

УДК 005.93; 004.9

DOI: 10.17223/19988648/48/16

Т.В. Александрова

ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Цифровая трансформация производственных бизнес-процессов на этапе перехода к Индустрии 4.0 становится ключевым фактором роста конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли России. Она характеризуется широким спектром потенциальных эффектов, которые зачастую на практике проявляются не в полной мере вследствие преобладания фрагментарного подхода к внедрению инновационных технологий Индустрии 4.0 и отсутствия у руководителей предприятий целостного видения процесса цифровой трансформации производственной деятельности. Целью исследования является разработка концептуальной модели цифровой трансформации производственных бизнес-процессов по добыче и переработке нефти и газа, позволяющей принимать более обоснованные управленческие решения по внедрению цифровых технологий и ориентированной на ускорение перехода нефтегазовых предприятий России к Индустрии 4.0. В процессе исследования использовались методология критического мышления, методология концептуального подхода, статистический метод, метод системного анализа. Сделан вывод о том, что разработанная концептуальная модель улучшает управление производственными бизнес-процессами на нефтегазовом предприятии и способствует формированию положительного социально-экономического эффекта.

Ключевые слова: производственный бизнес-процесс, цифровая трансформация, концептуальная модель, технологии Индустрии 4.0, потенциальные эффекты.

Больше не существует выбора между цифровой трансформацией бизнеса и ее отсутствием – теперь это неотъемлемый фактор для увеличения прибыли и роста компании.

Вивек Банат, старший вице-президент SAP

Введение

Распространение новых цифровых технологий в условиях внедрения принципов Индустрии 4.0 приводит к радикальному изменению бизнес-процессов во всех отраслях экономики. В настоящее время применение больших баз данных в процессе управления и развитие в организациях технологической инфраструктуры привели не просто к обеспечению массового доступа в интернет, а к интеграции широкого спектра цифровых систем, продуктов и сервисов в единую киберфизическую систему [1, с. 382; 2, с. 85].

Практически повсеместное использование технологических возможностей, предоставляемых в условиях развития Индустрии 4.0, позволяет рас-

смагивать осуществляемую цифровую трансформацию как управляемый переходный процесс, требующий регулирующего воздействия на разных уровнях иерархии системы общественного воспроизводства и участия всех заинтересованных субъектов формируемого цифрового пространства [3].

Цифровая трансформация бизнеса в традиционных отраслях, в том числе и в нефтегазовой отрасли, – ключевое направление цифровизации экономики России, успешная реализация которого может существенно повысить экономическую роль страны в глобальных цифровых процессах. Для ускорения перехода традиционных отраслей экономики на современные цифровые технологии необходима разработка согласованной политики в указанной сфере с учетом особенностей цифровизации отдельных отраслей, а также формирование единого концептуального подхода к осуществлению цифровой трансформации бизнес-процессов в той или иной отрасли. Цифровая трансформация требует глубокого осмысления того, каковы ее приоритеты, возможности и риски для данного предприятия; какие задачи она решает и какими способами достигается [4, с. 8].

Постановка проблемы

В настоящее время в России разработаны важнейшие документы, регулирующие переход к цифровым технологиям Индустрии 4.0. Однако на сегодня не существует официального документа, отражающего особенности цифровой трансформации бизнеса в ключевых отраслях экономики России.

В 2017 г. была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [5], призванная создать цифровые основы для ускоренного социально-экономического развития страны до 2024 г. Программа носит самый общий характер, в ней не конкретизируются планы в сфере цифровой трансформации нефтегазовой отрасли.

Более подробно перспективы развития нефтегазовой отрасли отражены в «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» [6]. В документе составлен долгосрочный прогноз развития нефтегазовой промышленности, но при этом не указано влияние цифровых технологий на достижение прогнозных показателей. В качестве мер, обеспечивающих реализацию энергетической стратегии, даны лишь общие направления повышения эффективности производственной деятельности нефтегазовых предприятий, такие как «модернизация энергетического сектора экономики» и «освоение инновационных технологий».

Для реализации государственной инновационной политики применительно к нефтегазовой отрасли разработана «Генеральная схема развития нефтяной и газовой отрасли на период до 2035 года» [7]. Здесь связь с цифровой трансформацией производственных бизнес-процессов обеспечивается только через пилотные цифровые проекты предприятий, которые включены в перечень приоритетных проектов нефтегазовой отрасли.

Также в России действуют национальные технологические инициативы (НТИ) «Технет» [8] и «4.0 RU» [9], которые ориентированы на развитие кросс-отраслевого направления цифровой трансформации нефтегазовой отрасли. В рамках инициативы «Технет» реализуются мероприятия по развитию рынка «Умной энергетики», в рамках инициативы «4.0 RU» осуществляется проект формирования единого цифрового пространства промышленности России с последующим включением в глобальный рынок. В данных цифровых проектах активно участвуют экспортно ориентированные предприятия нефтегазовой промышленности

Ситуация, связанная с отсутствием системного концептуального подхода к цифровой трансформации нефтегазового бизнеса на макроэкономическом уровне, осложняется отсутствием международных стандартов ISO, регламентирующих процесс внедрения инновационных цифровых технологий в деятельность предприятий. Пока разработан только проект стандарта ISO/IEC «Information technology. Compatibility requirements and model for devices within IoT systems». Также проектируются три новых стандарта ISO в рамках подкомитета по стандартизации ISO/IEC JTC 1/ SC 42 «Artificial Intelligence» [10]. Предполагается, что стандарты ISO в области промышленного интернета и искусственного интеллекта будут утверждены в 2020 г. Они станут основой для реализации на практике концепции умного производства.

