

На правах рукописи

ОСИПЕНКО АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(экономика инноваций)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург - 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Научный руководитель - доктор экономических наук, профессор **Балукова Валентина Александровна**

Официальные оппоненты: **Бабкин Александр Васильевич**, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет, профессор — Высшая инженерно-экономическая школа, заведующий научно-исследовательской лабораторией - Научно-исследовательская лаборатория «Цифровая экономика промышленности»

Табурчак Алексей Петрович, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), декан 6 факультета — Экономики и менеджмента, заведующий кафедрой бизнес-информатики

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Казанский национальный исследовательский технологический университет**»

Защита состоится «___» _____ 2026 года в _____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: г. Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, лит. А, ауд. _____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://unescon.ru/dissovetu> федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Автореферат разослан «__» _____ 2026 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Хорева Л.В.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования

Цифровая трансформация в проектировании промышленных объектов, как процесс непрерывной смены инновационных проектов по цифровизации деятельности проектных организаций, обеспечивает синергию процессов, которые направлены на повышение эффективности, надежности и безопасности промышленных предприятий. Однако осуществление цифровой трансформации требует значительных затрат в разных формах и характеризуется высокими рисками. Для определения экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации необходимы методические подходы, которые позволят достоверно оценивать полученные преимущества.

Возрастающие требования к результативности инновационной деятельности субъектов хозяйствования, в частности процессов проектирования объектов нефтеперерабатывающих предприятий, и отсутствие общепринятых подходов к оценке экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании (ЦТП) предопределили актуальность выбора темы диссертации.

Степень разработанности научной проблемы. Научные аспекты экономики инноваций и оценки цифровой трансформации в организациях вызвали существенный интерес российского и зарубежного научного сообщества. Исследованием проблем инновационного развития предприятий занимались многие российские ученые, среди которых А.В. Амельченко, Р.Х. Азиева, А.Г. Айрапетова, А.В. Аксянова, А.А. Алексеев, Н.С. Алексеева, А.Н. Асаул, Г.Л. Багиев, В.А. Балукова, А.Г. Бездудная, С.В. Валдайцев, Н.Г. Викторова, Г.Г. Воронов, Е.Д. Вайсман, С.Ю. Глазьев, Ю.А. Дорошенко, А.А. Ильинский, В.В. Кобзев, Л.В. Канторович, А.Е. Карлик, Г.А. Краюхин, В.В. Корелин, С.В. Кузнецов, Д.С. Львов, Д.А. Любименко, А.Е. Моисеев, Н.А. Мурашова, В.В. Окрепилов, В.В. Платонов, Д.Г. Родионов, А.А. Румянцев, И.Г. Салимьянова, М.В. Тихонова, Н.Н. Тихомиров, В.М. Тумин, А.Е. Череповицын, А.И. Шинкевич, С.Ю. Шевченко, А.Д. Шматко, Е.А. Яковлева и другие.

Ученые и специалисты постоянно прилагают усилия к анализу цифровой экономики и выработке оценочных показателей эффективности цифровой трансформации. Многочисленные аспекты предметной области были рассмотрены в трудах: С.А. Андриющенко, А.В. Бабкина, М.А. Еловской, Д.К. Селезнева, А.И. Шинкевича, Л.С. Леонтьевой, В.В. Кобзева, Е.А. Ткаченко, П.М. Лукичёва, В.М. Макова, А.А. Молдована, А.П. Табурчака, В.А. Плотникова,

А.С. Скоробогатова, Ю.А. Тихомирова, М.Г. Тягунова, М.А. Положихиной, М.К. Ценжарик, М.Я. Веселовского, Л.В. Хоревой, Н.С. Хорошавиной, Г.А. Чмут, В.Ф. Шамшович, Е.А. Яковлевой и др. В зарубежной литературе исследуемая проблематика рассматривалась в трудах М. Алле, П. Друкера, Р. Купера, М. Портера, Р. Перронса, Р. Румельта, Б. Санто, М. Фелдмена, М. Флорио, Г. Чесбро, Й. Шумпетера, Р. Солоу, Б. Твисса, Э. Харгадона, Л. Эдвинссона и др.

Проблемы инновационного развития нефтегазового комплекса России исследовались в трудах В.А. Балуковой, М.А. Биколовой, В.Л. Богданова, О.Б. Брагинского, Л.М. Бурштейна, М.А. Лебедского-Тамбиева, А.Н. Дмитриевского, В.Р. Огорокова, Д.Ш. Султановой, И.В. Андроновой, А.А. Ильинского, Н.И. Комкова, А.Э. Конторовича, А.Г. Коржубаева, Н.В. Лаптева, В.Р. Лившица, В.М. Макова, В.И. Песли, И.В. Проворной, С.В. Рыжковой, В.Е. Сомова, И.А. Садчикова, И.В. Филимоновой, А.Е. Череповицына, М.Р. Усманова, Л.В. Эдера и др.

Целью диссертационного исследования является разработка и обоснование метода оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании предприятий нефтепереработки. Для достижения поставленной цели диссертационного исследования потребовалось решить следующие **задачи**:

- развить терминологический аппарат теории экономики инновационного развития, определить место цифровой трансформации в структуре национальной инновационной системы, сформировать платформу цифровой трансформации информационно-знаниевой среды;
- разработать механизм реализации цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий (НПП);
- на основе ресурсно-ориентированного подхода разработать навигатор инновационного развития проектирования с учетом изменения структуры интеллектуального капитала, а также навигатор определения экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании предприятий;
- предложить метод оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании предприятий;
- разработать оптимизационную модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании НПП;
- выявить специфические риски, присущие инновационным проектам по цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

Объектом исследования выступают инновационные процессы цифровой трансформации экономической деятельности в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

Предметом исследования являются методы и модели оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании предприятий.

Теоретической базой исследования послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых в области экономики инноваций, а также теоретические и методические исследования, связанные с моделированием экономических систем и процессов.

