

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)

На правах рукописи



Моисеева Ирина Олеговна

**Формирование виртуальных организационно-управленческих структур
проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой
застройки**

Специальность 2.1.7. - Технология и организация строительства
(технические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор В. С. Воробьев

Новосибирск – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕВОДА ЗЕМЕЛЬ ИЗ КАТЕГОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ	14
1.1 Оценка необходимости перевода земель или земельных участков из одной категории в другую	14
1.2 Мировой и отечественный опыт вывода земельных участков из категории промышленных зон под строительство объектов гражданского назначения	23
1.3 Правовое регулирование изменения категорий земель, в частности земель промышленности и земель населенных пунктов	31
1.4 Основные организационно-управленческие и технологические решения вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки ..	39
ВЫВОДЫ	47
2 ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ВИРТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ВЫВОДА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	49
2.1 Специальные информационные системы персонализированного виртуального взаимодействия участников проекта	49
2.2 Анализ виртуальных структур управления проектом в строительной отрасли.....	52
2.3 Организация виртуального управления вывода земельных участков из промышленных зон в информационном пространстве участников проекта.....	59
ВЫВОДЫ	62
3 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОДА ЗЕМЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	64

3.1 Основные направления инжиниринга в контрактах жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов селитебной зоны в условиях виртуальной реальности	64
3.1.1 Концепция виртуального стоимостного инжиниринга	64
3.1.2 Разработка модели оценки совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента	70
3.1.3 Апробация модели совокупной стоимости владения (ТСО) на примере проекта редевелопмента территории промышленного предприятия	72
3.2 Совершенствование методов организационно-технологического проектирования поэтапной замены объектов промышленной зоны на проекты застройки жилой зоны в условиях виртуальных взаимодействий участников проекта	77
3.2.1 Обоснование применения имитационного моделирования для анализа процессов редевелопмента	77
3.2.2 Разработка обобщенной имитационной модели проекта	80
3.2.3 Проведение вычислительных экспериментов и анализ результатов	91
3.3 Информационно-логические модели связей комплексов и групп задач застройки земель	93
ВЫВОДЫ	112
4 ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРОЕКТА ВЫВОДА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В ЗОНУ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ	115
4.1 Организационная структура виртуального управления проектом реновации промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод»	115
4.2 Информационно-графическое описание процессов (оперограммы)	124

4.3 Методика оценки целесообразности формирования виртуальных организационно-управленческих структур проекта вывода земельного участка из промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод» в территорию для жилой застройки	135
4.4 Расчет инвестиционного проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке бывшей промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод»	146
ВЫВОДЫ	156
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	158
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	162
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	178
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	196
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	200
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	202

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современная урбанизация, структурная трансформация экономики и необходимость рационального использования городских территорий выдвигают на передний план задачу эффективного редевелопмента промышленных зон крупных мегаполисов. Растущая конкуренция за качество городской среды, ужесточение экологических требований и борьба за инвестиционные потоки приводят к тому, что проекты вывода земельных участков из производственного оборота и их перевод в зоны жилой застройки становятся ключевым фактором устойчивого развития городов России, что соответствует стратегическим ориентирам развития строительной отрасли и международной практике модернизации городских пространств.

В Российской Федерации задачи преобразования промышленных территорий косвенно ставятся в стратегических документах: Национальный проект «Инфраструктура для жизни», который реализуется в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни», определенной Указом Президента РФ от 07.05.2024 № 309 и Стратегия развития строительной отрасли и жилищно коммунального хозяйства до 2030 года. Указанные документы ориентированы на повышение качества городской среды, доступности жилья и вовлечение неиспользуемых территорий в хозяйственный оборот.

В то же время практика реализации таких комплексных проектов в отечественных условиях сталкивается с целым рядом системных проблем: высокая степень фрагментации процедур, отсутствие сквозных цифровых инструментов и недостаточная интеграция между участниками процесса. Это приводит к многократным возвратам проектной документации, существенным задержкам сроков и росту транзакционных издержек. Усиление требований к прозрачности, необходимость управления рисками и соблюдение государственной политики в сфере строительства обуславливают актуальность разработки новых управленческих подходов.

Особую значимость приобретает интеграция современных цифровых технологий – моделей виртуальных организационно-управленческих структур (далее – BOYC), систем единого информационного пространства (Common Data Environment, далее – CDE), регламентации маршрутов данных и применения инструментов имитационного моделирования. Реализация таких инструментов позволяет существенно повысить эффективность межведомственной координации, минимизировать долю возвратов, сократить длительность циклов согласований, обеспечить контроль качества данных и создание единого цифрового следа всех управленческих решений.

В научной и практической среде сложился определенный разрыв между зрелостью технологий цифрового моделирования и реальной степенью их внедрения в процессы редевелопмента промышленных территорий. Именно преодоление этого разрыва, выработка формализованных, проверяемых на практике методик формирования, интеграции и оценки виртуальных управленческих структур, является одной из наиболее важных и востребованных задач сегодняшнего дня.

Таким образом, исследования, направленные на разработку комплексных цифровых решений для повышения управляемости, прозрачности и предсказуемости проектов редевелопмента, находятся в стратегическом фокусе развития градостроительной отрасли. Это определяет высокую актуальность темы настоящего диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования. Теоретической и методологической основой исследования послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых в области управления проектами, городского планирования и цифровой трансформации.

Вопросами формирования организационных структур и управления инвестиционно-строительными проектами занимались такие отечественные ученые, как А. Ю. Козлов, Д. А. Семернин, а также А. Д. Шукайлова и Т. М. Дерендяева, исследовавшие аспекты виртуального управления.

Значительный вклад в изучение прикладных цифровых инструментов и методов математического моделирования в области виртуальных структур внесли: С. А. Баркалов, В. Д. Верескун, В. С. Воробьев, В. Я. Терещенко, в разработку организационно-технологических решений С. Г. Шеина, И. Ю. Зильберова, Л. А. Опарина, Е. А. Король, Л.Р. Маилян. Концепции информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, далее – BIM) и CDE получили развитие в трудах Ч. Истмана и П. Тейхольца. Вопросы применения имитационного моделирования для анализа организационных процессов рассматривались в работах G. Huang и С. О. Serrano Aguiar. Проблемам редевелопмента и трансформации городских пространств посвящены работы таких зарубежных исследователей, как П. Холл, Э. Глейзер и Дж. Джейкобс, заложивших основы понимания процессов современной урбанизации.

Несмотря на значительное число работ, посвященных отдельным аспектам (BIM, имитационное моделирование, стоимостной анализ), в научной литературе недостаточно освещены вопросы комплексной интеграции этих инструментов в единую методику. Сохраняется научный разрыв в части формализации ролевых моделей, регламентов качества данных и KPI-анализа в рамках единой виртуальной организационно-управленческой структуры, адаптированной именно к специфике проектов редевелопмента. Необходимость преодоления этой фрагментарности и определяет основное направление настоящего диссертационного исследования.

Объектом исследования являются организационно-управленческие структуры инвестиционно-строительных проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

Предметом исследования являются процессы формирования и функционирования виртуальных организационно-управленческих структур инвестиционно-строительных проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, включая методы управления, механизмы взаимодействия участников и использование цифровых инструментов для повышения эффективности управления процессом редевелопмента.

Целью диссертационного исследования является усовершенствование подходов к формированию организационно-управленческих структур проектов и

создание комплексной методики виртуального управления инвестиционно-строительными проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

Задачи диссертационного исследования.

- обосновать необходимость перевода земель из категории промышленных зон в зоны жилой застройки;
- обосновать основные предпосылки и существующие подходы к формированию виртуального управления инвестиционно-строительными проектами;
- разработать научный подход к математическому моделированию виртуальной организации перевода земель промышленного назначения в зоны жилой застройки;
- усовершенствовать методы организационно-технологического проектирования поэтапной замены объектов промышленной зоны на проекты застройки жилой зоны в условиях виртуальных взаимодействий участников проекта;
- разработать математическую модель виртуальной организации управления переводом промышленных зон в зоны жилой застройки;
- разработать информационно-логические модели связей комплексов и групп задач редевелопмента застройки земель;
- разработать комплексную методику виртуального управления инвестиционно-строительными проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

Научная новизна заключается в разработке комплексной методики процесса интеграции управления инвестиционно-строительным проектом с инновационными технологиями, что приведет к возрастанию эффективности деятельности (синергетическому эффекту), превышающему результаты традиционного подхода к управлению проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки

Научные результаты диссертационного исследования сформулированы в следующем:

- сформирована информационно-графическая модель виртуальных организационно-управленческих структур (далее – ВОУС), описывающая её архитектуру, уровни управления и конфигурацию информационных потоков между участниками проектов редевелопмента и служащая основой для последующего математического и имитационного моделирования;
- разработана имитационная модель информационных процессов в виртуальной системе управления инвестиционно-строительными проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, позволяющая исследовать влияние ВОУС и параметров информационных потоков на показатели эффективности управления;
- разработан метод ранней интеграции виртуального стоимостного инжиниринга в управленческий контур ВОУС, который позволяет проводить объективную комплексную оценку альтернатив («сроки–стоимость–риски–ценность») на прединвестиционной фазе проекта;
- разработана комплексная методика формирования ВОУС для проектов перевода земель, которая в отличие от существующих подходов, обеспечивает полную трассируемость и воспроизводимость процессов принятия решений;
- сформирована и апробирована система ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, далее – KPI) и методика сравнительного анализа «до/после», которая, в отличие от общих подходов, обеспечивает статистически корректную и воспроизводимую верификацию управленческого эффекта от внедрения цифровых инструментов.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии и уточнении концепции виртуальных организационно-управленческих структур применительно к проектам редевелопмента промышленных территорий. В работе методологически обосновано комплексное применение информационно-графического и имитационного моделирования как единого инструментария для проактивного анализа и сценарного моделирования процессов согласования.

Сформированный единый понятийный аппарат, синхронизирующий теоретические положения (БОУС и CDE) с практическими инструментами, вносит вклад в теорию цифрового проектного управления и создает основу для дальнейших исследований в данной области.

Практическая значимость заключается в разработке готовой к внедрению методики формирования и оценки БОУС для проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, пригодных для использования органами власти, девелоперскими, проектными, строительными, консалтинговыми и инжиниринговыми организациями. Предложенный подход к формированию БОУС и созданию CDE управления может применяться для координации межведомственного взаимодействия, повышения прозрачности и управляемости процедур согласования градостроительных решений, оптимизации сроков и затрат, выбора предпочтительных вариантов организационно-управленческих структур и сценариев реализации проекта.

Методология и методы исследований. Методологической основой исследования послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых в области теории организации, системного анализа и управления строительными проектами. Для достижения цели и решения поставленных задач применялся комплекс взаимодополняющих методов: системный и сравнительный анализ для выявления управленческих дефицитов; информационно-графическое и имитационное моделирование для формализации и анализа процессов; математическое моделирование для количественной оценки влияния различных конфигураций БОУС; методы виртуального стоимостного инжиниринга для ранней оценки альтернатив; а также методы экспертных оценок и кейс-стади для верификации и валидации полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту.

– Концепция виртуальных организационно-управленческих структур (далее – БОУС) для проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, обеспечивающая интегрированное управление в едином информационном пространстве с учетом многосубъектного характера проектов,

географической разобщенности участников и специфики российского земельного и градостроительного законодательства.

– Информационно-графическая модель ВОУС, описывающая уровни управления, роли и функции участников и структуру информационных потоков между ними, что обеспечивает формализованное описание и анализ процессов согласования решений в проектах редевелопмента промышленных территорий.

– Имитационная модель информационных процессов в виртуальной системе управления инвестиционно строительными проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, предназначенная для исследования влияния параметров взаимодействия участников и конфигурации ВОУС на показатели эффективности управления и устойчивость проектов.

– Подход к интеграции методов виртуального стоимостного инжиниринга в контур ВОУС, позволяющий осуществлять комплексную оценку стоимостных и временных параметров проектов редевелопмента по стадиям жизненного цикла, сопоставлять сценарии преобразования территорий и увязывать организационно-управленческие решения с показателями экономической эффективности.

– Методика комплексной оценки и выбора вариантов ВОУС и сценариев управления проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, основанная на системе показателей эффективности и иерархических процедурах принятия решений, обеспечивающая учет совокупности критериев при выборе предпочтительных решений.

– Система ключевых показателей эффективности КРІ функционирования ВОУС в проектах редевелопмента промышленных территорий и выполнена ее апробация на примере реальных и проектируемых объектов в городе Новосибирске, что подтвердило возможность повышения согласованности действий участников, сокращения сроков согласования решений, снижения рисков и повышения обоснованности управленческих решений по выводу земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования обеспечивается выбором адекватных теоретических и

прикладных методов, корректностью применения информационно-графических и имитационных моделей, а также высокой степенью соответствия разработанной методики требованиям нормативных документов и современных международных стандартов цифровизации в строительстве. Верификация и валидация предложенных решений осуществлялись путем сопоставления результатов моделирования с фактическими данными, анализа устойчивости КРІ на различных сценариях и проведения анализа ключевых параметров. Все выводы прошли апробацию на профильных научных конференциях и в ходе кейс-стади внедрения в пилотных проектах редевелопмента промышленных территорий.

Основные положения и результаты диссертационного исследования представлялись и обсуждались на региональных, отраслевых, всероссийских, национальных научных и научно-практических конференциях, в том числе с международным участием:

II Научные чтения молодых исследователей «Молодая наука» Секция 1: Актуальные проблемы научных исследований молодежи в области технических и экономических наук.

II Научные чтения молодых исследователей «Молодая наука» Секция 2: Научный и учебный проект: от идеи к результату.

XIII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Политранспортные системы». Секция 1: Инфраструктурные проекты, объекты транспортной инфраструктуры. Подсекция 1.4: Дорожная инфраструктура

VIII Региональная конференция студентов, магистрантов и аспирантов «Технология, организация и экономика строительства»

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 3 статьи в издании, рекомендованном ВАК РФ, 1 статья в издании, входящем в базу Web of Science, и 5 статей в изданиях, индексируемых в РИНЦ. Основные результаты отражены в статьях, посвященных редевелопменту промышленных территорий, виртуальному управлению проектами, имитационному моделированию и интеграции стоимостного инжиниринга.

Личный вклад автора. Все основные идеи, теоретические положения, методы, а также программная реализация имитационных и информационно-графических моделей, представленные в работе, разработаны лично автором. Автор осуществил постановку задачи, обоснование актуальности, анализ существующего состояния вопроса, формализацию структуры BOYC и CDE, разработал методику сравнительного анализа KPI, выполнил валидацию результатов на реальных кейсах редевелопмента, провел научную интерпретацию результатов и подготовил к публикации основные положения диссертации.

Соответствие научно-квалификационной работы паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.1.7 «Технология и организация строительства», в том числе направлениям исследований, обозначенным в пп. 4, 6, 10, и 12.

- Выявление общих закономерностей реализации сложных инвестиционно-строительных проектов с применением информационного моделирования и оптимизации организационно-технологических решений.

- Совершенствование системы управления инвестиционно-строительным проектом с использованием основных направлений инжиниринга в контрактах жизненного цикла.

- Обоснование и выбор рациональной организационной структуры инвестиционно-строительного проекта и оптимизации функционального взаимодействия основных участников строительных контрактов (договоров).

- Разработка и оптимизация существующих форм управления строительным производством; обоснование и выбор рациональных организационных структур и методов управления в строительстве.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной текст работы изложен на 161 странице машинописного текста и на 24 страницах приложений, содержит 10 рисунков и 14 таблиц. Список литературы включает 121 наименований отечественных и зарубежных авторов.

1 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕВОДА ЗЕМЕЛЬ ИЗ КАТЕГОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

1.1 Оценка необходимости перевода земель или земельных участков из одной категории в другую

Необходимость перевода земельных участков из категории промышленных зон в состав территорий гражданского назначения определяется комплексом взаимосвязанных градостроительных, социально-экономических и экологических факторов, актуальность которых возрастает в условиях современной урбанистической парадигмы.

Градостроительный аспект является одним из ключевых. Глобальная тенденция к урбанизации и концентрации населения в крупных городах приводит к интенсивному росту и уплотнению застройки, что формирует острый дефицит свободных земельных ресурсов [7]. В этой ситуации городские власти и девелоперы вынуждены искать внутренние резервы для развития. Промышленные зоны, исторически формировавшиеся на окраинах, в процессе роста городов оказались интегрированы в их структуру, зачастую занимая ценные территории с высоким потенциалом для развития. Однако их текущее состояние, характеризующееся низкой плотностью застройки, неэффективным использованием территорий и наличием заброшенных объектов, вступает в противоречие с принципами современного городского планирования, в частности, с концепцией «компактного города», направленной на оптимизацию использования городских земель и предотвращение неконтролируемого расплзания агломераций [115].

Социально-экономический аспект обусловлен структурными изменениями в экономике. Деиндустриализация, перенос производственных мощностей за пределы городов и технологическое устаревание многих предприятий привели к появлению так называемого «ржавого пояса» – деградирующих промышленных территорий, которые не генерируют экономическую активность, но при этом

ухудшают инвестиционный климат и создают очаги социальной напряженности [88]. Такие зоны характеризуются высоким уровнем преступности, низким качеством жизни и отсутствием современной инфраструктуры [30]. В то же время редевелопмент этих территорий обладает значительным экономическим потенциалом. Вовлечение их в хозяйственный оборот позволяет создавать новые рабочие места, увеличивать налоговые поступления в бюджет за счет роста кадастровой стоимости земли и строительства коммерческой и жилой недвижимости, а также стимулировать развитие смежных отраслей экономики [20, 64].

Экологический аспект также имеет первостепенное значение. Значительная часть промышленных зон представляет собой накопленный экологический ущерб. Загрязнение почв, грунтовых вод и атмосферного воздуха тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсичными веществами создает прямую угрозу здоровью населения и требует проведения дорогостоящих мероприятий по рекультивации и санации территорий [26]. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ), установленные вокруг действующих или законсервированных предприятий, накладывают серьезные ограничения на развитие прилегающих жилых и рекреационных зон, «разрывая» ткань города и снижая общую связность территорий [61]. Таким образом, редевелопмент и экологическая реставрация промышленных зон становятся необходимым условием для создания благоприятной и устойчивой городской среды [78].

Комплексный анализ указанных факторов свидетельствует о том, что трансформация бывших промышленных территорий является не просто одной из градостроительных задач, а стратегическим приоритетом для устойчивого развития современных городов. Однако многоаспектность данного процесса, требующая согласования экономических интересов бизнеса, социальных потребностей населения, экологических императивов и сложных правовых процедур, формирует значительные вызовы для системы управления. Эффективная реализация проектов редевелопмента невозможна без координации усилий

множества субъектов проектной деятельности, что предопределяет необходимость поиска и разработки новых организационно-управленческих моделей [112].

Градостроительные предпосылки. Ключевой градостроительной предпосылкой, определяющей необходимость трансформации промышленных зон, является фундаментальное противоречие между растущим дефицитом свободных территорий в крупных городах и экстенсивным, неэффективным характером использования земель, занятых устаревшими или нефункционирующими предприятиями.

Процессы глобальной урбанизации и концентрации населения в агломерациях приводят к интенсификации конкуренции за земельные ресурсы, делая их одним из наиболее ценных активов [47]. В этих условиях стратегическим вектором развития становится не периферийное разрастание городов (*urban sprawl*), а поиск и освоение внутренних резервов – переход к модели компактного, полицентричного города [115]. Эта модель предполагает повышение плотности и эффективности использования уже освоенных территорий для создания устойчивой и функционально насыщенной городской среды. Несмотря на наличие научных дискуссий о моделях и пределах уплотнения [113], принцип оптимизации пространственной структуры города остается общепризнанным [85].

На этом фоне бывшие промышленные зоны предстают как масштабная градостроительная дисфункция. Исторически расположенные на окраинах, в результате территориального роста городов они оказались анклавами в срединной или даже центральной части, нарушая пространственную и транспортную связность городских районов. Данные территории, часто именуемые «ржавым поясом» [88], характеризуются низкой плотностью застройки, наличием заброшенных и неиспользуемых участков, что вступает в прямое противоречие с современной градостроительной политикой.

Для систематизации и наглядной демонстрации указанных дисфункций целесообразно представить их в виде сравнительного анализа, сопоставляющего потенциал развития города и проблемное воздействие промышленных зон (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Анализ градостроительных противоречий, обусловленных наличием промышленных зон в структуре города

Потенциал развития городской территории	Проблемное воздействие неэффективной промышленной зоны
Создание единого городского каркаса, повышение транспортной связности.	Изоляция районов, создание «разрывов» в городской ткани, барьерный эффект.
Формирование полифункциональной среды (жилье, офисы, рекреация).	Монофункциональность, отсутствие жизни в нерабочее время, деградация окружения.
Повышение плотности застройки и эффективности использования земли.	Экстенсивное использование территории, низкая плотность, наличие пустырей.
Создание качественных общественных пространств и рекреационных зон.	Отчуждение территорий от горожан, отсутствие доступа, депрессивный ландшафт.
Повышение эстетической привлекательности и капитализации городской среды.	Визуальное загрязнение, ветхие строения, негативный имидж района.

Как следует из данных, представленных в таблице 1.1, промышленные зоны создают системные градостроительные дисфункции, препятствуя комплексному и устойчивому развитию города. Они не только занимают ценные земли, но и негативно влияют на смежные территории, снижая их инвестиционную привлекательность и качество жизни.

Преодоление этой дисфункции требует комплексного, стратегического подхода к планированию, который учитывал бы не только архитектурные, но и сложные организационно-управленческие аспекты.

Экономические предпосылки. Экономическая целесообразность редевелопмента промышленных территорий определяется совокупностью прямых и косвенных фискальных и коммерческих эффектов, возникающих при трансформации экономически неактивных или низкоэффективных зон в многофункциональные городские кварталы. Структурный сдвиг в экономике, связанный с деиндустриализацией, привел к формированию обширных «ржавых поясов», которые являются не только градостроительной, но и экономической проблемой [37, 88]. Эти территории не генерируют добавленную стоимость, но

требуют затрат на содержание и снижают инвестиционную привлекательность смежных участков, создавая так называемый «эффект соседства» [119].

Ключевые экономические стимулы и эффекты от редевелопмента могут быть систематизированы следующим образом:

1. Повышение бюджетной эффективности территории. Трансформация промышленных зон из низкодоходных активов в объекты с высокой кадастровой стоимостью непосредственно ведет к росту поступлений от налога на имущество и земельного налога. Так, по расчетам экспертов, бюджетная эффективность территории после комплексного редевелопмента может возрасти в 5-7 раз [20]. Создание новых рабочих мест и коммерческой активности стимулирует рост отчислений по налогу на доходы физических лиц (НДФЛ) и налогу на прибыль организаций, что формирует устойчивую и долгосрочную доходную базу для муниципального бюджета.

2. Стимулирование инвестиционной активности. Проекты редевелопмента являются мощным катализатором для привлечения частного капитала. Они создают новые рыночные ниши для девелоперов, инвесторов и строительных компаний [64]. Успешная реновация крупной территории, как показывает мировой опыт [121], запускает цепную реакцию, повышая инвестиционную привлекательность всего района. Например, редевелопмент портовой зоны HafenCity в Гамбурге привлек более 10 миллиардов евро частных инвестиций, стимулировав развитие смежных отраслей: сферы услуг, ритейла и гостиничного бизнеса [38].

3. Оптимизация структуры занятости. Редевелопмент способствует диверсификации местной экономики. На смену рабочим местам в промышленном секторе, которые часто сокращаются по объективным причинам, приходят новые вакансии в сфере услуг, управления недвижимостью, креативных индустриях и высокотехнологичных отраслях. Это полностью соответствует постиндустриальной структуре современной городской экономики и способствует снижению социальной напряженности, связанной с потерей традиционных производств [88].