На данный момент предприятия преимущественно ориентируют цифровые решения на выполнение требований действующих стандартов ISO серии 9000-9004 «Система менеджмента качества», серии 21500 «Проектное управление», серии 14001 «Экологический менеджмент» [11]. При этом цифровая трансформация рассматривается не как самостоятельная стратегия развития предприятия, а как особый процесс, направленный на достижение целей той сферы деятельности, которая регламентируется действующим стандартом ISO. С одной стороны, такой подход приводит к сужению потенциальной сферы внедрения инновационных технологий Индустрии 4.0, с другой – позволяет предложить предприятиям некие четкие и понятные требования и процедуры для проведения цифровой трансформации различных бизнес-процессов в условиях отсутствия специализированных «цифровых» стандартов.

В научном плане преобладают исследования, направленные на изучение отдельных аспектов цифровой трансформации. Особенно много публикаций посвящено вопросам эксплуатации цифровых месторождений [12–14] и обобщения передового опыта цифровизации предприятий [15]. Однако специализированная модель цифровой трансформации производственных бизнес-процессов применительно к специфическим условиям хозяйствования нефтегазовых предприятий в настоящее время не разработана. Мало публикаций, в которых авторы пытаются рассматривать цифровые производственные процессы комплексно: во взаимосвязи с требованиями концепции «зеленой» экономики [16], действующих стандартов ISO [17], стратегического развития предприятия [18].

Обзор литературных источников показал, что в настоящее время не существует единого понятия «цифровая трансформация бизнеса». Разные авторы трактуют это понятие по-разному, пытаясь увязать его с принципами построения Индустрии 4.0 [19–23]. При этом значительный вклад в изучение данного вопроса вносят международные организации, ориентированные на проведение исследований в сфере цифровой экономики: Всемирный банк [24], ООН [25], Организация экономического сотрудничества и развития (OECD) [26], Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК) [3]. Для нефтегазового бизнеса считаем наиболее приемлемой трактовку OECD: «Цифровая трансформация бизнеса – это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующий преобразования моделей ведения бизнеса, управленческих парадигм, экономических отношений и социальных практик» [26].

Что касается практики цифровой трансформации производства в России, то в подавляющем большинстве случаев предприятия ограничиваются внедрением отдельных цифровых проектов, не разрабатывая при этом стратегию цифровизации всех направлений производственной деятельности. В то же время у ведущих нефтяных компаний накоплен определенный позитивный опыт в области комплексной цифровой трансформации производственных бизнес-процессов. Так, в нефтяной компании «Транснефть» активно ведутся работы по внедрению цифровых решений на трубопроводах. Нефтяная компания «Газпром нефть» запустила первую в России открытую цифровую платформу EvOil и приступила к строительству первого цифрового нефтеперерабатывающего завода. Группа предприятий «ЛУКОЙЛ» активно внедряет технологии интегрированного моделирования и планирования производства. По количеству цифровых месторождений лидируют компании «Газпром нефть», «Татнефть», «Роснефть», «ЛУКОЙЛ». Но даже компаниям-лидерам необходимо наращивать усилия, чтобы добиться лучшей интеграции цифровых решений с общей стратегией развития предприятия и внедрить цифровые технологии во все сферы производственной деятельности.

Указанные проблемы чрезвычайно актуальны для предприятий нефтегазовой отрасли России, доля которой в ВВП страны составляет около 70%, в структуре экспорта приближается к 50%, а в формировании доходов федерального бюджета достигает 40% [27]. Их научно обоснованное решение могло бы ускорить процесс цифровой трансформации как самой нефтегазовой отрасли, так и национальной экономики России в целом. Пока же в рейтинге цифровой конкуренции IMD Россия занимает только 42-е место среди 63 стран [27].

Все вышперечисленное определяет цель и задачи данного исследования. Целью исследования является разработка концептуальной модели трансформации производственных бизнес-процессов на нефтегазовых предприятиях на этапе перехода к Индустрии 4.0. Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

– сформулировать стратегические вызовы для нефтегазовой отрасли России, предопределяющие необходимость проведения цифровой трансформации производственных бизнес-процессов;

– структурировать концептуальную модель цифровой трансформации производственных бизнес-процессов для нефтегазовых предприятий в условиях перехода к Индустрии 4.0;

– определить влияние нового подхода к проведению цифровой трансформации на показатели производственной деятельности нефтегазового предприятия.

Материалы и методология

В качестве теоретической базы исследования выступили труды зарубежных и отечественных ученых в области изучения процессов цифровой трансформации экономики, а также нормативно-правовые и стратегические документы, регулирующие развитие цифровых технологий Индустрии 4.0 на предприятиях нефтегазовой промышленности Российской Федерации.

Информационной базой исследования являются данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации и данные рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний России, который ежегодно составляет Всемирный фонд дикой природы (WWF). Также использовалась информация о деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» – лидере по объему добычи нефти среди 46 предприятий нефтяной компании «ЛУКОЙЛ».

В табл. 1 представлена выборка статистических показателей, характеризующих эффективность производственной деятельности предприятий нефтегазовой отрасли Российской Федерации.

Таблица 1. Показатели эффективности производственной деятельности нефтегазовых предприятий Российской Федерации в 2013–2017 гг.

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Глубина переработки нефтяного сырья, %	71,6	72,4	74,3	79,0	81,0
Индекс производительности труда	100,8	102,8	98,3	100,3	100,4
Индекс изменения фондовооруженности	103,7	106,6	106,4	104,7	104,5
Индекс изменения фондоотдачи	91,1	96,6	94,9	94,5	93,45
Индекс износа основных фондов, %	53,2	55,8	55,4	57,5	57,7
Доля высокотехнологичных рабочих мест, %	5,0	4,7	5,1	5,3	5,8
Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, кг/т.у.т	3,82	3,16	2,09	1,92	2,48
Удельные валовые выбросы парниковых газов, кг/т.у.т	–	–	41,18	71,81	87,68
Отношение площади загрязненных земель на конец года к началу года, га/га	0,39	0,18	0,17	0,19	0,31
Уровень утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ), %	78,22	84,88	85,90	88,21	86,7

Источник: составлено автором на основе данных [27, 28].

