтегазовых компаний, в том числе – связанное с дополнительными издержками. Так, увеличатся численность ИТ-подразделений и затраты на информационную инфраструктуру, что показывает опыт Schlumberger<sup>10</sup>. Также можно ожидать и существенного изменения структуры субподрядчиков и контрагентов – вырастет роль специализированных поставщиков услуг связи, анализа данных и сервиса автоматизированной техники.

Рассмотрим более подробно основные направления применения цифровых технологий в нефтегазовой отрасли.

#### **Удаленное управление, автоматизация и роботизация**

Часто объединяемая термином «цифровое месторождение» данная группа технологий второй волны в настоящее время наиболее активно внедряется в нефтяных компаниях по всему миру. Расширяя традиционные функции АСУТП за счет существенно более развитых сенсоров, телематики и полуавтономных роботов, они позволяют существенно повысить экономическую эффективность разведки, бурения и добычи. По некоторым оценкам, свыше 80% работ в бурении и добыче может быть автоматизировано уже в ближайшие годы<sup>11</sup>.

Ожидается<sup>12</sup>, что использование роботов и беспилотной техники позволит сократить расходы на бурение и введение скважины в эксплуатацию на 20% (что прежде всего относится к шельфовой добыче), на 25% расходы на инспекции и техническое обслуживание (что более актуально для протяженных коммуникаций РФ и Северной Америки) и на 20% – на персонал.

---

<sup>9</sup> CSIS. Significant Cyber Incidents Since 2006. Washington, DC: Center for Strategic and International Studies, 2020.

<sup>10</sup> Eaton, Collin. ««Drillers Go Remote as Pandemic Reshapes Oil Business»» The Wall Street Journal 2 August 2020 г. <<https://www.wsj.com/articles/drillers-goremote-as-pandemic-reshapes-oil-business-11596369600>>.

<sup>11</sup> Anders Brun and Sanzhar Zharkeshov. «A new operating model for well organizations.» *McKinsey Insights* 5 October 2018 г.

<sup>12</sup> World Economic Forum. «Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry.» 2017.

Существенного снижения затрат можно ожидать и в сегменте геологоразведки и эксплуатационной доразведки.

Удалённые операционные центры, не являясь собственно новой технологией, позволяют достичь нового качества управления добывающей и сопутствующей инфраструктурой и обеспечивают добывающим компаниям экономию в размере до 140 млрд долл.<sup>13</sup> в ближайшие 4–5 лет. Используя большие массивы данных с сенсорных сетей, они позволяют применять современные технологии управления сложными техническими объектами:

- цифровые двойники – виртуальные аналоги производственных объектов, которые моделируют внутренние процессы, технические характеристики и функционирование объектов на месторождении;
- основанное на этих цифровых двойниках и использующее методы искусственного интеллекта ПО управления технологическими процессами – бурением, заводнением и пр.;
- предсказательное техническое обслуживание сложных технических объектов – насосных станций, компрессоров, трубопроводов;
- устройства промышленного интернета вещей и технологии «подключенный работник».

Важнейшим следствием широкомасштабного внедрения удаленного операционного центра станет как собственно сокращение персонала добывающих подразделений, так и перемещение работников с удалённых месторождений в расположенные в более обжитых районах управляющие центры. При этом изменится и структура занятости – вместо преимущественно имеющих среднее образование работников месторождения вырастет спрос на значительно более квалифицированных работников.

Предполагается, что такие центры позволят снизить расходы, связанные с перемещениями работников, а также сократить примерно 30 тысяч мало- и среднеквалифицированных рабочих мест, что будет частично компенсировано созданием примерно 20 тысяч новых рабочих мест в них.

#### *Российский опыт*

В РФ пионерами внедрения технологий удалённого управления являются ПАО «Роснефть» и «Газпромнефть». Весьма по-

---

<sup>13</sup> World Economic Forum. «Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry.» 2017.