Методологической основой исследования является совокупность методов и инструментов системного, ресурсно-ориентированного подходов, методов когнитивного анализа, статистических методов, расчетно-аналитических методов, методов классификации, логического и сравнительного анализа, математического моделирования.

Информационную базу исследования составляют нормативно-правовые и законодательные акты Российской Федерации, материалы Федеральной службы государственной статистики, годовые отчеты нефтегазовых и нефтеперерабатывающих компаний, материалы инжиниринговых компаний, публикации отечественных и зарубежных авторов в научных изданиях и периодической печати, материалы научных конференций и симпозиумов, данные экспертных оценок.

Обоснованность результатов исследования базируется на использовании актуальных статистических данных и экспертных оценок ведущих специалистов предприятий.

Достоверность результатов исследования основана на апробации результатов исследования применительно к деятельности организации по проектированию нефтеперерабатывающих предприятий.

Соответствие диссертации пунктам Паспорта научной специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика в части пунктов (экономика инноваций): п. 7.5. Цифровая трансформация экономической деятельности. Модели и инструменты цифровой трансформации; п. 7.8. Теория, методология и методы оценки эффективности инновационных проектов и программ.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в развитии теоретических основ экономики инноваций, разработке методических подходов к оценке экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации проектирования нефтеперерабатывающих предприятий.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Представлена уточнённая трактовка понятий «цифровая трансформация», «цифровой фактор успеха», «цифровой капитал», «технико-экономический фактор высвобождения времени»,

соответствующие современным условиям развития цифровой среды, что позволило определить место цифровой трансформации в структуре национальной инновационной системы, сформировать платформу цифровой трансформации информационно-знаниевой среды, разработать методическую базу для выявления факторов инновационного развития процессов проектирования, а также методических основ оценки экономической эффективности инновационных проектов в сфере цифровых преобразований в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

2. Разработан механизм реализации цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий, отличающийся учетом экономической эффективности преобразования исходного состояния процессов проектирования в желаемое целевое состояние, по уровню развития цифровых технологий, в рамках конкретной научно-технической формации. Механизм позволяет оценить траекторию этих преобразований посредством реализации потенциала цифровых инструментов и эффективного встраивания цифрового ресурса в практическую деятельность проектной организации.

3. На основе ресурсно-ориентированного подхода разработаны навигатор инновационного развития проектирования, отличающийся учетом влияния цифровых ресурсов и организационных способностей на экономическую эффективность цифровой трансформации проектных организаций, и навигатор определения экономической эффективности цифровой трансформации, отличающийся учетом эффективности использования ресурсов цифровой трансформации в процессе формирования структуры интеллектуального капитала, что позволяет сформировать стратегический цифровой инструментарий инновационных преобразований структуры капитала организации.

4. Предложен метод оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании на базе системного и ресурсно-ориентированного подходов, отличающийся систематизацией внешних факторов цифровых преобразований и структурным анализом внутренних факторов в процессе цифровой трансформации проектирования нефтеперерабатывающих предприятий, формирующих стратегический цифровой фактор успеха. Метод позволяет выявлять ключевые зависимости в оценивании экономической эффективности цифровых инновационных проектов.

5. Разработана оптимизационная модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании, отличающаяся учетом высвобождения времени от внедрения цифровых технологий и повышения производительности труда, сокращением

сроков простоя оборудования и рисков от аварий, позволяющая определять экономическую эффективность цифровых инноваций в зависимости от формы собственности проектной организации.

6. Предложена классификация рисков цифровой трансформации в проектировании и выполнен их анализ с применением инструментария когнитивной карты. Классификация отличается учетом специфических рисков и их систематизацией по отношению к высвобождению времени в процессе реализации инновационных проектов цифровой трансформации в проектировании объектов нефтепереработки, и позволяет выявлять и оценивать воздействие различных видов рисков на индекс доходности цифровой трансформации.

Теоретическая значимость диссертации заключается в научном обосновании и концептуальной проработке методов и моделей оценки эффективности цифровой трансформации экономической деятельности, развитии методических рекомендаций по оценке экономической эффективности проектирования производственных объектов.

Практическая значимость результатов состоит в возможности их использования проектными организациями с целью унификации методического подхода к оценке экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

Апробация выводов и результатов исследования. Основные положения и выводы диссертационного исследования нашли отражение в опубликованных автором статьях и докладах на научно-практических конференциях: XII Международная научно-практическая конференция «Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра» (г. Уфа, 2 мая 2023г.); III Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной экономики» (г. Санкт-Петербург, 9-10 ноября 2023г.); XV Международная научно-практическая конференция памяти заслуженного деятеля науки РФ В.И. Кравцовой (г. Москва, 7 декабря 2023г.); XXXIV Международная научно-практическая конференция «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований» (Bengaluru, Karnataka, India, 18-19 марта 2024г.); Ежегодная аспирантская конференция «Интеграционные процессы в науке, образовании и бизнесе: опыт и перспективы развития (к 300-летию с даты основания Российской академии наук)» (г. Санкт-Петербург, 17 мая 2024г.); V Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной экономики» (г. Санкт-Петербург, 17-18 октября 2024г.); VI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной экономики» (г. Санкт-Петербург, 23-24 апреля 2025г.); Ежегодная аспирантская конференция

«Научные исследования в высшей школе: новые идеи, проблемы внедрения, поиск решений» (г. Санкт-Петербург, 27 мая 2025г.).

Публикации по теме исследования. Основные положения диссертации опубликованы в 18 научных статьях общим объемом более 15,6 п.л. (из которых вклад автора более 8,08 п.л.), в т.ч. в рекомендованных ВАК изданиях - 7 статей объемом 7,6 п.л. (из которых вклад автора 4,25 п.л.).

