

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра экономики и финансов

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Директор института

канд. экон. наук, доцент

Д.В. Лазутина


01.07 2022 г.

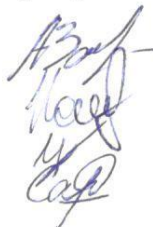
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В
УСЛОВИЯХ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ**

38.04.01. Экономика

Магистерская программа «Цифровая экономика»

Выполнили работу
(групповой проект)
обучающиеся 2 курса
очной формы обучения



Зарубин Александр Игоревич
Каипов Жанболат Маралович
Малдзигов Александр Алексеевич
Сайфулина Мария Владимировна

Научный руководитель
канд. физ.-мат. наук



Актаев Нуркен Ерболатович

Рецензент
управляющий
Кредитного
потребительского
кооператива
«Сибирский капитал»



Головко Вадим Борисович

Тюмень
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	9
1.1. СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЙ «ЦИФРОВИЗАЦИЯ», «ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ» И «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА».....	9
1.2. ВИДЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НЕФТЯНУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.....	22
1.3. РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	28
1.4. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ.....	39
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРИЗ.....	47
2.1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ.....	47
2.2. МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ.....	58
2.3. СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ.....	72
ГЛАВА 3. ПЕРСПЕКТИВА ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	93
3.1. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ.....	93
3.2. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПО ПОВЫШЕНИЮ	

ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРИЗ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ.....	100
3.3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ТРИЗ.....	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	127
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ПЕССИМИСТИЧЕСКОМУ, ОПТИМАЛЬНОМУ И ОПТИМИСТИЧЕСКОМУ СЦЕНАРИЯМ.....	147

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит непрерывное развитие цифровых технологий и их активное внедрение во все сферы жизни человека, а также масштабная автоматизация бизнес-процессов, которые обусловлены влиянием четвертой промышленной революции. В связи с этим на федеральном уровне Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р была принята национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках которой был создан ведомственный проект «Цифровая промышленность». Данный проект предполагает преобразование промышленности посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений на всех этапах производственного цикла. Как показывает практика, предприятия, активно внедряющие цифровые технологии, как правило, снижают совокупные издержки и демонстрируют более высокие финансовые результаты, что позволяет им поддерживать конкурентоспособность на рынке.

Нефтяная промышленность в Российской Федерации является важной частью топливно-энергетического комплекса страны, которая приносит значительную часть доходов в федеральный бюджет. С каждым годом потребление нефти увеличивается, а легкодоступные запасы нефти уменьшаются. В условиях истощения традиционных запасов нефти добыча трудноизвлекаемых запасов нефти на сегодняшний день становится необходимым условием успешного нефтяного бизнеса. В настоящее время доля добычи трудноизвлекаемых запасов нефти остается небольшой. В 2020 году в общемировой структуре добычи нефти доля трудноизвлекаемых запасов составила 16,4%, а в России – 8,6%. И это неудивительно, ведь добыча трудноизвлекаемых запасов нефти требует больших финансовых затрат, а традиционные методы разработки являются неэффективными ввиду нестандартных условий их залегания и различий по физико-химическим характеристикам от традиционной нефти.

Для экономической целесообразности добычи нефти отечественным компаниям следует обратить внимание на высокие издержки при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти, доля которых, по оценке Минэнерго, будет расти. Инновации, в свою очередь, будут способствовать решению этой задачи. Так, например, исследование Cambridge Energy Research Associates обращает внимание на экономическую эффективность применения «умных месторождений» при повышении коэффициента извлечения нефти и сокращению издержек предприятий при добыче трудноизвлекаемых запасов от 2 до 10%. А еще одно исследование компании «Wood Mackenzie» при анализе добычи нефти от крупных проектов с внедрением цифровых технологий оценивает эффективность в 20 млрд долл. США или 40% NPV. Также, международное аналитическое агентство Accenture спрогнозировало следующий эффект от цифровой трансформации при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти: снижение издержек на 5-30 % и увеличение добычи на 2-8 % [Куклина, с. 58].

В связи с этим встает вопрос по улучшению существующей системы добычи трудноизвлекаемых запасов нефти посредством цифровой трансформации.

Цель исследования – разработка комплексного подхода к активному внедрению цифровых технологий с целью уменьшения расходов при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти, обеспечивающего конкурентоспособность российских предприятий на мировом рынке в условиях четвертой промышленной революции.

Для достижения данной цели были поставлены следующие взаимосвязанные задачи:

- изучить теоретические аспекты цифровой трансформации, в том числе виды цифровых технологий, применяемых при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;

- рассмотреть российский и зарубежный опыт цифровой трансформации предприятий нефтяной промышленности;

- дать определение трудноизвлекаемым запасам и пояснить необходимость раскрытия его потенциала;
- выявить барьеры цифровой трансформации предприятий нефтяной промышленности, в том числе при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;
- рассмотреть основные методы и подходы при цифровизации предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;
- изучить модели и инструменты внедрения цифровых технологий при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;
- проанализировать эффективность цифровизации предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;
- разработать комплексный подход по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти;
- предложить рекомендации по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти.

Объект исследования – добыча трудноизвлекаемых запасов нефти.

Предмет исследования – экономическая деятельность предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти.

Элементами научной новизны магистерской диссертации являются: авторское определение термина «цифровая экономика», объединяющее все известные факторы, связанные с данным понятием; комплексный подход по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти с использованием технологий искусственного интеллекта.

Теоретической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных учёных, таких как Баранов Д.Н., Борисюк Н.К., Гарифуллин Б.М., Головенчик Г.Г., Камнева В.В., Котельникова Е.И., Тушинская К.В. и др.; статьи научных журналов, сборники НИУ «Высшая школа экономики», законы и нормативно-правовые акты.

Информационной базой являются работы отечественных и зарубежных авторов, таких как Гугулян А.Г., Линник Ю.Н., Саркисян К.Р., Ценжарик М.К., Lu H., Oreuyemi Bello, Priyanka E.B. и др.; статьи научных журналов, официальные сайты органов исполнительной власти, статистические сборники, консолидированная отчетность и годовые отчеты нефтяных компаний, а также нормативно-правовые акты и ресурсы интернета.

Методологической основой исследования послужили методы анализа и синтеза экономической информации, метод аналогии и сравнения, количественная и качественная оценка, а также совокупность методов экономико-статистического анализа.

Вклад участников исследовательской работы:

– Зарубиным Александром Игоревичем был написан пункт 1.3; совместно с Малдзиговым А.А. написан пункт 2.1; совместно с Сайфулиной М.В. написан пункт 2.3; собраны данные за 2017-2020 гг. для пункта 3.1; совместно с Сайфулиной М.В. написаны пункты 3.1, 3.2 и 3.3.

– Каиповым Жанболатом Мараловичем был написан пункт 1.2; совместно с Сайфулиной М.В. написан пункт 2.2; совместно с Малдзиговым А.А. осуществлен поиск информации для пункта 3.1.

– Малдзиговым Александром Алексеевичем был написан пункт 1.4; совместно с Зарубиным А.И. написан пункт 2.1; совместно с Каиповым Ж.М. осуществлен поиск информации для пункта 3.1.

– Сайфулиной Марией Владимировной был написан пункт 1.1; совместно с Каиповым Ж.М. написан пункт 2.2; совместно с Зарубиным А.И. написан пункт 2.3; собраны данные за 2014-2016 гг. для пункта 3.1; совместно с Зарубиным А.И. написаны пункты 3.1, 3.2 и 3.3.

Структура работы включает введение, три главы, заключение и библиографический список. В первой главе рассматриваются теоретические аспекты цифровой трансформации. Вторая глава является методической, в ней рассмотрены современные методы и подходы к цифровизации нефтяной промышленности при добыче ТРИЗ. Третья глава посвящена анализу

эффективности и разработке комплексного подхода на основе искусственной нейронной сети, а также предложениям и рекомендациям по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче ТРИЗ. В заключении представлены основные выводы по выпускной квалификационной работе.

В ходе подготовки работы использовались приемы абстрактного мышления, анализа, синтеза, а также средства и методы саморазвития, самореализации, творческого потенциала.

Формулирование выводов и разработка рекомендаций по результатам проведенного исследования осуществлялись с учетом возможных действий в нестандартных ситуациях и ответственности за принятые решения.

мониторинг за процессом бурения в режиме реального времени, использование технологии больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта в прогностическом моделировании позволяют снизить риски ошибок и увеличить эффективность деятельности нефтяных компаний. Так, у компаний-лидеров нефтяной промышленности параметр нахождения горизонтальной части скважины внутри нефтяного пласта составляет 90%, хотя на рубеже 2010-х годов это параметр составлял 60%.

2.3. СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРУДНОИЗЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Управление цифровой трансформацией является непростым процессом, успешность которого зависит от принятой компанией стратегии цифровой трансформации. Цель такой стратегии заключается в определении направления преобразований, которое поможет обозначить ассортиментный портфель компаний нефтяной промышленности, взаимодействие с контрагентами и выявить для этого необходимые цифровые технологии. Согласно утвержденной стратегии, определяется целевой уровень цифровой зрелости компании и разрабатывается дорожная карта цифровых преобразований, в соответствии с которой формируется портфель проектов, направленных на поддержание баланса между технологическими и нетехнологическими инновациями, а также на достижение стратегических целей компании [Мерзлов, с. 2380-2381].

Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в нефтяной промышленности, в частности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти является основой при принятии решений о запуске или внедрении той или иной технологии в бизнес-процесс. На государственном уровне в рамках научного исследования, выполненного Институтом энергетических исследований РАН по заказу Министерства энергетики России были разработаны методические рекомендации по измерению и оценке результатов и эффектов цифровой

трансформации топливно-энергетического комплекса. Данные рекомендации являются универсальными для предприятий топливно-энергетического комплекса, однако в зависимости от специфики производственных процессов в технологической цепочке и сочетания внедряемых цифровых технологий и степени их применения на существующих и новых объектах могут быть индивидуальными. Среди наиболее значимых изменений функциональности энергетических объектов и систем для всех отраслей топливно-энергетического комплекса в документе было выделено:

- улучшение наблюдаемости ископаемых ресурсов, режимов работы и состояния специализированного оборудования;
- возможность проводить удаленную диагностику и переходить к ремонтному обслуживанию «по состоянию»;
- максимизация использования ресурсов имеющегося оснащения и энергетических объектов;
- автоматизация процессов и возможность удаленного управления режимами работы специализированного оборудования и энергетических объектов и систем с приближением к реальному времени;
- возможность спрогнозировать и в последствии предупредить аварийные ситуации, тем самым улучшить оперативность реагирования, их локализации и ликвидации;
- увеличение мониторинга и контроля за качеством энергетической продукции;
- оптимизация функций корпоративного управления, в том числе за счет применения новых бизнес-моделей [Измерение и оценка..., с. 21-22].

Определение научно-технологических результатов, которые связаны с цифровой трансформацией, дает возможность затем переключиться к стоимостной оценке произошедших изменений производственных характеристик в секторах топливно-энергетического комплекса и определению непосредственных экономических результатов, которые учитывают изменение производственных показателей действующих, реконструируемых и новых

энергетических объектов и систем, а также привлечение новейших энергетических технологий, и характеризуются они изменением:

- постоянных эксплуатационных затрат, например, за счет снижения затрат на обслуживание специализированного оборудования при сокращении объемов и сроков ремонтных работ;

- переменных затрат за счет изменения объемов и режимов производства за счет изменения внутреннего спроса;

- капиталовложений, например, за счет оптимизации использования существующих производственных мощностей (увеличение продуктивности действующих месторождений);

- дополнительной выручки от продажи в результате применения цифровых технологий и инструментов.

Количественная оценка эффектов цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса в рекомендациях Министерства энергетики России рассматривается с помощью двух режимов расчетов. Первый режим – «режим прогноза» эффектов используется при выборе и обосновании стратегии развития цифровой трансформации на предприятиях топливно-энергетического комплекса. При этом прогнозируемый в перспективе экономический эффект определяется в виде разности суммарных дисконтированных капитальных и эксплуатационных затрат на обеспечение внешнего (с учетом дополнительной выручки при росте объемов производства в нефтегазовом секторе) и внутреннего спроса при «инновационном» (с помощью цифровых технологий) и «консервативном» (по тенденции) вариантах на горизонте планирования [Измерение и оценка..., с. 24-25].

Второй режим – «режим мониторинга» эффектов цифровой трансформации. Данный режим опирается на ретроспективные данные о развитии топливно-энергетического комплекса и нацелен на выделение вклада цифровых технологий в изменение отраслевых производственных и экономических показателей [Измерение и оценка..., с. 31].

Оценка экономической эффективности развития цифровой трансформации в нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти выполняется в соответствии с общими принципами оценки эффективности – путем соизмерения затрат на внедрение и массовое применение цифровых технологий и стоимостной оценки выгод. Основными затратами при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти являются капитальные затраты на цифровое оборудование и оснащение производственных процессов, охватывая системы управления, финансовые и организационные процессы, а также дальнейшие эксплуатационные затраты на поддержание работоспособности необходимой инфраструктуры [Измерение и оценка..., с. 188].

У зарубежных авторов, таких как Armstrong M., Bratvoid R., Demirmen F., Galli A., Hartke R., Martinsen R., Ross C., Smith M. и других, исследования, посвященные вопросам концепции, методам и инструментам оценки эффективности, применяемым при внедрении цифровых технологий, являются весьма актуальной темой, которой посвящены многочисленные работы. В отечественной практике публикации по этой теме ограничены в виду реализации «пионерных» проектов, как правило, в рамках совместных предприятий. Анализом использования цифровых технологий в нефтяной промышленности занимались Ампилов Ю.П., Андреев А.Ф., Бушуев В.В., Выгон Г.В., Громов А.И., Еремин Н.А., Кокорев В.И., Крюков В.А., Миловидов К.Н., Синельников А.А., Эскин В.И. и другие. Как отмечает, Гугулян А.Г. экономический анализ внедрения цифровых технологий в нефтяную промышленность, в том числе в части трудноизвлекаемых запасов нефти носит ограниченный характер, в связи с этим автором было предложено рассматривать оценку эффективности применения цифровых технологий в нефтяной промышленности в контексте общих принципов и методов существующих моделей.

Стоит отметить, что для оценки эффективности внедрения цифровых двойников не существует специально разработанного подхода, в связи с этим

предлагается использовать общие методы экономического анализа. Выбор необходимого метода к оценке цифровизации при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти с помощью модели цифрового двойника состоит в соблюдении сбалансированности между точностью поступающей информации, полнотой причинно-следственных связей и качеством математической модели. При этом, целесообразно использовать комбинацию методов, которые будут отражать качественные и количественные характеристики объекта. Как правило, качественные методы оценки применяются на усмотрение руководителей и носят производный характер. Количественные методы оценки подразумевают использование показателей финансовой деятельности предприятия, и могут быть взяты из бухгалтерского баланса, отчетов и инвестиционных расчетов, связанных с внедрением цифрового двойника.

В рамках изученной литературы были выявлены модели, которые можно разделить на 4 группы:

- инвестиционно-ориентированные модели;
- затратно ориентированные модели;
- модели, отражающие факторы внешней среды;
- модели количественной оценки.

В таблице 2.1 представлены основные методы оценки экономической эффективности цифровых технологий, являющихся основными при обосновании эффективности их внедрения, в том числе при внедрении цифровых месторождений.

Таблица 2.1

Модели и методы оценки эффективности цифровых технологий

Инвестиционно-ориентированные модели	Затратно ориентированные модели	Модели, отражающие факторы внешней среды	Модели количественной оценки
1. Суммарная ценность альтернативы 2. «Затраты-выгоды»	1. Экономическая добавленная стоимость 2. Источник	1. Метод сбалансированных показателей 2. Потребительский	1. Метод реальных опционов 2. Прикладная информационная

3. Неопределенность будущего 4. Организационная диагностика – три типа рисков: – бизнес-риски – риски управления – технологические риски 5. Наилучшая практика измерений 6. Суммарный экономический вклад: гибкость, затраты, прибыли	экономической ценности 3. Суммарные затраты владения собственностью	индекс 3. Информационная экономика 4. Показатели ИТ	экономика
---	--	---	-----------

Источник: [составлено авторами].

Вместе с тем, Барановским В.Ю. и Зайченко И.М. были определены основные методические подходы к оценке внедрения цифровых двойников в основные бизнес-процессы предприятия. К ним были отнесены:

- стоимостной анализ, который подразумевает расчет затрат при внедрении модели цифрового двойника, а также позволяющий провести последующую переоценку активов;

- метод инвестиционного анализа – предполагает подробную оценку денежных потоков и доходности, на которые оказывает влияние внедрение цифрового двойника;

- метод скоринга – предполагает скоринг основных бизнес-процессов, которые затронет внедрение цифрового двойника. Данный метод является комплексным и ресурсоемким, однако требует обработку большого количества статистической информации;

- методы риск-менеджмента – подразумевает оценку риск-факторов, вероятностных показателей и трендов к их снижению, а также требует сложного математического аппарата;

- метод сравнения «усилие-результат» – представляет математически взвешенное сравнение полезных эффектов от внедрения цифрового двойника и

необходимых ресурсов для их достижения. Важным условием при использовании данного метода является точность установления математических «весов»;

– макроэкономический анализ применительно к Индустрии 4.0 – предполагает рейтинговую оценку по 65 параметрам, которые разбиты на 9 групп. Однако, при использовании данного метода возникают определенные сложности, которые связаны со сравнением с чрезмерно масштабными эталонами.

На рисунке 2.6 представлены основные направления создания экономического эффекта от внедрения цифрового двойника.



Рис. 2.6. Направления создания экономического эффекта при внедрении цифрового двойника

Источник: [составлено авторами].

Эффект от внедрения цифрового двойника можно получить еще на этапе проектирования, а в дальнейшем он может охватить всю производственную цепочку добычи трудноизвлекаемых запасов нефти. Для каждого направления создания экономического эффекта свойственен свой тип источника и собственный вклад в достижение экономического эффекта:

- организационные эффекты проявляются в уменьшении временных затрат при разработке месторождения и вывода продукции на рынок;
- технические эффекты проявляются в сокращении сроков добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, а также технической поддержке модели цифрового месторождения;

- технологические эффекты проявляются в автоматизированном управлении цифровым месторождением и минимизации рисков ошибок и сбоев;
- трудовые эффекты проявляются в четком распределении задач между специалистами и машинным оборудованием, высвобождении времени для решения дополнительных задач или творческих решений;
- экологические эффекты проявляются в предотвращении техногенных опасностей, снижении затрат при обслуживании и ремонте оборудования;
- сетевые эффекты проявляются в упрощении выполнения операций и уменьшении затрат и себестоимости за счет электронного обмена информацией.

Расчёт экономической эффективности внедрения цифровых технологий по повышению эффективности нефтедобычи трудноизвлекаемых запасов нефти прежде всего основывается на результатах оценки их технологической эффективности. В свою очередь, оценка технико-экономической эффективности использования цифровых двойников и внедрения цифровых технологий при разработке и добыче трудноизвлекаемых запасов нефти рассчитывается как экономическое обоснование инвестиционного проекта. Такой подход к оценке использует традиционные методы расчета экономической эффективности для компаний, активно внедряющих цифровые технологии, и дает возможность оценить возникающие риски. Основным преимуществом данного подхода являются принципы, заимствованные из классической теории определения экономической эффективности инвестиций.