казателен опыт внедрения системы «Цифровое месторождение» на Илишевском месторождении компании «Башнефть», которая охватила все основные процессы добычи и транспортировки нефти. Управление инфраструктурой осуществляется из Центра интегрированных операций, который находится в городе Дюртюли, расположенном в 60 км от месторождения. В результате внедрения цифровых технологий количество дистанционно управляемых объектов на Илишевском месторождении увеличится до 100 (рост составит почти 60%), энергоэффективность процессов добычи повысится на 5% и на 5% снизятся логистические издержки, а масштабирование технологии может принести «Башнефти» дополнительно до 1 млн т нефти и 1 млрд руб. в год<sup>14</sup>. Проекты по автоматизации добычи и транспортировки углеводородов будут поддерживаться государством – Министерство энергетики РФ сообщает о принятом решении о разработке «атласа» мер государственной поддержки технологических проектов, а также доработке концепции и «дорожной карты» по роботизации нефтегазовой отрасли, подготовленных под руководством центра компетенций по робототехнике «Газпром нефти», совместно с другими участниками. Концепцию планировалось представить в Правительство РФ в первом квартале 2021 г., но сроки сдвинулись, по всей видимости, на конец 2021-го – 2022 гг. Предварительный анализ показал, что в нефтегазовой промышленности и смежных отраслях к 2030 г. спрос на робототехнику может превысить 1 млн единиц.

### **Технологии работы с большими данными**

Крупные, генерирующие большое количество данных, сенсорные сети, лежащие в основе цифровых месторождений, дают возможность применения современных, основанных на больших данных подходов к оптимизации целого ряда бизнес-процессов добывающих компаний. Наиболее хорошо отработанными и, соответственно, широко внедряемыми из них являются:

- оптимизация процессов бурения и оборудования скважин, затраты на которые составляют от 40 до 70% капитальных затрат добывающих компаний;

---

<sup>14</sup> Третьяков Евгений. «Технологии помогут нефтяникам заработать еще \$1 трлн за пять лет»// Ведомости. 2020. 30 Октября. URL:<<https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2020/10/30/845034-haitek-nefti>>.

– оптимизация процессов добычи, прежде всего – построение цифровых моделей резервуаров и использующая их оптимизация оперативного управления процессами извлечения нефти;

– предсказательное техническое обслуживание оборудования, прежде всего, высоконагруженного компрессорного и насосного с целью снижения частоты поломок и повышения эффективности предупредительного ремонта.

Большинство данных технологий сами по себе не являются трудосберегающими, однако их косвенное влияние связано с существенным ростом продуктивности буровых и эксплуатационных подразделений и снижением интенсивности работы ремонтных служб. По всей видимости, они приведут к значительной стагнации занятости в соответствующих подразделениях.

Предполагается, что внедрение основанных на больших данных технологий сможет снизить затраты на разведку и разработку месторождений на 5%, затраты на техническое обслуживание – на 20%; затраты на оплату сверхурочной работы сотрудников на месторождениях – на 20% и материальные издержки – на 10%. Прогнозирующие методы, как ожидается, сократят время простоя на 5%, а омертвление оборотных средств в запасах запчастей – на 20%<sup>15</sup>.

#### *Российский опыт*

Проекты, связанные с использованием больших данных и интеллектуальных технологий их обработки, запущены в большинстве российских нефтяных компаний<sup>16</sup>:

– «Газпромнефть» реализует около 30 корпоративных программ цифровой трансформации, целью которых является рост EBITDA на 5% ежегодно; затронуты все аспекты деятельности компании: разведка («Цифровая нефть», «Когнитивный геолог»), бурение («Цифровое бурение») и извлечение нефти («ОптимА»);

– «Лукойл» запустил около 100 различных проектов; ключевые направления – комплексная оптимизация управления месторождением («Интеллектуальное месторождение»), оптимизация процессов извлечения нефти, предсказательная аналитика работы оборудования;

<sup>15</sup> World Economic Forum. «Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry.» 2017.

<sup>16</sup> Делендик, Егор. «Как нефтяные гиганты становятся ИТ-компаниями». Сбер Про Медиа 16 Июль 2020 г.

– «Газпром» реализует комплексную целевую программу развития единого информационного пространства с использованием современных технологий обработки данных для всех аспектов деятельности компании.

Российские компании ведут разработку программных продуктов интеллектуального анализа данных. Так, компания Digital Field Technologies разрабатывает ПО Dataflow – единую систему оперативного управления разработкой газоконденсатных месторождений, предназначенную для максимизации добычи конденсата в нефтегазовых предприятиях, а также целый ряд ПО, решающих связанные задачи – DARCУ (визуализации, обработки и интерпретации петрофизических, геофизических и технологических данных), RigRadar (комплексная онлайн-система управления буровыми сервисами) и др.