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка, содержащего 290 источников.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Представлена уточнённая трактовка понятий «цифровая трансформация», «цифровой фактор успеха», «цифровой капитал», «технико-экономический фактор высвобождения времени», соответствующие современным условиям развития цифровой среды, что позволило определить место цифровой трансформации в структуре национальной инновационной системы, сформировать платформу цифровой трансформации информационно-знаниевой среды, разработать методическую базу для выявления факторов инновационного развития процессов проектирования, а также методических основ оценки экономической эффективности инновационных проектов в сфере цифровых преобразований в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

Выполнено обобщение и систематизация понятийного аппарата в сфере оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании. В широком смысле цифровая трансформация представляет собой процесс преобразования социально-экономической формации в ее новую стадию посредством эффективной реализации цифровых инструментов и методов в общественной практике. В узком смысле цифровая трансформация – эффективная реализация совокупности последовательных инновационных проектов и программ, направленных на ускорение обмена многократно увеличивающегося объема информации и переноса формата взаимодействия субъектов социально-экономической системы в цифровую среду с целью получения дохода и / или повышения качества жизни общества.

Совокупность инновационных, информационных, интеллектуальных, цифровых и временных ресурсов формирует уникальный цифровой фактор успеха, представляющий собой стратегический цифровой инструмент инновационных преобразований структуры капитала организации. Цифровой капитал представляет собой

продукт цифрового преобразования совокупности знаний в фактор производства, обладающий свойством приносить добавленную стоимость. Техничко-экономический фактор высвобождения времени вследствие цифровой трансформации представляет собой совокупность натуральных показателей, характеризующих проектируемый объект.

В процессе цифровой трансформации экономическая система претерпевает изменения в части ее информационно-знаниевой среды (рис.1) путем осуществления инновационных проектов до определенного конечного состояния, которое представляет собой наиболее эффективное использование цифровых ресурсов в данной научно-технической формации. При этом формулируется вывод о двойственном характере цифровой трансформации: как обладающей динамическими свойствами (процесс непрерывного развития инновационных цифровых технологий), так и статическими свойствами (дискретность при переходе от одной научно-технической формации к другой).



Рисунок 1 - Платформа цифровой трансформации информационно-знаниевой среды

Разработанная информационно-знаниевая платформа цифрового преобразования экономической системы является научной базой по выявлению факторов инновационного развития процессов проектирования, а в дальнейшем - методических основ оценки экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации в проектировании предприятий.

2. Разработан механизм реализации цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий, отличающийся учетом экономической эффективности преобразования исходного состояния процессов проектирования в

желаемое целевое состояние, по уровню развития цифровых технологий, в рамках конкретной научно-технической формации. Механизм позволяет оценить траекторию этих преобразований посредством реализации потенциала цифровых инструментов и эффективного встраивания цифрового ресурса в практическую деятельность проектной организации.

Основой цифровой трансформации в проектировании должен служить механизм, как связующая система, объединяющая экономическую деятельность проектной организации, инструменты ее цифровой трансформации, управление инновационными процессами и оценкой их экономической эффективности. Преобразование исходного состояния процессов проектирования в желаемое целевое состояние становится возможным благодаря встраиванию цифрового ресурса в структуру интеллектуального капитала, а также эффективной реализации потенциала цифровых инструментов в практике проектирования. На рис. 2 представлен механизм реализации цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

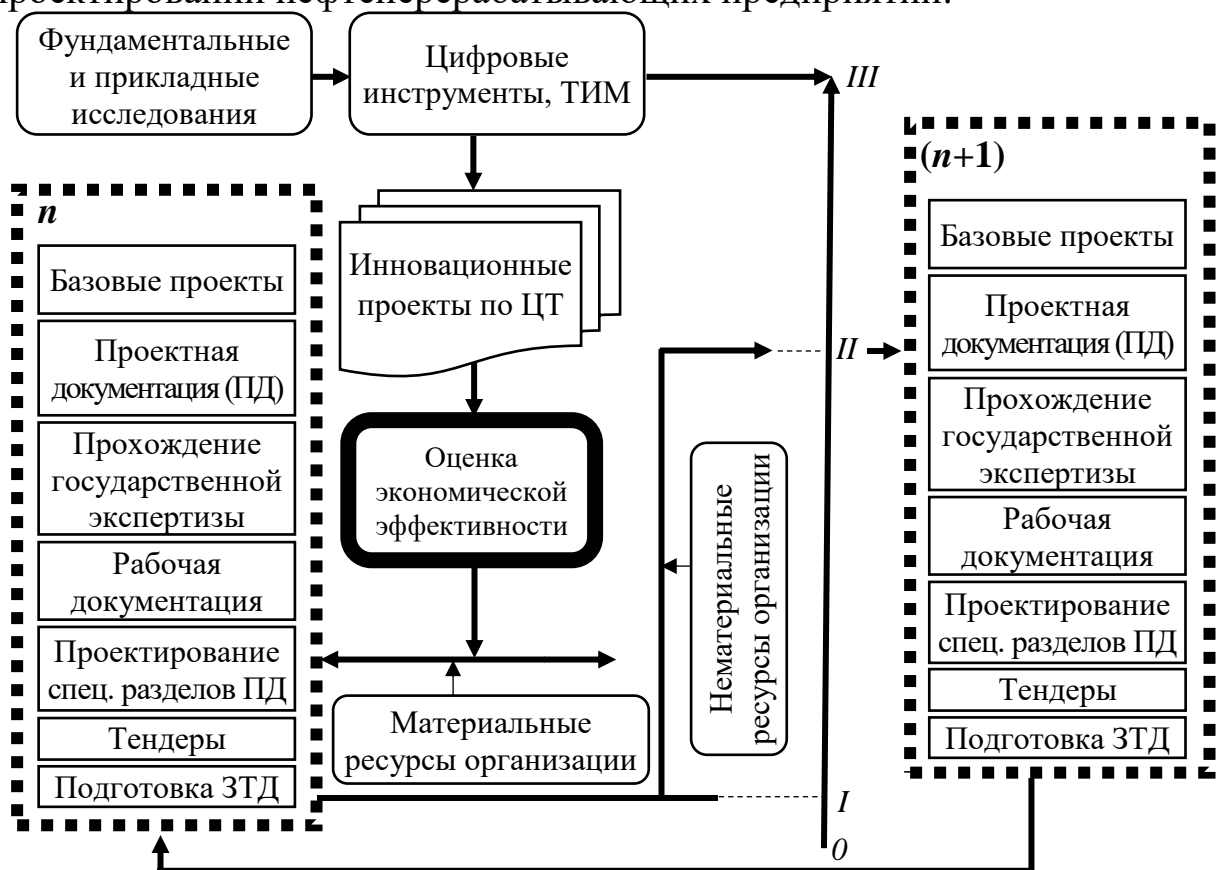


Рисунок 2 – Механизм реализации цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий

Проектная организация находится в первоначальном состоянии (n) с определенным уровнем цифровой зрелости I , при этом технические возможности цифровой трансформации в рамках данной научно-технической формации находятся на уровне III . Путем оценки

экономической эффективности инновационных проектов по ЦТП определен целевой уровень цифровой зрелости проектной организации, находящийся на уровне II. Таким образом, система проектной организации посредством реализации эффективных инновационных проектов по ЦТП переходит в новое состояние – $(n+1)$, которое является целевым в рамках данной научно-технической формации. При появлении принципиально новых технических возможностей, данное состояние становится первоначальным, и цикл повторяется.

3. На основе ресурсно-ориентированного подхода разработаны навигатор инновационного развития проектирования, отличающийся учетом влияния цифровых ресурсов и организационных способностей на экономическую эффективность цифровой трансформации проектных организаций, и навигатор определения экономической эффективности цифровой трансформации, отличающийся учетом эффективности использования ресурсов цифровой трансформации в процессе формирования структуры интеллектуального капитала, что позволяет сформировать стратегический цифровой инструментарий инновационных преобразований структуры капитала организации.

Навигаторы представляют собой структурно-логические модели идентификации, реструктуризации и развития совокупности нематериальных активов и их взаимосвязей, являются инструментом управления рациональным использованием интеллектуального потенциала для обеспечения прироста добавочной стоимости.

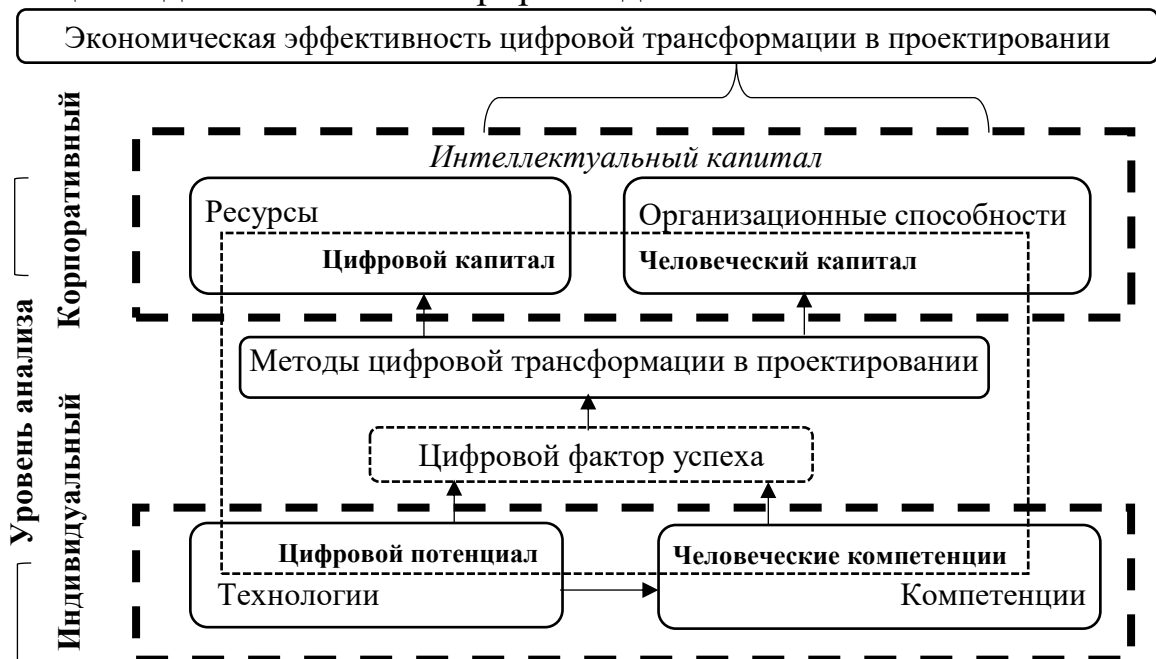


Рисунок 3 – Навигатор инновационного развития проектирования на основе цифровой трансформации

Автором разработан навигатор цифрового инновационного развития проектных организаций (рис. 3). Технологии и цифровые компетенции, образующие цифровой фактор успеха на индивидуальном уровне, создают ресурсы инновационного развития процессов проектирования и организационные способности на базе ЦТП, и переходят на корпоративный уровень, формируя цифровой капитал и человеческий капитал как часть интеллектуального капитала компании. Для определения экономической эффективности ЦТП автором разработан соответствующий навигатор, представленный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Навигатор определения экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании

4. Предложен метод оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании на базе системного и ресурсно-ориентированного подходов, отличающийся систематизацией внешних факторов цифровых преобразований и структурным анализом внутренних факторов в процессе цифровой трансформации проектирования нефтеперерабатывающих предприятий, формирующих стратегический цифровой фактор успеха. Метод позволяет выявлять ключевые зависимости в оценивании экономической эффективности цифровых инновационных проектов.