4. Рост капитализации активов. Проекты редевелопмента ведут к мультипликативному росту стоимости земли и объектов недвижимости как в пределах самой трансформируемой площадки, так и в прилегающих к ней районах. Это повышает общую капитализацию города и ликвидность рынка недвижимости, создавая дополнительную ценность для собственников и инвесторов [20].

Разрыв между текущим неэффективным состоянием и потенциальной экономической отдачей наглядно иллюстрирует модель, представленная на рисунке 1.1

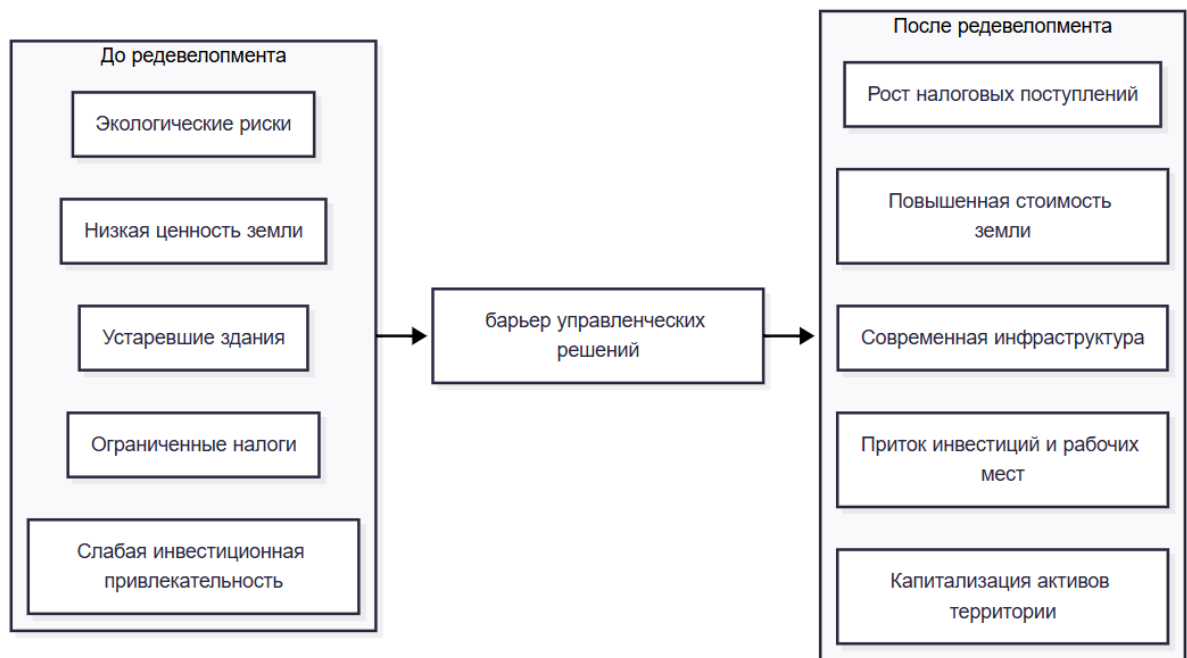


Рисунок 1.1 – Сравнительная модель экономической эффективности использования территории до и после редевелопмента

Данная модель демонстрирует, что редевелопмент позволяет не только сократить прямые убытки (затраты на содержание, экологические платежи), но икратно увеличить доходную часть за счет создания новых источников прибыли для бизнеса и налоговых поступлений для города. Этот экономический разрыв и является главной движущей силой, мотивирующей всех участников процесса – от городских властей до частных инвесторов – инициировать и реализовывать проекты по трансформации промышленных зон. Однако сложность согласования

их зачастую противоречивых экономических интересов является одним из ключевых управленческих барьеров.

Экологические предпосылки. Экологические предпосылки редевелопмента промышленных зон обусловлены необходимостью устранения накопленного экологического ущерба (НЭУ) и ликвидации негативного влияния промышленных объектов на городскую среду и здоровье населения. Данные предпосылки можно структурировать по трем основным направлениям.

1. Наличие накопленного экологического ущерба. Длительная эксплуатация промышленных предприятий, особенно в XX веке, привела к значительному загрязнению почв, грунтовых и поверхностных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами, фенолами и другими токсичными веществами. Эти территории представляют собой источники постоянной экологической опасности, ухудшая качество окружающей среды и создавая риски для здоровья людей, проживающих на смежных территориях. Количественная и качественная оценка этого ущерба является первым и обязательным шагом любого проекта редевелопмента, а затраты на последующую рекультивацию могут составлять значительную часть бюджета проекта [26]. Ликвидация этих очагов загрязнения является обязательным условием для любого нового строительства и устойчивого развития города в целом [78].

2. Проблема санитарно-защитных зон (СЗЗ). Вокруг действующих, а также многих законсервированных промышленных объектов установлены санитарно-защитные зоны – территории с особым режимом использования, ширина которых зависит от класса опасности предприятия и регламентируется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [61]. Существование СЗЗ накладывает жесткие ограничения на градостроительную деятельность, запрещая размещение жилой застройки, объектов образовательной и медицинской инфраструктуры, а также рекреационных зон. Это приводит к «разрывам» в городской ткани, снижает эффективность использования прилегающих земель и препятствует созданию целостной, комфортной городской среды, что противоречит принципам «компактного города» [113].

3. Необходимость проведения рекультивации и экологической реставрации. Редевелопмент невозможен без комплекса мероприятий по восстановлению земель. Рекультивация включает в себя технический этап (вывоз и утилизация загрязненного грунта, демонтаж опасных конструкций) и биологический этап (восстановление почвенного плодородия, озеленение), что соответствует современным подходам к ландшафтному дизайну и восстановлению устойчивости городской среды [82]. Эти мероприятия являются технически сложными, капиталоемкими и требуют специальных компетенций.

Таким образом, экологическая составляющая является одним из наиболее сложных и затратных аспектов проектов редевелопмента. Необходимость проведения комплексной экологической экспертизы, разработки и реализации дорогостоящих проектов санации и рекультивации территорий требует высочайшего уровня координации между государственными природоохранными органами, собственниками участков и специализированными инжиниринговыми компаниями [26]. Эффективное управление этими процессами становится критически важным фактором успеха всего проекта, что вновь указывает на недостаточность традиционных управленческих подходов.

Социально-экономические эффекты и комплексное развитие территорий. Рассмотренные градостроительные, экономические, экологические и правовые предпосылки формируют основу для перехода от точечной застройки к Комплексному развитию территорий (далее – КРТ). Данный механизм, закрепленный в Градостроительном кодексе РФ [24] и являющийся одним из приоритетов «Стратегии развития строительной отрасли» [59], предполагает сбалансированное и синхронизированное развитие всех элементов городской среды – от жилья и инфраструктуры до общественных пространств и коммерческих объектов. Редевелопмент промышленных зон в рамках КРТ позволяет достичь синергетического эффекта, генерируя целый ряд положительных социально-экономических последствий для города и его жителей [44].

Ключевые эффекты от реализации проектов редевелопмента в формате КРТ можно систематизировать по четырем основным группам, как это представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Систематизация градостроительных, социально-экономических эффектов от редевелопмента промышленных зон

Группа эффектов	Конкретные эффекты
Градостроительные	- Повышение связности и проницаемости городского пространства. - Ликвидация монофункциональных «мертвых зон», создание полифункциональной среды. - Формирование качественного архитектурного облика и общественных пространств. - Более эффективное использование существующей инженерной и транспортной инфраструктуры.
Социальные	- Улучшение жилищных условий населения, ликвидация дефицита жилья. - Снижение социальной напряженности и уровня преступности в депрессивных районах. - Создание новой социальной инфраструктуры (школы, детские сады, поликлиники). - Повышение качества и разнообразия городской среды, формирование новых центров притяжения.
Экологические	- Ликвидация очагов накопленного экологического ущерба. - Улучшение качества атмосферного воздуха, воды и почв в масштабах всего города. - Сокращение или полная ликвидация санитарно-защитных зон. - Увеличение площади зеленых насаждений и рекреационных зон.
Экономические	- Рост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней (земельный налог, налог на имущество, НДФЛ). - Привлечение частных инвестиций в строительную отрасль и смежные сектора. - Создание новых рабочих мест в постиндустриальных сферах (услуги, IT, креативные индустрии). - Повышение капитализации территории и рост стоимости недвижимости.

Как видно из представленной классификации, эффекты от редевелопмента носят комплексный характер и затрагивают все ключевые аспекты устойчивого городского развития. Достижение этого синергетического эффекта возможно только при условии скоординированного управления и согласования интересов всех участников проекта. Сложность этой задачи, требующей одновременного контроля над правовыми, финансовыми, строительными и социальными процессами, в очередной раз подчеркивает неадекватность традиционных,

фрагментированных подходов к управлению и формирует запрос на создание интегрированных систем, способных обеспечить комплексное видение и контроль над проектом.

1.2 Мировой и отечественный опыт вывода земельных участков из категории промышленных зон под строительство объектов гражданского назначения

Анализ территорий является необходимым этапом для выявления и систематизации наиболее эффективных практик и моделей управления. Сложность и многофакторность задач, описанных в предыдущем разделе, обусловили формирование в разных странах различных подходов к организации и управлению проектами трансформации промышленных зон.

Цель данного раздела – не описательное изложение отдельных кейсов, а критический анализ лежащих в их основе организационно-управленческих моделей. В мировой практике принято выделять три основные модели, различающиеся по степени участия государства и рыночных механизмов:

- государственно-директивная модель, где ключевую роль играет государство или муниципалитет;
- рыночная модель, основанная на инициативе частных девелоперов и инвесторов;
- партнерская модель (государственно-частное партнерство), предполагающая разделение рисков и функций между государством и бизнесом [111].

В рамках данного раздела будут проанализированы конкретные примеры, иллюстрирующие каждую из этих моделей, такие как опыт Рурского региона в Германии, корпораций развития в Великобритании [109], рыночных проектов в США [92] и знаковых отечественных практик. Особое внимание будет уделено не только достигнутым результатам, но и использовавшимся инструментам управления, координации и контроля. Анализ сильных и слабых сторон каждой модели, а также барьеров для их прямого применения в российских условиях [17],

позволит сформулировать требования к той идеализированной организационно-управленческой структуре, разработке которой посвящена данная диссертация.

Актуальность и драйверы трансформации. Массовое преобразование промышленных территорий, начавшееся во второй половине XX века в странах Западной Европы и Северной Америки, не было случайным явлением, а стало ответом на фундаментальные социально-экономические сдвиги. Актуальность и движущие силы (драйверы) этого процесса могут быть классифицированы по трем взаимосвязанным группам.

1. Структурная трансформация экономики (Деиндустриализация). Переход от индустриальной к постиндустриальной, сервисной экономике привел к закрытию или переносу многих традиционных производств (судостроение, металлургия, тяжелое машиностроение) за пределы городов или в другие страны. Это породило феномен «ржавого пояса» – обширных деградирующих промышленных ландшафтов, утративших свою первоначальную экономическую функцию и превратившихся в зоны упадка [88]. Таким образом, появился сам физический объект редевелопмента – избыточные, неиспользуемые промышленные земли [32].

2. Кризис городов и социальная деградация. Упадок промышленности спровоцировал острый социальный кризис в бывших промышленных центрах. Массовая безработица, отток квалифицированного населения в пригороды («эффект пончика») и концентрация маргинализированных слоев населения в промышленных районах привели к росту преступности, социальной сегрегации и общему упадку городской среды [30, 94]. Городские власти столкнулись с необходимостью не просто снести старые заводы, а решить комплексную социальную проблему и вернуть жизнь в депрессивные районы.

3. Рост межгородской конкуренции и смена парадигмы развития. Начиная с 1980-х годов, города начали осознавать себя как акторов, конкурирующих на глобальном рынке за инвестиции, человеческий капитал и туристов [47]. В этой новой парадигме имидж города, качество жизни и уникальность городской среды стали ключевыми конкурентными преимуществами. Наличие обширных

заброшенных промышленных зон стало восприниматься не просто как внутренняя проблема, а как серьезный репутационный ущерб, тормозящий развитие. Редевелопмент превратился в инструмент повышения глобальной конкурентоспособности города [92].

Следовательно, актуальность трансформации промышленных зон была продиктована сочетанием трех факторов: наличием простаивающего ресурса (земли бывших заводов), необходимостью решения острых социальных проблем и возможностью использовать редевелопмент как инструмент для повышения инвестиционной привлекательности города в условиях новой экономики [38].

Исследование IDC (International Data Corporation, в переводе на русс. язык Международная исследовательская и консалтинговая компания) показало, что рынок электронного бизнеса и управления взаимоотношениями с поставщиками будет выстроен в течение следующих 4-5 лет, поскольку проведение транзакций через сеть Интернет получает всё более широкое распространение, и компаниям придётся реинвестировать в их инфраструктуру электронного бизнеса, чтобы остаться конкурентоспособными [17]. Анализ международной практики позволяет выделить три основные организационно-управленческие модели редевелопмента, классифицируемые по степени вовлеченности государства и рыночных факторов. Каждая модель характеризуется собственным набором инструментов и спецификой распределения функций и рисков.

1. Государственно-директивная модель. Данная модель предполагает ведущую роль государства или муниципалитета, которые выступают не только регулятором, но и активным инициатором и инвестором проектов. Государство берет на себя стратегическое планирование, подготовку территории (включая затраты на экологическую санацию), создание инженерной и транспортной инфраструктуры.

— Классический пример: ревитализация Рурского промышленного региона в Германии. Управление процессом осуществлялось через специально созданные государственные агентства и фонды, которые координировали действия местных властей, занимались выкупом земель у обанкротившихся предприятий и

привлекали инвестиции в создание научных, культурных и рекреационных кластеров на месте бывших заводов [95].

– Ключевые управленческие инструменты: прямое бюджетное финансирование, создание государственных корпораций развития, разработка и утверждение мастер-планов, предоставление налоговых льгот и субсидий под конкретные государственные задачи.

2. Рыночная модель. В этой модели доминирующая роль отводится частному сектору. Инициатива исходит от девелоперов и землевладельцев, которые реализуют проекты, основываясь на рыночном спросе и коммерческой целесообразности. Роль государства сводится к созданию благоприятных рамочных условий: гибкого градостроительного регулирования и понятной системы прав собственности.

– Классический пример: множество проектов редевелопмента в США, где сильная правовая защита частной собственности и гибкая система зонирования (zoning) позволяют девелоперам относительно быстро менять функциональное назначение участков и реализовывать проекты [92]. Государство может участвовать опосредованно, например, через налоговые каникулы для инвесторов в депрессивные районы.

– Ключевые управленческие инструменты: гибкое зонирование, прозрачные и быстрые процедуры смены вида разрешенного использования земли, защита прав частной собственности, минимальные административные барьеры.

3. Партнерская модель (Государственно-частное партнерство, ГЧП). Эта гибридная модель считается наиболее сбалансированной и получила широкое распространение в современной практике. Она предполагает формализованное партнерство между государственным и частным сектором для совместной реализации проектов. В рамках ГЧП происходит объединение ресурсов и компетенций: государство обеспечивает правовую поддержку, решение сложных инфраструктурных и социальных задач, а частный партнер привлекает инвестиции, осуществляет строительство и последующее управление объектами.

– Классический пример: проект редевелопмента Лондонских доков (London Docklands). Для управления этой огромной территорией британским правительством была создана специальная Корпорация развития Лондонских доков (LDDC), которая обладала широкими полномочиями по планированию, выкупу земель и привлечению частных инвестиций. Именно синергия государственных полномочий и частного капитала позволила реализовать один из самых масштабных проектов редевелопмента в мире [109].

– Ключевые управленческие инструменты: концессионные соглашения, контракты жизненного цикла, создание совместных проектных компаний, государственные гарантии по кредитам, софинансирование инфраструктуры.

Таким образом, международный опыт демонстрирует вариативность подходов к управлению редевелопментом. Выбор конкретной модели зависит от национального законодательства, экономической конъюнктуры и специфики самого объекта. Однако общим трендом является движение в сторону гибридных, партнерских моделей, как наиболее гибких и устойчивых к рискам.

Ключевые примеры и анализ успешных кейсов. Для углубленного понимания сильных и слабых сторон различных управленческих моделей целесообразно провести детальный анализ двух знаковых проектов редевелопмента: проекта HafenCity в Гамбурге (Германия) как эталонного примера государственно-частного партнерства, и проекта реновации территории завода «ЗИЛ» в Москве (Россия) как крупнейшего отечественного кейса [38].

Анализ зарубежного кейса: HafenCity, Гамбург.

Проект HafenCity является одним из самых масштабных и признанных в мире примеров трансформации портовых территорий [38]. Управленческая модель: классическое ГЧП. Для реализации проекта была создана специальная государственная компания HafenCity Hamburg GmbH, 100% акций которой принадлежит городу Гамбургу. Эта компания выполняет функции мастер-девелопера: она разработала и утвердила мастер-план, отвечает за продажу земельных участков частным инвесторам и осуществляет контроль за соблюдением архитектурных, социальных и экологических стандартов [114].

Ключевые решения и инструменты:

- разделение функций: город взял на себя самые рискованные и капиталоемкие задачи – строительство базовой инфраструктуры (дороги, мосты, защита от наводнений) и создание общественных пространств (парки, площади, набережные). Частные инвесторы, приобретая участки, получают готовую инфраструктуру и четкие правила игры;
- контроль качества: продажа участков осуществляется не через простые аукционы, а через конкурсные процедуры, где главным критерием является не цена, а качество и соответствие архитектурной и функциональной концепции будущего объекта мастер-плану;

Вывод по кейсу: успех HafenCity обусловлен наличием единого центра управления (мастер-девелопера) с широкими полномочиями, долгосрочным стратегическим планированием и четким разделением рисков и функций между государством и частным бизнесом. Эта модель демонстрирует высочайшую эффективность, но требует значительных первоначальных инвестиций со стороны государства и наличия политической воли [114].

Анализ отечественного кейса: завод «ЗИЛ», Москва.

Редевелопмент территории бывшего завода «ЗИЛ» является крупнейшим проектом преобразования промышленной зоны в Европе.

Управленческая модель: смешанная модель с доминированием частного капитала. Город Москва выступил инициатором проекта, провел комплексную подготовку территории и градостроительной документации, после чего основной девелопмент осуществляется крупным частным застройщиком, победившим в конкурсе [1].

Ключевые решения и инструменты:

- роль города: город взял на себя создание ключевой транспортной инфраструктуры (станции метро, дороги, мосты) и значительной части социальной и культурной инфраструктуры (парки, школы, музейные центры), что существенно повысило инвестиционную привлекательность площадки;

— частная инициатива: основной объем инвестиций в строительство жилья, коммерческой недвижимости и внутренней инфраструктуры кварталов приходится на частного девелопера.

Вывод по кейсу: проект «ЗИЛ» демонстрирует успешный пример адаптации партнерской модели к российским условиям.

Таким образом был выполнен системный целостный градостроительный план благоустройства новой территории, отвечающий задачам дальнейшего развития столицы России.

Реализация данного проекта произвела положительный эффект, а именно:

- создание нового градостроительного центра в южной части Москвы, который будет служить коммерческим и культурным центром как городского, так и национального значения;

- создание нового коммерческого центра развития города регионального и общероссийского значения, расположенного непосредственно на Третьем транспортном кольце, что значительно усилило программу создания технопарка «Нагатино» и поддержало строительство «Москва-Сити»;

- развитие новых жилых районов с целью дальнейшего повышения уровня жизни в городе;

- предоставление основных вспомогательных услуг в существующих и вновь застраиваемых районах, включая торговые центры, школы, больницы и зеленые насаждения;

- возможности для расширения речного транспорта в столице и рекреационного использования водных ресурсов [1].

Ключевым фактором успеха стало активное участие города в создании дорогостоящей базовой инфраструктуры, что сняло часть рисков с частного инвестора и сделало проект экономически целесообразным. Однако высокая концентрация проекта в руках одного крупного девелопера создает иные риски, связанные с монополизацией [24].

Для более широкого обзора мировых практик прочие значимые проекты редевелопмента и их ключевые характеристики представлены в сводной таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Сравнительный анализ мировых проектов редевелопмента промышленных зон

Проект, страна	Исходная функция	Управленческая модель	Ключевой результат инвестиционно-строительных проектов
London Docklands, Великобритания	Портовые доки	ГЧП (Корпорация развития)	Создание нового финансового центра Canary Wharf [109].
King's Cross, Великобритания [109]	Ж/д узел, промзона	ГЧП	Мультифункциональный район с офисами (Google), жильем и общественными пространствами.
Waterfront Toronto, Канада	Промышленные склады	ГЧП (Гос. корпорация)	Создание «умного» района Quayside с инновационными технологиями.
Преобразование Maytag, США [92]	Завод быт. техники	Рыночная с гос. стимулами	Создание общественного центра, парка и нового жилья.
Проект Kunshan, Китай	Промышленная зона	Государственно-директивная	Строительство новых жилых кварталов и бизнес-парков.

Анализ представленных кейсов и практик показывает, что не существует единого универсального решения, ведущего к успеху. Оптимальность структуры управления напрямую зависит от эффективности производственных процессов и затрат на их управление. Эффективность достигается за счёт появления эмергентности и грамотной организации процесса управления, которая обеспечивает необходимое согласование информационных потоков и средств связи с производственными процессами.

Ключевым фактором является выбор подходящих информационных технологий. Современные информационные технологии способны значительно повысить эффективность управления. Например, автоматизация сбора и анализа данных позволяет оптимизировать производственные процессы, сократить время реагирования на изменения и минимизировать потери.

Кроме того, новые информационные технологии могут породить новые предложения по структуре управления. Например, внедрение системы управления проектами может потребовать создания новых подразделений или перераспределения обязанностей между существующими.

Таким образом, выбор оптимальной структуры управления тесно связан с выбором и внедрением соответствующих информационных технологий [12]. При этом все успешные проекты объединяет наличие единого координационного центра, будь то государственная корпорация или мастер-девелопер, что подчеркивает критическую важность централизованного управления информационными и финансовыми потоками.

1.3 Правовое регулирование изменения категорий земель, в частности земель промышленности и земель населенных пунктов

Эффективность и реализуемость проектов редевелопмента промышленных зон напрямую зависят от четкости, прозрачности и последовательности нормативно-правового регулирования. Российское законодательство в этой сфере носит комплексный характер и включает нормы как земельного, так и градостроительного права, что создает сложную, многоуровневую систему требований и процедур [33].

Данный раздел посвящен системному анализу этой правовой рамки. Его цель – не просто перечислить законодательные акты, а вскрыть ключевые особенности, противоречия и правовые барьеры, которые оказывают непосредственное влияние на сроки, стоимость и риски инвестиционно-строительных проектов по трансформации промышленных территорий. Понимание этих юридических «правил игры» является критически важным для обоснования необходимости разработки специальных организационно-управленческих структур, способных навигировать в сложной правовой среде и минимизировать связанные с ней риски.

Правовая основа, регламентирующая оборот и использование земель в Российской Федерации, является многоуровневой и базируется на иерархической системе нормативных актов, ключевыми из которых на федеральном уровне являются Земельный кодекс (ЗК РФ) [29] и Градостроительный кодекс (ГрК РФ) [24]. Для понимания сложностей, возникающих при редевелопменте, необходимо четко разграничить предмет регулирования каждого из этих кодексов и определить соподчиненность ключевых правовых понятий.

Общая иерархия правового регулирования земельно-имущественных отношений представлена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Иерархическая структура правового регулирования земельных отношений в РФ

В соответствии с нормами Земельного кодекса РФ земельные участки в пределах территории государства распределяются по семи категориям в зависимости от целевого назначения. (ст. 7 ЗК РФ). Для проектов редевелопмента ключевым является взаимодействие между категориями «земли промышленности, энергетики, транспорта...» и «земли населенных пунктов». Категория является первичным и наиболее стабильным правовым статусом участка, и ее изменение – сложная процедура, регулируемая Федеральным законом № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [82].