В сегменте предсказательного мониторинга основными поставщиками решений являются крупные международные IT-компании – Microsoft (Azure Predictive Modeling Studio), SAP (Predictive Maintenance), Oracle (Crystal Ball), SAS (Rapid Predictive Modeler) и др. В России на данный момент технологии предиктивного анализа не так развиты и можно говорить лишь о единичных внедрениях ПО отечественного производства.

В частности, российское происхождение имеет ПО компании Clover Group Clover PMM<sup>17</sup> – система оценки технического состояния оборудования и мониторинга эксплуатации в режиме реального времени, состоящая из двух модулей: поиск аномалий (Clover Monitoring) и прогноз вероятности отказа узлов и агрегатов оборудования (Clover Predictive Maintenance).

Данная система была использована компанией «ЛокоТех» в проекте «Умный локомотив» – довольно крупном для российского рынка и успешном широкомасштабном внедрении системы предсказательного техобслуживания локомотивного парка. Сообщается, что за счет использования ПО разработки Clover Group удалось снизить непроизводительные простои локомотивов

---

<sup>17</sup> В проект «Цифровое депо» внедрена система учета рабочего времени и контроля доступа BioTime.б.д. <[https://www.tadviser.ru/index.php/Проект: Умный\\_локомотив\\_\(Локотех\)>](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект: Умный_локомотив_(Локотех)>)

на 22% уже на старте проекта с перспективой снижения простоя на ремонтных работах в четыре раза<sup>18</sup>.

#### **«Подключенный работник»**

Одна из важнейших проблем, связанных с широкомасштабной автоматизацией добывающей инфраструктуры, – оптимизация деятельности персонала. Благодаря развитию беспроводной связи и оснащению сотрудников современными коммуникационными и сенсорными устройствами появляется возможность максимально эффективно использовать имеющиеся трудовые ресурсы, быстро передавать необходимую для работы информацию и контролировать выполнение заданий. Данная технология является существенно трудосберегающей и, по всей видимости, способна напрямую снизить спрос на целые группы линейного персонала, прежде всего, выполняющего работы, требующие низкой и средней квалификации.

Ожидается, что за счёт использования носимых электронных устройств и быстрого доступа к информации производительность труда в нефтегазовом секторе вырастет на 15%, как минимум на 13% повысится безопасность труда, а общая экономия компаний составит не менее 100 млрд долл. в период до 2025 г. Вместе с тем предполагается сокращение не менее 75 тысяч рабочих мест в производственных подразделениях<sup>19</sup>.

#### *Российский опыт*

Яркий пример подобных технологий – проект «Мобильный бурильщик» компании «Газпромнефть»<sup>20</sup>, который в настоящее время проходит тестовое внедрение на предприятиях компании. Работа в сложных климатических и шумовых условиях приводит к тому, что часть необходимой для буровых подразделений информации не может быть оперативно получена, а часть – не доходит до персонала, что приводит к снижению производительности труда. Прототип системы аккумулирует данные, обрабатывает и «фильтрует» их для различных категорий сотрудников: супервайзер, буровой мастер, бурильщик, помощник бурильщика. Оконечные устройства системы включают смартфоны,

<sup>18</sup> Фонд Сколково. «Умный локомотив» набирает ход 25 05 2020 г. URL: <https://www.id.media/cases/647>.

<sup>19</sup> World Economic Forum. Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry. 2017.

<sup>20</sup> «Газпромнефть». Проект «Мобильный бурильщик». б.д. URL: <https://digital.gazpromneft.ru/about-project?id=mobbur>.

беспроводные гарнитуры, световые колонны, смарт-браслеты, ТВ-панели и устройства дополненной реальности, на которые передается необходимая тому или иному сотруднику информация.

В 2019–2020 гг. проведены испытания системы на кустовой площадке месторождения, которые продемонстрировали эффективность ее в условиях реальной работы, в настоящее время ведётся внедрение промышленной версии системы.

## **Выводы**

Как показывает зарубежный, а теперь уже и российский опыт, вызванные технологическими изменениями снижение и изменение характера спроса на рабочую силу со стороны добывающих компаний – вполне существующий и набирающий силу процесс. Экономическая эффективность внедрения новых технологий становится всё заметнее, а усложняющиеся внешние условия всё активнее подталкивают компании к снижению операционных расходов.