Для определения экономической эффективности ЦТП целесообразно использование показателя индекса доходности цифровой трансформации проектной организации (ИДЦТ), представляющего соотношение дисконтированных результатов цифровой трансформации к инвестиционным затратам на цифровые преобразования. Нахождение ИДЦТ требует учета и систематизации множества внешних и внутренних факторов. Для этих целей автором предлагается метод оценки эффективности ЦТП, основанный на совместном использовании системного и ресурсно-ориентированного подходов. Логическое описание метода схематично представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Концептуальное представление метода оценки экономической эффективности ЦТП

При оценке ИДЦТ системный подход позволяет систематизировать и учесть влияние внешних факторов, влияющих на инновационные преобразования в проектировании, а ресурсно-ориентированный подход - выявить изменение в структуре внутренних ресурсов при введении принципиально нового вида ресурсов – цифровых ресурсов.

Предлагаемый метод, основанный на использовании системного и ресурсно-ориентированного подходов, создает объективную основу для оценки целесообразности осуществления инновационных проектов и построения оптимизационной модели оценки экономической эффективности ЦТП.

5. Разработана оптимизационная модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании, отличающаяся учетом высвобождения времени от внедрения цифровых технологий и повышения производительности труда, сокращением сроков простоя оборудования и рисков от аварий, позволяющая определять экономическую эффективность цифровых инноваций в зависимости от формы собственности проектной организации.

Проектная организация может являться самостоятельным субъектом экономической деятельности (1) или может находиться в структуре вертикально-интегрированных нефтяных компаний (ВИНК), нефтяных компаний (НК) или нефтеперерабатывающих предприятий (НПП) (2), а также может, находясь в составе ВИНК, НК или НПП, выполняя объем проектных работ, который требуется для компании, осуществлять, при этом и коммерческую деятельность (3).

В качестве целевой функции модели принимается:

- (1) - максимизация индекса доходности совокупности инновационных проектов цифровой трансформации (ИДЦТ₁);
- (2) - максимизация индекса доходности цифровой трансформации (ИДЦТ₂), и в виде роста производительности труда на предприятии в результате цифровой трансформации в проектировании ($\Delta ПТ^{ЦТ}$);
- (3) – комбинацией предыдущих вариантов.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ИДЦТ}_1 = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I \frac{((T^{\text{ЭФФ}} - \Delta T_{\text{kit}}^{\text{ЦТ}}) * ПТ_t^{\text{ЦТ}} + \Delta T_{\text{kit}}^{\text{ЦТ}} * ПТ_t^{\text{ЦТ}} - T^{\text{ЭФФ}} * ПТ_{t_3}) - \Delta C_t - H + A_{\text{Cit}}}{\text{ИВЦ}_{it} / (1 + E)^t} \rightarrow \max \\ \text{ИДЦТ}_2 = \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T \frac{((\Pi_{rt}^{\text{ЦТ}} - \Pi_{rt}) + A_{rt}) / (1 + E)^t}{\text{ИВЦ}_{it} / (1 + E)^t} \rightarrow \max \\ \Delta ПТ^{\text{ЦТ}} = \sum_{m=1}^M \frac{\text{ТП}_m}{\Delta T_{m \text{рем}}^{\text{ЦТ}} - \Delta T_{m \text{ТО}}^{\text{ЦТ}} - \Delta T_{m \text{АС}}^{\text{ЦТ}} * B_{\text{АС}}} \rightarrow \max \end{array} \right. \quad (1)$$

где $ПТ_t^{\text{ЦТ}}$ – показатель производительности труда, определяемый как отношение роста объема выполненных работ (проектов) в стоимостном выражении ко времени выполнения проектных работ после

осуществления мероприятий по цифровой трансформации в проектировании в году t , в денежных ед./дни;

$\Delta T_{kit}^{\text{ЦТ}}$ – время, высвобождаемое за счет внедрения цифровой трансформации k -го вида ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах по цифровой трансформации в проектировании в году t , в днях;

$T^{\text{ЭФФ}}$ – эффективный фонд рабочего времени в проектной организации, в днях;

$\text{ПТ}_{tэ}$ – показатель производительности труда, определяемый как отношение роста товарной продукции (проектов) в стоимостном выражении ко времени выполнения проектных работ до осуществления мероприятий по цифровой трансформации в проектировании в эталонном году $tэ$, в денежных ед./дни;

C_t – себестоимость проектных работ в году t , в денежных ед.;

H – налоговые отчисления на прибыль от реализации выполнения проектных работ в организации в году t , в денежных ед.;

АЦ_{it} – амортизация инвестиционных вложений инновационных проектов по цифровизации проектов i в году t ;

T – расчетный период;

k – количество принимаемых в расчет ТЭФВВ;

t – год расчета;

E – норма дисконта;

ИВЦ_{it} – инвестиционные вложения в цифровую трансформацию проектной организации в i -ых инновационных проектах по цифровой трансформации в проектировании в году t .

$\text{П}_{rt}^{\text{ЦТ}}$ – чистая прибыль от реализации инвестиционных проектов r на предприятии, полученная после осуществления цифровой трансформации в проектировании в году t , в денежных ед.;

П_{rt} – чистая прибыль от реализации инвестиционных проектов r на предприятии, до осуществления цифровой трансформации в проектировании в году t , в денежных ед.;

А_{rt} – амортизация инвестиционных вложений инвестиционных проектов r , осуществляемых на предприятии, в году t , в денежных ед.;

ТП_m – прирост товарной продукции, выпущенной предприятием за дополнительное время работы оборудования, по видам m товарной продукции, в денежных ед.;

$\Delta T_{m \text{рем}}^{\text{ЦТ}}$ – сокращение сроков проведения ремонтных работ на предприятии за счет внедрения цифровой трансформации, в час.;

$\Delta T_{m \text{ТО}}^{\text{ЦТ}}$ – сокращение сроков проведения технического обслуживания на предприятии за счет внедрения цифровой трансформации, в час.;

$\Delta T_{mAC}^{ЦТ}$ – сокращение сроков простоя оборудования в связи с аварийными случаями и ошибками персонала на предприятии за счет внедрения цифровой трансформации, в час.;

B_{AC} – эмпирический коэффициент вероятности возникновения аварийных случаев, в долях ед.