Градостроительный кодекс РФ, в свою очередь, оперирует на более детальном уровне и регулирует вопросы планирования и застройки внутри границ населенных пунктов. Его ключевые инструменты:

- территориальное зонирование (Глава 4 ГрК РФ): устанавливает деление территории муниципалитета на территориальные зоны (например, жилые, общественно-деловые, производственные, рекреационные);
- правила землепользования и застройки (ПЗЗ): являются локальным нормативным актом, который содержит градостроительные регламенты. Именно в ПЗЗ для каждой территориальной зоны определяются конкретные виды разрешенного использования (ВРИ) земельных участков, а также предельные параметры строительства (этажность, процент застройки, отступы) [7].

Таким образом, складывается четкая иерархия: категория земель (ЗК РФ) → Территориальная зона (ГрК РФ, ПЗЗ) → Вид разрешенного использования (ГрК РФ, ПЗЗ). Земельный участок, находясь в категории «земли населенных пунктов», может попасть в производственную территориальную зону, где разрешены одни ВРИ, или в жилую зону, где разрешены совершенно другие.

Именно этот дуализм правового регулирования, при котором для полноценного редевелопмента требуется вносить изменения как в документы территориального планирования (ПЗЗ, Генплан), так и, в ряде случаев, изменять саму категорию земли, и порождает основную сложность и длительность процедур. Необходимость последовательного прохождения согласований по линии двух разных ведомственных вертикалей (Росреестр и органы архитектуры) является

системным источником правовых коллизий и административных барьеров, которые будут детально рассмотрены далее [73].

Переходя от рассмотрения базовых положений земельного и градостроительного законодательства к практической плоскости, важно проанализировать, как именно эти нормы реализуются в виде конкретной процедуры перевода земельных участков из категории промышленного использования в категорию земель населенных пунктов и изменения градостроительных регламентов. На уровне правоприменения формируется сложная последовательность административных действий, в которой переплетаются требования ЗК РФ, ГрК РФ и специального законодательства.

Процедура правовой трансформации земельного участка из промышленного использования в гражданское не является единым административным действием, а представляет собой сложный, многостадийный процесс, который в общем случае включает два параллельных и взаимосвязанных трека.

1. Изменение вида разрешенного использования (ВРИ) и внесение изменений в Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) в соответствии с Градостроительным кодексом РФ [24].

2. Изменение категории земельного участка, в случае если он не относится к категории «земли населенных пунктов», в соответствии с Земельным кодексом РФ [29] и ФЗ № 172-ФЗ [82].

Хотя эти треки регулируются разным законодательством и реализуются разными органами власти, для успешного проекта редевелопмента они должны быть пройдены синхронно. Общая схема этого двуединого процесса представлена на рисунке 1.3.

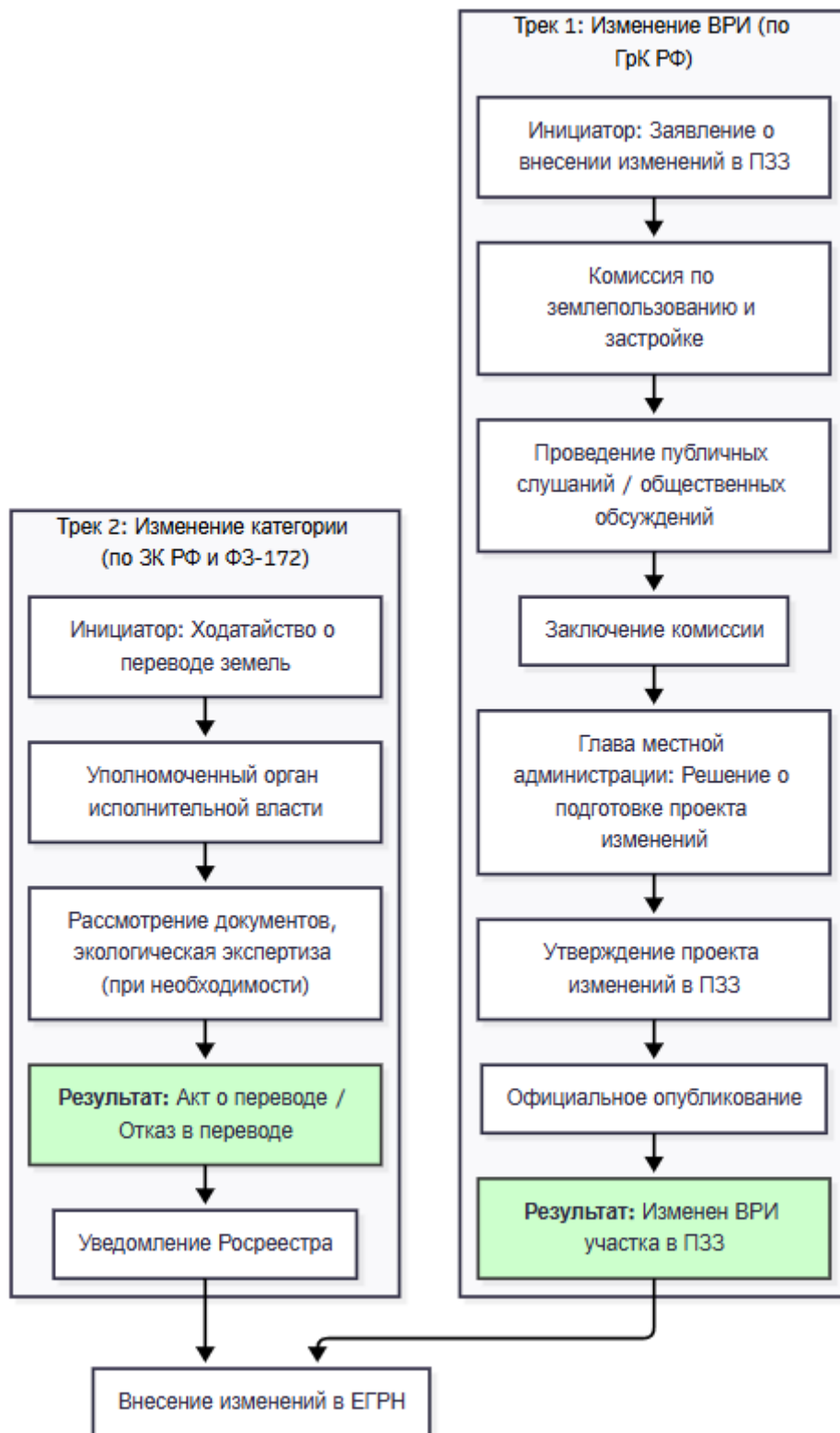


Рисунок 1.3 – Блок-схема административных процедур по изменению правового статуса земельного участка

Трек 1: изменение градостроительного регламента (ВРИ). Данный процесс инициируется заинтересованным лицом (инвестором, собственником) путем подачи заявления в комиссию по подготовке проекта правил землепользования и застройки при органе местного самоуправления (МСУ). Ключевым и наиболее непредсказуемым этапом являются публичные слушания или общественные обсуждения, результаты которых носят рекомендательный характер, но могут оказать существенное влияние на итоговое решение. После получения положительного заключения комиссии и прохождения всех согласований глава МСУ принимает решение о внесении изменений в ПЗЗ, что позволяет присвоить участку новый ВРИ, например, «многоэтажная жилая застройка» [24].

Трек 2: изменение категории земли. Если участок находится, например, в категории «земли промышленности», его необходимо перевести в категорию «земли населенных пунктов». Инициатор подает ходатайство в уполномоченный орган государственной власти субъекта РФ или орган МСУ. К ходатайству прикладывается обширный пакет документов, обосновывающих необходимость перевода, включая выписки из ЕГРН и заключение государственной экологической экспертизы (в установленных законом случаях). По результатам рассмотрения издается акт о переводе земель, который является основанием для внесения изменений в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) [29].

Оба трека завершаются внесением итоговых сведений в ЕГРН. На практике эти процессы сопряжены со значительными временными и финансовыми затратами. Сложность заключается в необходимости координации действий между ведомствами разного уровня (муниципальными и региональными), а также в субъективном факторе при принятии решений, особенно на этапе публичных слушаний. Именно эта громоздкая, непрозрачная и длительная процедура и является одним из главных барьеров, который мы будем анализировать в следующем подразделе [44].

Практическая реализация перевода земель из промышленного использования в гражданское наталкивается на ряд системных барьеров, обусловленных сложностью, многоэтапностью и межведомственной разобщенностью

административных процедур. Весь процесс можно структурировать в три крупных последовательных блока, каждый из которых включает свой комплект документов и сопряжен со специфическими трудностями [64, 75].

I. Блок: инициация и градостроительная проработка.

Цель данного этапа – формально запустить процедуру и доказать на уровне градостроительного планирования, что на данном участке возможно и целесообразно размещать жилую застройку. Он включает подготовку как базовых правоустанавливающих, так и концептуальных проектных документов.

- Документы-основания: выписка из ЕГРН, подтверждающая право на участок, и Заявление о внесении изменений в ПЗЗ, которое является формальным триггером процесса.

- Документы градостроительного обоснования: Проект планировки территории (ППТ), определяющий концепцию будущего квартала, и Проект межевания территории (ПМТ), который конкретизирует границы новых участков в рамках ППТ. На этом этапе закладываются все ключевые параметры будущей застройки [24].

II. Блок: экспертиза и общественное согласование.

Цель этого блока – доказать безопасность проекта для окружающей среды и будущих жителей, а также обеспечить его легитимацию через публичные процедуры. Этот этап является наиболее рискованным и непредсказуемым.

- Документы по экологической и санитарной безопасности: требуется целый комплекс доказательств безопасности: отчеты об инженерно-экологических изысканиях (анализы проб), проект рекультивации (если выявлено загрязнение), санитарно-эпидемиологическое заключение от Роспотребнадзора и, в ряде случаев, заключение Государственной экологической экспертизы от Росприроднадзора [26, 61].

- Документы по итогам публичных процедур: заключение о результатах публичных слушаний является обязательным документом, который, хотя и носит рекомендательный характер, оказывает существенное давление на позицию уполномоченных органов [24].

III. Блок: нормотворчество и финализация.

Цель финального блока – юридически закрепить новый статус участка в официальных документах и получить финальное право на начало строительных работ.

– Регуляторные и правоустанавливающие документы: ключевым документом здесь является Решение/Постановление о внесении изменений в ПЗЗ, подписанное главой администрации. На его основании вносятся изменения в ЕГРН и выдается новая выписка. После этого разрабатывается Градостроительный план земельного участка (ГПЗУ), на основе которого, после экспертизы проектной документации, выдается финальный документ – Разрешение на строительство (РнС) [24].

Вся эта сложная последовательность действий наглядно представлена на рисунке 1.4.

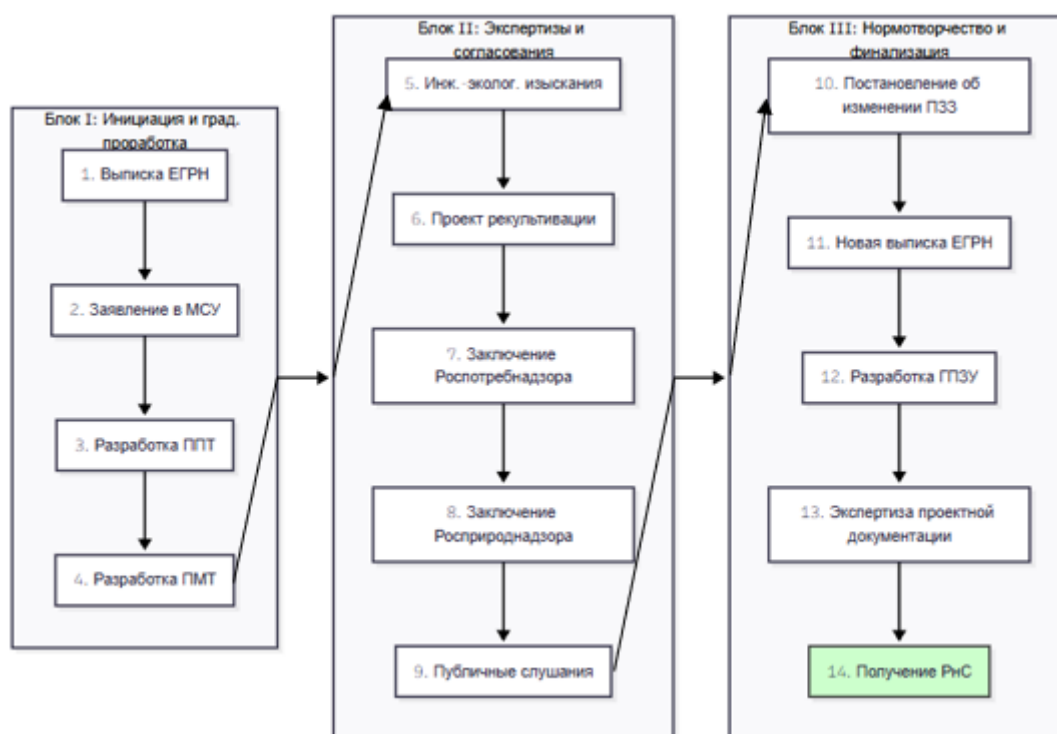


Рисунок 1.4 – Детализированная блок-схема процесса согласования перевода земельного участка

Как видно из представленной схемы, существующий процесс является линейным, последовательным и не допускает параллельного выполнения стадий,

что и приводит к его чрезмерной длительности. Отсутствие единого координационного центра, который бы управлял всем процессом как единым проектом, приводит к тому, что инвестор вынужден самостоятельно взаимодействовать с десятками разрозненных ведомств и организаций. Это порождает высокие транзакционные издержки, увеличивает риски и делает проекты редевелопмента доступными только для крупных игроков с мощным административным ресурсом, что противоречит целям устойчивого развития территорий [12]. Именно эта организационно-управленческая дисфункция и является центральной проблемой, на решение которой направлена данная диссертация.

1.4 Основные организационно-управленческие и технологические решения вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки

Анализ градостроительных предпосылок, мирового опыта и, в особенности, системных барьеров в российском правовом поле убедительно доказывает, что ключевая проблема редевелопмента лежит не в плоскости отсутствия строительных технологий или финансовых ресурсов, а в сфере организации и управления. Чрезмерная длительность процедур, межведомственная разобщенность и отсутствие единого информационного пространства формируют запрос на принципиально новые подходы к координации проектов [42].

Ситуация на современном рынке в области строительства предъявляет повышенные требования к эффективности управления как проектной организацией, так и, собственно, к самим проектам. Кроме того, наиболее высокие показатели качества выполнения проектных работ достигаются только при таком способе организации, при котором достигается наиболее высокий уровень взаимодействия специалистов из разных областей проектной деятельности. Организация столь плотного взаимодействия различных специалистов, в составе

некоторого числа функциональных групп, требует столь же ответственного подхода к организации управления проектной деятельностью [40].

Основной целью градостроительной деятельности на местном уровне является обеспечение условий устойчивого развития города в целом и формирования благоприятной среды для проживания населения в нём.

В преобразовании городской среды прослеживается тенденция вывода земельных участков из промышленной зоны в зону жилой застройки, что позволяет вывести промышленные предприятия за городскую черту и появиться новым направлениям для использования территорий бывших промышленных зон [12].

Данный раздел посвящен анализу существующих и перспективных организационно-управленческих и технологических решений, способных ответить на этот вызов. Цель раздела – систематизировать имеющиеся инструменты, оценить их применимость к задачам редевелопмента и, что наиболее важно, определить те технологические и методологические предпосылки, которые лежат в основе создания инновационных виртуальных организационно-управленческих структур.

В рамках раздела будут рассмотрены как классические модели управления проектами, так и современные цифровые технологии, такие как геоинформационные системы (ГИС) и технологии информационного моделирования (ТИМ), которые преобразуют способы работы с пространственными и проектными данными [10, 13]. Именно синергия передовых управленческих концепций и цифровых инструментов открывает путь к решению тех проблем, которые были выявлены в предыдущих разделах [16].

Поскольку организационно-управленческие модели и цифровые технологии в реальных проектах редевелопмента действуют не изолированно, а во взаимосвязке, далее рассматриваются возможности и ограничения традиционных моделей управления проектами, и кроме того, спектр современных технологических решений, который формирует основу для перехода к виртуальным организационно-управленческим структурам.

В настоящее время информационные технологии управления строительными процессами сводятся преимущественно к информационному сопровождению поставки материальных ресурсов, выполнению технологических процедур и операций строительных и транспортно-логистических процессов, информационно-справочному обслуживанию пользователей, организации учета, отчётности и архивации технических документов. Самым актуальным взаимодействием становится управление отношениями с участниками инвестиционно-строительной деятельности и участниками логистических цепей.

В виртуальных организациях управление цепочками поставок рассматривается как стратегия бизнеса, обеспечивающая эффективное управление материальными, финансовыми и информационными потоками для их синхронизации в разрозненных организационных структурах [17]. Такой подход позволяет связать управленческие и технологические аспекты в единую логическую систему.

Для решения сложных задач, подобных проектам редевелопмента, в классическом менеджменте принято использовать различные организационно-управленческие структуры. Анализ их сильных и слабых сторон позволяет понять, почему они в чистом виде оказываются неэффективными для координации комплексных градостроительных преобразований [42, 49]. Традиционно выделяют три основные модели.

1. Функциональная модель. Это наиболее распространенная, иерархическая структура, где управление осуществляется в рамках вертикальных функциональных подразделений (например, юридический отдел, финансовый отдел, отдел проектирования) [98].

Преимущества: высокая специализация и экспертиза внутри каждого подразделения.

Недостатки: крайне слабая горизонтальная коммуникация между отделами. Отсутствует единый центр ответственности за проект в целом, решения принимаются медленно и проходят долгий путь согласований.

Применимость к редевелопменту: низкая. Данная модель фактически воспроизводит в рамках одной организации ту же проблему межведомственной разобщенности, которая существует на уровне государственных органов. Она не решает, а усугубляет проблему отсутствия координации [34].

2. Проектная модель. Данная модель предполагает создание автономной, временной команды под конкретный проект, возглавляемой менеджером проекта, который наделяется всеми необходимыми полномочиями и ресурсами [98].

Преимущества: четкая централизация власти, высокая скорость принятия решений (внутри команды), полная концентрация на целях проекта.

Недостатки: дороговизна (требуется дублирование специалистов), возможная изоляция команды от остальной организации [71].

Применимость к редевелопменту: ограниченная. Проектная модель эффективна для управления внутренними задачами (например, внутри девелоперской компании). Однако она не решает главной проблемы – необходимости взаимодействия с десятками внешних независимых стейкхолдеров (органами власти, монополиями, общественностью), на которые полномочия менеджера проекта не распространяются [89].

3. Матричная модель. Это гибридная структура, которая пытается совместить преимущества первых двух. В ней сохраняются функциональные отделы, но для реализации проектов создаются временные горизонтальные группы, возглавляемые менеджерами проектов. Сотрудники при этом имеют двойное подчинение: своему функциональному руководителю и менеджеру проекта.

Преимущества: гибкость, эффективное использование ресурсов, улучшение межфункциональной координации.

Недостатки: сложность управления, конфликты приоритетов, проблема двойного подчинения [110].

Применимость к редевелопменту: наиболее продвинутая из традиционных моделей, но также ориентирована преимущественно на внутренние процессы организации. Она не предоставляет инструментов для управления внешней средой,

которая в проектах редевелопмента является доминирующим источником сложности и неопределенности [34].

Таким образом, ни одна из классических организационно-управленческих моделей в чистом виде не способна эффективно решить проблему координации множества независимых внешних участников проекта редевелопмента [42]. Они разработаны для управления внутренними ресурсами организации, в то время как ключевая сложность заключается в управлении внешними информационными потоками и административными процедурами. Это фундаментальное ограничение формирует запрос на создание принципиально иных, сетевых и информационно-интегрирующих подходов, каковыми и являются виртуальные организационно-управленческие структуры.

Переход к виртуальным организационно-управленческим структурам (ВОУС) был бы невозможен без развития и интеграции современных цифровых технологий. Именно они формируют технологический каркас, позволяющий объединить географически распределенных участников проекта в едином информационном поле и обеспечить бесперебойный обмен данными. Ключевыми технологическими «кирпичиками», создающими предпосылки для формирования ВОУС в проектах редевелопмента, являются геоинформационные системы (ГИС), технологии информационного моделирования (ТИМ) и принцип «единого окна».

Геоинформационные системы (ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. В контексте проектов редевелопмента промышленных территорий ГИС выполняют несколько стратегических функций [3]:

- анализ территории: ГИС позволяют проводить комплексную оценку земельного участка, включая его местоположение, рельеф, существующую инфраструктуру, транспортную доступность и экологическое состояние [25];
- градостроительное зонирование: системы обеспечивают доступ к данным о градостроительных регламентах, правилах землепользования и застройки (ПЗЗ),

охранных зонах и других ограничениях, что критически важно для определения потенциала развития территории [24];

- пространственное моделирование: с помощью ГИС можно моделировать различные сценарии развития территории, оценивать их влияние на окружающую среду и социальную инфраструктуру, а также визуализировать будущую застройку в контексте существующего городского ландшафта [25].

Таким образом, ГИС выступают в качестве базового информационного слоя, предоставляя исчерпывающие пространственные данные, необходимые для принятия обоснованных решений на самых ранних стадиях проекта.

Технологии информационного моделирования (ТИМ), также известные как BIM (Building Information Modeling), представляют собой процесс создания и управления комплексной цифровой моделью объекта строительства [104]. Тенденция развития BIM-технологий такова, что модель предлагается использовать не только на стадии проектирования объекта строительства, но и использовать данные, содержащиеся в базе данных модели для управления жизненным циклом объекта, что предполагает участие строительных и эксплуатационных организаций в формировании проекта (модели) [41]. Эта модель содержит не только трехмерную геометрию, но и огромное количество атрибутивной информации о каждом элементе – от материалов и стоимости до графиков строительства и эксплуатационных характеристик. В рамках ВОУС, ТИМ играют роль ядра проекта, обеспечивая:

- интегрированное проектирование: все участники (архитекторы, конструкторы, инженеры) работают с единой, всегда актуальной моделью, что исключает коллизии и ошибки [97];

- управление стоимостью и сроками (4D и 5D): привязка элементов модели к графику работ (4D) и сметным расчетам (5D) позволяет моделировать процесс строительства, точно прогнозировать затраты и оптимизировать ресурсы. Этот подход является основой для виртуального стоимостного инжиниринга, который обеспечивает непрерывный контроль затрат на всех этапах жизненного цикла объекта в цифровой среде [13];

- создание «цифрового двойника»: информационная модель, дополненная данными с датчиков в процессе эксплуатации, становится цифровым двойником построенного объекта, что упрощает его обслуживание, ремонт и последующую модернизацию [107].

Система «единого окна» – это организационно-технологический подход, который упрощает и стандартизирует взаимодействие между бизнесом (застройщиком) и государственными органами. В строительной отрасли, где получение разрешений и согласований является одним из самых длительных и сложных этапов, «единое окно» позволяет:

- сократить административные барьеры: подача всех необходимых документов и заявлений происходит через единый цифровой портал, что снижает количество визитов в различные инстанции;

- повысить прозрачность процедур: все этапы согласования становятся отслеживаемыми в режиме реального времени, что уменьшает коррупционные риски и неопределенность [31];

- ускорить процесс получения разрешительной документации: стандартизация и цифровизация документооборота значительно сокращают сроки рассмотрения заявок [44].

По отдельности каждая из этих технологий решает важные, но узкоспециализированные задачи. Однако их синергетический эффект достигается только при интеграции в единую среду данных (Common Data Environment, далее – CDE). CDE представляет собой централизованную цифровую среду, которая объединяет пространственные данные из ГИС, детальную информацию об объекте из ТИМ и юридически значимый документооборот из системы «единого окна».