Влияние технологических изменений на занятость весьма многообразно: спрос на одни специализации стагнирует, а на другие, зачастую совершенно новые для отрасли, ажиотажно растёт. Будущая картина рынка труда в добыче углеводородов в настоящее время только формируется, однако уже заметны основные тенденции, которые необходимо учитывать при средне- и долгосрочном планировании социально-экономического развития регионов присутствия и в разработке мер государственной поддержки занятости.

Наиболее заметные изменения происходят в характере спроса на труд в добывающих подразделениях нефтедобывающих компаний. Растущая степень автоматизации технологических процессов и постоянно повышающиеся возможности по их удалённому управлению и контролю приведут к росту спроса на персонал, основной задачей которого станет ремонт и обслуживание автоматизированного оборудования. Развитые технологии связи и современные интерфейсы доступа к информационным системам (такие, как дополненная реальность) заметно облегчат работу линейных сотрудников. Вместе с тем сложность и разнообразие современного добывающего оборудования потребуют от них существенно более высокого уровня подготовки, чем нынешний.

Аналогичные процессы, хотя и в меньшей степени, будут характерны и для подразделений, занятых разведкой и бурением, где растущая автоматизация будет предъявлять спрос на универсальных специалистов – операторов и наладчиков сложной современной автоматизированной техники.

Высокий уровень оплаты труда, а также затраты на снабжение и жизнеобеспечение персонала в добывающих подразделениях, будут стимулировать сокращение занятости прежде всего в наиболее удалённых добывающих подразделениях. Благодаря использованию удалённых операционных центров рабочие места переместятся в более «дешевые» для добывающих компаний регионы.

Занятость в добывающих регионах будет, как минимум, стагнировать, а, вероятно, в длительной перспективе, снижаться по причине миграции рабочих мест, автоматизации технологических процессов и внедрению таких трудо- и ресурсосберегающих технологий, как предсказательное техническое обслуживание и искусственный интеллект. При этом будут возникать новые рыночные ниши, в которых близость к месторождениям будет играть решающую роль. Так, можно ожидать активизации спроса на гибкие производственные услуги с использованием аддитивных технологий, беспилотные логистические и связанные с ними услуги, работы, связанные с мониторингом добывающей и транспортной инфраструктуры, а также ремонтом и эксплуатацией техники.

В целом, индустрию добычи углеводородов в ближайшие годы ждут быстрые и очень существенные изменения под влиянием целого спектра факторов – от экономических (снижение рентабельности добывающих компаний) до экологических (декарбонизация мировой экономики). Регионы Сибири и Дальнего Востока, где она является одним из крупнейших работодателей, ждут изменения аналогичного масштаба, и их последствия необходимо учитывать при разработке мер региональной экономической политики.

Статья поступила 10.05.2021

Статья принята к публикации 09.09.2021

**Для цитирования:** *Аверкин П. А.* Технологические инновации и занятость в нефтегазовой отрасли // ЭКО. 2021. № 11. С. 119–138. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-11-119-138

## References

Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn.(2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Publishing. Paris,

Frey, C. and M. Osborne. (2017).The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 114.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J. (2017). *A future that works: AI, automation, employment, and productivity*. McKinsey Global Institute Research, Tech. Rep

## Summary

*Averkin, P.A., Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk*

### **Technological Innovations and Employment in the Oil and Gas Sector**

**Abstract.** Changing external conditions and the need to reduce production costs will push oil and gas companies towards rapid automation. Introduction of modern digital technologies into the oil and gas industry will lead to significant changes in the quantitative and qualitative characteristics of labor demand, primarily in production units. These changes may be quite sensitive for many regions of Siberia and the Far East, where resource extraction companies are the most prominent employers. Despite the expected decline in employment and migration of jobs from the most remote regions to more urbanized areas, the technological innovations that trigger them will create new market niches and points of growth. Therefore, the impact of technological innovations on the Siberian and Far Eastern labor markets should be taken into account in the design of regional development plans and policies.

**Keywords:** *digitalization; employment; unemployment; oil extraction; gas extraction; oil and gas companies*

**For citation:** Averkin, P.A. (2021). Technological Innovations and Employment in the Oil and Gas Sector. *ECO*. No. 11. Pp. 119–138. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-11-119-138