Экономико-математическая модель имеет следующие ограничения:

1) по высвобождаемому времени по видам k составляющих доходной части:

$$\Delta T_{kit}^{ЦТ} = \frac{OЗРВЕП_{ki} * ТЭФВВ_{k(i+1)}}{\sum_{k=1}^K k} - T_{i+1} \quad (2)$$

$$\Delta T_{kit}^{ЦТ} > 0$$

где $OЗРВЕП_{ki}$ – относительные значения рабочего времени (в днях) на единицу k -того показателя ТЭФВВ по i – тому инновационному проекту цифровой трансформации;

$ТЭФВВ_{k(i+1)}$ – технико-экономический фактор высвобождения времени k -того показателя ТЭФВВ по $(i+1)$ инновационному проекту цифровой трансформации;

T_{i+1} – фактическое время выполнения проектных работ в $(i+1)$ инновационном проекте цифровой трансформации, в днях;

$\Delta T_{kit}^{ЦТ}$ – время, высвобождаемое за счет внедрения цифровой трансформации k -го вида ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах по цифровой трансформации в проектировании в году t , в днях;

Расчет показателя $OЗРВЕП_{ki}$ осуществляется по формуле:

$$OЗРВЕП_{ki} = \frac{T_i}{ТЭФВВ_{ki}} \quad (3)$$

где T_i – фактическое время выполнения проектных работ в i -ом инновационном проекте цифровой трансформации, в днях;

$ТЭФВВ_{ki}$ – технико-экономический фактор высвобождения времени k -того показателя ТЭФВВ по i -му инновационному проекту цифровой трансформации;

2) по положительному значению индекса доходности цифровой трансформации в проектировании:

$$ИДЦТ_1 \geq 1 \quad (4)$$

3) по условию достижения одинакового уровня цифровой зрелости взаимосвязанными процессами проектирования в ходе цифровой трансформации:

$$\begin{cases} P_1^i + P_2^i + \dots + P_N^i = \omega \\ \dots \\ P_1^i + P_2^{i+1} + \dots + P_N^{i+n} \neq \omega \end{cases} \quad (5)$$

где ω – результат ЦТП;

P – буквенное обозначение процесса проектирования;

i – уровень цифровой зрелости процесса проектирования;

N – условное конечное значение процессов проектирования в организации;

n – ограниченное множество этапов цифровой зрелости процессов проектирования в организации;

4) по положительному влиянию цифровой трансформации в проектировании на производительность труда в организации:

$$\begin{cases} \Delta ПТ_{kit} = \frac{\Delta ПП_{kit}}{T} \\ \dots \\ \Delta ПТ_{kit} > 0 \end{cases} \quad (6)$$

где $\Delta ПП_{kit}$ – прирост объема выполненных работ от применения цифровых технологий, в денежных ед.;

$ПТ_{kit}$ – производительность труда по k -м видам ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах по цифровой трансформации в проектировании в году t , в денежных ед./дни;

5) по рыночной конъюнктуре, то есть по наличию спроса на проектные услуги:

$$\Delta T_{kit}^{ЦТ} * ПТ_t^{ЦТ} > 0 \quad (7)$$

6) по техническим возможностям цифровизации:

$$W_{kit} \leq W_{kit}^{max} \quad (8)$$

где W_{kit}^{max} – максимально возможный уровень цифровизации при наилучшем применении цифровых технологий, доступных в данной научно-технической форме по видам k ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах в году t ;

W_{kit} – фактический уровень цифровизации по видам k ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах в году t ;

7) по минимально допустимому уровню цифровизации в соответствии с требованиями государственных и региональных стандартов в области цифровизации проектирования НПП по видам k ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах в году t ;

$$w_{kit} \geq w_{kit}^{min} \quad (9)$$

где w_{kit}^{min} – минимально допустимый уровень цифровизации в соответствии с действующими стандартами в области цифровизации проектирования по видам k ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах в году t ;

w_{kit} – фактический уровень цифровизации по видам k ТЭФВВ в i -ых инновационных проектах в году t ;

8) по срокам окупаемости инновационных проектов по цифровизации:

$$CO \leq CO^{доп} \quad (10)$$

где $CO^{доп}$ – допустимый срок окупаемости инновационного проекта по оценке менеджмента проектной организации;

9) по допустимым рискам инновационных проектов по цифровизации: выраженных в норме дисконта, которая должна быть меньше или равной внутренней норме доходности:

$$E \leq E^{вн} \quad (11)$$

где $E^{вн}$ – внутренняя норма дисконта, в долях единицы;

10) Ограничение по соответствию количества и квалификации персонала потребностям проектной организации при ее цифровой трансформации:

$$\Psi_{ЦТ} = \Psi_{баз} \pm \sum_{f=1}^F \sum_{l=1}^L \Delta \Psi_{fl}^{ЦТ} \quad (12)$$

где $\Psi_{ЦТ}$ – численность работников проектной организации после осуществления мероприятий по цифровой трансформации, человек;

$\Psi_{баз}$ – численность работников проектной организации в базовом периоде, до осуществления мероприятий по цифровой трансформации, человек;

$\Delta \Psi_{fl}^{ЦТ}$ – изменение численности работающих, связанное с обеспеченностью работниками с уровнем квалификации f по роду деятельности l .

F - общее число ступеней квалификации в организации;

f - уровень квалификации работников;

l -род деятельности работников;

L – совокупность видов деятельности, выполняемых организацией.

11) по сокращению времени простоев оборудования на проведение ремонтных работ, технического обслуживания и простоев, связанных с аварийными случаями и ошибками персонала на предприятии, в результате цифровой трансформации проектной организации:

$$\begin{cases} \Delta T_{m_{рем}}^{ЦТ} \geq 0 \\ \Delta T_{m_{ТО}}^{ЦТ} \geq 0 \\ \Delta T_{m_{АС}}^{ЦТ} * B_{АС} \geq 0 \end{cases} \quad (14)$$

где $\Delta T_{m_{рем}}^{ЦТ}$ – сокращение времени простоев оборудования на проведение ремонтных работ, час;

$\Delta T_{m_{ТО}}^{ЦТ}$ – сокращение времени простоев оборудования на проведение технического обслуживания, час;

$\Delta T_{m_{АС}}^{ЦТ}$ – сокращение времени простоев оборудования, связанных с аварийными случаями и ошибками персонала, час;

$B_{АС}$ - вероятность наступления аварийного случая и ошибки персонала, приводящей к простоям оборудования.