Интеграция отдельных апробированных цифровых решений на месторождениях в единый технологический комплекс в условиях разработки трудноизвлекаемых запасов нефти является основой при добыче. Наличие инвестиционных проектов российским предприятиям необходимо для комплексного применения и оценки цифровых технологий и алгоритмов эффективного управления в нефтяной промышленности. Инвестиционный проект представляет собой экономический или социальный проект,

основывающийся на инвестициях или это обоснование экономической целесообразности, объемами сроков осуществления прямых инвестиций в определенный объект, включающее проектно-сметную документацию, разработанную в соответствии с действующими стандартами. В рамках инвестиционного проекта решается задача определения оптимальных параметров инвестирования и калькуляции ожидаемого экономического эффекта. Решение этой задачи осуществляется в несколько этапов:

- 1) Подсчитываются все необходимые затраты.
- 2) Производится прогноз развития проекта.
- 3) Вычисляется потенциальная выгода от проекта в разрезе нескольких лет.
- 4) Определяются стоимость денег и сроки окупаемости инвестиций.

Инвестиционный анализ является общепринятым инструментом обоснования и оценки любого бизнес-проекта. Согласно, Федеральному стандарту оценки № 1 выделяют три подхода к оценке:

– Сравнительный подход – представляет совокупность методов оценки, которые основаны на сравнении объекта оценки с объектами-аналогами объекта оценки, в отношении которых имеется информация о ценах. В данном случае за объект-аналог принимается объект со схожими экономическими, материальными, техническими и другими характеристиками, которые определяют его стоимость.

– Затратный подход – представляет совокупность методов оценки, которые основаны на определении затрат, необходимых для воспроизводства либо замещения объекта оценки с учетом износа и устаревания.

Затратами на воспроизводство признаются затраты, которые нужны для создания точной копии объекта оценки с использованием применявшихся при создании объекта оценки материалов и технологий.

Затратами на замещение признаются затраты, которые нужны для создания аналогичного объекта с использованием материалов и технологий, применяющихся на дату оценки.

– Доходный подход – представляет совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, которые основаны на определении ожидаемых доходов от использования объекта оценки.

Методы инвестиционного анализа позволяют оценить экономические параметры внедрения цифровых технологий, в том числе цифровых двойников, по аналогии с оценкой любого другого инвестиционного проекта. При проведении инвестиционного анализа используются следующие мультипликаторы:

– P/E – отношение рыночной капитализации компании к годовой чистой прибыли. Он отражает фактический заработок компании, который необходим для будущих инвестиций или оплаты кредитов.

– EV/EBITDA – это рыночная оценка единицы прибыли. Он похож на P/E – соотношение цены и прибыли. Но только теперь вместо рыночной капитализации получается увидеть реальную рыночную цену компании. А вместо чистой прибыли – более достоверное значение EBITDA. Также данный мультипликатор не зависит от структуры капитала.

– Долг/EBITDA отражает количество лет, которое нужно компании, чтобы погасить своей прибылью все долги. Чем меньше лет, тем лучше. Инвесторы часто обращают внимание на последние два мультипликатора.

Можно выделить следующие показатели экономической эффективности и инвестиционной привлекательности разработки и освоения месторождения трудноизвлекаемых запасов нефти:

- чистая приведенная стоимость (NPV),
- внутренняя норма доходности (IRR),
- период окупаемости капитальных вложений (PP),
- дисконтированный период окупаемости (DPP),
- простая рентабельность инвестиций (ARR),
- индекс прибыльности (PI),
- показатель косвенных выгод (ENPV).

Отдачу от инвестиций при использовании цифровых технологий при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти можно выразить изменениями четырех показателей: текущей добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, суммарной накопленной добычи, сокращения капитальных затрат и снижения операционных расходов.

Чистая приведенная стоимость (NPV) – это совокупная будущая прибыль от проекта, выраженная в сегодняшних деньгах:

$$NPV = -C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+r)^T}, \quad (6)$$

где $(-C_0)$ – объем инвестиций,

C – денежный поток в год t ,

r – ставка дисконтирования (альтернативные издержки),

T – количество периодов.

Если NPV менее 0, смысл в инвестировании отсутствует, так как не будет решаться задача генерирования прибыли. Основным преимуществом данного показателя являются четкие границы выбора и оценки инвестиционной привлекательности проекта, а также использование ставки дисконтирования, которая отражает изменения стоимости денег во времени.

Внутренняя норма доходности (IRR) – это ставка процента, при которой приведенная стоимость всех денежных потоков инвестиционного проекта равна нулю:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}, \quad (7)$$

где CF_t – поток денежных поступлений от инвестиционного проекта в период t ,

IRR – внутренняя норма доходности,

n – сумма числа периодов.

Если IRR меньше стоимости капитал инвестора, то проект отклоняется. Главным преимуществом данного показателя является возможность сравнивать проекты между собой по степени привлекательности и эффективности

использования, а также проводить сравнение проектов с разными направлениями инвестирования.

Период окупаемости инвестиций (PP) – это показатель, отражающий период, за который окупятся инвестиции, вложенные в инвестиционный проект:

$$PP = \min, \text{ при котором } \sum_{i=1}^n CF_i > IC, \quad (8)$$

где CF – денежный поток, который создается объектом инвестиций,

IC – инвестиционный капитал, первоначальные затраты инвестора в объект вложения.

Преимуществом данного показателя является возможность более точно оценить период возврата капитала. Однако при расчете показателя используется постоянный денежный поток, а также не учитывается уровень инфляции.

Дисконтированный период окупаемости (DPP) – это показатель, отражающий количество периодов, за который окупятся инвестиции, вложенные в инвестиционный проект:

$$DPP = \min, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} > IC, \quad (9)$$

где CF – денежный поток, который создается объектом инвестиций,

r – ставка дисконтирования,

t – период оценки, получаемого денежного потока,

IC – инвестиционный капитал, первоначальные затраты инвестора в объект вложения.

Преимуществом данного показателя является более гибкая оценка окупаемости за счёт использования в расчетах свойство денег изменять свою стоимость со временем за счет инфляционных процессов.

Простая рентабельность инвестиций (ARR) – это показатель, отражающий отношение прибыли к сумме сложений, то есть сколько денег приносит каждый вложенный рубль:

$$ARR = \frac{NP}{I}, \quad (10)$$

где NP – чистая прибыль,

I – инвестиции, вложенные в проект.

Главным преимуществом данного показателя является, то, что он рассчитывается в относительных показателях, поэтому по нему удобно сравнивать несколько проектов. Чем выше показатель ARR, тем привлекательнее данный проект для инвестора.

Индекс прибыльности (PI) – показатель, который показывает эффективность инвестиций посредством отдачи вложенного капитала и представляет отношение дисконтированной стоимости будущих денежных потоков к стоимости первоначальных инвестиций:

$$PI = 1 + \frac{NPV}{I_0}, \quad (11)$$

где NPV – чистый дисконтированный доход,

I_0 – инвестиционный капитал, вложенный в проект.

Экономический смысл индекса прибыльности заключается в оценке дополнительной ценности на каждый вложенный рубль. Если PI меньше единицы, то инвестиционный проект не сможет возместить в полном размере вложенные в него затраты.

Показатель косвенных выгод (ENPV) – рассчитывается и используется для отражения количественных и качественных выгод проекта:

$$ENPV = \sum_{t=0}^n S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}, \quad (12)$$

где S_t – сумма экономических потоков проекта в период времени t,

i – ставка дисконтирования.

Данный показатель позволяет сравнивать реализацию разных проектов и оценивать их влияние на уровень благосостояния на разных этапах жизненного цикла, а также является неким рейтингом проектов.

Вышеперечисленные показатели можно разделить на статистические и динамические. К статистическим можно отнести период окупаемости и рентабельность инвестиционного капитала, к динамическим – остальные показатели: чистую приведенную стоимость, внутреннюю норму доходности, дисконтированный период окупаемости, индекс прибыльности и показатель косвенных выгод. Для проведения глубокого экономического анализа и оценки лучше использовать динамические показатели, так как они являются наиболее показательными. Причиной этого является использование при их расчете метода дисконтирования.

Комплексная оценка цифровизации помогает принять объективные и своевременные управленческие решения при реализации инвестиционных проектов, которые являются сложными и длительными процессами. Если цифровая трансформация имеет экономический эффект, то она целесообразна. Экономический эффект от внедрения цифровых двойников может носить двойственный характер: материальный и нематериальный. Материальный характер проявляется в уменьшении затрат и увеличении производительности операций. Нематериальный характер проявляется в виде реализуемых патентов и лицензий, улучшении имиджа компании, создании цифрового потенциала, на основе которого можно принимать эффективные стратегические решения.

В настоящее время существует несколько подходов к определению эффективности:

- эффективность как соотношение достигнутого значения эффекта и объема фактически понесенных затрат;
- эффективность как степень достижения поставленных целей (результативность деятельности);
- эффективность как мера реализации потенциала в макросреде [Подходы к оценке..., с. 28].

Оценивая инновационную деятельность, методики основываются на сопоставлении полученного эффекта и затрат. Стоимостной метод, основанный на принципе экономической прибыли, является наиболее распространенным методом оценки эффективности деятельности предприятия. Эксперты выделяют следующие преимущества стоимостного подхода к оценке эффективности:

- оценка устойчивости финансовых результатов помогает определить потенциальную доходность и рискованность инвестиционной деятельности предприятия;
- инновации разрабатываются с целью увеличения стоимости компании;
- анализ инновационной стратегии компании по достижению поставленных целей, сроков их реализации.