Нормативную основу применения CDE составляет серия международных стандартов ISO 19650 «Организация и оцифровка информации о зданиях и сооружениях, включая BIM [105]. Управление информацией с использованием BIM». В соответствии с указанными стандартами, среда общих данных призвана обеспечивать не только хранение и передачу проектной информации, но и управление полным циклом ее формирования – от разработки до согласования и

утверждения. Функционирование CDE строится на принципе единого источника истины (Single Source of Truth, SSoT), согласно которому все участники проекта на любом этапе его реализации оперируют исключительно актуальной и верифицированной версией данных. Соблюдение данного принципа позволяет существенно сократить число ошибок, обусловленных использованием устаревших или несогласованных сведений, и минимизировать объем переработок.

Именно такая интегрированная среда становится ядром виртуальной организационно-управленческой структуры. Она позволяет всем участникам проекта, независимо от их местоположения, иметь доступ к актуальной, полной и достоверной информации, обеспечивая слаженную совместную работу и эффективное управление сложными проектами редевелопмента.

Ниже представлена диаграмма (рисунок 1.5), иллюстрирующая концепцию интеграции этих технологий в единую среду данных как основу для функционирования ВОУС.

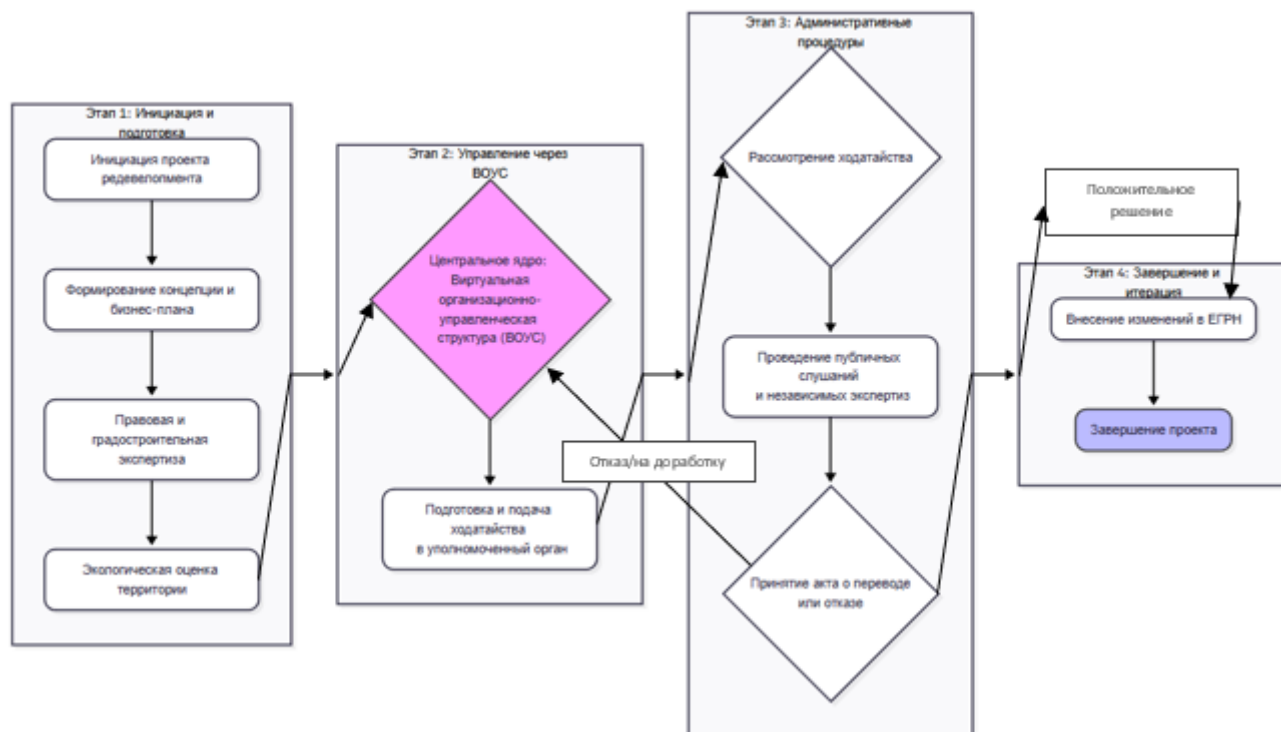


Рисунок 1.5 – Диаграмма концепция интеграции технологий в единую среду данных для функционирования ВОУС

ВЫВОДЫ

Проведенный в данной главе всесторонний анализ теоретических основ, правовой базы и практического опыта реализации проектов по переводу земельных участков из промышленных зон в территории жилой застройки позволяет сформулировать ряд ключевых выводов.

1. Подтверждена высокая социально-экономическая значимость и стратегическая актуальность редевелопмента промышленных территорий. Как мировой, так и отечественный опыт показывают, что трансформация заброшенных или полузаброшенных промзон является эффективным инструментом решения комплексных градостроительных задач: от улучшения экологической обстановки и создания комфортной городской среды до привлечения инвестиций и повышения качества жизни населения, что полностью соответствует целям «Стратегии развития строительной отрасли и ЖКХ до 2030 года».

2. Исследование выявило, что существующий механизм перевода земель сопряжен с системными проблемами институционального и организационного характера. Существуют следующие ключевые барьеры.

– Чрезмерная продолжительность. Последовательное прохождение всех согласований и экспертиз занимает от 2 до 5 лет, что является критическим фактором, снижающим инвестиционную привлекательность проектов.

– Межведомственная разобщенность и фрагментарность. Процесс требует взаимодействия с множеством регуляторных органов (Департамент градостроительства, Роспотребнадзор, Росприроднадзор и др.), действующих изолированно, что порождает риски «межведомственных конфликтов», противоречивых требований и затягивания сроков.

– Высокий уровень неопределенности и рисков. Проект может быть остановлен или отправлен на доработку на любом из этапов из-за административных, экологических или социально-политических факторов. Непрозрачность процедур и значимость неформальных договоренностей делают результат слабо предсказуемым.

Таким образом выполненный анализ показал, что традиционные, последовательные модели управления неэффективны в условиях высокой сложности и неопределенности, характерных для проектов редевелопмента. Отсутствие единого информационного пространства, инструментов координации и параллельного выполнения задач ведет к затягиванию сроков, росту издержек и возникновению многочисленных рисков. Это формирует однозначный вывод: несмотря на очевидную востребованность проектов по трансформации промышленных зон, их успешная реализация сдерживается негибкой, непрозрачной и ресурсозатратной системой управления. Следовательно, возникает острая необходимость в коренном совершенствовании организационно-управленческих подходов и разработке новой структуры управления проектом, способной преодолеть существующие барьеры, что и является центральной задачей данного диссертационного исследования.

2 ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ВИРТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ВЫВОДА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

2.1 Специальные информационные системы персонализированного виртуального взаимодействия участников проекта

Современная строительная отрасль активно использует широкий спектр специализированных информационных систем, призванных автоматизировать отдельные аспекты проектной и строительной деятельности. К наиболее распространенным классам таких систем относятся следующие [25, 97].

- Системы информационного моделирования (Building Information Modeling, далее – BIM), предназначенные для создания и управления трехмерными моделями объектов, содержащими как геометрические, так и атрибутивные данные [10].

- Геоинформационные системы (ГИС), используемые для анализа и визуализации пространственных данных, связанных с земельным участком, окружающей застройкой и инженерными сетями.

- Системы планирования ресурсов предприятия (ERP, Enterprise Resource Planning), которые применяются для управления финансами, закупками, логистикой и другими бэк-офисными процессами.

- Системы электронного документооборота (СЭД), обеспечивающие формализацию процессов делопроизводства, согласования и хранения организационно-распорядительной документации [121].

Несмотря на высокую функциональность каждой из этих систем в рамках своей предметной области, их применение в проектах редевелопмента сопряжено с фундаментальным ограничением – изолированностью и отсутствием интеграции [13]. На практике это приводит к формированию так называемых «информационных колодцев» (data silos), когда данные, созданные в одной системе, недоступны или несовместимы с данными в другой [66].

Такая фрагментация информационного ландшафта порождает целый ряд негативных последствий, а именно следующие:

- дублирование и повторный ввод данных, что увеличивает трудозатраты и является источником многочисленных ошибок;
- использование неактуальных или противоречивых версий документов и моделей, приводящее к коллизиям и необходимости дорогостоящих переделок на поздних стадиях проекта;
- непрозрачность процессов, так как отсутствует единая точка контроля за ходом выполнения задач и движением информационных потоков между различными участниками и системами [97];
- высокие транзакционные издержки, связанные с необходимостью «ручной» синхронизации данных, проведением многочисленных совещаний и урегулированием споров, возникающих из-за информационных расхождений [118].

Таким образом, простое наличие у участников проекта современных ИТ-решений не гарантирует эффективности их совместной работы. Ключевым фактором успеха становится не столько функционал отдельных систем, сколько способность обеспечить их бесшовное взаимодействие в рамках единой среды [65]. Эта задача решается на уровне интеграционной платформы.

Решение проблемы фрагментации информационного ландшафта заключается в создании промежуточного интеграционного слоя, который функционирует как центральный нервный узел, связывающий все специализированные системы участников проекта в единую сеть. Роль такого узла выполняет интеграционная платформа, чаще всего реализуемая на базе сервисно-ориентированной архитектуры (Service-Oriented Architecture, SOA) и технологии корпоративной сервисной шины (Enterprise Service Bus, ESB) [99].

Если интеграционная платформа обеспечивает техническую связность систем, то модуль управления задачами и бизнес-процессами (далее – Workflow Engine) отвечает за логическую организацию совместной работы. Этот модуль представляет собой программный компонент, который автоматизирует

исполнение, контроль и протоколирование потоков работ в соответствии с предварительно описанными и формализованными бизнес-процессами [52].

Основная задача Workflow Engine – обеспечить строгое соблюдение регламентов, заложенных в ролевой модели и матрице ответственности [98].

Можно выделить три ключевых блока специфической информации, интеграция которой в CDE является критически важной.

1. Данные экологического состояния и рекультивации. Промышленные территории практически всегда несут на себе след прошлой деятельности в виде загрязнения почв, грунтовых вод и наличия отходов производства. В связи с этим, CDE в проекте редевелопмента должна в обязательном порядке содержать и управлять следующими данными:

- результаты инженерно-экологических изысканий: цифровые карты загрязнений, отчеты о пробах грунта и воды, данные о радиационном фоне [26];
- проект рекультивации земель: включая сметную документацию и технологические карты работ по обезвреживанию и вывозу загрязненного грунта [56];
- данные мониторинга: информация с датчиков и постов мониторинга состояния окружающей среды в процессе и после завершения работ по рекультивации. Интеграция этих данных позволяет не только контролировать ход работ, но и предоставлять убедительные доказательства экологической безопасности будущей застройки для согласующих органов и общественности [78].

2. Данные юридического сопровождения. Процесс перевода земель из одной категории в другую является сложной юридической процедурой, требующей подготовки и согласования большого объема документов. CDE должна обеспечивать управление полным жизненным циклом этих документов, включая:

- документацию по изменению вида разрешенного использования (ВРИ): заявления, обоснования, заключения экспертиз [29];
- материалы публичных слушаний: протоколы, списки участников, собранные замечания и предложения [24];
- градостроительные планы земельных участков (ГПЗУ): как

существующие, так и проектируемые, со всеми наложенными ограничениями. Централизованное управление этими документами и связанными с ними бизнес-процессами позволяет значительно ускорить прохождение административных барьеров [57].

3. Данные об объектах культурного наследия (ОКН). На территориях старых промышленных зон часто располагаются здания и сооружения, имеющие историческую и архитектурную ценность. Работа с такими объектами строго регламентирована и требует особого подхода. CDE должна содержать:

- историко-культурные опорные планы с обозначением границ территорий ОКН и их охранных зон [76];
- акты государственной историко-культурной экспертизы [55];
- проекты приспособления ОКН для современного использования, согласованные с органами охраны памятников.

Таким образом, CDE в проекте редевелопмента – это комплексная информационная система, объединяющая инженерные, экологические, юридические и историко-культурные данные, что позволяет получить целостное представление о проекте и эффективно управлять его многочисленными и разноплановыми рисками [55, 104].

2.2 Анализ виртуальных структур управления проектом в строительной отрасли

Для получения качественного отраслевого продукта (результата проекта) необходимы оптимизация производства и предшествующий ей детальный анализ технологий, процессов и информационного поля. Анализируются источники, генерирующие информацию, варианты ее фиксации и отображения, согласования и утверждения, передачи и хранения, определяется целевая аудитория для информационных потоков, а также используемые средства коммуникации. Далее выявляются так называемые «узкие места» в процессной, технологической и информационной организации производственной деятельности и возможные

причины их появления. Следующий за этим поиск возможных вариантов решения основывается на масштабах и специфике выявленных проблем, при этом есть вероятность устранить незначительные отклонения и сбои посредством выработки наиболее оптимальных локальных управляющих воздействий, если же речь идет о крупных процессных дефектах и несоответствиях, имеющих статус общих внутриотраслевых, то тут требуется полноценная методология, оперирующая математическими моделями и алгоритмами. На основании полученных в процессе аналитической деятельности результатов предлагается проектирование виртуальной организационной структуры в качестве многогранного, мощного инструмента модернизации строительного производства, позволяющего автоматизировать и оптимизировать основные отраслевые процессы, способствующего повышению конкурентоспособности предприятий строительной отрасли, позволяющего оперативно реагировать на постоянно меняющиеся условия рынка. Из всего многообразия терминов и определений, характеризующих виртуальные предприятия, в качестве наиболее адаптированного под специфику строительства можно выделить следующее – это динамическая, открытая бизнес-система, основанная на формировании юридически независимыми предприятиями единого информационного пространства с целью совместного использования своих технологических ресурсов для реализации всех этапов работ по выполнению проекта: от сформулированной идеи до сдачи продукции (результата проекта) конечному потребителю.

Основным продуктом строительной отрасли являются здания и сооружения во всем многообразии форм, масштабов и сегментов. А поскольку мощностей одного предприятия, каким бы крупным и развитым оно не было, как правило, недостаточно для реализации среднемасштабного строительного проекта, приходится использовать компетенции других организаций, концентрирующих свою деятельность на строительном производстве. Как показывает опыт, чем масштабней проект, тем шире количественный состав реализующего звена, состоящего из подрядчиков, поставщиков, проектировщиков, инвесторов, юристов, риелторов и др. Из всего этого многообразия и формируется виртуальная

организационная структура, оптимизирующая процессы строительства и реализующая заданный проект. На первом этапе определяются организационная принадлежность и состав «информационного центра» или, другими словами, органа управления и координации [8].

Наличие технологического фундамента в виде CDE и интеграционной платформы позволяет формировать виртуальные организационно-управленческие структуры различной конфигурации. Выбор конкретной конфигурации ВОУС зависит от множества факторов: масштаба и сложности проекта, количества участников, степени их технологической зрелости, а также требований к контролю и гибкости со стороны инвестора. Основываясь на анализе существующих подходов [34, 87, 93], можно выделить три основные типологии ВОУС: централизованную, децентрализованную (федеративную) и гибридную [3, 91]. Далее последовательно рассмотрены типы структур, и предложена методика формализованного выбора оптимальной конфигурации.

1. Централизованная (платформенная) модель. В данной конфигурации все участники проекта работают в единой, общей для всех системе (CDE), которая принадлежит и контролируется одним из участников – как правило, техническим заказчиком или генеральным подрядчиком [87]. Все данные, процессы и коммуникации сосредоточены внутри этой платформы. Примером такой модели может служить проект комплексного развития территории (КРТ), инициированный субъектом федерации, например, редевелопмент бывших промышленных зон «Серого пояса» в Санкт-Петербурге. В данном случае, Правительство города или уполномоченная им структура (Технический заказчик) внедряет единую цифровую платформу и требует от всех участников – проектировщиков, подрядчиков, ресурсоснабжающих организаций – работать исключительно в ней. Это обеспечивает максимальный контроль за соблюдением сроков и расходованием бюджетных средств [28].

2. Децентрализованная (федеративная) модель. Эта модель предполагает, что каждый участник проекта продолжает работать в своих собственных информационных системах (BIM, ERP, СЭД). Взаимодействие и обмен данными

между ними осуществляются через интеграционную шину (Enterprise Service Bus, ESB) по заранее согласованным стандартам и протоколам, без создания единого центрального хранилища [34]. Данный подход часто встречается в проектах, где инициатором выступает некрупный частный девелопер, который выкупил отдельный земельный участок бывшей промышленной зоны. Девелопер, обладая высокой гибкостью, формирует объединение подрядных организаций, каждая из которых является экспертом в своей области (например, одна компания специализируется на рекультивации, другая – на монолитном строительстве). Обмен данными между ними происходит по гибким протоколам, часто с использованием облачных сервисов общего назначения, без внедрения единой сложной системы [20].

3. Гибридная модель. Данная конфигурация сочетает в себе элементы первых двух. Ключевые, мастер-данные (например, сводная BIM-модель, календарный план, бюджет) управляются централизованно в ядре CDE. В то же время, для решения своих внутренних задач участники могут использовать собственные локальные системы, которые синхронизируются с центральным ядром по мере необходимости [98].

Наиболее характерный пример – проекты редевелопмента, реализуемые крупными частными девелоперами, как, например, преобразование территории бывшего завода ЗИЛ в Москве [54]. Девелопер создает и контролирует центральное ядро CDE, в котором ведется управление сводной BIM-моделью, общим бюджетом и генеральным планом-графиком. При этом проектировщики, подрядчики и поставщики могут использовать свои внутренние учетные и производственные системы, обеспечивая их периодическую синхронизацию с центральным ядром через интеграционную шину. Это позволяет сочетать стратегический контроль с тактической гибкостью исполнителей.

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков каждой из моделей представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительный анализ типовых конфигураций ВОУС

Критерий	Централизованная модель	Децентрализованная модель	Гибридная модель
Уровень контроля	Максимальный	Низкий	Высокий (для ключевых данных)
Гибкость	Низкая	Высокая	Средняя
Надежность данных	Высокая (единый источник)	Умеренная (риск рассинхрона)	Высокая (для ключевых данных)
Порог входа для участников	Высокий (нужно осваивать новую систему)	Низкий (работа в привычных системах)	Средний
Затраты на внедрение	Высокие (лицензии, внедрение)	Низкие (затраты на интеграцию)	Средние
Область применения	Проекты с гос. участием; проекты, где заказчик обладает высокой тех. экспертизой.	Небольшие проекты с гибкими требованиями; проекты, где участники не готовы менять свои ИТ-системы.	Крупные, комплексные проекты редевелопмента с большим числом участников разного уровня зрелости.

Как видно из анализа, не существует одной универсальной конфигурации ВОУС, которая была бы оптимальной для всех без исключения проектов. Выбор конкретной модели должен быть результатом осознанного управленческого решения, основанного на анализе характеристик самого проекта и его окружения [20]. Для снижения степени субъективности и перевода этого выбора в формализованную плоскость целесообразно использовать специальную методику, которая опирается на ключевые атрибуты проекта и его участников.

Выбор оптимальной конфигурации виртуальной организационно-управленческой структуры является сложной, комплексной задачей. Ошибочное решение на этом этапе может привести либо к избыточным затратам на внедрение ненужных систем, либо к потере контроля над проектом [98]. Для формализации этого выбора и снижения субъективности предлагается использовать методику, основанную на последовательном анализе ключевых атрибутов проекта [5].

Методика представляет собой пошаговый алгоритм, который на основе ответов на ключевые вопросы позволяет прийти к аргументированной рекомендации по выбору централизованной, гибридной или децентрализованной модели ВОУС. Алгоритм выбора представлен в виде блок-схемы на рисунке 2.1.

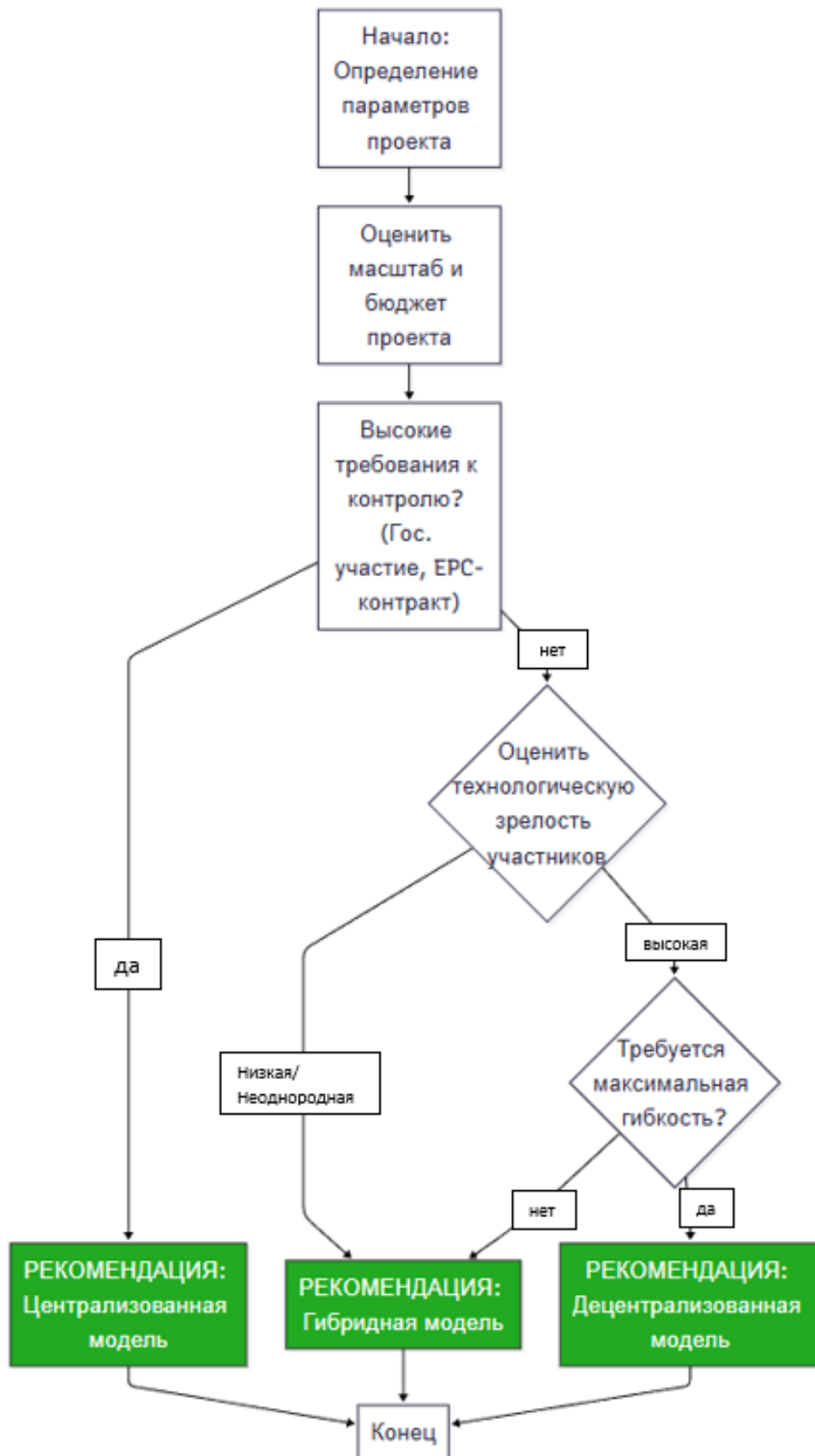


Рисунок 2.1 – Алгоритм выбора оптимальной конфигурации ВОУС

Данный алгоритм следует рассмотреть подробнее.

1. Шаг 1. Оценка масштаба и требований к контролю. На первом этапе необходимо оценить два ключевых параметра: масштаб проекта (бюджет, площадь застройки) и уровень требований к контролю со стороны инвестора или государства. Если проект является крупным и/или реализуется в рамках ЕРС-контракта или с привлечением бюджетных средств, что подразумевает максимальный уровень контроля и прозрачности, то наиболее предпочтительной является централизованная модель [86]. Она обеспечивает полный контроль над информационными потоками и действиями участников.