На основе данных организаций по проектированию предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности была произведена апробация предложенной автором модели по показателям за период 2014-2024 гг. Выполненные расчеты при сопоставлении различных инновационных проектов по цифровой трансформации в проектировании НПП позволили установить значения высвобожденного времени для получения дополнительной прибыли от проведения проектных работ, суммарного дохода и $IDCT_1 > 1$ в размере 1,24.

6. Предложена классификация рисков цифровой трансформации в проектировании и выполнен их анализ с применением инструментария когнитивной карты. Классификация отличается учетом специфических рисков и их систематизацией по отношению к высвобождению времени в процессе реализации инновационных проектов цифровой трансформации в проектировании объектов нефтепереработки, и позволяет выявлять и оценивать воздействие различных видов рисков на индекс доходности цифровой трансформации.

Специфика работы по проектированию промышленных объектов, комплексов и участков для НПП требует комплексного подхода к рассмотрению и анализу рисков, которые могут оказать существенное влияние на плановые показатели высвобождение времени. В таблице 1 представлена классификация рисков по влиянию на высвобождение времени по укрупненным группам видов высвобождения времени.

Таблица 1 – Виды рисков по укрупнённым группам влияния на высвобождение времени

Укрупненная группа	Риски
1	2
Экстенсивная	<ul style="list-style-type: none"> - недостаточный анализ рынка и стратегическое планирование; - неблагоприятная экономическая обстановка для нового строительства, недостаточное количество заказов; - риски недостаточного импортозамещения и санкционные риски, невозможность технических связей и покупки лицензий; - высокий уровень конкуренции в отрасли проектирования; - рост цен на программные продукты, лицензии, обучение персонала; - риск роста процентных ставок, налоговых ставок, валютные риски;

1	2
Интенсивная	<ul style="list-style-type: none"> - риск передоверия технике и программным комплексам, отсутствие критического мышления; - риск потери навыков и компетенций персонала; - риск скрытых дефектов программных продуктов, риски возникновения систематических ошибок; - риск несанкционированного доступа к базам данных, лицензиям и программным продуктам; - риск снижения качества работ, репутационные риски;
Бюрократическая	<ul style="list-style-type: none"> - несогласованность программного обеспечения от разных разработчиков и производителей; - риск несоответствия программных продуктов требованиям заказчика или государственных, проверяющих органов к представлению данных и отчетности;
Синергетическая	<ul style="list-style-type: none"> - недостаточная мотивация персонала к работе в связи с цифровыми преобразованиями; - риски неэффективной кадровой политики, неоптимального соотношения проектировщиков и наладчиков, IT-специалистов.

Ввиду высокой степени сложности, неопределенности и слабой структурированности влияния различных рисков на экономическую эффективность цифровой трансформации в проектировании, для их анализа необходим особый инструментарий. Автором предлагается использование методов имитационного моделирования, которые позволяют производить исследование поведения модели, в частности инструментарий построения когнитивной карты рисков. Для учета влияния рисков на результирующий показатель цифровых инновационных преобразований оценена чувствительность ИДЦТ к различным видам рисков.

III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

По результатам исследования сделаны следующие выводы.

1. Определены подходы к пониманию сущности цифровой трансформации экономической деятельности, в частности, развит терминологический аппарат теории экономики инновационного развития: уточнены понятия «цифровая трансформация», «цифровой фактор успеха», «цифровой капитал», «технико-экономический фактор высвобождения времени». Разработана информационно-знаниевая платформа цифрового преобразования экономической системы, как

концептуальная основа оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании промышленных объектов.

2. Установлено, что успешная цифровая трансформация зависит от влияния множества внешних и внутренних факторов на результаты цифровых инновационных преобразований. Автором разработан механизм реализации цифровой трансформации в проектировании, в котором ключевая роль отводится экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации как определяющему фактору реализации потенциала инновационных цифровых инструментов.

3. Определены основные элементы системы оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий. Сформированы группы видов высвобождения времени вследствие цифровой трансформации в проектировании. Сделан вывод о целесообразности применения оптимизационной модели для описания взаимосвязей между элементами системы и выбора экономически эффективных направлений инновационной деятельности в проектировании объектов нефтепереработки на корпоративном и отраслевом уровне.

4. На основе ресурсно-ориентированного подхода автором разработаны навигатор инновационного развития проектирования, определяющий влияние цифровых ресурсов и организационных способностей на экономическую эффективность цифровой трансформации в проектировании, и навигатор структуры определения экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий, как инструмент для решения комплексной задачи оценки эффективности использования всех видов ресурсов цифровой трансформации.

5. Автором разработан метод оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий на основе совместного использования системного и ресурсно-ориентированного подходов с целью учета воздействия множества факторов, внешних и внутренних по отношению к проектной организации, для обеспечения достоверности оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании.

6. Разработана оптимизационная модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий в зависимости от формы собственности проектной организации. Разработанная модель

апробирована применительно к деятельности организации по проектированию нефтеперерабатывающих предприятий.

7. Приведена классификация специфических рисков цифровой трансформации в проектировании с их группировкой по отношению к виду высвобождения времени. Для оценки их влияния построена когнитивная карта рисков цифровой трансформации в проектировании. Схематично представлен алгоритм оценки рисков цифровой трансформации в проектировании, выполнен анализ чувствительности индекса доходности цифровой трансформации в проектировании нефтеперерабатывающих предприятий.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Осипенко, А.В. Эмпирический анализ цифровой трансформации процессов проектирования российских нефтеперерабатывающих предприятий / А.В. Осипенко, В.А. Балуква, И.А. Садчиков // Экономический вектор. – 2023. – № 1(32). – С. 71-76. – 0,7 п.л./0,2 п.л.