В целях реализации данного подхода пользуются методом определения экономической добавленной стоимости (EVA). Концепция рассчитывается как чистая операционная прибыль компании, остающаяся после уплаты налогов, минус используемые затраты на капитал:

$$EVA = (ROI - WACC) \times IC = NOPAT - IC \times WACC, \quad (13)$$

где ROI – рентабельность инвестированного капитала, в процентах,

IC – инвестированный капитал, в рублях,

WACC – средневзвешенная стоимость капитала, в процентах,

NOPAT – чистая операционная прибыль после выплаты налогов, в рублях:

$$NOPAT = EBIT - (1 - T), \quad (14)$$

где EBIT – прибыль до вычета процентов и налогов, в рублях,

T – налоговая ставка.

EVA должна быть больше 0, тогда инвестирование в инновации будет приносить прибыль предприятию.

Комплексная оценка эффективности инновационной деятельности, представленная в таблице 2.2, и включает в себя показатели, характеризующие

инновационность организации и производственный эффект от внедрения инноваций.

Таблица 2.2

Показатели оценки эффективности инновационной деятельности

Наименование показателя	Формула расчета	Интерпретация
Коэффициент инновационности	$K_{и} = \frac{\text{затраты на инновации}}{\text{годовой объем продаж}}$	Если $K_{и}$ больше или равен 4,5, то значит компания высокотехнологичная
Коэффициент возврата инвестиций	$ROI = \frac{\text{прирост прибыли от инноваций}}{\text{затраты на инновации}}$	При ROI больше 1 инвестиции приносят прибыль
Прирост объема производства	$\Delta ВП = ВП_1 - ВП_0,$ где ВП – валовый объем произведенной продукции до и после внедрения инноваций	$\Delta ВП$ больше 0 означает прирост производства
Рост производительности труда	$\Delta ЧЧ_{ин} = \frac{ВП_0 + \Delta ВВ_{ин}}{ЗТ_0 - \Delta ЗЗ_{ин}} - ЧВ_0,$ где $ВП_0$ – стоимость продукции по внедрения инноваций, $\Delta ВВ_{ин}$ – увеличение выпуска продукции за счет инновации, $ЗТ_0$ – затраты труда на производство продукции до внедрения инновации, $\Delta ЗЗ_{ин}$ – экономия затрат труда после внедрения инноваций; $ЧВ_0$ – среднечасовая выработка до внедрения инновации.	$\Delta ЧЧ_{ин}$ больше 0 означает прирост производительности труда

Источник: [составлено авторами].

Важную значимость в оценке экономической эффективности демонстрируют научные исследования в области разработки и добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, особенно если они увязываются с потребностями бизнеса. Ценность отдельных цифровых технологий можно определить рассчитав значение показателя чистого дисконтированного дохода (ЧДД), ожидаемого дисконтированного чистого дохода (ОДЧД) и ожидаемой эффективности НИОКР ($\mathcal{E}_{\text{НИОКР}}$). На основе сравнительной оценки можно оценить временные приоритеты в развитии технологий, в зависимости от уровня их использования.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – показатель представляет собой совокупные доходы за вычетом совокупных расходов с учетом налога на прибыль:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - K_t - \text{Э}_t - H_t}{(1 + E)^t}, \quad (15)$$

где B_t – выгоды проекта (выручка от реализации продукции, работ, услуг),

K_t – капитальные вложения, включая затраты на НИОКР,

Э_t – эксплуатационные затраты, без учета амортизационных отчислений, но включающие налоговые платежи, которые входят в состав затрат на производство,

H_t – налоговые выплаты из прибыли,

E – ставка дисконта,

T – срок реализации проекта.

Чистый дисконтированный доход характеризует сальдо реальных денег. Если ЧДД больше нуля, то проект рентабелен при выбранной норме дисконта, в противном случае проект следует отклонить.

Ожидаемая эффективность НИОКР ($\text{Э}_{\text{НИОКР}}$) – показатель, показывающий отношение экономического эффекта к величине инвестиций на НИОКР:

$$\text{Э}_{\text{НИОКР}} = \frac{\text{Э}_T}{Z_{\text{НИОКР}}}, \quad (16)$$

где Э_T – экономический эффект за расчетный период (T),

$Z_{\text{НИОКР}}$ – стоимость НИОКР за период проведения.

Технико-экономические показатели, связанные с НИОКР, определяются на основе результатов ранее проведенных исследований, специальных технико-технологических расчетов, использование проектов-аналогов, фактических показателей эффективности реализации инноваций, экспертных оценок и так далее [Управление инновационными..., с. 199].

Одним из инструментов качественного анализа является система сбалансированных показателей. Данная система показателей была разработана

исследователя Гарвардской школы экономики Д. Нортоном и Р. Капланом. В основу системы лег принцип – управлять можно только тем, что можно измерить [Методики оценки эффективности информационных..., с. 46]. Таким образом, система сбалансированных показателей делает акцент на нефинансовых показателях и дает возможность оценить эффективность по следующим направлениям: финансы, клиенты, бизнес-процессы, обучение и рост, отвечая на самые значимые для успешной деятельности компании вопросы (Рисунок 2.7).



Рис. 2.7. Основные направления оценки в системе сбалансированных показателей

Источник: [Методики оценки эффективности информационных..., с. 48].

Стоит отметить, что в зависимости от целей компании формируется определенная система показателей. Такая система показателей охватывает стратегически важные направления и позволяет руководителям:

- оценить стратегию компании,
- своевременно реагировать на происходящие изменения,
- оценить успешность любого проекта,
- связать цели деятельности компании с деятельностью персонала.

В Германии на базе исследований Национальной академии наук и техники Германии был разработан Индекс зрелости Индустрии 4.0, который позволяет оценить уровень цифровой трансформации предприятия [Подходы к

оценке..., с. 33]. Модель цифровой зрелости определяет перспективы развития компании по пяти основным направлениям оценки: стратегия, технологии, производство, структура и культура организации. Эти направления разделены на 28 категорий и 179 показателей, которые позволяют оценить уровень цифровой зрелости организации. При этом особое внимание уделяется стратегии организации, на основе которой формируются бизнес-модель, производственные и технологические процессы [Подходы к оценке..., с. 34].

Учитывая продолжительность срока проведения цифровой трансформации, эффект от внедрения цифровых технологий, в том числе и цифровых двойников может быть определен на любом этапе реализации проекта для его дальнейшего регулирования. На рисунке 2.8 представлены основные этапы методики оценки внедрения цифровых технологий на предприятиях, в том числе при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти.

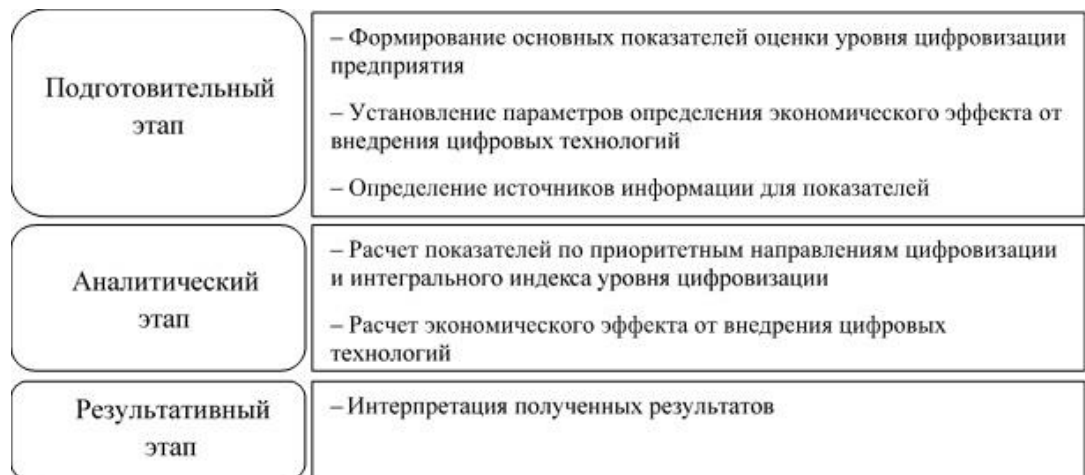


Рис. 2.8. Этапы методики оценки эффективности цифровизации на предприятии

Источник: [составлено авторами].

На первом – подготовительном этапе происходит формирование основных показателей и сбор необходимых данных. На аналитическом этапе происходят необходимые расчеты, в том числе расчет интегрального индекса уровня цифровизации на этапе разработки и освоении нефтяных месторождений, который определяется по формуле:

$$I_{\text{цифр.техн}} = \sqrt[5]{D_{\text{ц.а.}} \times UV_{\text{сотр.цифр.}} \times K_{\text{цифр}} \times N_{\text{цифр}} \times R_{\text{цифр}}}, \quad (17)$$

где $D_{\text{ц.а.}}$ – доля цифровых активов в структуре активов компании,

$UV_{\text{сотр.цифр.}}$ – удельный вес сотрудников с цифровыми компетенциями,

$K_{\text{цифр}}$ – соотношение капитальных затрат на цифровизацию деятельности к чистой прибыли компании,

$N_{\text{цифр}}$ – доля новых освоенных месторождений с применением цифровых технологий,

$R_{\text{цифр}}$ – рентабельность применения цифровых технологий [Азиева, с. 59-60].

На последнем результативном этапе происходит интерпретация полученных результатов.