2. Шаг 2. Оценка технологической зрелости участников. Если жестких требований к тотальному контролю нет, следующим шагом является анализ технологической зрелости ключевых участников проекта (заказчика, проектировщика, подрядчика) [93]. Если уровень зрелости низок или сильно неоднороден (например, проектировщик использует передовые BIM-технологии, а подрядчик ведет учет в электронных таблицах), принуждение всех к работе в единой сложной системе будет неэффективно. В этом случае оптимальным выбором становится гибридная модель. Она позволяет управлять ключевыми данными централизованно, но при этом дает участникам возможность использовать привычные им инструменты для решения локальных задач.

3. Шаг 3. Оценка потребности в гибкости. Если все ключевые участники обладают высоким уровнем технологической зрелости и способны к интеграции своих систем, финальным критерием становится потребность в гибкости. Если проект предполагает инновационные решения, частые изменения и требует максимальной скорости реакции от участников, то наиболее подходящей будет децентрализованная (федеративная) модель. Она предоставляет участникам максимальную автономию и способствует быстрой кооперации, хотя и требует более сложных интеграционных решений [46].

Применение данной методики позволяет руководителю проекта на ранней стадии, еще до начала инвестиций в ИТ-инфраструктуру, сделать обоснованный

выбор конфигурации ВОУС, которая будет наилучшим образом соответствовать целям, ограничениям и специфике конкретного проекта редевелопмента [12].

2.3 Организация виртуального управления выводом земельных участков из промышленных зон в информационном пространстве участников проекта

Основной чертой проектной организации будущего, чтобы успешно развиваться в условия современного строительного рынка в России является способность к постоянному приспособлению к динамично изменяющейся внешней среде. Организация должна обладать необходимыми механизмами адаптации, оргструктура будет меняться в соответствии с изменением внешних условий и объективных требований к ней. Анализ современных процессов и тенденций развития в этой области показывает, что наиболее важными чертами организационной структуры проектной организации в области строительства, станут такие, как большая гибкость, индивидуальный подход, преимущественно командная организация проектных работ, высокий уровень положительно направленной конкуренции в организации, широкое применение интегрированных информационных систем управления проектными работами. Кроме того, как это следует из теории управления организациями, предприятие получит необходимую гибкость в том случае, если модернизации подвергнутся её основные определяющие элементы и процессы, основа организационной структуры проектной деятельности и методы её ведения [41].

Проекты редевелопмента характеризуются высокой степенью сложности, многообразием участников с разнонаправленными экономическими интересами, а также непрозрачностью и длительностью согласовательных процедур. Следствием этого являются значительные транзакционные издержки, увеличение сроков реализации проектов и, как итог, снижение их инвестиционной привлекательности. Выявленные барьеры свидетельствуют о том, что традиционные, иерархические модели управления оказываются недостаточно гибкими и эффективными в

современных условиях [44, 98, 109].

В связи с этим возникает объективная необходимость в поиске и адаптации новых организационно-управленческих подходов, способных обеспечить должный уровень координации, контроля и информационной прозрачности на всех этапах жизненного цикла проекта. Решением обозначенной проблемы может стать формирование виртуальных организационно-управленческих структур (ВОУС), основанных на принципах проектного альянса и функционирующих в едином информационном пространстве. Интеграция управления крупномасштабным инвестиционно-строительным проектом с достижениями научно-технического приведёт к синергетическому эффекту, превышающему результаты традиционного подхода к управлению проектами [17].

Применение ВОУС позволяет объединить географически и организационно разобщённых участников проекта в единую команду, обеспечивая эффективное взаимодействие за счёт использования современных информационных и коммуникационных технологий [12]. Такой подход способствует не только сокращению транзакционных издержек, но и созданию синергетического эффекта от совместной деятельности, что в конечном итоге повышает управляемость и общую экономическую эффективность проектов редевелопмента.

В настоящей главе рассмотрены теоретические и методологические основы формирования виртуального управления в строительной отрасли, проанализированы существующие подходы к организации информационного взаимодействия и предложены модели и методы для проектирования и оценки эффективности ВОУС применительно к задачам вывода земельных участков.

Необходимость перевода земельных участков из категории промышленных зон в состав территорий гражданского назначения детерминирована комплексом взаимосвязанных градостроительных, социально-экономических и экологических факторов, актуальность которых возрастает в условиях современной урбанистической парадигмы [38].

Фундаментом для построения эффективной виртуальной организационно-управленческой структуры является создание единого информационного

пространства. CDE представляет собой интегрированную цифровую среду, которая выступает как единственный и достоверный источник информации для всех участников на всех этапах жизненного цикла проекта редевелопмента [69, 104]. Ключевая цель CDE – преодоление информационной разобщенности, устранение проблемы обмена информацией без блокировки основного потока данных и обеспечение прозрачности процессов принятия решений.

Концепция CDE регламентируется международными и национальными стандартами, в частности серией стандартов ISO 19650 «Организация и оцифровка информации о зданиях и сооружениях, включая BIM. Управление информацией с использованием BIM» [105]. Согласно данным стандартам, среда общих данных должна обеспечивать не только хранение и обмен информацией, но и управление процессами ее создания, согласования и утверждения, базируясь на принципе «единого источника истины» (Single Source of Truth, SSoT) [121]. Это гарантирует, что любой участник проекта в любой момент времени работает с актуальной и верифицированной версией данных, что критически важно для снижения количества ошибок и переделок.

Однако техническая архитектура является лишь базисом, на котором необходимо выстроить систему управления смыслами и процессами. Переходя от структуры платформы к ее наполнению, следует рассмотреть принципы организации данных, обеспечивающие прозрачность деятельности.

Если CDE является скелетом виртуальной управленческой структуры, то модели данных и метаданных – ее нервной системой, обеспечивающей целостность и возможность отслеживания всех процессов. Для обеспечения полной трассируемости управленческих решений необходимо определить и формализовать ключевые информационные сущности проекта и отношения между ними. Модель данных, таким образом, представляет собой формализованное описание информационных потоков внутри проекта, что является необходимым условием для их последующей автоматизации и контроля [66].

Основными сущностями в модели данных проекта редевелопмента являются: «Проект», «Участник», «Документ» и «Решение» [12, 105]. Взаимосвязи между

этими сущностями формируют так называемый «цифровой след», который позволяет в любой момент времени восстановить историю принятия решений, определить ответственных лиц и выявить причины возникновения отклонений.

Каждая сущность в модели описывается набором метаданных – атрибутов, которые несут информацию о самой сущности. Например, для сущности «Документ» критически важными метаданными являются: глобальный уникальный идентификатор, номер версии, статус жизненного цикла («в разработке», «на согласовании», «утвержден»), автор, дата создания и др. Именно строгая фиксация и управление метаданными обеспечивают юридическую значимость и проверяемость всех операций, совершаемых в едином информационном пространстве [21, 104].

Таким образом, продуманная модель данных и детальное описание метаданных позволяют трансформировать хаотичный обмен информацией в управляемый и прозрачный процесс, где каждое действие протоколируется, а каждое решение имеет документальное основание и четко определенного автора [105]. Это создает основу для снижения управленческих рисков и повышения общей предсказуемости реализации проекта.

ВЫВОДЫ

Проведенный в данной главе всесторонний анализ теоретических основ, правовой базы и практического опыта реализации проектов по переводу земельных участков из промышленных зон в территории жилой застройки позволяет сформулировать ряд ключевых выводов. В рамках главы были решены задачи по разработке теоретических и методологических основ формирования ВОУС для проектов вывода земельных участков.

1. Предложена концептуальная архитектура единого информационного пространства (CDE), выступающего технологическим ядром ВОУС, и определены

его основные компоненты: слой данных, приложений, интеграции и представления.

2. Разработана модель данных и метаданных, формализующая информационные потоки и обеспечивающая трассируемость и юридическую значимость всех управленческих решений, принимаемых в виртуальной среде.

3. Определены типовые роли участников проекта и предложен механизм регламентации их взаимодействия на основе матрицы ответственности, что позволяет автоматизировать и контролировать бизнес-процессы.

4. Проведен анализ существующих ИТ-решений и обоснована необходимость использования интеграционной платформы для устранения фрагментации информационного ландшафта.

5. Разработана классификация конфигураций ВОУС (централизованная, децентрализованная, гибридная) и предложена методика их выбора, позволяющая на основе анализа атрибутов проекта сделать обоснованный выбор оптимальной структуры.

Таким образом, в главе предложен комплексный подход, охватывающий организационные, технологические и методологические аспекты формирования ВОУС, что создает научную и практическую базу для их успешного применения в проектах редевелопмента промышленных территорий.

3 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОДА ЗЕМЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЗОНЫ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

3.1 Основные направления инжиниринга в контрактах жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов селитебной зоны в условиях виртуальной реальности

3.1.1 Концепция виртуального стоимостного инжиниринга

Переход от теоретического обоснования и анализа существующих подходов к формированию виртуальных организационно-управленческих структур (ВОУС), рассмотренных в предыдущих главах, требует разработки практического инструментария для оценки и выбора наиболее эффективных конфигураций этих структур в проектах редевелопмента. Сложность, многофакторность и высокая степень неопределенности, присущие проектам перевода промышленных территорий в селитебные зоны, делают невозможным принятие обоснованных управленческих решений исключительно на основе качественных оценок и экспертных мнений. Возникает объективная необходимость в формализации процессов и создании комплекса математических моделей, способных адекватно описывать экономические, организационные и технологические аспекты жизненного цикла таких проектов [98].

Для формализации виртуальной организационно-управленческой структуры проектов редевелопмента были введены следующие множества участников и объектов управления. Множество участников инвестиционно-строительного процесса обозначены как:

$$P_i = p_1, p_2, \dots, p_m, \quad (3.1)$$

где p_i – i -й участник проекта (орган публичной власти, застройщик, проектная организация, экспертная организация, ресурсоснабжающая организация и т. п.);

m – общее количество участников.

Множество документов и информационных объектов, циркулирующих между участниками, представлены в виде:

$$D_j = d_1, d_2, \dots, d_k, \quad (3.2)$$

где d_j – j -й документ или информационный объект (заявка, градостроительный план, проект планировки, заключение экспертизы и др.);

k – количество типов таких документов.

Множество типовых операций информационно-технологического процесса обозначены как:

$$T_l = t_1, t_2, \dots, t_r, \quad (3.3)$$

где t_l – l -я типовая операция (подготовка, согласование, утверждение, доработка, регистрация и др.);

r – количество выделенных типовых операций [12, 24, 98, 104].

Структуру взаимодействия в рамках контракта жизненного цикла целесообразно описывать в виде ориентированного информационного графа:

$$G = (V, E), \quad (3.4)$$

где множество вершин V включает как участников P , так и ключевые стадии жизненного цикла объекта редевелопмента, а множество дуг $E \subseteq V \times V$ отражает маршруты движения информационных объектов D между ними.

Для количественного анализа используется матрица смежности:

$$A = [a_{ij}], \quad (3.5)$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если существует информационная дуга } (v_i, v_j) \in E; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (3.6)$$

Использование матрицы смежности позволяет выявлять избыточные связи, дублирующие маршруты согласований и потенциальные «узкие места» в структуре виртуальной организационно-управленческой структуры [8].

Во второй главе диссертационного исследования показано, что основой функционирования БОУС является единое информационное пространство (Common Data Environment, далее – CDE), обеспечивающее эффективное

взаимодействие географически распределенных участников [71, 93]. Однако само по себе наличие такого пространства не гарантирует достижения целей проекта. Ключевой задачей становится разработка и интеграция в это пространство специализированных моделей, позволяющих проводить количественный анализ альтернативных сценариев редевелопмента и выбирать оптимальный из них по совокупности критериев [70, 98].

Таким образом, целью данной главы является разработка комплекса взаимосвязанных математических моделей, составляющих ядро системы поддержки принятия решений в рамках ВОУС. Данный комплекс должен обеспечивать решение трех ключевых задач.

1. Экономическая оценка альтернативных сценариев на протяжении всего жизненного цикла проекта [96].
2. Анализ и оптимизация организационно-технологических процессов с учетом стохастической природы большинства операций [98].
3. Комплексный выбор наилучшего сценария редевелопмента на основе синтеза экономических, временных и качественных критериев [70].

Для решения этих задач в настоящей главе последовательно разработаны и описаны: модель виртуального стоимостного инжиниринга на базе оценки совокупной стоимости владения (ТСО) [96], имитационная модель организационно-технологического проектирования и информационно-логическая модель комплексного выбора сценария редевелопмента [70, 50]. Как отмечается, именно интеграция современных технологий и инженерной дисциплины позволяет эффективно управлять стоимостью проекта на всех этапах его жизненного цикла [13]. Использование предложенного математического аппарата призвано существенно повысить предсказуемость, управляемость и, как следствие, экономическую эффективность проектов вывода земельных участков из промышленного использования в жилую застройку. Последующие разделы главы детально раскрывают структуру и содержание каждой из разработанных моделей.

Современные проекты редевелопмента промышленных территорий характеризуются не только высокой капиталоемкостью, но и сложностью

организационно-технологических взаимосвязей, а также долгосрочным влиянием на городскую среду. Это обуславливает переход от традиционных моделей управления к концепции жизненного цикла (КЖЦ), которые охватывают все этапы проекта – от инвестиционного замысла и проектирования до строительства, эксплуатации и последующей ликвидации или реновации объекта. В таких условиях инжиниринг перестает быть локальной функцией, ограниченной стадией проектирования, и трансформируется в сквозной процесс, пронизывающий весь жизненный цикл проекта [13, 103].

Применение виртуальных организационно-управленческих структур открывает новые возможности для реализации проекта, создавая единое информационное пространство для всех участников. В рамках этого пространства прямое и оперативное взаимодействие через цифровые платформы способствует формированию «информационного партнерства», направленного на коллективный поиск путей повышения эффективности по всей цепочке создания стоимости проекта [17]. Однако для полноценной реализации потенциала жизненного цикла проекта в виртуальной среде необходимо наличие специализированных инжиниринговых инструментов, позволяющих осуществлять непрерывный мониторинг и управление ключевыми параметрами проекта, в первую очередь – его стоимостью [13].

Интеграция инжиниринговых услуг и современных цифровых технологий формирует базис для появления нового подхода – виртуального стоимостного инжиниринга. «Виртуальный стоимостной инжиниринг» – это процесс, предполагающий создание обоснований затрат на протяжении всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. Процесс направлен на установление жизнеспособных экономических партнерских отношений между субъектами проекта. Стоимостной инжиниринг включает в себя:

- способы определения инвестиционной стоимости проекта, оценка эффективности капитальных вложений и формирование предельной цены для бюджетных проектов являются важными аспектами инжиниринга, на этапе обоснования инвестиций;

- способы, методы определения, экспертиза сметной стоимости строительства и составление бюджета проекта выполняется в процессе проектирования;
- в ходе подрядных торгов и других закупок проекта возникает необходимость определения основной максимально допустимой стоимости и контрактной стоимости;
- во время строительства производится контроль над затратами, расчет между субъектами строительства, обзор текущего состояния выполнения работ и прогноз конечной стоимости проекта по его завершению;
- при вводе объектов в эксплуатацию применяются процедуры оценки и исследования реальных расходов [13]. Данный подход направлен на создание динамической, постоянно обновляемой экономической модели объекта, что позволяет оптимизировать затраты на всех этапах его существования и гарантировать долгосрочную экономическую жизнеспособность принимаемых решений [18].

Таким образом, инжиниринг в условиях виртуальной реальности эволюционирует от набора разрозненных процедур к целостной системе управления стоимостью, интегрированной в общую структуру управления проектом редевелопмента [13]. Последующие подразделы раскрывают содержание и конкретные модели, составляющие основу данного подхода.

Классические подходы к управлению стоимостью в строительстве, основанные на статичных сметных расчетах и локальной оптимизации затрат на отдельных этапах, демонстрируют свою несостоятельность в условиях сложных проектов редевелопмента. Динамичная природа таких проектов, характеризующаяся высокой степенью неопределенности и необходимостью постоянной координации множества участников, требует перехода к более гибким и интегрированным методам. В качестве такого метода в настоящем исследовании предлагается концепция виртуального стоимостного инжиниринга, представляющая собой эволюционное развитие стоимостного инжиниринга в условиях цифровизации строительной отрасли [13, 68].

Виртуальный стоимостной инжиниринг определяется как процесс непрерывного формирования и управления обоснованиями затрат на протяжении всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, реализуемый на базе общей информационной среды [13]. Ключевое отличие виртуального стоимостного инжиниринга от традиционных методов заключается в его динамическом характере. Вместо однократного расчета стоимости на прединвестиционной фазе, виртуальный стоимостной инжиниринг предполагает создание постоянно обновляемой экономической модели проекта, которая изменяется в реальном времени по мере поступления новых данных, принятия управленческих решений или возникновения непредвиденных обстоятельств [118].

Основой для реализации виртуального стоимостного инжиниринга служит общая информационная среда, которая выступает единой платформой для взаимодействия всех участников проекта – от инвестора и проектировщика до подрядчика и эксплуатирующей организации. Интеграция виртуального стоимостного инжиниринга в CDE обеспечивает:

1. прозрачность данных: все участники работают с актуальной и согласованной информацией о стоимости, что исключает ошибки, связанные с использованием устаревших данных [104];
2. оперативное управление: любое изменение в проекте (например, замена материала, изменение технологии работ) немедленно отражается в его экономической модели, позволяя оценить финансовые последствия и принять своевременное корректирующее решение [52];
3. формирование «информационного партнерства»: совместная работа в единой среде способствует коллективному поиску наиболее эффективных с точки зрения затрат решений, укрепляя экономические партнерские отношения между субъектами проекта [17].

Таким образом, виртуальный стоимостной инжиниринг является не просто инструментом расчета, а полноценной управленческой технологией. Он позволяет перейти от пассивного контроля затрат к их проактивному управлению, создавая основу для принятия экономически обоснованных решений на всех этапах

жизненного цикла проекта редевелопмента. Практической реализацией данной концепции является разработка математической модели, способной агрегировать и анализировать все виды затрат, что и будет рассмотрено в следующем подразделе.

3.1.2 Разработка модели оценки совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента

Для практической реализации концепции виртуального стоимостного инжиниринга необходим математический аппарат, позволяющий агрегировать разнородные затраты, возникающие на всех стадиях жизненного цикла проекта редевелопмента. Простого суммирования капитальных затрат и операционных издержек недостаточно, поскольку такой подход не учитывает фактор времени, экологические риски и ликвидационную стоимость, которые являются неотъемлемыми атрибутами проектов преобразования промышленных зон [9, 68]. Наиболее адекватным инструментом для решения этой задачи является модель оценки совокупной стоимости владения проектом, адаптированная к специфике инвестиционно-строительных проектов в данной области [18].

Модель совокупной стоимости владения позволяет привести к единому знаменателю все денежные потоки, связанные с проектом, и получить интегральный показатель его экономической эффективности. В отличие от традиционных смет, которые фокусируются преимущественно на этапе строительства, ТСО охватывает весь жизненный цикл – от момента зарождения идеи до полного завершения эксплуатации и демонтажа созданных объектов [96]. Это дает возможность инвесторам и управляющим принимать решения, оптимальные не в краткосрочной, а в долгосрочной перспективе, учитывая будущие издержки на содержание, ремонт и утилизацию.

Структура затрат, учитываемых в модели совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента промышленных зон, является комплексной и включает несколько ключевых блоков, представленных на рисунке Б.1 в приложении Б.

Как видно из представленной структуры, модель агрегирует четыре основных типа затрат. Предынвестиционные затраты C_{preinv} включают расходы на маркетинговые исследования, разработку концепции, юридическое оформление и получение исходно-разрешительной документации [24, 29]. Инвестиционные затраты C_{inv} являются наиболее капиталоемкой частью и детализируются на приобретение прав на земельный участок C_{land} [56], расходы на обязательную экологическую рекультивацию территории C_{ecol} [26], затраты на снос и утилизацию существующих конструкций C_{dem} , а также прямые затраты на строительно-монтажные работы по возведению новых объектов и инфраструктуры C_{con} [64]. Соответственно, суммарные инвестиционные затраты можно представить в виде [18]:

$$C_{inv} = C_{land} + C_{ecol} + C_{dem} + C_{con} \quad (3.7)$$

где C_{land} – затраты на земельный участок, ден. ед.;

C_{ecol} – экологические расходы, ден. ед.;

C_{dem} – затраты на демонтаж и расчистку площадки, ден. ед.;

C_{con} – стоимость строительных (строительно-монтажных) работ, ден. ед.;

С учетом временной стоимости денег долгосрочные эксплуатационные затраты C_{oper} и будущие ликвидационные затраты C_{liq} должны быть приведены (дисконтированы) к текущему моменту времени [9, 43, 45]. Таким образом, обобщенная математическая модель для расчета совокупной стоимости владения в проекте редевелопмента может быть представлена в следующем виде [9, 13, 45, 96]:

$$TCO = C_{preinv} + C_{inv} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{oper_t}}{(1+r)^t} + \frac{C_{liq}}{(1+r)^T} \quad (3.8)$$

где TCO – совокупная стоимость владения, ден. ед.;

C_{preinv} – суммарные затраты предынвестиционной фазы, ден. ед.;

C_{inv} – суммарные инвестиционные затраты, ден. ед.;

C_{oper_t} – операционные (эксплуатационные) затраты в t -ом году, ден. ед.;

C_{liq} – затраты на ликвидацию (демонтаж) объектов в конце жизненного цикла, ден. ед. В случае, если предполагается продажа объекта, данный член может быть заменен на остаточную стоимость (V_{res}) со знаком минус;

r – ставка дисконтирования, доли ед.;

T – продолжительность жизненного цикла проекта (горизонт расчета), лет.

Ставка дисконтирования r является ключевым параметром модели и отражает не только инфляционные ожидания, но и риски, ассоциированные с проектом [9, 45]. Ее выбор должен быть обоснован и может базироваться на стоимости капитала для инвестора, средневзвешенной стоимости капитала или экспертных оценках, учитывающих специфику проекта редевелопмента.

Представленная модель (3.8) и структура затрат (рисунок Б.1) ложатся в основу экономического блока системы поддержки принятия решений [72]. Они позволяют не просто рассчитать итоговую цифру затрат, но и проводить вариативные расчеты, анализируя, как изменение того или иного параметра (например, технологии рекультивации или класса строящихся объектов) повлияет на общую экономику проекта [63]. Взаимосвязь с формализацией виртуальной организационно-управленческой структуры, выполненной в подразделе 3.1.1, заключается в том, что множества участников, документов и операций определяют структуру процессов, тогда как модель ТСО обеспечивает их экономическую оценку в рамках жизненного цикла [98]. Этот механизм является базисом для сценарного анализа, который будет рассмотрен далее и использован при сравнении альтернативных конфигураций виртуальных организационно-управленческих структур в последующих главах.

3.1.3 Апробация модели совокупной стоимости владения (ТСО) на примере проекта редевелопмента территории промышленного предприятия

Для демонстрации практической применимости и апробации разработанной модели совокупной стоимости владения (ТСО) для проектов редевелопмента был выбран один из наиболее масштабных и знаковых проектов редевелопмента в

современной России – преобразование территории бывшего автозавода им. Лихачева («ЗИЛ») в Москве. Данный проект, стартовавший в 2013 году, является примером комплексного освоения бывшей промышленной зоны площадью около 300 га, сочетающего полный снос устаревших производственных корпусов и созданием на их месте нового городского кластера «ЗИЛАРТ» [53].

Формулировка альтернативных сценариев

На основе анализа проекта проведено ретроспективное сравнение двух условных, но репрезентативных сценариев, которые могли бы рассматриваться на прединвестиционной фазе.

1. Сценарий 1: «Гибридный редевелопмент» (близкий к реализованному).

Данный сценарий предполагает снос основной массы производственных зданий, проведение полной экологической рекультивации и строительство нового жилого комплекса, коммерческой недвижимости и социальной инфраструктуры. При этом ключевые объекты, имеющие историческую и архитектурную ценность, сохраняются, реконструируются и интегрируются в новую застройку [1].