Данные табл. 1 демонстрируют ряд негативных тенденций в деятельности нефтегазовых предприятий: низкие темпы роста показателей производительности труда, нарастание степени износа основных средств, снижение фондоотдачи при одновременном увеличении фондовооруженности производства, сохранение низкой доли высокотехнологичных рабочих мест.

Еще более негативные изменения прослеживаются в динамике воздействия нефтегазовых предприятий на окружающую среду. Так, за период с 2015 по 2017 г. удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу увеличились на 18%; удельные валовые выбросы парниковых газов выросли более чем в 2 раза; индекс загрязнения земель повысился в 1,8 раза. Отчасти такую ситуацию можно объяснить введением в 2014–2015 гг. секторальных санкций, в результате которых нефтегазовая отрасль России лишилась возможности приобретать в нужном количестве зарубежные инновационные технологии. Снижение уровня загрязнения окружающей среды следует рассматривать как одну из приоритетных целей цифровой трансформации нефтегазовой отрасли России.

Таблица 2. Показатели рентабельности деятельности компаний-лидеров нефтегазовой отрасли Российской Федерации за 2013–2017 гг.

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Рентабельность продаж, %:					
ЛУКОЙЛ	82,99	83,54	82,17	85,55	70,61
Роснефть	5,88	3,63	3,05	9,78	7,36
Газпром	24,46	23,06	18,73	8,46	8,71
Рентабельность активов, %:					
ЛУКОЙЛ	16,83	24,37	16,00	9,20	9,20
Роснефть	5,63	7,86	2,78	1,02	1,32
Газпром	6,02	1,63	3,20	3,07	0,71
Среднее значение, %:					
Рентабельность продаж	37,77	36,74	34,65	34,60	28,89
Рентабельность активов	9,49	11,29	7,33	4,43	3,74

Источник: составлено автором на основе данных [29–31].

В условиях снижения мировых цен на нефть для нефтегазовых предприятий стала актуальной проблема снижения операционных затрат. В табл. 2 представлены показатели рентабельности деятельности крупнейших нефтегазовых компаний России. На основании данных табл. 2 можно сделать вывод о том, что рентабельность продаж и активов нефтегазовых предприятий России стабильно падает. И можно предположить, что данная негативная тенденция продолжится, если нефтегазовые компании не станут проводить инновационное преобразование своей производственной деятельности.

Еще одним стратегическим вызовом для нефтегазовой отрасли России является рост затрат на ремонт и реконструкцию действующих скважин, находящихся на поздней стадии зрелости, а также высокие капитальные

затраты на разработку шельфовых месторождений, преимущественно в зоне Арктики. Стоимость работ на шельфе может превышать сотни миллионов долларов. Неминуемо встает вопрос о целесообразности вложения инвестиций в такие дорогостоящие проекты, так как «шельфовая нефть» не сможет конкурировать на рынке с дешевой традиционной нефтью. Применение цифровых технологий поможет уменьшить эксплуатационные затраты, продлить срок эксплуатации «зрелых» скважин, снизить риски и стоимость бурения скважин на шельфе.

Основные стратегические вызовы, присущие нефтяной промышленности России в 2019 г., представлены на рис. 1.



Рис. 1. Стратегические вызовы для нефтегазовой отрасли России.

Источник: составлено автором

Приведенные данные доказывают, что нефтегазовой отрасли России необходима системная модернизация на базе новых цифровых технологий Индустрии 4.0, которые позволяют решать проблемы развития производства быстрее, экономичнее, с меньшими рисками и лучшими результатами. Объединение традиционных навыков и знаний, накопленных в процессе развития нефтегазовой промышленности, с инновационными цифровыми решениями способно обеспечить колоссальный эффект. По прогнозу за счет внедрения технологий Индустрии 4.0 потенциальный прирост извлекаемых запасов нефти в России к 2035 г. может составить 6,8 млрд т, объем добычи нефти – достичь 607 млн т, глубина извлечения нефти – увели-

читься до 90%, операционные и текущие затраты – снизиться на 2,2 трлн руб., себестоимость добычи и переработки нефти и газа – уменьшиться на 15% [32]. Это позволит российским нефтегазовым предприятиям компенсировать снижение доходов, вызванное неуклонным снижением мировых цен на нефть.

В процессе исследования использовались методология критического мышления, позволяющая выделить проблемные области исследования; статистический метод; экспертный метод; метод системного анализа; метод анализа финансовой отчетности; метод контент-анализа; методология концептуального подхода к постановке и решению научной проблемы.

Результаты исследования

Процесс развития нефтегазовой промышленности в России регулируется различными нормативно-правовыми документами, среди которых отсутствует концепция цифровой трансформации производственных бизнес-процессов. Объективными причинами такой ситуации выступают сложность и разнообразие производственных бизнес-процессов в нефтегазовой промышленности, а соответственно, более трудоемкий процесс выработки стратегического видения цифровой модернизации деятельности нефтегазовых предприятий

В качестве особенностей деятельности нефтегазовых предприятий, определяющих необходимость специального концептуального подхода к проведению цифровой трансформации производственных процессов, по мнению автора, можно отметить:

– Сложный ресурсоемкий технологический процесс, функционирование которого тесно связано с развитием программ энергосбережения, ростом энергоэффективности, использованием мало-, безотходных и ресурсосберегающих технологий.

– Производственный процесс основан на фрагментарном комбинировании различных сфер деятельности. Поэтому различные цифровые направления Индустрии 4.0 здесь часто объединяются в одном технологическом решении. Например, цифровое месторождение включает элементы промышленного интернета вещей, больших данных, роботизации и др.

– Экологические требования, которые предъявляются к деятельности нефтегазовых компаний в условиях реализации концепции «зеленой» экономики [33], предопределяют приоритетную ориентацию цифровых процессов на достижение целей, связанных с обеспечением промышленной безопасности и охраной окружающей среды.