Для оценки цифровизации трудноизвлекаемых запасов нефти необходимо анализировать какие цифровые технологии компании используют при добыче и насколько эффективными являются модели и инструменты внедрения цифровых технологий. Так, цифровой керн позволяет не только сделать прогноз количества углеводородов, которое может быть извлечено из месторождения, но и спланировать методы их разработки. Цифровая модель керна может быть, как простой, включающей в себя возможность расчета какого-либо одного показателя, либо состоять из вложенных моделей.

Цифровизация в действительности является всеобъемлющим процессом и нефтяной промышленности невозможно полностью уйти в цифру, как это могут сделать банки. Цифровые технологии лишь помогают человеку в аналитике и оценке событий. При систематизированном подходе к оценке цифровизации трудноизвлекаемых запасов нефти необходима реальная цифровая модель, которая позволяет прогнозировать результаты различных сценариев добычи, точно отражает состояние объекта, регулярно актуализируется и быстро показывает результаты расчётов. При этом должен возникать экономический эффект и результаты расчетов должны быть понятны специалистам.

Систематизированный подход к оценке трудноизвлекаемых запасов нефти на основе существующих моделей включает в себя анализ пилотных проектов и моделей отечественных предприятий по добыче нефти. Ведь для цифровизации ТРИЗ компаниям сначала необходимо развивать цифровую культуру и обучать сотрудников новым технологиям. При комплексном подходе инновации должны иметь экономический эффект. Например, «Газпром нефть» с помощью цифровизации трудноизвлекаемых запасов нефти снижает стоимость добычи на Баженовском месторождении (в 2020 году добыча баженовской нефти обходилась компании в 10-12 тыс. руб. за тонну, а в 2021 году затраты на добычу трудноизвлекаемых запасов нефти в среднем составляли 8,5 тыс. руб.).

Таким образом, систематизированный подход к оценке цифровизации трудноизвлекаемых запасов нефти на основе существующих моделей демонстрирует, что цифровая трансформация нефтяной промышленности, в действительности, является всеобъемлющим процессом. Интеграция отдельных апробированных цифровых решений на месторождениях в единый технологический комплекс в условиях разработки трудноизвлекаемых запасов нефти является основой при добыче. Наличие инвестиционных проектов российским предприятиям необходимо для комплексного применения и оценки цифровых технологий и алгоритмов эффективного управления в нефтяной промышленности. При проведении анализа внедрения цифровых технологий следует прибегать к расчету экономической обоснованности инвестиционного проекта, используя такие ключевые показатели как: NPV, IRR, PI, ROI, EBITDA. Соответственно, каждый инвестиционный проект, в данном случае, цифровая трансформация должны нести за собой экономическую выгоду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая трансформация нефтяной промышленности, в действительности, является всеобъемлющим процессом. Интеграция отдельных апробированных цифровых решений на месторождениях в единый технологический комплекс в условиях разработки трудноизвлекаемых запасов нефти является основой при добыче.

Проведенный количественный анализ основных показателей инвестиционного проекта и полученные численные характеристики основных исследуемых величин показал целесообразность внедрения искусственного интеллекта в отрасль. Анализ включал в себя расчет экономической обоснованности внедрения искусственного интеллекта по 3 сценариям: пессимистический, оптимальный, оптимистический. Впоследствии произведен расчет математического ожидания, в котором NPV показывает будущую суммированную прибыль в размере 58102,47 млн руб. Остальные показатели дополнительно характеризуют инвестиционную привлекательность проекта, так PI составил 1,37, IRR – 25%.

Комплексный подход по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности в условиях добычи трудноизвлекаемых запасов нефти на основе нейросетевой модели способствует увеличению объема добычи нефти, увеличивая, тем самым, коэффициент извлечения нефти. Помимо увеличения нефтеотдачи нефтяного пласта данный подход совершенствует процесс заводнения, сокращая закачку воды в диапазоне от 15 до 20%. Предложенный метод оптимизирует показатель обводненности, который приводит к увеличению расходов на добычу и уменьшению продуктивности скважин. В итоге комплексный подход на основе нейросетевой модели позволяет повысить эффективность деятельности предприятия при добыче ТРИЗ, вследствие уменьшения издержек и повышении объема добычи нефти.

Для повышения эффективности предприятий при добыче ТРИЗ следует стимулировать отечественные компании к разработке новых технологий. Государству, продолжая совершенствовать налоговую систему «трудной» нефти, целесообразно развивать научные центры, выделять целевые суммы на НИОКР. Также стоит внимательно исследовать опыт крупнейших мировых компаний нефтяной отрасли, которые создают собственные корпоративные венчурные фонды и не боятся инвестировать в самые прорывные технологии.

Поставленные задачи в рамках магистерской диссертации были выполнены: изучены теоретические аспекты цифровой трансформации; исследован зарубежный и российский опыт цифровой трансформации нефтяной промышленности; рассмотрены основные методы и подходы при цифровизации предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти; изучены основные модели и инструменты внедрения цифровых технологий при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти; разработан комплексный подход по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти; проведен анализ эффективности цифровизации предприятий нефтяной промышленности, в ходе которого были выявлены сложности, возникающие при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти, а также предложены рекомендации по повышению эффективности предприятий нефтяной промышленности при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросимов К.А. Цифровые технологии нефтедобывающих компаний / К.А. Абросимов, О.В. Борисова // Российский экономический интернет-журнал. - 2020. - № 1. - С. 1-16. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42818656> (дата обращения: 23.05.2022).
2. Азиева Р.Х. Поиск и освоение новых месторождений: методологический подход экономической оценки применения цифровых технологий в нефтегазовой отрасли / Р.Х. Азиева // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: экономика. - 2021. - № 3 (37). - С. 53-66. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poisk-i-osvoenie-novyh-mestorozhdeniy-metodologicheskiiy-podhod-ekonomicheskoy-otsenki-primeneniya-tsifrovyyh-tehnologiy-v> (дата обращения: 24.05.2022).
3. Александр Новак провёл заседание проектного комитета по стимулированию добычи трудноизвлекаемой нефти: Правительство России. - Москва. - 2021. - URL: <http://government.ru/news/43315/> (дата обращения: 24.05.2022).
4. Андиева Е.Ю. Цифровая экономика будущего, Индустрия 4.0 / Е.Ю. Андиева, В.Д. Фильчакова // Прикладная математика и фундаментальная информатика. - 2016. - № 3. - С. 214-218. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26598296> (дата обращения: 10.12.2021).
5. Баранов Д.Н. Сущность и содержание категории «цифровая экономика» / Д.Н. Баранов // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. - 2018. - № 2(25). - С. 15-23. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35199946&> (дата обращения: 19.12.2021).
6. Барановский В.Ю. Формирование стратегической карты управления предприятием на основе концепции цифровой трансформации бизнеса / В.Ю. Барановский, И.М. Зайченко // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Экономические науки. - 2018. - Т. 11. - № 3. - С. 185-193. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35412478> (дата обращения: 09.06.2022).

7. Белоусов Ю.В. Методология определения цифровой экономики / Ю.В. Белоусов, О.И. Тимофеева // Мир новой экономики. - 2019. - № 2. - С. 79-89. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-opredeleniya-tsifrovoy-ekonomiki> (дата обращения: 12.12.2021).

8. Борисюк Н.К. Цифровая экономика: определение и содержание / Н.К. Борисюк, О.С. Смотрина // Материалы Всероссийской научно-методической конференции. - 2018. - С. 1378-1383. - URL: <http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/5796/1/1378-1383.pdf> (дата обращения: 12.12.2021).

9. Бриллиант Л.С. Управление добычей нефти на основе нейросетевой оптимизации режимов работы скважин на участке опытно-промышленных работ пласта ЮВ Ватъеганского месторождения ТПП «Повхнефтегаз» / Л.С. Бриллиант, М.Р. Дулкарнаев, М.Ю. Данько, А.О. Елишева, Д.Х. Набиев, А.И. Хуторная, И.Н. Мальков // Георесурсы. - 2022. - Т. 24. - № 1. - С. 3-15. - URL: https://geors.ru/media/pdf/01_Brilliant.pdf (дата обращения: 16.06.2022).

10. Васильев А.Н. Методы создания цифровых двойников на основе нейросетевого моделирования / А.Н. Васильев, Д.А. Тархов, Г.Ф. Малыхина // Теоретические вопросы информатики, прикладной математики, компьютерных наук и когнитивно-информационных технологий. - 2018. - Т. 14. - № 3. - С. 521-532. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-sozdaniya-tsifrovyyh-dvoynikov-na-osnove-neyrosetevogo-modelirovaniya/viewer> (дата обращения: 24.05.2022).

11. Все говорят о цифровых двойниках. Что это означает и как выглядит на практике?: TADVISER. - 2021. - URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровые_двойники:_практический_подход (дата обращения: 02.06.2022).

12. «Газпром нефть» испытала тяжелый беспилотный вертолет на арктическом месторождении: Газпром нефть. - URL: <https://gazprom--neft->

ru.turbopages.org/gazprom-neft.ru/s/press-center/news/gazprom_neft_ispytala_tya_zhelyy_bespilotnyy_vertolet_na_arkticheskom_mestorozhdenii/ (дата обращения: 15.12.2021).

13. Гарифуллин Б.М. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы / Б.М. Гарифуллин, В.В. Зябриков // Креативная экономика. - 2018. - № 9. - С. 1345-1358. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36315085> (дата обращения: 12.12.2021).

14. Гафаров Ф.М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. - 121 с. - URL: https://kpfu.ru/staff_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf (дата обращения: 26.05.2022).

15. Геолого-гидродинамическая модель (ГДМ): Neftegaz.ru. - 2017. - URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/geologorazvedka-i-geologorazvedochnoe-oborudovanie/142375-geologo-gidrodinamicheskaya-model-gdm/> (дата обращения: 20.05.2022).