2. Сценарий 2: «Тотальный снос» (гипотетический).

Данный сценарий предполагает полную расчистку территории «под ноль», включая снос всех без исключения объектов, и строительство на их месте максимально плотной типовой жилой застройки без учета сохранения исторического наследия. Этот сценарий, хоть и нереализуем на практике из-за законодательных ограничений (в соответствии с Федеральным законом от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [76]), позволяет в рамках моделирования оценить экономический эффект от сохранения объектов.

Исходные данные и допущения для расчета

На основе открытых данных о проекте «ЗИЛ» и экспертных оценок сформированы исходные параметры для расчета ТСО. Для сопоставимости были

использованы условные единицы (у. е.), где 1 у. е. эквивалентен примерно 1 миллиону долларов США.

1. Горизонт расчета (T): 30 лет.
2. Ставка дисконтирования (r): 12% (0.12). Ставка дисконтирования принята на уровне 12% на основе средневзвешенной стоимости капитала (WACC) для девелоперских проектов в российском сегменте рынка недвижимости за период 2013–2023 гг. [39].
3. Предынвестиционные затраты (C_{preinv}): приняты одинаковыми для обоих сценариев и оцениваются в 100 у. е. (разработка концепции, исследования, юридическое сопровождение).
4. Прочие затраты представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета ТСО по сценариям редевелопмента «ЗИЛ» (у. е.)

Параметр	Сценарий 1: «Гибридный»	Сценарий 2: «Тотальный снос»	Обоснование допущения
Затраты на рекультивацию (C_{ecol})	200	250	При тотальном сносе глубина и объем работ по очистке грунта выше.
Затраты на снос/реконструкцию (C_{dem})	150	200	Реконструкция части объектов дешевле, чем полный снос всего.
Затраты на СМР (C_{con})	2000	2200	Строительство уникальных объектов и интеграция со старыми зданиями (Сц.1) дешевле, чем максимальная плотная типовая застройка (Сц.2).
Итого инвестиционные затраты (C_{inv})	2350	2650	Начальные вложения в гибридный сценарий ниже.
Ежегодные операционные затраты (C_{oper_t})	80	70	Эксплуатация типовой застройки (Сц.2) несколько дешевле, чем содержание уникальных и старых зданий.
Ликвидационная стоимость (C_{liq})	-500 (остаточная стоимость)	-400 (остаточная стоимость)	Уникальная архитектура и парки (Сц.1) создают большую добавочную стоимость в будущем, чем типовая застройка.

где C_{inv} определяется по формуле (3.7).

Результаты расчета ТСО

Расчеты выполнены по формуле (3.8):

$$TCO = C_{preinv} + C_{inv} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{oper_t}}{(1+r)^t} + \frac{C_{liq}}{(1+r)^T}.$$

Для удобства суммарный дисконтированный объем эксплуатационных затрат и ликвидационной стоимости представлены в виде приведенных значений:

$PV_{oper}(C, T, r)$ – приведенная стоимость постоянного ежегодного платежа C в течение T лет при ставке дисконтирования r ;

$PV_{liq}(C_{liq}, T, r)$ – приведенная стоимость ликвидационной (остаточной) стоимости C_{liq} в конце периода T .

Результаты представлены в компактной форме.

1. Для Сценария 1 («Гибридный»):

$$TCO_1 = 100 + 2350 + PV_{oper} * (80,30,12\%) + PV_{liq} * (-500,30,0,12),$$

численно (по принятым допущениям):

$$PV_{oper}(80,30,0,12) \approx 644,4 \text{ у. е.},$$

$$PV_{liq}(-500,30,0,12) \approx -20,9 \text{ у. е.},$$

поэтому:

$$TCO_1 = 100 + 2350 + 644,4 - 20,9 \approx 3073,5 \text{ у. е.}$$

2. Для Сценария 2 («Тотальный снос»):

$$TCO_2 = 100 + 2650 + PV_{oper} * (70,30,12\%) + PV_{liq} * (-400,30,0,12),$$

где:

$$PV_{oper}(70,30,0,12) \approx 563,8 \text{ у. е.},$$

$$PV_{liq}(-400,30,0,12) \approx -16,7 \text{ у. е.},$$

следовательно:

$$TCO_2 = 100 + 2650 + 563,8 - 16,7 \approx 3297,1 \text{ у. е.}$$

Разность совокупной стоимости владения между сценариями составляет:

$$\Delta TCO = TCO_2 - TCO_1 \approx 3297,1 - 3073,5 \approx 223,6 \text{ у. е.},$$

то есть около 224 млн у. е. в пользу гибридного сценария.

Выводы по результатам апробации

Несмотря на кажущуюся простоту и экономическую эффективность идеи «все снести и застроить», расчеты по модели совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента показывают обратное. Сценарий 1 («Гибридный редевелопмент»), близкий к реально реализованному на «ЗИЛе», демонстрирует более низкую совокупную стоимость владения в долгосрочной перспективе (ниже почти на 224 млн у. е.).

Основная причина – более низкие первоначальные инвестиции (за счет меньшего объема сноса и строительства) и, что крайне важно, значительно более высокая остаточная (ликвидационная) стоимость объекта. Создание уникальной, комфортной городской среды с сохранением исторического наследия генерирует гораздо большую ценность в будущем, чем создание безликого типового района [110].

Таким образом, обобщая вышеизложенное, апробация результатов на реальном кейсе подтверждает, что разработанная модель совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента является эффективным инструментом стратегического анализа, способным количественно обосновать основные преимущества более сложных и продуманных сценариев редевелопмента перед прямолинейными и, на первый взгляд, более дешевыми альтернативами сценариями. В дальнейшем исследовании, результаты расчета $ТСО_1$ и $ТСО_2$ могут быть использованы в качестве исходных данных для комплексной оценки и выбора оптимальной конфигурации виртуальных организационно-управленческих структур управления проектом редевелопмента промышленной зоны территории предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод» в городе Новосибирске.

3.2 Совершенствование методов организационно-технологического проектирования поэтапной замены объектов промышленной зоны на проекты застройки жилой зоны в условиях виртуальных взаимодействий участников проекта

3.2.1 Обоснование применения имитационного моделирования для анализа процессов редевелопмента

Экономический анализ, рассмотренный в предыдущем разделе, отвечает на вопрос «Сколько стоит проект?», а организационно-технологическое проектирование должно дать ответ на вопросы «Как и в какие сроки он будет реализован?». Традиционные методы календарно-сетевого планирования (КСП), такие как диаграмма Ганта или метод критического пути (Critical Path Method, далее – СРМ), основаны на детерминированном подходе, где длительность каждой работы задается фиксированным значением [98]. Такой подход приемлем для простых, типовых проектов, но оказывается неадекватным для описания сложных и уникальных процессов редевелопмента промышленных зон.

Проекты такого типа характеризуются высокой степенью стохастичности (случайности), которая проявляется на всех уровнях: от задержек в поставках материалов и погодных условий до непредвиденных объемов работ по рекультивации или сложностей при демонтаже нестандартных конструкций. Детерминированные модели не способны учесть эту неопределенность, что приводит к систематическим срывам плановых сроков и превышению бюджетов [100]. В условиях виртуального взаимодействия участников проекта, когда необходимо оперативно реагировать на отклонения и согласовывать действия множества распределенных команд, потребность в более совершенных методах проектирования становится особенно острой [16].

Таким образом, возникает задача разработки такого метода организационно-технологического проектирования, который был бы способен не просто построить один-единственный «идеальный» план, а проанализировать множество возможных

вариантов развития событий и оценить риски, связанные с каждым из них. Решение этой задачи лежит в области применения имитационного моделирования [48].

Имитационное моделирование является методом исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, система заменяется моделью, с достаточной точностью, описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе [50]. В отличие от аналитических методов, которые стремятся найти точное решение в виде формул, имитационное моделирование «проживает» жизнь системы во времени, воспроизводя ее поведение шаг за шагом с учетом случайных факторов.

Ключевым преимуществом имитационного моделирования перед детерминированными методами календарно-сетевого планирования применительно к задачам редевелопмента является возможность учета стохастической природы процессов. Длительность выполнения работ, стоимость ресурсов, вероятность возникновения рисковогое события (например, обнаружение скрытых загрязнений грунта) задаются в модели не одним числом, а законом распределения вероятностей (например, нормальным, треугольным или экспертно заданным). Такую модель можно «проиграть» во времени, как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. Это позволяет моделировать не один сценарий, а проводить тысячи «прогонов» проекта в виртуальной среде (метод статистических испытаний Монте-Карло), получая на выходе не одно значение итогового срока или стоимости, а их вероятностное распределение [116].

При этом каждый узел информационного графа G (орган власти, экспертиза, проектная организация и т. д.) может быть интерпретирован как система массового обслуживания с входящим потоком заявок (документов) и конечной пропускной способностью. Пусть λ_i – средняя интенсивность поступления заявок в узел i , а μ_i – средняя интенсивность их обработки. В простейшем случае система может быть аппроксимирована моделью типа $M/M/1$, для которой коэффициент загрузки узла определяется выражением:

$$\rho_i = \lambda_i / \mu_i. \quad (3.9)$$

Условие устойчивого функционирования виртуальной организационно-управленческой структуры требует выполнения неравенства:

$$\rho_i < 1 \text{ для всех } i \in V, \quad (3.10)$$

иначе очередь заявок в соответствующем узле будет неограниченно расти. Для модели $M/M/1$ среднее время нахождения заявки в системе узла i оценивается как:

$$W_i = \frac{1}{\mu_i - \lambda_i}, \quad (3.11)$$

а средняя длина очереди – как:

$$L_i = \lambda_i * W_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i - \lambda_i}. \quad (3.12)$$

Введенные соотношения согласуются с классическими результатами теории массового обслуживания и адаптированы в работах [51] для описания информационных процессов в виртуальных системах управления [13]. В контексте проектов редевелопмента они позволяют количественно оценивать влияние изменения организационно-управленческих решений (перераспределение потоков между участниками, виртуализация части операций, изменение последовательности согласований) на степень загрузки узлов ВОУС и ожидаемое время прохождения заявок.

Имитационная модель, основанная на этих соотношениях, позволяет сравнивать альтернативные организационные решения (последовательное или параллельное прохождение процедур, виртуализация части операций, перераспределение потока между исполнителями) по ожидаемым значениям времени прохождения заявок через узлы ВОУС и степени их загрузки [13]. На следующем этапе данные показатели используются при построении имитационных моделей процессов редевелопмента (подраздел 3.2.2) и при формировании системы ключевых показателей эффективности (KPI) виртуальных организационно-управленческих структур, которая описывается в главе 4.

Применение имитационного моделирования в рамках виртуальной организационно-управленческой структуры позволяет:

1. оценить реальные сроки проекта: вместо оптимистичной оценки по критическому пути получить гистограмму возможных сроков завершения и определить вероятность уложиться в директивную дату;
2. выявить «узкие места»: определить не только критический путь, но и те работы и узлы, которые становятся критическими с наибольшей частотой, концентрируя на них управленческое внимание;
3. протестировать стратегии управления: сравнить различные организационно-технологические решения (например, последовательное или параллельное выполнение работ по сносу и строительству) и выбрать то, которое обеспечивает наилучший баланс между сроками, стоимостью и рисками;
4. создать комфортные условия для участников: обеспечить всех субъектов проекта реалистичной, а не директивной информацией о возможных сценариях, что повышает доверие и эффективность взаимодействия [120].

При выполнении договоров подряда в деятельности строительных организаций могут появляться разнообразные ситуации, которые сопровождаются возможными убытками, которые вызваны рисками (деловыми, операционными, финансовыми, экзогенными и др.). Риск никогда не может быть сведен к нулю, но может быть уменьшен. Таким образом, имитационное моделирование является наиболее адекватным инструментом для анализа и совершенствования сложных организационно-технологических процессов в проектах редевелопмента, позволяя перейти от жесткого планирования к гибкому управлению рисками и вероятностями [14, 19].

3.2.2 Разработка обобщенной имитационной модели проекта

На основе принципов, изложенных в предыдущем подразделе, была разработана обобщенная имитационная модель организационно-технологического процесса редевелопмента промышленной зоны. Модель представляет собой систему массового обслуживания, где заявками являются отдельные работы (задачи), а каналами обслуживания – ресурсы (строительная техника, рабочие

бригады, финансирование). Подобный подход является классическим для моделирования строительных процессов [14, 50]. При этом для каждого укрупненного блока и узла модели используются параметры интенсивности поступления и обработки заявок λ_i и μ_i , а также производные показатели коэффициента загрузки ρ_i , среднего времени нахождения заявки в системе W_i и средней длины очереди L_i , введенные в подразделе 3.2.1. Модель реализована в виде дискретно-событийной схемы, общая структура которой представлена на рисунке 3.1.

Как видно из представленной схемы, модель состоит из нескольких функциональных модулей.

1. Модуль входных данных. Этот блок агрегирует всю исходную информацию о проекте. Ключевыми параметрами являются характеристики работ: их длительность и стоимость задаются не фиксированными значениями, а законами распределения вероятностей. Наиболее часто для этого используется треугольное распределение, которое определяется тремя точками: минимально возможным, наиболее вероятным и максимально возможным значением [116]. Такие экспертные оценки получить значительно проще, чем пытаться угадать точное значение. Также на вход подаются данные о доступных ресурсах и выбранная для анализа организационно-технологическая стратегия (например, степень параллелизма работ) [14, 60]. На основе заданных распределений длительностей и ограничений по ресурсам для каждого узла информационного графа G формируются значения интенсивностей поступления и обслуживания λ_i и μ_i , которые далее используются для расчета коэффициентов загрузки ρ_i и временных характеристик W_i , L_i согласно соотношениям подраздела 3.2.1.

2. Модуль процесса моделирования. Это ядро модели, которое имитирует последовательное или параллельное выполнение основных этапов проекта редевелопмента:

- блок подготовительных работ: включает юридические и административные процедуры;

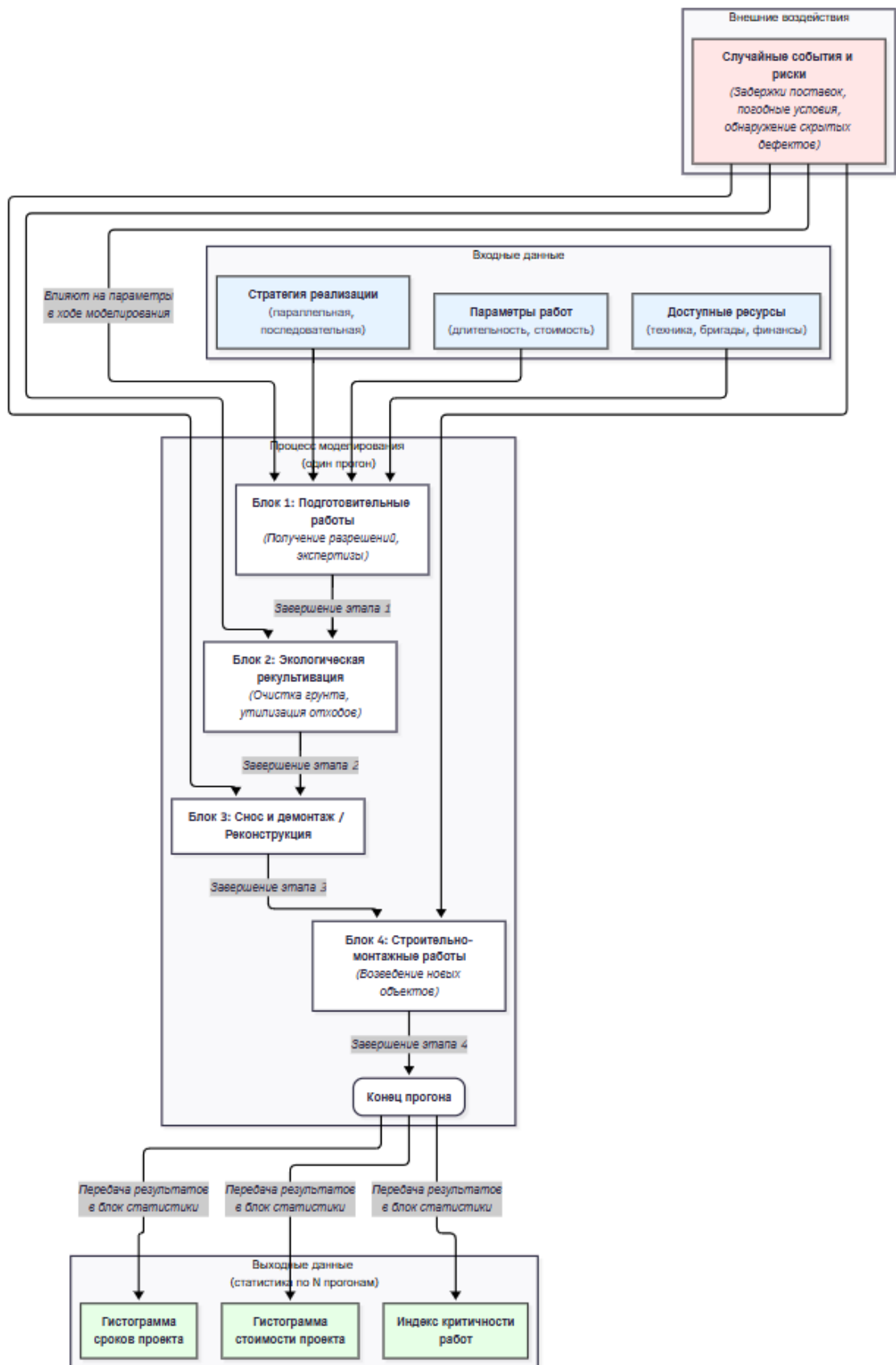


Рисунок 3.1 – Обобщенная блок-схема имитационной модели проекта редевелопмента

- блок экологической рекультивации: один из самых непредсказуемых этапов, длительность и стоимость которого сильно зависят от степени загрязнения территории;
- блок сноса/реконструкции: затраты и сроки зависят от выбранного сценария (полный снос или адаптивное использование);
- блок СМР: моделирование возведения новых объектов.

Данная последовательность этапов соответствует типовой структуре проектов редевелопмента промышленных зон, принятой в отечественной и международной практике [53, 98].

Детализация блока модели на примере бизнес-процесса согласования

Важно понимать, что каждый блок в представленной обобщенной модели (рисунок 3.1) сам по себе является сложным процессом, который может быть декомпозирован на более низком уровне. Для иллюстрации такой детализации рассмотрим один из наиболее характерных и важных подпроцессов для любого проекта редевелопмента – «Согласование проекта рекультивации», который является частью блока 2 (в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» [56]). Данный процесс затрагивает множество участников и требует обмена как графической, так и атрибутивной информацией, что делает его идеальным кандидатом для автоматизации средствами бизнес-процессов (Workflow Engine) в рамках БОУС.

Модель данного бизнес-процесса представлена на рисунке 3.2.

Рассмотрены шаги этого процесса, как они исполняются в рамках автоматизированной системы управления:

1. Инициация. Процесс стартует автоматически после того, как инженер-эколог загружает в CDE [104] итоговый отчет по инженерно-экологическим изысканиям.
2. Разработка проекта. Модуль бизнес-процессов (Workflow Engine создает задачу «Разработать проект рекультивации» для роли «Генеральный

проектировщик». Проектировщик разрабатывает проект, включающий технологические решения и смету, и загружает его в CDE.

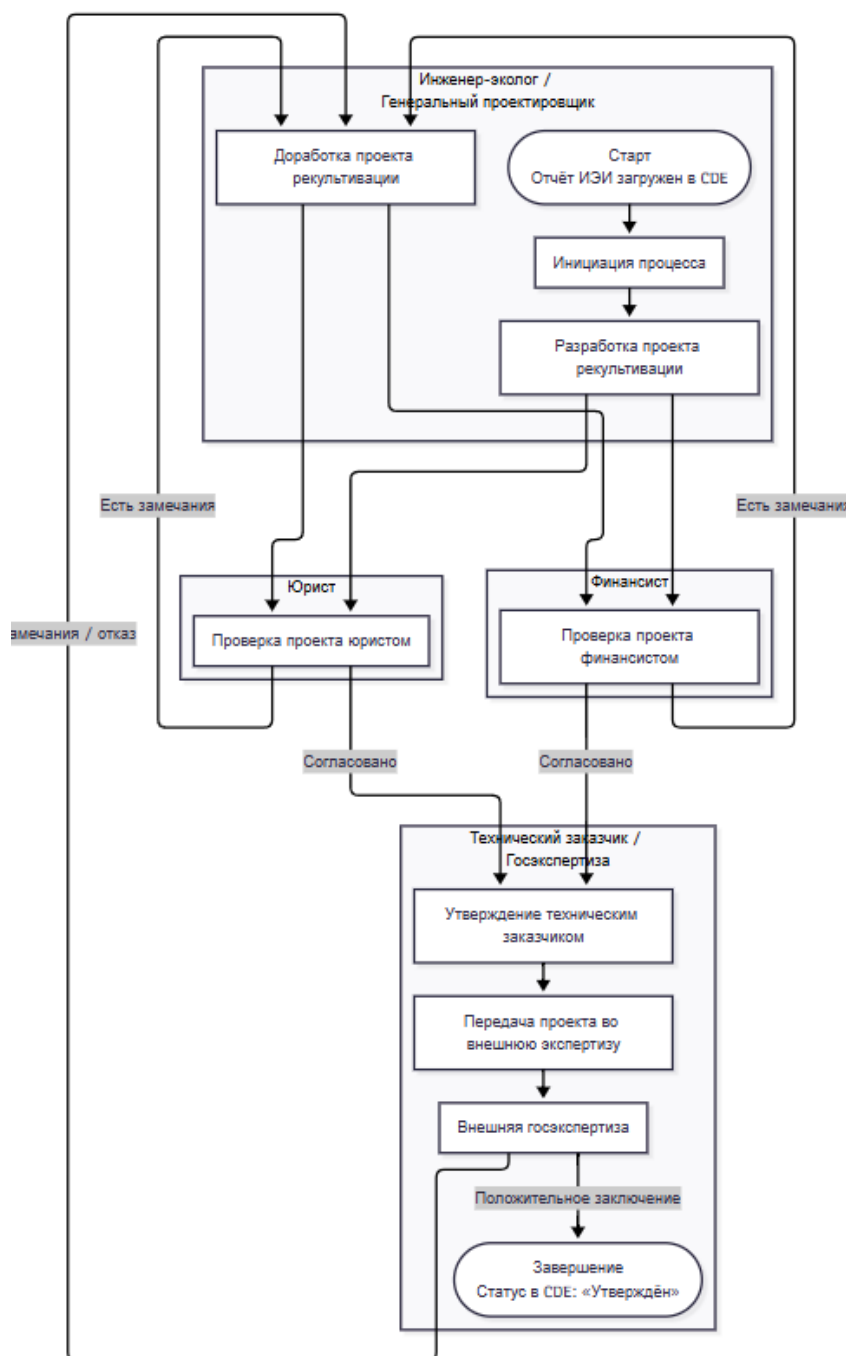


Рисунок 3.2 – Схема процесса «Согласование проекта рекультивации»

3. Параллельное внутреннее согласование. Система запускает подпроцесс, автоматически назначая задачи:

- юристу: на проверку соответствия проекта действующим экологическим нормам [56];

– финансисту: на проверку и валидацию сметной стоимости. Каждый из них выносит свой вердикт («Согласовано» / «Отклонено с замечаниями»).

4. Доработка или утверждение. Если хотя бы один из согласующих отклоняет проект, система автоматически возвращает проектировщику задачу на доработку. Если оба согласовали, процесс переходит на следующий этап.

Описанная логика ветвления соответствует нотации BPMN 2.0 (шлюз типа «И»), принятой в качестве международного стандарта моделирования бизнес-процессов [117].

5. Утверждение Техническим заказчиком и последующая передача на внешнюю государственную экспертизу через API или ответственному сотруднику.