– Ведущие нефтегазовые компании стремятся к достижению лидерства в области добычи и переработки нефти и газа. В их числе такие гиганты нефтяного бизнеса, как Petroleum, Conoco Philips, Exxon Mobil, Royal Dutch Shell, Total, «Газпром нефть», ЛУКОЙЛ и другие крупнейшие корпорации. При этом компании-экспортеры вовлекаются в процессы формирования межстранового цифрового пространства (ЕС, ЕАЭС, БРИКС и др.), участвуют в глобальных цифровых процессах.

– Для крупных нефтегазовых компаний характерна тенденция к диверсификации деятельности. Следует также отметить достаточно сложную цепочку поставок продукции и большое количество деловых партнеров из других отраслей. В таких условиях интенсивное развитие цифровых производственных процессов в нефтегазовой промышленности способствует более эффективной кросс-отраслевой цифровой трансформации экономики.

На рис. 2 представлено цифровое пространство нефтегазовой отрасли России, смоделированное с учетом вышеперечисленных особенностей функционирования нефтегазовых предприятий.

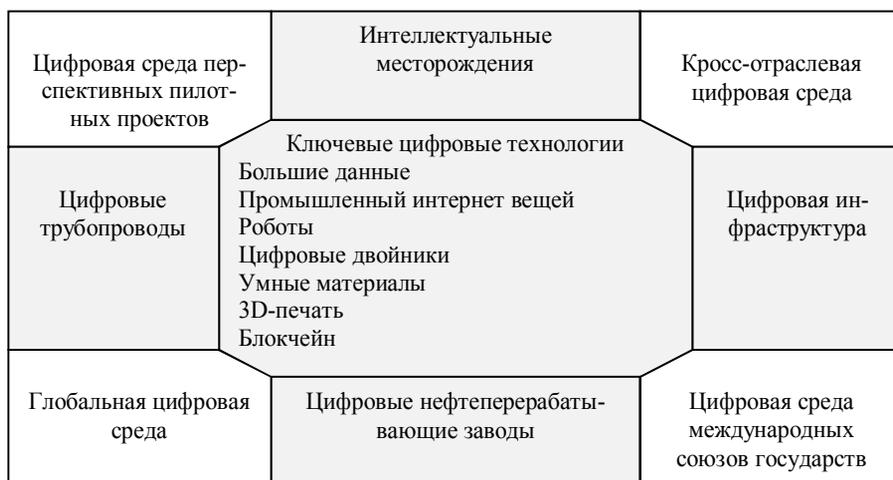


Рис. 2. Модель цифрового пространства нефтегазовой отрасли.

Источник: составлено автором

Применительно к задаче структурирования модели цифровой трансформации производственных бизнес-процессов на нефтегазовых предприятиях рекомендуем использовать методологический подход, разработанный научно-исследовательской группой Всемирного банка и Евразийской экономической комиссии [3]. Авторская модель представлена на рис. 3.

Она включает 6 блоков, каждый из которых имеет свою структуру и выполняет определенную функцию в реализации процесса цифровой трансформации:

- Блок 1 «Приоритетные цели». Выполняет функцию целеполагания.
- Блок 2 «Целевые показатели». Конкретизирует цели цифровой трансформации в виде количественных показателей, которые поддаются измерению и оценке.
- Блок 3 «Направления цифровой трансформации». Отражает ключевые тренды использования цифровых технологий в нефтегазовой отрасли.
- Блок 4 «Возможные эффекты». Отражает потенциальные выгоды, которые могут быть получены от проведения цифровой трансформации.



Рис. 3. Концептуальная модель цифровой трансформации производственных бизнес-процессов на нефтегазовых предприятиях Российской Федерации.

Источник: составлено автором

– Блок 5 «Возможные риски». Акцентирует внимание на потенциальных рисках, с которыми могут столкнуться предприятия в случае игнорирования цифровизации или ее запоздалого проведения.

– Блок 6 «Механизмы реализации». Это завершающий блок модели. Он предназначен для определения мер, необходимых для повышения скорости и эффективности процесса цифровой трансформации.

Достижение поставленных целей и формирование положительных эффектов цифровой трансформации производственных бизнес-процессов в контексте изложенной концептуальной модели обеспечиваются в результате трансформации функций менеджмента и смены приоритетов поиска резервов повышения эффективности хозяйствования нефтегазовых предприятий в условиях внедрения технологий Индустрии 4.0 (табл. 3).

Таблица 3. Влияние цифровизации функций менеджмента на показатели производственной деятельности нефтегазовых предприятий

Функция менеджмента	Цифровой формат функции менеджмента в условиях перехода к Индустрии 4.0	Приоритет в поиске резервов повышения эффективности	Влияние на показатели производства
Планирование	Моделирование сценариев нефтедобычи и эксплуатации скважин; интегрированное планирование показателей деятельности предприятия	Поиск наиболее эффективного варианта плана с учетом достижения комплекса целей	Увеличение объема выпуска, рентабельности и качества продукции
Организация	Симуляция месторождений в режиме реального времени; обмен данными, знаниями и опытом в реальном режиме времени между географически рассредоточенными участниками производственного процесса	Предотвращение непроизводительных потерь, конфликта интересов, производственных инцидентов, сверхнормативных расходов, повышенных рисков	Снижение операционных затрат, объема сверхнормативных платежей, расходов на возмещение убытков от риска и урегулирование конфликтов
Координация	Платформенные методы координации деятельности участников всей цепочки создания ценности; методы координации роботизированного, цифрового и живого труда	Установление единых требований к участникам всей цепочки создания ценности; гармонизация всех видов труда	Рост качества продукции и труда, уменьшение производственного цикла, снижение операционных расходов
Мотивация	Стимулирование персонала по результатам отчетов КРІ, в которых учитывается выполнение мероприятий по цифровизации деятельности предприятия	Ориентация персонала на ускорение процесса цифровизации деятельности предприятия	Рост качества труда, сокращение сроков цифровизации производства
Анализ и контроль	Превентивная диагностика состояния скважин; мониторинг потерь производитель-	Раннее выявление и устранение отклонений от плана; разра-	Уменьшение (исключение) случаев невыполнения пла-

Функция менеджмента	Цифровой формат функции менеджмента в условиях перехода к Индустрии 4.0	Приоритет в поиске резервов повышения эффективности	Влияние на показатели производства
	ности оборудования и персонала; анализ информации о показателях добычи и переработки нефти в режиме реального времени	ботка упреждающих мер по их предотвращению в будущих периодах	новых заданий, снижение затрат на разработку мер по корректировке планов

Источник: составлено автором.