16. Гидродинамическая модель: Газпром проектирование. - URL: <https://proektirovanie.gazprom.ru/about/subsidiaries/23/> (дата обращения: 21.05.2022).

17. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие / Е.А. Гладков. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 99 с. - URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GLADKOVEA/Uchebnaya/Tab4/GLADKOV_3D_MODELING.pdf (дата обращения: 21.05.2022).

18. Головенчик Г.Г. Теоретические подходы к определению понятия «цифровая экономика» / Г.Г. Головенчик // Наука и инновации. - 2019. - № 2. - С. 40-45. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-podhody-k-opredeleniyu-ponyatiya-tsifrovaya-ekonomika-1> (дата обращения: 10.12.2021).

19. Головенчик Г.Г. Цифровая экономика: учеб.-метод комплекс / Г.Г. Головенчик. - Минск: БГУ, 2020. - 143 с. - URL:

<https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/242300/1/Goloventchik%20.pdf> (дата обращения: 10.12.2021).

20. Для чего используется 3D моделирование? - 2020. - URL: <https://3dcast.ru/dlay-chego-ispolzuetsey-3d-mod/#:~:text=3D-моделирование%20подразумевает%20использование%20программных%20инструментов%2C,вручную%2C%20используя%20необходимый%20пакет%20программ> (дата обращения: 21.05.2022).

21. Добычу трудноизвлекаемой нефти облегчат цифровые технологии: Российская газета. - 2021. - URL: <https://rg.ru/2021/12/21/dobychu-trudnoizvlekaemoj-nefti-oblegchat-cifrovye-tehnologii.html> (дата обращения: 20.05.2022).

22. Заводнение нефтяных скважин. - URL: https://yandex.ru/images/search?text=заводнение&pos=1&img_url=https%3A%2F%2Fcf.ppt-online.org%2Ffiles1%2Fslide%2Fb%2FBgjYt7MyLdJc6QHfh2WTlp013Z4qrxO9blwRsuEzXK%2Fslide-12.jpg&rpt=simage&lr=55 (дата обращения: 16.06.2022).

23. Измерение и оценка результатов и эффектов цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса: ИНЭИ РАН. - 199 с. - URL: <https://in.minenergo.gov.ru/upload/iblock/29a/29a0484ea0e4bd272252a486a80f2c32.pdf> (дата обращения: 03.06.2022).

24. Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии от скважины до магистральной трубы: сборник докладов 7-й Международной научно-практической конференции. - Краснодар: ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2019. - 80 с. - URL: https://itps.com/uploads/files/OilGasConference_October_2019_B3l3VCuaql.pdf (дата обращения: 21.05.2022).

25. Информационные технологии в разведке и добыче нефти: организация, управление, эффективность: учебное пособие / К.Н. Миловидов, В.И. Кокорев. - Москва: МАКС Пресс, 2008. - 272 с. - URL:

<https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-milovidovknkokorevviinnovatsionnyetekhnologiiivrazvedk.pdf> (дата обращения: 07.06.2022).

26. Исаченко Н.Н. Дополненная реальность как один из современных технологических трендов нефтяной промышленности / Н.Н. Исаченко, И.З. Хисматуллина // Научное обозрение: международный научно-практический журнал. - 2018. - № 1. - С. 13-17. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32475541> (дата обращения: 16.12.2021).

27. Казначеев П. Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности в нефтегазовой и других сырьевых областях / П. Казначеев, Р. Самойлова, Н. Курчиски // Экономическая политика. - 2016. - Т.11. - № 5. - С. 188-197. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27341524> (дата обращения: 17.12.2021).

28. Как настроить количество слоев и узлов в нейронной сети. - 2018. - URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/how-to-configure-the-number-of-layers-and-nodes-in-a-neural-network/> (дата обращения: 24.05.2022).

29. Как нефтяные гиганты становятся ИТ-компаниями: Сбер Про Медиа. - 2020. - URL: <https://sber.pro/publication/kak-neftianye-giganty-stanoviatsia-it-kompaniiami-1> (дата обращения: 15.12.2021).

30. Как понимать цифровую трансформацию?: Рабочий доклад Института исследований развивающихся рынков бизнес-школы Сколково. - 2017. - 44 с. - URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/f7f9611e-5f88-4937-8901-e8222eb6c622/SKOLKOVO_IEMS_Research_2017-05-18_ru.pdf (дата обращения: 19.12.2021).

31. Как цифровые двойники помогают добывать нефть и газ: РБК-тренды. - 2021. - URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/613895d29a79477154fec314> (дата обращения: 23.05.2022).

32. Камнева В.В. Цифровая экономика, цифровизация и цифровая трансформация / В.В. Камнева, Е.А. Гнатышина // Вопросы студенческой

науки. - 2020. - № 2 (42). - С. 377-381. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42617820> (дата обращения: 10.12.2021).

33. Кислицын А.А. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Информационные технологии / А.А. Кислицын, С.В. Кузнецов, А.В. Поднебесных, А.М. Грановский // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. - 2019. - Т. 5. - № 4 (20). - С. 160-180. - URL: <https://vestnik.utmn.ru/energy/vypuski/2019-tom-5/4/857758/> (дата обращения: 16.06.2022).

34. Клубков С. Не вся нефть «черное золото» / С. Клубков, М. Мосоян // Национальный отраслевой журнал. Аналитика и прогнозы. - 2020. - С. 35-41. - URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/49a/NGV_20_2020_Klubkov_Mosoyan.pdf (дата обращения: 16.06.2022).

35. Клубков С. Стимулирование разработки ТРИЗ поможет поддержать уровень добычи нефти в России / С. Клубков // Oil&Gas Journal Russia. - 2015. - С. 6-11. - URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/e90/20150622_oil_and_gas_klubkov_6_11.pdf (дата обращения: 20.06.2022).

36. Комплексный подход к интегрированному моделированию в рамках проекта «Актив будущего»: Газпром нефть. - 2020. - 25 с. - URL: https://itforum.admhmao.ru/upload/iblock/6c5/korostelev_khudaybergenov.pdf (дата обращения: 22.05.2022).

37. Котельникова Е.И. Цифровая экономика / Е.И. Котельникова // Российские регионы в фокусе перемен: сборник докладов со специальных мероприятий XII Международной конференции. - Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2018. - С. 418-422. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37328201> (дата обращения: 11.12.2021).

38. Кузнецова С.Н. Вклад цифровой экономики в общую экономику России / С.Н. Кузнецова, В.П. Кузнецов // Научное обозрение: теория и

практика. - 2018. - № 6. - С. 177-184. - URL: https://kpfu.ru/staff_files/F_1572948324/Nauchnoe_obozrenie_teoriya_i_praktika_2_018.pdf (дата обращения: 12.12.2021).

39. Куклина Е.А. Цифровые технологии как ключевой инструмент повышения эффективности нефтегазовой отрасли в России в современных условиях функционирования / Е.А. Куклина, Д.Н. Семкова // Управленческое консультирование. - 2020. - № 4. - С. 53-65. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-kak-klyuchevoy-instrument-povysheniya-effektivnosti-neftegazovoy-otrasli-rossii-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 20.12.2021).

40. Линник Ю.Н. Цифровые технологии в нефтегазовом комплексе / Ю.Н. Линник, М.А. Кирюхин // Вестник университета. - 2019. - № 7. - С.37-40. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-neftegazovom-komplekse> (дата обращения: 15.12.2021).

41. Лысенков М.С. Преимущества внедрения цифровых технологий в нефтегазодобыче / М.С. Лысенков // Молодой ученый. - 2020. - № 37 (327). - С. 96-98. - URL: <https://moluch.ru/archive/327/73575/> (дата обращения: 09.06.2022).

42. Лукойл создал самую большую цифровую модель нефтяного месторождения в России: Лукойл пресс-релиз. - 2021. - URL: <https://lukoil.ru/PressCenter/Pressreleases/Pressrelease?rid=561008> (дата обращения: 21.05.2022).

43. Мерзлов И.Ю. Комплексная методика оценки уровня цифровизации организаций / И.Ю. Мерзлов, Е.В. Шилова, Е.А. Санникова, М.А. Сединин // Экономика, предпринимательство и право. - 2020. - Т. 10. - № 9. - С. 2379-2396. - URL: <https://1economic.ru/lib/110856> (дата обращения: 02.06.2022).

44. Методики оценки эффективности информационных систем и информационных технологий в бизнесе: учебное пособие / А.Б. Анисифоров, Л.О. Анисифорова. - Санкт-Петербург, 2014. - 97 с. - URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/3876.pdf/download/3876.pdf> (дата обращения: 05.06.2022).

45. Методика оценки эффективности цифровых решений: Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан. - Нур-Султан, 2020. - URL:

https://qazindustry.gov.kz/docs/Proekt_metodiki_otsenki_effektivnosti.pdf (дата обращения: 04.06.2022).

46. Министерство экономического развития Российской Федерации: официальный сайт. - URL: <https://www.economy.gov.ru/> (дата обращения: 20.06.2022).

47. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05августа 2000 года № 117-ФЗ (ред. от 28.05.2022). - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ (дата обращения: 15.06.2022).

48. Научный акцент: как нефтяная отрасль переходит на цифровые технологии: Известия iz. - 2021. - URL: <https://iz.ru/1126511/valerii-voronov/nauchnyi-aktcent-kak-neftianaia-otrasl-perekhodit-na-tcifrovye-tekhnologii> (дата обращения: 15.12.2021).

49. Национальная программа «Цифровая экономика»: национальная программа развития цифровой экономики: Минцифры РФ. - URL: <https://digital.ac.gov.ru/> (дата обращения: 22.03.2022).