6. Завершение. После получения положительного заключения экспертизы система обновляет статус проекта в CDE на «Утвержден», делая его доступным для Генподрядчика.

Данный пример наглядно демонстрирует, как применение ВОУС и средств автоматизации бизнес-процессов позволяет трансформировать сложный, многоэтапный и непрозрачный процесс в управляемую, контролируемую и полностью протоколируемую последовательность действий. Имитационная модель верхнего уровня оперирует укрупненным блоком «Рекультивация», длительность которого задается распределением вероятностей, а схема-модель нижнего уровня (Рисунок 3.2) показывает, из каких конкретных операций и логических развилок складывается это распределение [120].

3. Модуль случайных событий. Данный блок вносит в модель стохастичность. В ходе каждого прогона генерируются случайные события (положительные или отрицательные), которые влияют на параметры работ. Например, событие «сильные ливни» увеличивает длительность земляных работ, а событие «обнаружение скрытого фундамента» увеличивает стоимость и длительность этапа сноса. Вероятность наступления таких событий также является входным параметром [97, 116].

4. Модуль выходных данных. После выполнения достаточного количества прогонов ($N = 1000, 5000$ или более, в соответствии с требованиями сходимости

метода [120]) модель агрегирует статистику. На выходе формируются не точечные значения, а гистограммы распределения итоговой стоимости и сроков проекта, которые наглядно демонстрируют все возможные исходы и их вероятность. Также рассчитывается индекс критичности работ – показатель того, как часто та или иная работа лежала на критическом пути в ходе всех прогонов [116]. Дополнительно для каждого узла ВОУС по результатам моделирования оцениваются распределения значений среднего времени прохождения заявок W_i , средней длины очереди L_i и коэффициента загрузки ρ_i , что позволяет использовать их далее в качестве временных и ресурсных KPI при оценке конфигураций виртуальной организационно-управленческой структуры.

Основным требованием, которому должна отвечать математическая модель СУ, является учет случайных факторов и учет существенной зависимости всех характеристик системы от времени [14, 50]. В полной мере эти требования учитывает метод статистического моделирования. Размерность модели позволяет реализовать его на персональном компьютере с базовыми параметрами.

Если представить модель СУ в виде графа, то его вершины символизируют конкретные звенья СУ, а ребра – информационные потоки. Граф СУ содержит звенья, являющиеся источниками информации, промежуточные звенья, в которых производится преобразование информации, и конечные звенья, куда поступают управляющие воздействия [15]. В общем случае имеются звенья, являющиеся источниками информации и потребителями управляющих воздействий.

Источники информации образуют неоднородный поток заявок с моментами появления, распределенными по закону:

$$f_i(t, \alpha^{(\xi)}), i = \overline{1, n}; \xi = \overline{1, m}, \quad (3.13)$$

где $\alpha^{(\xi)}$ – параметр заявки, характеризующий ξ -ю функцию управления;

n – количество источников информации; m – количество функций управления.

В соответствии с топологией графа заявки от источников информации поступают в промежуточные узлы и либо обслуживаются при наличии свободных средств преобразования информации, либо становятся в очередь.

Для того, чтобы модель позволяла рассчитывать количественный состав звеньев СУ, необходимо ввести критерий, согласно которому происходило бы увеличение средств преобразования в звене. В качестве такого критерия принято время ожидания заявки в звене освобождения любого средства преобразования информации, т. е. $\tau_{ож} \leq \tau_{дон}$. Как только $\tau_{ож} > \tau_{дон}$, включается очередное средство [15].

Каждое звено СУ символизирует техническое оборудование или отделы и службы. Причем, в i -м звене могут функционировать либо однотипные средства преобразования информации, либо разнотипные.

Пусть F_{ik} – множество средств преобразования информации k -го типа в i -м звене. Для упрощения модели СУ процесс расчёта средств преобразования информации разбивается на три этапа [6]. На первом этапе моделируется СУ со средствами ji -го типа. На втором этапе рассчитывается количество средств преобразования информации k_i -го типа, $k = 1, 2, \dots, k \neq j, \dots, k \forall i$, и их комбинации, т. е. $F_{i1} \cap F_{i2} \cap \dots \cap F_{ik} \neq \emptyset$ по результатам моделирования, выполненного на первом этапе. На третьем этапе выбираются средства преобразования информации из всех рассмотренных вариантов по минимуму приведенных затрат.

Длительность обслуживания n -й заявки объемом $Q_n j$ -м прибором m -го типа равна:

$$\tau_{jm}^{(n)} = \frac{Q_n \eta_m}{V_m}, j_m \in F_m, \quad (3.14)$$

где η_m – коэффициент снижения скорости преобразования информации m -м типом средств за счет их ограниченной надежности и заданной достоверности результирующих данных;

V_m – скорость преобразования информации.

Время ожидания n -й заявки освобождения j -го средства m -го типа равно:

$$\tau_{ожж_m}^{(n)} = t_{j_m} + \sum_{n \in N} \tau_{j_m}^{(n)} - t_n, \quad (3.15)$$

где t_{j_m} – время начала работы j -го средства m -го типа, начиная с которого обслуживание ведется непрерывно;

n – номер заявки с момента включения t_{j_m} ;

N – множество заявок, поступивших на обслуживание [15].

Обозначено через λ_m – интенсивность потока заявок на выходе средств преобразования m -го типа, а через X_m – их количество, через C – разность между средними значениями моментов начала работы $k + 1$ -го и k -го типов.

Для обоснования второго этапа требуется доказательства теорем.

Результаты и этапы моделирования информационных потоков в системе управления инвестиционными проектами

1. Если среднее время ожидания заявок освобождения средств преобразования информации $k + 1$ -го типа меньше или равно среднему времени ожидания освобождения средств преобразования k -го типа, т. е.

$$\bar{\tau}_{ожж_{k+1}} \leq \bar{\tau}_{ожж_k}, \quad (3.16)$$

то справедливо следующее соотношение:

$$\lambda_{k+1} \geq \frac{\lambda_k}{1 - c\lambda_k}.$$

Таким образом, среднее время ожидания n -й заявки освобождения любого из средств преобразования информации равно:

$$\bar{\tau}_{ожж_m} = \frac{1}{X_m} \sum_{j=1}^{X_m} \left(t_{j_m} + \sum_{n \in N} \tau_{j_m}^{(n)} - t_n \right). \quad (3.17)$$

Условие (3.16) с использованием выражения (3.17) представлено в следующем виде:

$$\frac{1}{X_{k+1}} \left(\sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} t_{j_{k+1}} + \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} \sum_{n \in N} \tau_{j_{k+1}}^{(n)} - \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} t_n \right) \leq$$

$$\leq \frac{1}{X_k} \left(\sum_{j_k=1}^{X_k} t_{jk} + \sum_{j_k=1}^{X_k} \sum_{n \in N} \tau_{j_k}^{(n)} - \sum_{j_k=1}^{X_k} t_n \right). \quad (3.18)$$

Подставив уравнение (3.14) в выражение (3.18) и сделав преобразования, получено следующее выражение:

$$\frac{\eta_{k+1}}{X_{k+1}V_{k+1}} \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} \sum_{n \in N} Q_n \leq \frac{\eta_k}{X_k V_k} \sum_{j_k=1}^{X_k} \sum_{n \in N} Q_n - C. \quad (3.19)$$

Здесь

$$C = \bar{t}_{k+1} - \bar{t}_k;$$

$$\bar{t}_m = \frac{1}{X_m} \sum_{j_m=1}^{X_m} t_{jm};$$

$$\sum_{j_m=1}^{X_m} \sum_{n \in N} Q_n = Q,$$

где $\bar{t}_m$ – среднее время, начиная с которого средства преобразования m -го типа работают непрерывно;

Q – объем перерабатываемой информации на заданном интервале времени.

Интенсивность преобразования информации есть величина:

$$\lambda_m = \frac{X_m V_m}{\eta_m Q}, \quad (3.20)$$

тогда

$$\frac{1}{\lambda_{k+1}} \leq \frac{1}{\lambda_k} - C,$$

откуда

$$\lambda_{k+1} \geq \frac{\lambda_k}{1 - C \lambda_k}. \quad (3.21)$$

Если $t_{k+1} = t_k$, то $\lambda_{k+1} \geq \lambda_k$.

Для обслуживания заявок в узле СУ могут использоваться несколько типов средств преобразования информации.

Пусть $X = X_1 + X_2 + X_{k+1}$; λ'_m – интенсивность одного средства m -го типа;
 $C = t - \bar{t}_k$ – разность между средними значениями моментов начала работы средств преобразования информации нескольких и k -го типов.

2. Если среднее время ожидания заявки освобождения любого из X средств преобразования информации [11, 51] меньше или равно среднему времени освобождения k -го типа средств преобразования, т. е.

$$\bar{\tau}_{ожк} \leq \bar{\tau}_{ожk}, \quad (3.22)$$

то справедливо соотношение:

$$\frac{1}{X_1 + X_2 + \dots + X_{k+1}} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) \leq \frac{1 - CX_k \lambda'_k}{X_k \lambda'_k}.$$

Достоверность утверждения и доказательство (проведено аналогично предыдущему).

Время ожидания n -й заявки освобождения j -го средства ($j = \overline{1, X}$):

$$\tau_{ожj}^{(n)} = t_j + \sum_{n_{tj} \in N} \tau_j^{(n)} - t_n.$$

Среднее время ожидания заявки

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_{ож} &= \frac{1}{X} \sum_{j=1}^X \tau_{ожj}^{(n)} = \bar{t} + \frac{1}{X} \sum_{j=1}^X \sum_{n_{tj} \in N} \tau_j^{(n)} - t_n = \bar{t} + \frac{1}{X} \sum_{i=1}^X \sum_{n_{ti} \in N} \frac{Q_n \eta_k}{V_k} - t_n = \bar{t} + \\ &+ \frac{1}{X_1 + X_2 + \dots + X_{k+1}} \times \sum_{X_{k+i-1}}^{X_{k+i}} \dots \sum_{j=1}^{X_1} \sum_{n_{tj} \in N} \frac{Q_n \eta_k}{V_k} - t_n = \bar{t} + \frac{1}{X} \frac{\eta_1}{V_1} \sum_{n_{t1} \in N} Q_n + \\ &+ \frac{1}{X} \frac{\eta_2}{V_2} \sum_{n_{t2} \in N} Q_n + \dots + \frac{1}{X} \frac{\eta_{k+1}}{V_{k+1}} \sum_{n_{tk+1} \in N} Q_n - t_n = \\ &= \bar{t} + \frac{1}{X} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) - t_n. \end{aligned}$$

По условию (3.22)

$$\bar{t} + \frac{1}{X} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) \leq t_k + \frac{1}{X_k} \sum_{j_k=1}^{X_k} \sum_{n \in N} \frac{Q_n \eta_k}{V_k},$$

тогда

$$\frac{1}{X_1 + X_2 + X_{k+1}} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) \leq \frac{1}{X_k} \frac{1}{\lambda'_k} - C,$$

т. е.

$$\frac{1}{X_1 + X_2 + \dots + X_{k+1}} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) \leq \frac{1 - CX_k \lambda'_k}{X_k \lambda'_k}. \quad (3.23)$$

Разработанная обобщенная модель является универсальной и может быть адаптирована под конкретный проект редевелопмента путем детализации ее блоков и уточнения входных параметров. Она служит основой для проведения вычислительных экспериментов по сравнению различных стратегий реализации проекта, что будет продемонстрировано в следующем подразделе [14, 15].

3.2.3 Проведение вычислительных экспериментов и анализ результатов

Разработанная имитационная модель, структура которой описана в подразделе 3.2.2, была использована для проведения серии вычислительных экспериментов с целью сравнения двух базовых организационно-технологических стратегий реализации проекта редевелопмента.

1. Стратегия 1: последовательная. Данная стратегия предполагает строгое последовательное выполнение укрупненных этапов: сначала полностью завершается рекультивация и снос, и только после этого начинаются строительно-монтажные работы на освобожденной территории. Это классический, наименее рискованный с точки зрения организации работ подход [98].

2. Стратегия 2: параллельная. Эта стратегия предусматривает максимальное совмещение работ во времени. Снос и рекультивация ведутся на одной части территории, в то время как на уже подготовленных участках начинается возведение новых объектов [36]. Этот подход потенциально позволяет сократить общие сроки, но сопряжен с более сложной логистикой и высокими рисками взаимных помех [14, 18]. Данные стратегии представляют собой два полярных случая организационно-технологического проектирования, широко рассматриваемых в

теории управления строительными проектами [14, 98].

Для каждой стратегии было проведено по 5000 итераций (прогонов) имитационной модели. Входные параметры длительности и стоимости работ были заданы с помощью треугольных распределений, основанных на экспертных оценках и данных по проектам-аналогам [18, 116], а параметры интенсивности поступления и обработки заявок λ_i и μ_i для укрупненных узлов ВОУС формировались на основе этих распределений и ограничений по ресурсам, как показано в подразделах 3.2.1 и 3.2.2.

Анализ результатов:

1. гистограмма для последовательной стратегии имеет более «острый» и высокий пик, а также меньший разброс значений. Наиболее вероятный срок завершения проекта (мода распределения) составляет около 30 месяцев. Распределение близко к нормальному, что говорит о высокой предсказуемости данной стратегии [120]. Вероятность значительного срыва сроков (например, более 40 месяцев) относительно невелика;

2. гистограмма для параллельной стратегии смещена влево, что указывает на более низкий медианный и наиболее вероятный срок завершения (около 24 месяцев). Это подтверждает исходную гипотезу о потенциальной скорости данного подхода. Однако распределение имеет значительно больший разброс и ярко выраженный «тяжелый правый хвост». Это означает, что, несмотря на более вероятный ранний финиш, существует значительная (существенно выше, чем в первой стратегии) вероятность очень серьезного срыва сроков – до 45-50 месяцев и более. Этот «хвост» рисков обусловлен возможным каскадным эффектом от сбоев в логистике, когда задержка на одном совмещенном участке приводит к остановке работ на всех остальных [18, 100].

Выводы по экспериментам

Выбор между стратегиями не является очевидным и зависит от отношения инвестора к риску [39]. Если ключевой целью является минимизация наиболее

вероятного срока завершения и инвестор готов принять на себя повышенные риски, то предпочтительной является параллельная стратегия. Если же приоритетом является предсказуемость и минимизация вероятности катастрофического срыва сроков, то, несмотря на большую плановую продолжительность, более надежной оказывается последовательная стратегия.

Имитационное моделирование не дает однозначного ответа, какая стратегия «лучше». Оно предоставляет лицу, принимающему решения, объективную, количественно выраженную картину рисков и преимуществ каждого из вариантов [14, 120]. Эта информация, полученная в рамках ВОУС, становится основой для осознанного и обоснованного управленческого выбора, что и является одной из ключевых целей данного исследования. В дальнейшем (глава 4) результаты имитационных экспериментов по срокам и рискам используются при формировании системы КРІ и сравнительной оценке виртуальных организационно-управленческих структур для проектов редевелопмента.

3.3 Информационно-логические модели связей комплексов и групп задач застройки земель

Результаты, полученные в предыдущих разделах, предоставляют лицу, принимающему решения, два мощных, но функционально разделенных потока информации. С одной стороны, модель оценки совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента (раздел 3.1) дает количественную оценку долгосрочной экономической эффективности различных сценариев. С другой стороны, имитационная модель (раздел 3.2) позволяет оценить временные параметры и риски, связанные с организационно-технологическими аспектами их реализации. Однако для принятия окончательного, взвешенного решения простого сопоставления этих данных недостаточно.

Формально информационно-логическая модель процесса редевелопмента представлена в виде упорядоченного набора задач [98, 116]:

$$Z_j = z_1, z_2, \dots, z_n, \quad (3.24)$$

где каждая задача z_j соответствует определенному этапу (получение исходно-разрешительной документации, разработка проекта планировки, изменение вида разрешенного использования, проведение экспертиз, заключение договоров и т. д.). Между задачами задается бинарное отношение предшествования $<$, такое что $z_i < z_j$ означает необходимость завершения задачи z_i до начала выполнения z_j [4]. Это отношение задает частичный порядок на множестве Z и может быть представлено матрицей предшествования:

$$B = [b_{ij}], \quad (3.25)$$

где

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } z_i \text{ является непосредственным предшественником } z_j; \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (3.26)$$

Соответствующий ориентированный ациклический граф:

$$G_Z = (Z, E_Z), \quad (3.27)$$

где $E_Z = (z_i, z_j) | b_{ij} = 1$ служит основой для синтеза различных вариантов организационно-технологической схемы процесса, в том числе в формате оперограмм [98]. На этом графе определяется критический путь и рассчитываются сводные временные показатели реализации проекта, что позволяет интегрировать информационно-логическую модель с имитационным моделированием и экономической оценкой редевелопмента [14, 15].

Проблема заключается в том, что оптимальный сценарий с точки зрения минимизации совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента может оказаться самым рискованным по срокам, и наоборот. Более того, современная теория управления проектами признает, что успех проекта не может измеряться исключительно в рамках классического треугольника «стоимость–сроки–качество» [116]. Существует множество важных, трудно формализуемых неэкономических факторов, таких как социальный эффект, архитектурная ценность, экологическое воздействие или соответствие долгосрочной стратегии

развития города [53, 110], которые не могут быть напрямую учтены ни в стоимостной, ни в имитационной модели.

В этих условиях становится необходимой интеграция разнородных количественных и качественных характеристик в единую схему оценки, то есть переход к комплексному подходу. В такой ситуации возникает классическая задача синтеза, требующая применения методов комплексного анализа принятия решений (Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA) [108]. Данные методы специально разработаны для ситуаций, когда необходимо сделать выбор между несколькими альтернативами на основе множества разнородных, часто противоречащих друг другу критериев [98, 101]. Целью данного раздела является разработка такой информационно-логической модели на базе одного из методов MCDA, которая позволит интегрировать количественные данные, полученные из моделей совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента и имитационного моделирования, с экспертными оценками качественных факторов, и на основе этого синтеза провести комплексное, объективное ранжирование альтернативных сценариев редевелопмента [90].

Как было показано, выбор между сценариями «полного сноса» и «адаптивного повторного использования» не может быть сведен к простому сравнению двух чисел – итоговой стоимости и срока. Это комплексная задача, что в целом характерно для большинства крупных градостроительных и инвестиционных проектов [5]. Например, сохранение исторического здания (в рамках сценария адаптивного использования) может быть экономически менее выгодным по совокупной стоимости владения для проектов редевелопмента и более рискованным по срокам реконструкции, но при этом иметь огромное значение для сохранения идентичности городского района и повышения его туристической привлекательности [110]. В то же время полное обновление застройки может создать более комфортную и энергоэффективную среду, но привести к утрате исторического наследия [76].

Для практической реализации комплексного подхода информация о процессе редевелопмента должна быть представлена не только на уровне абстрактного графа

задач, но и в более детализированной операционной форме, удобной для имитационного моделирования и расчета показателей эффективности. Эту роль выполняют оперограммы [14, 98], которые конкретизируют структуру процесса в разрезе операций, исполнителей и временных параметров.

На основе графа задач G_Z для практической реализации процессов редевелопмента формируется оперограмма, в которой каждой операции o_j сопоставляются исполнитель $e(o_j)$, длительность $\tau(o_j)$, а также набор предшествующих и последующих операций. Совокупность операций обозначена через:

$$O = o_1, o_2, \dots, o_m, \quad (3.28)$$

исполнителей – через:

$$E = e_1, e_2, \dots, e_{s0}, \quad (3.29)$$

тогда функция

$$f : O \rightarrow E \quad (3.30)$$

задает назначение исполнителя каждой операции. Длительность реализации всего процесса в простейшем случае может быть оценена как сумма длительностей операций, лежащих на критическом пути $CP \subseteq O$:

$$T_{\text{общ}} = \sum_{(o_j \in CP)} \tau(o_j). \quad (3.31)$$

Сравнивая значения $T_{\text{общ}}$ для базовой, ускоренной и виртуальной (ВОУС) схем реализации процесса, можно ввести показатель ускорения:

$$K_T = \frac{T_{\text{баз}}}{T_{\text{ВОУС}}}, \quad (3.32)$$

характеризующий эффект от внедрения виртуальной организационно-управленческой структуры и оптимизации оперограммы [13]. В дальнейшем (гл. 4) данные соотношения используются для расчета временных КРІ и интегрируются с экономической оценкой и анализом рисков.

С позиции комплексного анализа получаемая система показателей естественным образом группируется в несколько блоков, отражающих экономические, организационно-технологические, рисковые и качественные

аспекты реализации проекта. Такое структурирование необходимо для последующего применения метода анализа иерархий [118].

1. Экономические критерии.

Данная группа полностью базируется на результатах расчета модели совокупной стоимости владения (раздел 3.1) для проектов редевелопмента.

- Ключевой показатель: интегральный ТСО.
- Дополнительные показатели: объем первоначальных инвестиций (CAPEX), чистый дисконтированный доход (NPV), срок окупаемости (PBP) [39].

Здесь NPV отражает интегральный финансовый результат сценария с учетом временной стоимости денег (на основе прогнозируемых денежных потоков, в состав которых входят, в том числе, элементы затрат модели ТСО), а PBP позволяет оценить скорость возврата вложенных средств. В рамках настоящей работы данные показатели используются как дополнительные к ТСО, позволяя учесть финансовую привлекательность сценариев в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов.

2. Организационно-технологические критерии.

Эта группа формируется на основе данных, полученных из имитационной модели (раздел 3.2).

- Ключевой показатель: наиболее вероятный срок завершения проекта (мода распределения итоговых сроков).
- Дополнительные показатели: уровень риска срыва сроков (например, стандартное отклонение или 90-й процентиль распределения сроков [116, 120]), индекс критичности основных этапов работ, а также показатели загрузки ключевых узлов ВОУС (например, оценки ρ_i , W_i , L_i , полученные по результатам имитационных экспериментов).

Важно отметить, что организационно-технологические риски не ограничиваются только вероятностными показателями самого проекта. Существуют также системные риски, связанные с внедрением самой технологии ВОУС, которые могут оказать существенное влияние на итоговый успех [13, 116]. Их также необходимо идентифицировать и учитывать при принятии комплексного

решения. Ошибки в управлении этими рисками могут нивелировать весь положительный эффект от внедрения инновационных методов управления [93]. Все системные риски внедрения можно условно классифицировать на три группы: организационные, технологические и финансовые.

1. Организационные риски связаны с человеческим фактором и корпоративной культурой. Основным риском здесь является сопротивление персонала изменениям, опасения потери контроля или усложнения работы.

2. Технологические риски лежат в плоскости программного обеспечения. Ключевые из них – это проблемы интеграции разнородных систем участников и обеспечение информационной безопасности.

3. Финансовые риски связаны с экономикой проекта внедрения. Недооценка стоимости внедрения и поддержки сложных ИТ-систем может привести к значительному перерасходу бюджета.

Данная классификация согласуется с типологией рисков, принятой в международной практике управления ИТ-проектами [106].

Систематизированный анализ данных рисков, а также ключевые меры по их предотвращению и митигации (снижению последствий) представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Классификация рисков внедрения ВОУС и меры по их управлению

Категория риска	Наименование риска	Описание	Меры по предотвращению / митигации
Организационные	Сопротивление персонала	Активный или пассивный саботаж внедрения новых процессов и инструментов.	1. Проведение обучающих семинаров. 2. Вовлечение будущих пользователей в процесс выбора и настройки системы. 3. Разработка системы мотивации.
	Недостаток компетенций	Отсутствие у сотрудников необходимых навыков для работы в новой цифровой среде.	1. Разработка детальных инструкций и регламентов. 2. Создание службы технической поддержки.
Технологические	Сбои при интеграции систем	Потеря или искажение данных при обмене	1. Использование открытых стандартов и API.