Основные результаты выполненного исследования могут быть использованы на нефтегазовых предприятиях для организации управления процессом цифровой трансформации производственной деятельности; в научно-исследовательских и экспертных организациях – при разработке цифровых программ и проектов; в отраслевых министерствах – при разработке стратегии развития отрасли; в органах государственной власти и управления – при разработке государственной инновационной политики страны и регионов.

Апробация и обсуждение результатов исследования

В 2018 г. концептуальная модель цифровой трансформации нефтегазового бизнеса, разработанная автором, была апробирована в практике менеджмента ООО «Лукойл-Пермь» в части управления деятельностью по внедрению цифровых технологий в сфере промышленной безопасности и охраны окружающей среды. Данный вид деятельности осуществляется на предприятии в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001 [14].

Наличие общей концепции цифровой трансформации производственных бизнес-процессов в условиях действия стандарта ISO 14001 позволило ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» реализовать комплексный подход к разработке и внедрению цифровых решений для целей обеспечения промышленной безопасности и охраны окружающей среды, расширить масштабы применения инновационных цифровых технологий в строительстве нефтяных скважин, добыче и переработке нефти, а также повысить уровень координации деятельности отделов и служб аппарата управления в процессах, связанных с финансированием, формированием и использованием цифровых активов предприятия.

Таблица 4. Влияние концептуальной модели цифровой трансформации бизнеса на показатели деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»

Показатели	2017 г.	2018 г.
Рост инвестиций на природоохранную деятельность, %	3	8
Снижение времени на подготовку информации экологического характера для стейкхолдеров	Нет	Да
Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, %	8	14
Количество новых скважин	91	118
Количество подразделений, где реализуется пилотный проект «Интеллектуальное месторождение»	1	3

Показатели	2017 г.	2018 г.
Увеличение скорости строительства скважин за счет использования инновационных технологий, %	3	7
Количество подразделений, где применяется интегрированное моделирование и планирование добычи нефтепродуктов	1	3
Внедрение системы «Бережливое производство»	Нет	Да

Источник: составлено автором на основе данных ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» [34].

Предпринятые действия привели к появлению положительных эффектов. Так, в 2018 г. ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» увеличило объем инвестиций в природоохранную деятельность на 8%, сократило выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на 14%, сократило время на подготовку экологической информации для стейкхолдеров, пробурило на 30% больше новых скважин, установило в 3 производственных подразделениях систему интеллектуального моделирования и планирования процесса нефтедобычи, начало внедрение системы «Бережливое производство» (табл. 4). По итогам работы за год ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» стало победителем конкурса предприятий группы «ЛУКОЙЛ» в номинации «Стабильно высокие результаты».

Однако наряду с положительным эффектом от применения данной модели наблюдались определенные сложности. Они были связаны с тем, что процедура проведения цифровой трансформации производственных бизнес-процессов стала более сложной, разносторонней и трудоемкой. От специалистов управленческих и производственных подразделений потребовался более высокий уровень квалификации, более глубокие знания об особенностях перехода к Индустрии 4.0, о технологиях координации деятельности с другими сотрудниками предприятия и стейкхолдерами. Для решения проблемы дефицита знаний персонала в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» было организовано специализированное обучение в области промышленной безопасности и современных цифровых технологий, а также внедрена персональная ответственность работников за соблюдение требований стандарта ISO 14001 и выполнение плановых мероприятий, в том числе мероприятий, связанных с разработкой и реализацией цифровых решений.

Выводы

В процессе выполненного исследования:

- выделены специфические особенности нефтегазовой деятельности, которые усложняют процесс целенаправленной разработки и реализации мер по проведению цифровой трансформации производственных бизнес-процессов на нефтегазовых предприятиях;

- обоснована необходимость разработки концептуальной модели цифровой трансформации производственных бизнес-процессов на нефтегазовых предприятиях применительно к условиям перехода к Индустрии 4.0 и

стратегическим вызовам, которые стоят перед нефтегазовой отраслью России;

– разработана концептуальная модель цифровой трансформации производственных бизнес-процессов, которая может служить основой для составления программ и планов развития нефтегазовых предприятий в контексте перехода к Индустрии 4.0;

– проанализировано влияние разработанной концептуальной модели цифровой трансформации на показатели производственной деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». По результатам анализа выявлены положительные эффекты, свидетельствующие о благоприятном влиянии предложенного концептуального подхода на ход цифровой трансформации производственной деятельности и повышение уровня эффективности хозяйствования предприятия;

– сделан вывод о том, что применение концептуального подхода к проведению цифровой трансформации бизнес-процессов по добыче и переработке нефти и газа не только способствует совершенствованию производственной и управленческой деятельности нефтегазового предприятия, но и порождает новые проблемы, связанные с применением новых знаний и навыков работы на практике. От руководителей нефтегазовых компаний требуется оперативное выявление таких проблем и целенаправленные меры по развитию новых компетенций персонала.

Практическое применение вышеизложенной концептуальной модели позволит формализовать процесс принятия управленческих решений в сфере цифровой трансформации производственных бизнес-процессов; поможет более обоснованно определить особенности внедрения цифровых технологий для отдельных предприятий нефтегазовой отрасли; будет способствовать росту позитивного влияния нефтегазовой отрасли на достижение целевых показателей государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», что обеспечит более быстрый и результативный переход экономики страны к Индустрии 4.0.