50. Нефть и цифра: Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса. - 2020. - URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/articles/1/756/ (дата обращения: 09.06.2022).

51. Новая стратегия «Роснефть – 2022»: Роснефть. - URL: <https://www.rosneft.ru/docs/report/2017/ru/strategy.html#strategy.html#exploration-and-production> (дата обращения: 15.12.2021).

52. Нурматова В.Т. Трудноизвлекаемая нефть как перспектива развития нефтегазовой отрасли России / В.Т. Нурматова // Контуры мирового энергетического перехода. - Москва: ИМЭМО РАН, 2020. - С. 62-72. - URL: <https://www.imemo.ru/files/File/ru/publ/2020/2020-002.pdf> (дата обращения: 15.04.2022).

53. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. - URL:

<http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 19.12.2021).

54. Обучение нейронной сети // Neuronus.com. - 2018. - URL: <https://neuronus.com/theory/nn/238-obucheniya-nejronnoi-seti.html> (дата обращения: 23.05.2022).

55. Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО № 1): Федеральный стандарт оценки от 20.05.2015 года. - URL: <https://srosovnet.ru/activities/npa/fso1/> (дата обращения: 03.06.2022).

56. О временных критериях отнесения запасов нефти к категории трудноизвлекаемых: Приказ МПР РФ от 13.02.1998 г. № 41. - URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=270693#07291181006704675> (дата обращения: 05.04.2022).

57. О нефтегазовом секторе Саудовской Аравии. - URL: <http://www.iimes.ru/?p=15313> (дата обращения: 15.12.2021).

58. Определение геолого-технологической модели. Роль и место математического 3D моделирования при описании геологических объектов. - URL: [https://lektsia.com/8x1470.html#:~:text=Геолого-технологическая%20модель%20\(ПДГТМ\)%20-%20это,протяжении%20всего%20периода%20эксплуатации%20месторождения](https://lektsia.com/8x1470.html#:~:text=Геолого-технологическая%20модель%20(ПДГТМ)%20-%20это,протяжении%20всего%20периода%20эксплуатации%20месторождения) (дата обращения: 21.05.2022).

59. Основы ИНС. - 2017. - URL: <https://neural.radkopeter.ru/chapter/основы-инс/#Виды-ИНС> (дата обращения: 23.05.2022).

60. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: Указ Президента РФ от 09 мая 2017 г. № 203. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 19.12.2021).

61. Отчетность ПАО «Сургутнефтегаз»: официальный сайт. - URL: https://www.surgutneftegas.ru/investors/essential_information/reporting/?ysclid=l4vac49xt4107978504&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 20.06.2022).

62. Оценка влияния внедрения цифрового двойника на эффективность бизнес-процессов промышленного предприятия: выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) / С.И. Петренко. - Екатеринбург, 2022. - 142 с. - URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109399/1/m_th_s.i.petrenko_2022.pdf (дата обращения: 09.06.2022).

63. Оценка экономической эффективности использования технологий цифровых месторождений при принятии управленческих решений в нефтегазовом производстве: автореферат / А.Г. Гугулян. - Москва, 2017. - URL: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-ekonomicheskoi-effektivnosti-ispolzovaniya-tehnologii-tsifrovyykh-mestorozhdenii-pri/read> (дата обращения: 02.06.2022).

64. Паньшин Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития / Б. Паньшин // Наука и инновации. - 2019. - № 3 (193). - С. 48-55. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37314812> (дата обращения: 13.12.2021).

65. ПАО «Лукойл»: официальный сайт. - URL: <https://lukoil.ru/> (дата обращения: 15.12.2021).

66. ПАО «Сургутнефтегаз»: официальный сайт. - URL: <https://www.surgutneftegas.ru/> (дата обращения: 20.06.2022).

67. Пыженков Р.С. Применение технологии «больших данных» в процессе формирования финансовой отчетности по МСФО нефтегазовых компаний / Р.С. Пыженков // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». - 2020. - № 9. - С. 761-766. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-bolshih-dannyh-v-protsesse-formirovaniya-finansovoy-otchetnosti-po-msfo-neftegazovyh-kompaniy> (дата обращения: 16.12.2021).

68. Под контролем: Омский НПЗ повышает надежность оборудования с помощью уникальных отечественных систем диагностики // Сибирская нефть: онлайн-журнал. - 2018. - № 154. - URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-september/1871791/> (дата обращения: 15.12.2021).

69. Подходы к оценке эффективности цифровизации на предприятиях агропромышленного комплекса: выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) / А.А. Перевощикова. - Екатеринбург, 2022. - 115 с. - URL: https://vk.com/doc90318910_638427670?hash=sGsbP2PotjzhpEzQGbO3kdUxPF1USMWrzyx3RfzNKTH&dl=zTUYLtkoLuTA8yF5jyIosZfP3yYje1cZs6zHksx54eH (дата обращения: 03.06.2022).

70. Преимущества цифровой трансформации нефтегазовой отрасли на примере крупных нефтяных корпораций. - 2019. - URL: <https://nangs.org/news/it/preimushtestva-tsifrovoy-transformatsii-neftegazovoy-otrasli-na-primere-krupnyh-neftyanyh-korporatsiy> (дата обращения: 15.12.2021).

71. Применение информационных технологий для экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов: монография / Ю.Г. Богаткина, И.А. Пономарева, Н.А. Еремин. - Москва: МАКС Пресс, 2016. - 148 с. - URL: https://istina.msu.ru/media/publications/book/92f/9bf/19878868/Mono_Bogat_Ponom_Eremin_2016.pdf (дата обращения: 20.06.2022).

72. Применение цифровых двойников в нефтяной отрасли. Как они помогут преодолеть кризис 2021 года?: Нефтегазовая вертикаль. - URL: <http://www.ngv.ru/magazines/article/primenenie-tsifrovyykh-dvoynikov-v-neftyanoy-otrasli/> (дата обращения: 09.06.2022).

73. Проект Saudi Aramco Хурайс признан лучшим цифровым месторождением. - 2020. - URL: <https://teknoblog.ru/2020/09/16/107592> (дата обращения: 15.12.2021).

74. Р. Бухт. Определение, концепция и измерение цифровой экономики / Р. Бухт, Р. Хикс // Вестник международных организаций. -2018. - Т. 13. -

№ 2. - С. 143-172. - URL: <https://iorj.hse.ru/data/2018/08/30/1154589879/Бухт%20Хикс%20Определение%20Концепция%20и%20измерение%20цифровой%20экономики.pdf> (дата обращения: 10.12.2021).

75. Руководство по выбору гиперпараметров для ваших нейронных сетей. - 2019. - URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/guide-to-choosing-hyperparameters-for-your-neural-networks-38244e87dafa/> (дата обращения: 23.05.2022).

76. Сайфулина М.В. Проблемы внедрения цифровых технологий в промышленном секторе России / М.В. Сайфулина, А.И. Зарубин, Л.А. Толстолесова // Математическое и информационное моделирование: материалы Всероссийской конференции молодых учёных. - Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2021. - С. 450-456. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47170734&pff=1> (дата обращения: 01.02.2022).

77. Саркисян К.Р. Развитие и перспективы применения блокчейн технологий в мировой нефтегазовой промышленности / К.Р. Саркисян // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 8. - С. 116-120. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-i-perspektivy-primeneniya-blokcheyn-tehnologiy-v-mirovoy-neftegazovoy-promyshlennosti> (дата обращения: 16.12.2021).

78. Серков М.А. Способы добычи трудноизвлекаемых запасов нефти / М.А. Серков // Экономические науки. - 2020. - №186. - С. 111-113. - URL: https://ecsn.ru/files/pdf/202005/202005_111.pdf (дата обращения: 23.05.2022).

79. Сетевой метод повышения качества нефтегазопромысловых работ: магистерская диссертация / А.И. Смирнов. - Красноярск, 2016. - 128 с. - URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/29120/dissertaciya_smirnov_neyronnye_seti_.pdf?sequence=2 (дата обращения: 16.06.2022).

80. Сложный путь трудной нефти: обзор. - 2022. - URL: <https://www.interfax.ru/business/843599> (дата обращения: 29.04.2022).

81. Строкач К.Е. Эффективность внедрения инновационных технологий для разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти / К.А. Строкач // Молодой учёный. - 2019. - № 6 (244). - С. 146-149. - URL: <https://moluch.ru/archive/244/56443/> (дата обращения: 03.06.2022).

82. Сулоева С.Б. Особенности цифровой трансформации предприятий нефтегазового комплекса / С.Б. Сулоева, В.С. Мартынатов // Организатор производства. - 2019. - Т. 27. - № 2. - С. 27-36. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tsifrovoy-transformatsii-predpriyatiy-neftegazovogo-kompleksa> (дата обращения: 20.05.2022).

83. Трансформация нефтегазового сектора под воздействием интернета вещей: Neftegaz.ru. - URL: https://digitalization.neftegaz.ru/internet_of_things/ (дата обращения: 17.12.2021).

84. «Трудная» нефть: вызовы и перспективы: аналитический доклад ЦСП «Платформа». - 2018. - URL: https://pltf.ru/wp-content/uploads/2019/03/trudnaya_nefte_vyzovy_i_perspektivy_05.03.pdf (дата обращения: 20.05.2022).

85. Тушинская К.В. Основные подходы к определению понятия «цифровая экономика» / К.В. Тушинская // Молодежь в науке и предпринимательстве: сборник научных статей VIII международного форума молодых ученых. - Гомель: Издательство «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2019. - С. 235-237. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41158898> (дата обращения: 11.12.2021).

86. «Умная» добыча: почему цифровые технологии удержат низкие цены на нефть: Рамблер финансы. - URL: <https://finance.rambler.ru/economics/38084754-umnaya-dobycha-pochemu-tsifrovye-tehnologii-uderzhat-nizkie-tseny-na-neft/> (дата обращения: 22.12.2021).