2. Осипенко, А.В. Государственное регулирование процессов цифровой трансформации экономической деятельности в сфере проектирования / А.В. Осипенко, В.А. Балуква // Экономический вектор. – 2023. – № 3(34). – С. 98-102. – 0,6 п.л./0,3 п.л.

3. Осипенко, А.В. Влияние цифровой трансформации экономики на управление процессами проектирования объектов капитального строительства / А.В. Осипенко, С.А. Боголюбова // Ученые записки Международного банковского института. – 2024. – № 2(48). – С. 34-53. – 2,3 п.л./1,15 п.л.

4. Осипенко, А.В. Формирование единой информационной базы данных проектирования промышленных предприятий / А.В. Осипенко, С.А. Боголюбова // Научный журнал «Менеджер». – 2025. – № 2(108). – С. 63-73. – 1,2 п.л./0,6 п.л.

5. Осипенко, А.В. Инновационный аспект сущности цифровой трансформации в проектировании / А.В. Осипенко // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2025. – № 4(154). – С. 146-150. – 0,6 п.л.

6. Осипенко, А.В. Методологические подходы к оценке экономической эффективности инновационных проектов по цифровой трансформации в проектировании промышленных объектов / А.В. Осипенко // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2025. – № 5(155). – С. 153-157. – 0,6 п.л.

7. Осипенко, А.В. Цифровой фактор успеха как ключевой инструмент инновационных преобразований в сфере проектирования / А.В. Осипенко, В.А. Балукова // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2025. – № 8. – С. 5-10. – 1,6 п.л./0,8 п.л.

8. Осипенко, А.В. Модель цифрового управления проектированием нефтеперерабатывающих предприятий / А.В. Осипенко, В.А. Балукова // Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра: Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 02 мая 2023 года. Том Часть 1. – Уфа: НИЦ «Вестник науки», 2023. – С. 155-159. – 0,6 п.л./0,3 п.л.

9. Осипенко, А.В. Технологии информационного моделирования в проектировании объектов нефтегазового комплекса / А.В. Осипенко, В.А. Балукова // Экономика и управление: сб. научных статей. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. – С. 20-24. – 0,5 п.л./0,2 п.л.

10. Осипенко, А.В. Цифровая зрелость как фактор эффективности трансформации процессов проектирования промышленных предприятий / А.В. Осипенко, В.А. Балукова, И.А. Садчиков // Актуальные вопросы современной экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции Санкт-Петербург - Витебск - Астана - Донецк 9-10 ноября 2023 года, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2023 года. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2023. – С. 9-12. – 0,4 п.л./0,13 п.л.

11. Осипенко, А.В. Влияние цифровой зрелости на эффективность управления бизнес-процессами в проектировании промышленных предприятий / А.В. Осипенко, В.А. Балукова, И.А. Садчиков // Управление устойчивым инновационным развитием России в условиях цифровой трансформации: Материалы XV Международной научно-практической конференции памяти заслуженного деятеля науки РФ В.И. Кравцовой, Москва, 07 декабря 2023 года. – М.: Московский Политех, 2024. – С. 33-38. – 0,7 п.л./0,2 п.л.

12. Осипенко, А.В. К вопросу кадрового обеспечения цифрового управления проектированием нефтехимических предприятий / А.В. Осипенко, В.А. Балукова, И.А. Садчиков // Исследование проблем и тенденций развития высшего образования в современной России: Сб. научных трудов. – СПб.: РАНХиГС при Президенте РФ, 2024. – С. 170-177. – 0,9 п.л./0,3 п.л.

13. Осипенко, А.В. Критерии эффективности цифровой трансформации процессов проектирования / А.В. Осипенко // Актуальные направления фундаментальных и прикладных

исследований: Материалы XXXIV международной научно-практической конференции, Bengaluru, India, 18–19 марта 2024 года. – Bengaluru, India: Pothi.com, 2024. – С. 117-123. – 0,8 п.л.

14. Осипенко, А.В. Современные подходы к управлению процессами проектирования в условиях цифровой трансформации / А.В. Осипенко, С.А. Боголюбова // Теория и практика управления в современных условиях: сборник научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2024 года. – СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2024. – С. 19-24. – 0,7 п.л./0,3 п.л.

15. Осипенко, А.В. Эффективность цифровой трансформации процессов проектирования промышленных объектов / А.В. Осипенко, В.А. Балуква // Актуальные вопросы современной экономики: Материалы V Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург - Витебск - Астана - Донецк, 17–18 октября 2024 года. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2024. – С. 206-209. – 0,5 п.л./0,2 п.л.

16. Осипенко, А.В. Управление данными при проектировании объектов капитального строительства в условиях цифровой трансформации / А.В. Осипенко, С.А. Боголюбова // Теория и практика управления в современных условиях: Сб. научных трудов по итогам IV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 февраля 2025 года. – СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2025. – С. 58-63. – 0,7 п.л./0,3 п.л.

17. Осипенко, А.В. Оценка эффективности цифровой трансформации в проектировании промышленных предприятий / А.В. Осипенко // Актуальные вопросы современной экономики: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург - Донецк - Витебск - Бишкек, 23–24 апреля 2025 года. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2025. – С. 372-376. – 0,6 п.л.

18. Осипенко, А.В. Профессиональное образование через призму технологического предпринимательства / А.В. Осипенко, В.А. Балуква, И.А. Садчиков // Непрерывное образование в кадровом обеспечении подготовки рабочих кадров и специалистов в регионах Северо-Западного федерального округа и Арктической зоны РФ: материалы III МНПК (Санкт-Петербург, 20 мая 2025 г.). – Санкт-Петербург: СПб ГБПОУ «АУГСГиП», 2025. – С. 19-28. – 1,6 п.л./0,5 п.л.