Автор выражает благодарность и глубокую признательность начальнику отдела экологии – главному экологу ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» Вольхину Дмитрию Владимировичу за практические советы и ценные замечания при работе над данной статьей.

Литература

1. Cagnin C., Havas A., Saritas O. Future-oriented technology analysis: Its potential to address disruptive transformations // Technological Forecasting and Social Change. 2013. Vol. 80. P. 379–385. URL: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC_77930. (accessed: 18.03.2019).

2. Jeschke S., Brecher C., Song H., Rawat D.B. Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems. Switzerland : Springer International Publishing, 2017. 715 p.

3. Совместное исследование Всемирного банка и Евразийской экономической комиссии (ЕЭК): Цифровая повестка ЕАЭС 2025: перспективы и рекомендации. URL: <http://documents.vsemirnyjbank.org/curated/ru/413921522436739705/pdf/EAEU-Overview-Full-RUS-Final.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

4. Роджерс Д.Л. Цифровая трансформация / пер. с англ. М. : Издательская группа «Точка», 2017. 344 с.

5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 25.03.2019).

7. Генеральная схема развития нефтяной и газовой отрасли Российской Федерации на период до 2030 года: утв. приказом Минэнерго России от 6 июня 2011 г. № 213. URL: https://minenergo.gov.ru/sites/default/files/2016-07-05_Korrektirovka_generalnyh_shem_razvitiya_neftyanoy_i_gazovoy_otrasley_na_period_do_2035_goda.pdf (дата обращения: 25.03.2019).

8. Национальная технологическая инициатива «TechNet». URL: <http://www.nti-2035.ru/technology/technet> (дата обращения: 23.03.2019).

9. Программа создания единого цифрового пространства промышленности России «4.0 RU». URL: <https://energybase.ru/news/articles/startoval-programma-sozdania-edinogo-cifrovogo-prostranstva-promyslennosti-2017-07-13> (дата обращения: 30.03.2019).

10. Россия стандартизирует мировой IoT // Comnews: официальный сайт. URL: <https://www.comnews.ru/content/115580/2018-10-30/rossiya-standartiziruet-mirovoy-i-iiot> (дата обращения: 21.04.2019).

11. The ISO 14001-2015 // International Organization for Standardization (ISO): official site. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:vi:en> (accessed: 26.04.2019).

12. Березина А.А. Экономические и управленческие критерии для отбора проектов для внедрения технологии интеллектуального месторождения // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. № 7 (1). С. 1–8. URL: <http://DOI: 10.15862/20EVN115> (дата обращения: 20.04.2019).

13. Дмитриевский А.Н., Мартынов В.Г., Абукова Л.А., Еремин, Н.А. Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. 2016. № 2 (24). С. 13–19. URL: http://www.ipng.ru/files/_72af087e-fd28-4c55-8e7c-9190a9d4abdc-DmitrievskiyAN_Neftegaz_2016_2.pdf (дата обращения: 11.03.2019).

14. Tcharo H., Vorobev A.E., Vorobyev K.A. Digitalization of the oil industry: basic approaches and rationale for «intelligent» technologies // The Eurasian Scientific Journal. 2018. № 2 (10). P. 1–17. URL: <https://esj.today/PDF/88NZVN218.pdf> (accessed: 11.03.2019).

15. Воробьев А.Е., Тчаро Н. Цифровизация нефтяной отрасли Казахстана // Проблемы недропользования. 2018. № 1. С. 66–75. DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.066 (дата обращения: 18.03.2019).

16. Перелет П.А. Экологические аспекты цифровой экономики // Мир новой экономики. 2018. № 12 (4). С. 39–45. DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-4-39-45 (дата обращения: 18.03.2019).

17. Левченко В.В. Влияние цифровизации на систему менеджмента качества // Вестник Саратовского государственного экономического университета. 2018. № 4 (73). С. 9–14. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_36413118_87280251.pdf (дата обращения: 20.04.2019).

18. Bauer V.P., Podvoisky G.L., Kotova N.E. Adaptation strategies of the U.S. companies to the digitalization of production // World of the new economy. 2018. № 12 (2). P. 78–89. DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-2-78-89 (accessed: 29.04.2019).

19. Berman S.J. Digital transformation: Opportunities to create new business models // Strategy and Leadership. 2012. № 40 (2). P. 16–24. URL: <https://doi.org/10.1108/10878571211209314> (accessed: 15.04.2019).

20. Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы // Креативная экономика. 2018. № 12 (9). С. 1345–1358. DOI: 10.18334/ce.12.9.39332 (дата обращения: 15.04.2019).

21. Gray J., Rumpe B. Models for the Digital Transformation // *Soft ware & Systems Modelin*. 2017. № 16 (2). P. 307–308. URL: <https://doi.org/10.1007/s10270-017-0596-7> (accessed: 15.04.2019).

22. Mat C., Hess T., Benlian A. Digital Transformation Strategies // *Business and Information Systems Engineering*. 2015. № 57 (5). P. 339–343. URL: [http:// DOI: 10.1007 / s12599-015-0401-5](http://DOI:10.1007/s12599-015-0401-5) (дата обращения: 25.04.2019).

23. Nylén D., Holmström J. Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation // *Business Horizons*. 2015. № 58(10). P. 57-67. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.09.001> (accessed: 25.04.2019).

24. *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, DC: World Bank, 2016. URL: <http://doi:10.1596/978-1-4648-0671-1>

25. *Инициатива ООН в сфере данных для целей развития «Глобальный пульс»*. URL: <http://www.un.org/en/sections/issues-depth/big-data-sustainable-development/index.html> (дата обращения: 20.02.2019).

26. *OECD Digital Economy Outlook 2017*. OECD Publishing. Paris, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en> (accessed: 20.02.2019).

27. *Эффективность экономики России: официальная статистика* // Федеральная служба государственной статистики (ФГС): официальный сайт. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/ (дата обращения: 30.04.2019).