87. Управление инновационными процессами на предприятиях нефтегазового комплекса: учебное пособие / А.Ф. Андреев, А.А. Синельников. -

Москва: МАКС Пресс, 2008. - 244 с. - URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-upravlenie-innovacionnymi-processami-na-predpriyatiyah-neftegazovogo-kompleks.pdf> (дата обращения: 05.06.2022).

88. Устойчивое развитие: приоритет цифровизации и технологии: Роснефть. - URL: <https://www.rosneft.ru/docs/report/2020/ru/sustainable-development/digital-transformation.html> (дата обращения: 15.12.2021).

89. Филиппов Е.В. Применение интегрированного моделирования в нефтегазовой отрасли / Е.В. Филиппов, Г.Н. Чумаков, И.Н. Пономарева, Д.А. Мартюшев // Недропользование. - 2020. - Т. 20. - №4. - С. 386-400. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-integrirovannogo-modelirovaniya-v-neftegazovoy-otrasli/viewer> (дата обращения: 23.05.2022).

90. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс / Саймон Хайкин. - Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. - 2-е изд. - 1104 с. - URL: https://docviewer.yandex.ru/view/1215469922/?page=1&*=ilZVd6FXRSOVBG19t2Z50E1%2FXooJ7InVybcI6InlhLWRpc2stcHVibGljOi8vNG95VUlvT0hNMDdMVFoWmW9qK1NXTVpGY3J0OFV5WitLL2V0TEZnSUtOYz0iLCJ0aXRzZSI6ItC10LDQuDC60LjQvSDQoS4gMjAwNiDQndC10LnRgNC%2B0L3QvdGL0LUg0YHQtdGC0LguINCf0L7Qu9C90YvQuSDQutGD0YDRgS5kanZ1Iiwibm9pZnJhbWUiOmZhbnNLCJ1aWQiOiIxMjE1NDY5OTIyIiwidHMiojE2NTM1NTYxODY5MjMsIn11joiNjg2NzI1NjE3MTUzMDY1MjQzMjY5J9 (дата обращения: 28.05.2022).

91. Хартуков Е.М. Экономика «сланцевой» нефтедобычи / Е.М. Хартуков // Московский экономический журнал. - 2020. - № 8. - URL: <https://qje.su/otraslevaya-i-regionalnaya-ekonomika/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2020-53/> (дата обращения: 21.05.2022).

92. Хливненко Л.В. Практика нейросетевого моделирования: монография / Л.В. Хливненко. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. - 214 с. - URL: <http://window.edu.ru/resource/970/80970/files/Хливненко%20Л.В.%20Практика%20нейросетевого%20моделирования.pdf> (дата обращения: 25.05.2022).

93. Ценжарик М.К. Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели / М.К. Ценжарик, Ю.В. Крылова, В.И. Стещенко // Вестник Санкт-Петербургского университета: экономика. - 2020. - Т. 36. - № 3. - С. 390-420. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-kompaniy-strategicheskiy-analiz-factory-vliyaniya-i-modeli/viewer> (дата обращения: 20.05.2022).

94. Цёхла С.Ю. Направления формирования экономических эффектов внедрения цифровых двойников / С.Ю. Цёхла, Н.А. Симченко // Россия: тенденции и перспективы развития. - 2020. - С. 426-429. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-formirovaniya-ekonomicheskikh-effektov-vnedreniya-tsifrovyyh-dvoynikov> (дата обращения: 09.06.2022).

95. Цифровая буровая: большой проект «Газпром нефть»: Управление производством. - 2020. - URL: https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_production/tsifrovaya-burovaya-bolshoy-proyekt/ (дата обращения: 19.05.2022).

96. Цифровая добыча нефти: тюнинг для отрасли: VYGON Consulting. - 2018. - 61 с. - URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/d11/vygon_consulting_digital_upstream.pdf (дата обращения: 01.06.2022).

97. Цифровая трансформация нефтегазового сектора: Нефтехимия. - 2021. - URL: <https://belchemoil.by/news/analitika/cifrovaya-transformatsiya-neftegazovogo-sektora> (дата обращения: 15.12.2021).

98. Цифровая экономика: как специалисты понимают этот термин: РИА новости. - URL: <https://ria.ru/20170616/1496663946.html> (дата обращения: 19.12.2021).

99. Цифровое бурение: цифровые технологии повышают эффективность бурения // Сибирская нефть: онлайн-журнал. - 2019. - № 163. - URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-july-august/3406689/> (дата обращения: 15.12.2021).

100. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение // Доклад НИУ ВШЭ. - Москва: Издательский дом Высшей школы экономики. - 2019. - с. 85 - URL: https://www.hse.ru/data/2019/04/12/1178004671/2%20Цифровая_экономика.pdf

(дата обращения: 10.12.2021).

101. Что такое цифровые двойники и где их используют: РБК-тренды. - 2021. - URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb> (дата обращения: 23.05.2022).

102. Шмаль Г.И. Проблемы при разработке трудноизвлекаемых запасов нефти в России и пути их решения / Г.И. Шмаль // Георесурсы. - 2016. - Т. 18. - № 4. - Ч. 1. - С. 256-260. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pri-razrabotke-trudnoizvlekaemyh-zapasov-nefti-v-rossii-i-puti-ih-resheniya/viewer>

(дата обращения: 21.06.2022).

103. Шушкевич Н.Ю. Противодействие угрозе сокращения добычи нефти: пути решения, применение цифровых моделей и технологий / Н.Ю. Шушкевич // Вестник современных цифровых технологий. - 2020. - № 5. - С. 6-14. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44490083&> (дата обращения: 22.05.2022).

104. Щепина И.Н. Цифровая экономика как одна из моделей развития постиндустриального общества / И.Н. Щепина, А.А. Бородина // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. - 2019. - № 2. - С. 97-105. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-kak-odna-iz-modeley-razvitiya-postindustrialnogo-obschestva> (дата обращения: 14.12.2021).

105. Эколого-экономические проблемы добычи сланцевой нефти: магистерская диссертация / Д.А. Солодовников. - Тюмень, 2017. - 88 с. - URL: https://vk.com/doc499443899_641712812?hash=yBPHXUOIEeM8Gk7AcocqzVGzEVTg3lczkTshbMUb0&dl=glOf6gdJ4O5t4UiStUUuzBiOSZnyvmRg0w6rj4tpfn0

(дата обращения: 20.05.2022).

106. Экономические аспекты разработки трудноизвлекаемых запасов нефти (на примере ЗАО «Сибирская сервисная компания»): магистерская

диссертация / И.А. Тухватшин. - Томск, 2018. - 114 с. - URL: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/45890/1/TPU464699.pdf> (дата обращения: 24.05.2022).

107. ЭРА. ОТПИМА: научно-технический центр «Газпром нефть». - URL: <https://ntc.gazprom-neft.ru/press-center/photobank/era-optima/> (дата обращения: 15.12.2021).

108. Dini P. A Network of Digital Business Ecosystems for Europe: Roots, Processes and Perspectives // Digital Business Ecosystems. - Bruxelles: European Commission. - 2007. - Pp. 26-29.

109. Dong H. An Integrative view of the concept of Digital Ecosystem / Dong H., Hussain F.K. // Proceedings of the Third International Conference on Networking and Services. - Washington, USA: IEEE Computer Society. - 2007. - Pp. 42-45.

110. Капустин N. Global prospects of unconventional oil in the turbulent market: a long term outlook to 2040 / N.O. Капустин, D.A. Grushevenko // Oil & Gas Science and Technology. - 2018. - Pp. 1-13. - URL: https://www.eriras.ru/files/global_prospects_of_unconventional_oil_in_the_turb.pdf (дата обращения: 25.05.2022).

111. Lu H. Blockchain technology in the oil and gas industry: a review of applications, opportunities, challenges, and risks / Lu H., Azimi M., Huang K., Guo L. // IEEE ACCESS. - 2019. - Pp. 41426-41444. - URL: <https://www.researchgate.net/publication/332048415> (дата обращения: 12.12.2021).

112. Opeyemi Bello. Application Of Artificial Intelligence Methods In Drilling System Design And Operations: A Review Of The State Of The Art / Opeyemi Bello, Javier Holzmann, Tanveer Yagood, Catalin Teodoriu // Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research. - 2015. - № 2. - pp. 121-139. - URL: <https://sci-hub.ru/10.1515/jaiscr-2015-0024> (дата обращения: 18.05.2022).

113. Priyanka E.B. A smart-integrated IoT module for intelligent transportation in oil industry / E.B. Priyanka, C. Maheswari, S. Thangavel // International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields. - 2021. - № 3. - URL: <https://sci-hub.ru/10.1002/jnm.2731> (дата обращения: 08.06.2022).

114. S. Adel Mahmood. 5G Wireless Technologies- Future Generation Communication Technologies // International Journal of Computing and Digital Systems. - 2017. - Volume 3. - Pp. 139-147. - URL: https://www.researchgate.net/publication/318985640_5G_Wireless_Technologies-Future_Generation_Communication_Technologies (дата обращения: 19.12.2021).
115. Saifulina M.V. Digital economy / M.V. Saifulina, Z.M. Kaipov // Experientia est optima magistra (опыт лучший учитель): Международный сборник научных трудов. - Белгород: ООО «Эпицентр», 2021. - С. 368-374.
116. Williams L.D. Concepts of Digital Economy and Industry 4.0 in Intelligent and information systems // International Journal of Intelligent Networks. - 2021. - Volume 2. - Pp. 122-129. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266660302100018X> (дата обращения: 10.12.2021).