28. *Рейтинги открытости нефтегазовых компаний России в сфере экологической ответственности за 2014–2018 годы* // Всемирный фонд дикой природы (WWF) в России: официальный сайт. URL: <https://wwf.ru/resources/publications/booklets/> (дата обращения: 15.03.2019).

29. *Финансовые результаты группы предприятий ЛУКОЙЛ* // ЛУКОЙЛ: официальный сайт. URL: <http://www.lukoil.ru/InvestorAndShareholderCenter/ReportsAndPresentations/FinancialReports> (дата обращения: 10. 04.2019).

30. *Финансовая отчетность АО Роснефть* // Роснефть: официальный сайт. URL: https://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/Statements/ (дата обращения: 30.04.2019).

31. *Финансовая отчетность ПАО Газпром* // Газпром: официальный сайт. URL: <http://www.gazprom.ru/investors/disclosure/> (дата обращения: 30.04.2019).

32. *Цифровая добыча нефти: тюнинг для отрасли* // VYGON consulting: официальный сайт. URL: <http://vygon.consulting/products/issue-1322/> (дата обращения: 21.04.2019).

33. *Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.* // Комиссия по устойчивому развитию (CSD) ООН: официальный сайт. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (дата обращения: 30.04.2019).

34. *ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»*: официальный сайт. URL: <http://www.perm.lukoil.ru/ru/> (дата обращения: 25.03.2019).

Formation of the Conceptual Model of the Digital Transformation of Production Business Processes of Oil and Gas Enterprises

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics. 2019. 48. pp. 233–251.

DOI: 10.17223/19988648/48/16

Tatyana V. Alexandrova, Perm State University (Perm, Russian Federation). E-mail: atvpsu@yandex.ru

Keywords: oil and gas business, digital transformation, conceptual model, Industry 4.0 technologies, potential effects.

Digital transformation of production business processes in the transition to Industry 4.0 is becoming a key competitiveness growth factor for Russian oil and gas enterprises. Digital transformation is characterized by a wide range of potential effects, which are often not com-

prehensive in reality due to the dominant fragmentary approach to the introduction of Industry 4.0 innovation technologies and the lack of company managers' integral views on the digital transformation of production activities. The aim of the research consists in developing a conceptual model of digital transformation of the production business processes for the extraction and processing of oil and gas. The model helps make more reasonable managerial decisions on the implementation of digital technologies at enterprises and speed up the transition of Russian oil and gas enterprises to Industry 4.0. The methodology of critical thinking and conceptual analysis as well as statistic and system analysis methods were used in the research. The authors came to the conclusion that the developed conceptual model improves the production business process management in oil and gas enterprises and contributes to a positive socioeconomic effect.

References

1. Cagnin, C., Havas, A. & Saritas, O. (2013) Future-oriented technology analysis: Its potential to address disruptive transformations. *Technological Forecasting and Social Change*. 80. pp. 379–385. [Online] Available from: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC_77930. (Accessed: 18.03.2019).
2. Jeschke, S., Brecher, C., Song, H. & Rawat, D.B. (2017) *Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems*. Switzerland: Springer International Publishing.
3. World Bank Group. (n.d.) *Sovmestnoe issledovanie Vsemirnogo banka i Evraziyskoy ekonomicheskoy komissii (EEK): Tsifrovaya povestka EAES 2025: perspektivy i rekomendatsii* [A Joint Study by the World Bank and the Eurasian Economic Commission (EEC): EAEU 2025 Digital Agenda: Prospects and Recommendations]. [Online] Available from: <http://documents.worldeconomicforum.org/curated/ru/413921522436739705/pdf/EAEU-Overview-Full-RUS-Final.pdf>. (Accessed: 20.03.2019).
4. Rogers, D.L. (2017) *Tsifrovaya transformatsiya* [The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age]. Translated from English. Moscow: Izdatel'skaya gruppa "Tochka".
5. Konsul'tant Plyus. (2017) *The Digital Economy of the Russian Federation Program. Approved by Order of the Government of the Russian Federation No. 1632-P of July 28, 2017*. Moscow: Konsul'tant Plyus.
6. Minenergo.gov.ru. (2009) *The Energy Strategy of Russia for the Period up to 2030. Approved by Order of the Government of the Russian Federation No. 1715-R of November 13, 2009*. [Online] Available from: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>. (Accessed: 25.03.2019). (In Russian).
7. Minenergo.gov.ru. (2011) *The General Scheme for the Development of the Oil and Gas Industry of the Russian Federation for the Period Until 2030. Approved by Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation No. 213 of June 6, 2011*. [Online] Available from: https://minenergo.gov.ru/sites/default/files/2016-07-05_Korrektirovka_generalnyh_shem_razvitiya_neftyanoy_i_gazovoy_otrasley_na_period_do_2035_goda.pdf. (Accessed: 25.03.2019). (In Russian).
8. *National Technological Initiative "TechNet"*. [Online] Available from: <http://www.nti2035.ru/technology/technet>. (Accessed: 23.03.2019). (In Russian).
9. Energybase.ru. (2017) *The Program for Creating a Unified Digital Space for Industry in Russia "4.0 RU"*. [Online] Available from: <https://energybase.ru/news/articles/startovala-programma-sozdania-edinogo-cifrovogo-prostranstva-promyslennosti-2017-07-13>. (Accessed: 30.03.2019). (In Russian).
10. Comnews. (2018) *Rossiia standartiziruet mirovoy IIoT* [Russia Standardizes the World IIoT]. [Online] Available from: <https://www.comnews.ru/content/115580/2018-10-30/rossiya-standartiziruet-mirovoy-iiot>. (Accessed: 21.04.2019).
11. International Organization for Standardization (ISO): official site. (2015) *The ISO 14001-2015: Environmental Management Systems — Requirements with Guidance for Use*.

[Online] Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>. (Accessed: 26.04.2019).

12. Berezina, A.A. (2015) Economic and Management Criteria for Smart Fields Project Selection. *Naukovedenie*. 7(1). pp. 1–8. (In Russian). DOI: 10.15862/20EVN115.

13. Dmitrievskiy, A.N. et al. (2016) Tsifrovizatsiya i intellektualizatsiya neftegazovykh mestorozhdeniy [Digitalization and Intellectualization of Oil and Gas Fields]. *Avtomatizatsiya i IT v neftegazovoy oblasti*. 2 (24). pp. 13–19. [Online] Available from: http://www.ipng.ru/files/_72af087e-fd28-4c55-8e7c-9190a9d4abdc-DmitrievskiyAN_Neftegaz_2016_2.pdf. (Accessed: 11.03.2019).

14. Tcharo, H., Vorobev, A.E. & Vorobyev, K.A. (2018) Digitalization of the Oil Industry: Basic Approaches and Rationale for “Intelligent” Technologies. *The Eurasian Scientific Journal*. 2(10). pp. 1–17. [Online] Available from: <https://esj.today/PDF/88NZVN218.pdf>. (Accessed: 11.03.2019).

15. Vorob'ev, A.E. & Tcharo, N. (2018) Digitalization of the Oil Industry of Kazakhstan. *Problemy nedropol'zovaniya*. 1. pp. 66–75. (In Russian). DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.066

16. Perelet, R.A. (2018) Environmental Issues in a Digital Economy. *Mir novoy ekonomiki – The World of New Economy*. 12(4). pp. 39–45. (In Russian). DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-4-39-45

17. Levchenko, V.V. (2018) The Impact of Digitalization on the Development of Quality Management System. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 4 (73). pp. 9–14. [Online] Available from: https://elibrary.ru/download/elibrary_36413118_87280251.pdf. (Accessed: 20.04.2019). (In Russian).

18. Bauer, V.P., Podvoisky, G.L. & Kotova, N.E. (2018) Adaptation Strategies of the U.S. Companies to the Digitalization of Production. *Mir novoy ekonomiki – The World of New Economy*. 12 (2). pp. 78–89. (In Russian). DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-2-78-89

19. Berman, S.J. (2012) Digital Transformation: Opportunities to Create New Business Models. *Strategy and Leadership*. 40(2). pp. 16–24. DOI: 10.1108/10878571211209314

20. Garifullin, B.M. & Zybrikov, V.V. (2018) Digital Transformation of Business: Models and Algorithms. *Kreativnaya ekonomika – Creative Economy*. 12 (9). pp. 1345–1358. (In Russian). DOI: 10.18334/ce.12.9.39332

21. Gray, J. & Rumpe, B. (2017) Models for the Digital Transformation. *Software & Systems Modeling*. 16 (2). pp. 307–308. DOI: 10.1007/s10270-017-0596-7

22. Mat, C., Hess, T. & Benlian, A. (2015) Digital Transformation Strategies. *Business and Information Systems Engineering*. 57(5). pp. 339–343. DOI: 10.1007/s12599-015-0401-5

23. Nylén, D. & Holmström, J. (2015) Digital Innovation Strategy: A Framework for Diagnosing and Improving Digital Product and Service Innovation. *Business Horizons*. 58 (10). pp. 57–67. DOI: 10.1016/j.bushor.2014.09.001

24. World Bank. (2016) *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1

25. UN. (n.d.) *Initiativa OON v sfere dannykh dlya tseley razvitiya “Global’nyy pul’s” [Big Data for Sustainable Development]*. [Online]. [Online] Available from: <http://www.un.org/en/sections/issues-depth/big-data-sustainable-development/index.html>. (Accessed: 20.02.2019).

26. OECD. (2017) *OECD Digital Economy Outlook 2017*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264276284-en

27. Federal State Statistics Service of the Russian Federation. (2019) *Effektivnost’ ekonomiki Rossii: ofitsial’naya statistika* [The Effectiveness of the Russian Economy: Official Statistics]. [Online] Available from: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/. (Accessed: 30.04.2019).

28. WWF (Russia). (2018) *Reytingi otkrytosti neftegazovykh kompaniy Rossii v sfere ekologicheskoy otvetstvennosti za 2014-2018 gody* [Ratings of the Openness of Russian Oil

and Gas Companies in the Field of Environmental Responsibility for 2014–2018]. [Online] Available from: <https://wwf.ru/resources/publications/booklets/>. (Accessed: 15.03.2019).

29. LUKOIL. (2019) *Finansovye rezul'taty gruppy predpriyatiy LUKOYL* [Financial Results of the Lukoil Group of Companies]. [Online] Available from: <http://www.lukoil.ru/InvestorAndShareholderCenter/ReportsAndPresentations/FinancialReports>. (Accessed: 10.04.2019).

30. Rosneft. (2019) *Finansovaya otchetnost' AO Rosneft'* [Financial Report of Rosneft]. [Online] Available from: https://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/Statements/. (Accessed: 30.04.2019).

31. Gazprom. (2019) *Finansovaya otchetnost' PAO Gazprom* [Financial Report of PJSC Gazprom]. [Online] Available from: <http://www.gazprom.ru/investors/disclosure/>. (Accessed: 30.04.2019).

32. VYGON Consulting. (n.d.) *Tsifrovaya dobycha nefii: tyuning dlya otrasli* [Digital Oil Production: Tuning for the Industry]. [Online] Available from: <http://vygon.consulting/products/issue-1322/>. (Accessed: 21.04.2019).

33. UN Commission on Sustainable Development. (2015) *Povestka dnya v oblasti ustoychivogo razvitiya na period do 2030 g.* [The 2030 Agenda for Sustainable Development]. [Online] Available from: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. (Accessed: 30.04.2019).

34. *Lukoil-Perm LLC: Official Website*. [Online] Available from: <http://www.perm.lukoil.ru/ru/>. (Accessed: 25.03.2019). (In Russian).