		между системами участников.	2. Проведение полномасштабного тестирования интеграции на пилотном проекте.
	Угрозы кибербезопасности	Несанкционированный доступ к данным, утечки конфиденциальной информации.	1. Внедрение многоуровневой системы аутентификации. 2. Регулярный аудит безопасности. 3. Физическое и логическое разделение данных.
Финансовые	Превышение бюджета внедрения	Затраты на лицензии, оборудование, консультантов и доработки превышают плановые.	1. Детальная проработка ТЗ. 2. Проведение конкурса среди нескольких поставщиков решений. 3. Заложение резерва (15-20%) на непредвиденные расходы.
	Низкая рентабельность (ROI)	Экономический эффект от внедрения не оправдывает вложенных инвестиций.	1. Предварительный расчет ROI на основе измеримых KPI. 2. Поэтапное внедрение функционала с оценкой эффекта на каждом этапе.

4. Качественные (средовые) критерии.

Данная группа отражает неэкономические и трудно формализуемые эффекты. Оценка по этим критериям носит, как правило, экспертный характер.

– **Показатели:** архитектурно-эстетическая ценность, социальный эффект (создание общественных пространств, рабочих мест), экологическое воздействие (влияние на биоразнообразие, уровень шума), уровень комфорта и безопасности будущей среды, соответствие градостроительным планам и стратегии развития территории [93, 101].

Наличие такой многоуровневой и разнородной (количественной и качественной) системы критериев делает невозможным интуитивный выбор и требует применения специализированных математических методов [101, 118]. Эти методы должны позволить формализовать процедуру сравнения, учесть относительную важность каждого критерия и сделать итоговый выбор максимально объективным и прозрачным. Одним из наиболее эффективных и апробированных для решения подобных задач является метод анализа иерархий [93, 118].

Таким образом, прежде чем перейти к детальному описанию оперограмм и вариантов организационно-технологической реализации процесса, необходимо рассмотреть сами оперограммы как ключевой инструмент информационно-логического моделирования в виртуальной организации, а затем обосновать выбор метода анализа иерархий как базового механизма комплексной оценки [102].

В настоящем исследовании оперограммы рассматриваются как специализированный вид информационно-логической модели, конкретизирующей ранее введенный граф задач $G_Z = (Z, E_Z)$ для процессов перевода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. Оперограмма позволяет одновременно отразить последовательность операций, распределение ответственности между участниками виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС), временные характеристики и возможные возвраты на доработку. В отличие от чисто текстового описания регламентов, оперограмма представляет собой таблично-графическую модель, в которой каждая строка соответствует операции процесса, а столбцы задают исполнителей, тип действий, выходные документы и ориентировочные сроки выполнения [87].

Такое представление обеспечивает формализованный переход от нормативного описания процедур к входным данным имитационного моделирования, анализа рисков и формирования системы KPI в условиях ВОУС [13, 50].

С точки зрения ранее введенной информационно-логической модели $G_Z = (Z, E_Z)$, множество операций оперограммы $O = o_1, o_2, \dots, o_m$ представляет собой конкретизацию множества задач Z для заданного сценария процесса (базового, ускоренного или варианта с возвратами). Для каждой операции $o_j \in O$ определяются: исполнитель (орган или подразделение), входные и выходные информационные объекты, длительность $\tau(o_j)$, а также множество предшествующих и последующих операций. Таким образом, оперограмма

реализует переход от абстрактного графа предшествования задач к структурированному описанию действий в разрезе участников и документов, что принципиально важно для проектирования и оценки виртуальной организационной структуры управления.

Для дальнейшего построения оперограмм и имитационного моделирования необходимо задать детализированный алгоритм процесса перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки. Такой алгоритм представляет собой упорядоченный перечень этапов $z_j \in Z$ с указанием содержания действий, выходных документов и ориентировочного времени выполнения $\tau(z_j)$. На основе анализа действующих градостроительных и земельных процедур, а также практики реализации проектов редевелопмента сформирован последовательный алгоритм из 17 ключевых этапов, приведенный в таблице 3.3 [24, 29, 38].

Таблица 3.3 – Детализированный алгоритм процесса перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки

№	Этап	Краткое содержание действий / выходной документ	Среднее время, мес.
1	Аудит и подготовка	Анализ прав на участок, проверка градостроительных регламентов, заказ выписки ЕГРН; формирование пакета исходных документов и предварительного отчета по рискам	1,0
2	Инициация смены ВРИ	Подготовка и подача заявления в уполномоченный орган о смене вида разрешенного использования; получение входящего номера	0,5
3	Разработка ППТ и ПМТ	Заключение договора с проектной организацией, разработка проекта планировки территории (ППТ) и проекта межевания территории (ПМТ)	3,0–4,0
4	Инженерные изыскания	Проведение геологических, геодезических, экологических и иных изысканий на площадке, подготовка технических отчетов	2,0–3,0
5	Санитарная экспертиза	Подача документации в Роспотребнадзор, рассмотрение материалов и получение санитарно-эпидемиологического заключения	2,0–3,0
6	Экологическая экспертиза	Подача отчетов и проектных материалов в Росприроднадзор, прохождение государственной экологической экспертизы (ГЭЭ)	3,0–6,0

№	Этап	Краткое содержание действий / выходной документ	Среднее время, мес.
7	Назначение публичных слушаний	Направление пакета документации (ППТ, заключения экспертиз) в комиссию по землепользованию для назначения публичных слушаний; издание постановления о назначении даты слушаний	1,0
8	Проведение публичных слушаний	Экспозиция проекта, информирование населения, проведение собрания, фиксация мнений и замечаний участников	1,0–2,0
9	Заключение по результатам слушаний	Подготовка и публикация итогового заключения комиссии по землепользованию о результатах публичных слушаний	0,5
10	Рассмотрение на градостроительном совете	Защита проекта перед градостроительным советом региона, получение протокольного решения	1,0–2,0
11	Подготовка проекта НПА	Разработка юридическим подразделением проекта нормативного правового акта (постановления, закона) о внесении изменений в ПЗЗ / ВРИ	1,0
12	Принятие НПА	Рассмотрение и утверждение проекта нормативного правового акта главой администрации или законодательным органом; подписание и официальное опубликование	1,0–2,0
13	Внесение изменений в ЕГРН	Направление НПА в Росреестр, внесение изменений в ЕГРН, получение обновленной выписки с новым видом разрешенного использования	1,0
14	Получение ГПЗУ	Подача заявления и выдача градостроительного плана земельного участка с учетом новых градостроительных параметров	1,0
15	Проектирование	Разработка архитектурного проекта и рабочей документации для объекта жилой застройки	3,0–6,0
16	Экспертиза проекта	Подача проектной документации и прохождение государственной экспертизы проекта	2,0–3,0
17	Получение разрешения на строительство (РнС)	Подача заявления и пакета документов (ГПЗУ, проект, заключения экспертиз) на получение разрешения на строительство и выдача РнС	1,0
	Итого при последовательном выполнении	Суммарная ориентировочная продолжительность процесса при линейной (непараллельной) структуре	≈ 24–36

Представленный детализированный алгоритм задает «скелет» процесса в терминах этапов, действий, результатов и временных характеристик, но не раскрывает распределение ответственности между участниками и возможные организационные варианты реализации (последовательный, параллельный, с возвратами и управлением рисками). Для целей математического моделирования виртуальной организационно-управленческой структуры на следующем шаге на

основе алгоритма формируются оперограммы, которые отображают тот же набор этапов в формате матрицы «операции – исполнители» с указанием возможных параллельных ветвей и возвратных циклов [12, 87].

В базовом варианте используется строго последовательное выполнение операций, в ускоренном – параллельное выполнение блоков задач, а в варианте с возвратами учитываются дополнительные петли, обусловленные рисками отказов и доработок. Таким образом, детализированный алгоритм процесса служит исходной основой для построения трех оперограмм (базовой, ускоренной и с возвратами и управлением рисками), которые далее рассматриваются как основные инструменты информационно-логического моделирования процессов в виртуальной организации перевода земельных участков и используются в главе 4 как входные данные имитационной модели и расчета KPI.

Базовая оперограмма процесса перевода земельного участка

Базовый процесс перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки описывает традиционную последовательную схему без применения инструментов виртуального управления [12]. На основе выделенных этапов (аудит, инициирование смены ВРИ, разработка градостроительной документации, проведение инженерных изысканий, санитарной и экологической экспертиз, организация публичных слушаний, подготовка и принятие нормативно-правового акта, внесение изменений в ЕГРН, получение градостроительного плана, проектирование, экспертиза проекта и получение разрешения на строительство) сформирована оперограмма базового процесса. Ее фрагмент приведен в таблице 3.4. Полная оперограмма базового процесса перевода земельного участка приведена в приложении А (табл. А.1) [24, 29, 81].

Базовая оперограмма позволяет:

1. наглядно показать полный маршрут прохождения земельного участка по органам и организациям;
2. зафиксировать роли конкретных участников (инициатор, проектная организация, Роспотребнадзор, Росприроднадзор, комиссия по землепользованию,

4. выявить «узкие места» – этапы с максимальной длительностью и наибольшим числом согласующих инстанций.

Таблица 3.4 – Фрагмент оперограммы базового процесса перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки

[illegible]

С точки зрения имитационного моделирования базовая оперограмма соответствует линейному графу G_Z с единственным критическим путем, а суммарная продолжительность процесса определяется как:

$$T_{base} = \sum_{j=1}^{17} \tau(z_j), \quad (3.33)$$

где z_j – j -й этап процесса (см. приложение А, табл. А.1);

$\tau(z_j)$ – средняя длительность его выполнения.

T_{base} используется как базовый ориентир при сравнении с ускоренным вариантом T_{fast} и вариантом с возвратами T_{risk} .

Дальнейшее преобразование базовой оперограммы (переход к параллельной структуре и добавление возвратных циклов) выполняется в логике виртуальной организационно-управленческой структуры и рассматривается как элемент математического моделирования вариантов процесса [12].

Оперограмма ускоренного (параллельного) процесса

Ускоренный вариант процесса основан на принципе блоковой параллелизации операций при соблюдении действующих нормативных требований [24, 33]. На базе базовой оперограммы выделены три ключевых блока:

1. блок А – разработка документации по планировке территории и инженерные изыскания;
2. блок Б – санитарно-эпидемиологическая и экологическая экспертизы;
3. блок В – организация и проведение публичных слушаний, подготовка и рассмотрение заключений, подготовка проекта нормативного правового акта и его согласование на градостроительном совете.

Фрагмент оперограммы ускоренного (параллельного) процесса приведен в таблице 3.5. Полная оперограмма ускоренного (параллельного) процесса изменения ВРИ и перевода земельного участка приведена в приложении А (табл. А.2).

Таблица 3.5 – Фрагмент оперограммы ускоренного (параллельного) процесса изменения ВРИ и перевода земельного участка

№	Этап	Действие	Инициатор/ Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию	Градсовет	Администрация (юр. отдел)	Глава/Зак. орган	Росреестр	Уполн. орган (Архитектура)	Экспертиза проекта	Среднее время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аудит земельного участка	Анализ правового статуса, получение выписки ЕГРН	●											0,5
2	Инициирование изменения ВРИ	Подача заявления о смене ВРИ	●											0,3
3-А	Разработка документации и по планировке территории (ППТ и ПМТ)	Создание проектов планировки и межевания	●	●										3,0
4-А	Инженерные изыскания	Геологические, геодезические, экологические изыскания	●	●										2,0
5-Б	Санитарно-эпидемиологическая экспертиза проекта СЗЗ	Подача документов, рассмотрение, получение заключения	●	●										1,5

Особенность ускоренной оперограммы состоит в том, что после выполнения начальных шагов (аудит земельного участка и инициирование процедуры изменения ВРИ) блоки А, Б и В запускаются параллельно, а их результаты сходятся

перед этапом утверждения нормативного правового акта. Такое структурирование отражает типичную логику функционирования виртуальной организационной структуры: единое информационное пространство и цифровая платформа позволяют синхронизировать одновременное выполнение нескольких взаимосвязанных видов работ [12]. Сравнение суммарного срока реализации базового и ускоренного процессов показывает, что за счет параллельной проработки трех блоков продолжительность может быть снижена с 24–36 до примерно 14–16 месяцев.

В параллельном варианте процесса общий срок определяется не суммой длительностей этапов, а длительностью критического параллельного блока. Суммарная длительность блока А (ППТ/ПМТ и изыскания) может быть обозначена через T_A , блока Б (санитарная и экологическая экспертизы) через T_B , блока В (общественные процедуры и подготовка НПА) через T_V . Тогда ориентировочная продолжительность ускоренного варианта может быть записана в виде:

$$T_{fast} \approx \tau_{start} + \max(T_A, T_B, T_V) + \tau_{finish}, \quad (3.34)$$

где τ_{start} – суммарная длительность начальных этапов до запуска параллельных блоков;

τ_{finish} – длительность завершающих этапов после их слияния.

Значения $T_A, T_B, T_V, \tau_{start}, \tau_{finish}$ определяются по данным оперограммы ускоренного процесса (табл. 3.5).

Оперограмма процесса с возвратами и управлением рисками

Третий вариант оперограммы описывает процесс перевода земельного участка с учетом возвратов на доработку и управления рисками, возникающими на различных этапах процедур [35]. В отличие от базовой и ускоренной схем, в оперограмме рискованного варианта добавлена информация о типичных точках отказа (красные метки) и возвратных переходах к предыдущим этапам (например, возврат проекта после отрицательного заключения санитарной или экологической экспертизы, негативного заключения комиссии по землепользованию, отказа на

градостроительном совете или в экспертизе проектной документации) [24, 80, 83]. Фрагмент структуры такой оперограммы приведен в таблице 3.6. Полная оперограмма процесса перевода земельного участка с возвратами и управлением рисками приведена в приложении А (табл. А.3).

Таблица 3.6 – Фрагмент оперограммы процесса перевода земельного участка с возвратами и управлением рисками

№	Этап	Действие	Инициатор/ Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию	Градсовет	Администрация (юр. отдел)	Глава/Зак. орган	Росреестр	Уполн. орган (Архитектура)	Экспертиза проекта	Среднее время	Отказ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Аудит и подготовка	Выписка ЕГРН	●											1 мес	Недостаток прав
2	Инициация смены ВРИ	Заявление о смене ПЗЗ										●		0.5 мес	Формальная ошибка
3	Разработка ППТ/ПМТ	Проект ППТ/ПМТ		●										3-4 мес	Ошибки проекта
4	Инженерные изыскания	Техотчеты		●										2-3 мес	Некорректные данные
5	Санитарная экспертиза	Заключение Роспотребнадзора				●								2-3 мес	Отказ → этап 3
6	Экологическая экспертиза	Заключение ГЭЭ				●								3-6 мес	Отказ → этап 3

В данной оперограмме для каждого этапа базового процесса указываются:

1. потенциальные причины отказа (формальные ошибки, некорректные данные инженерных изысканий, несоответствие санитарным и экологическим

требованиям, неполный пакет документов, протесты по итогам публичных слушаний, ошибки в проекте нормативного правового акта, негативное заключение экспертизы проекта и др.);

2. направления возвратных циклов (на какие этапы осуществляется откат: возврат к разработке ППТ/ПМТ, повторному проведению публичных слушаний, корректировке НПА, доработке проектной документации и т. д.);

3. последствия по срокам (дополнительное время на доработку, повторное рассмотрение, повторные экспертизы).

В варианте процесса с возвратами и управлением рисками длительность реализации становится случайной величиной, зависящей от вероятностей отказов на отдельных этапах и длительности возвратных циклов. Обозначим ожидаемую (математически среднюю) продолжительность такого процесса через T_{risk} . В общем виде ее можно представить как:

$$T_{risk} = T_{base} + \sum_k p_k * \Delta T_k, \quad (3.35)$$

где p_k – вероятность наступления отказа (возврата) по k -й типовой причине (например, отрицательное заключение санитарной экспертизы, экологической экспертизы, публичных слушаний, экспертизы проекта и т. п.);

ΔT_k – дополнительное время на доработку и повторное прохождение соответствующих процедур.

В условиях виртуальной организационно-управленческой структуры информация о фактических возвратах, причинах отказов и времени на доработку регистрируется в цифровой платформе ВОУС, что позволяет перейти от качественного описания рисков к их количественной оценке и включению в систему КРІ (частота возвратов, средняя длительность возвратных циклов, стоимость доработок и повторных процедур) [12]. Эти показатели далее используются в главе 4 для сравнительного анализа эффективности различных конфигураций ВОУС.

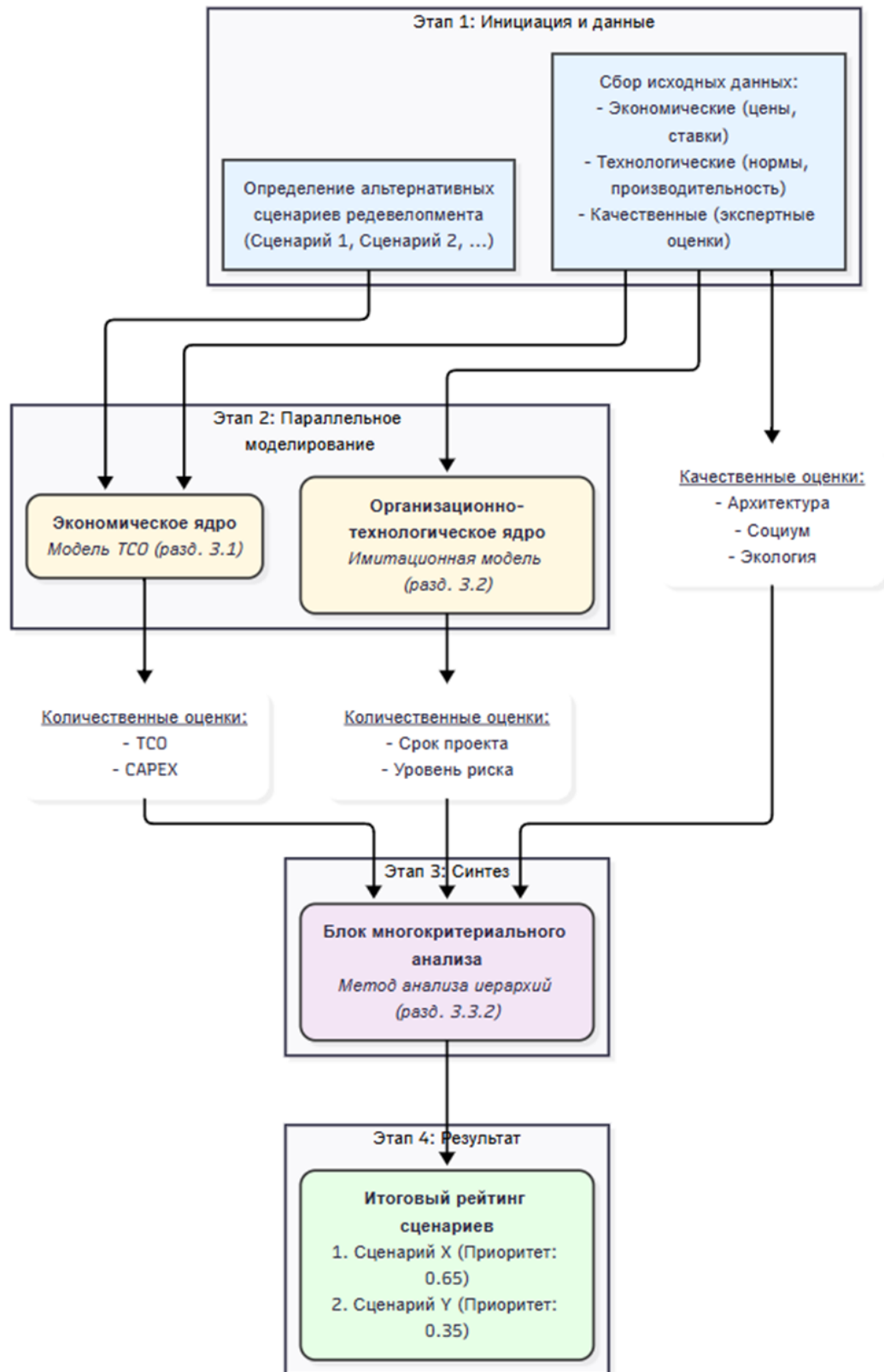


Рисунок 3.3 – Информационно-логическая модель поддержки принятия решений при выборе сценария редевелопмента

Предложенная модель является практической реализацией концепции информационно-графического моделирования систем управления (рисунок 3.3),

согласно которой описание функциональных обязанностей и информационных потоков между участниками позволяет повысить согласованность и эффективность управления проектом [16, 120]. В условиях виртуальной организационно-управленческой структуры МППР задает формализованный контур принятия решений, опирающийся на цифровую платформу ВОУС и интеграцию экономических, организационно-технологических и экспертных данных. Процесс принятия решения в соответствии с данной моделью является итеративным и включает следующие укрупненные этапы:

1. Этап 1: инициация и сбор данных. На этом этапе формируются альтернативные сценарии реализации проекта редевелопмента и конфигурации ВОУС (например, базовый последовательный процесс, ускоренный параллельный процесс, сценарий с возвратами и управлением рисками), а также собираются все необходимые исходные данные: параметры работ, стоимостные характеристики ресурсов, результаты анализа оперограмм, данные по срокам и рискам, экспертные мнения о качественных факторах.

2. Этап 2: параллельное моделирование. Собранные данные одновременно поступают в два независимых вычислительных ядра:

- экономическое ядро, где с помощью модели совокупной стоимости владения и оценки эффективности проектов редевелопмента (раздел 3.1) рассчитываются показатели TCO и NPV для каждого сценария [13];

- организационно-технологическое ядро, где на основе оперограмм и имитационной модели процессов перевода земельных участков определяются вероятностные характеристики сроков реализации и рисков (вероятности возвратов, распределения длительностей и т. п.) [120].

3. Этап 3: синтез и комплексный анализ. Результаты расчетов из обоих ядер (количественные оценки по критериям TCO, NPV, «сроки», «риски») вместе с экспертными оценками по качественным критериям («качество функционирования ВОУС» и др.) поступают в блок комплексного анализа. Здесь с помощью метода анализа иерархий (МАИ), подробно описанного в разделе 3.3, выполняется их

нормирование, взвешивание и агрегация в соответствии с иерархической моделью, что позволяет получить интегральные приоритеты альтернатив [67].

4. Этап 4: выдача результата. На выходе модель формирует итоговый ранжированный список сценариев, где каждому из них присвоен интегральный весовой коэффициент (глобальный приоритет) $P(A_k)$. Сценарий с наивысшим приоритетом рекомендуется к принятию как наиболее сбалансированный по всей совокупности критериев. Дополнительно результаты комплексного анализа могут быть интерпретированы в терминах ключевых показателей эффективности (KPI) ВОУС, что создает основу для дальнейшей оценки и мониторинга в главе 4 [12, 13].

Внедрение данной информационно-логической модели в контур управления виртуальной организационно-управленческой структуры позволяет формализовать и алгоритмизировать процесс принятия стратегических решений при выборе сценариев редевелопмента. Это не только повышает их объективность и обоснованность за счет опоры на результаты моделирования TCO, NPV, сроков и рисков, но и делает весь процесс прозрачным для ключевых участников проекта – от инвестора и девелопера до органов публичной власти и представителей общественности. Повышение прозрачности и согласованности в условиях многосубъектных проектов редевелопмента является критическим фактором успеха при трансформации промышленных зон в качественные городские жилые среды [38].

ВЫВОДЫ

В рамках данной главы решена ключевая задача диссертационного исследования – разработан и апробирован комплекс взаимосвязанных математических и информационно-логических моделей, составляющих ядро системы поддержки принятия решений (СППР) для проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зону жилой застройки. Разработанный инструментарий позволяет формализовать процесс выбора оптимальной стратегии редевелопмента, перейдя от интуитивных оценок к объективному, комплексному и

прозрачному анализу, интегрированному в контур виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС).

Основные научные и практические результаты, полученные в главе, заключаются в следующем:

1. Разработана и апробирована модель оценки совокупной стоимости владения ТСО для проектов редевелопмента, адаптированная к специфике полного жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов по выводу земельных участков из промышленных зон. В отличие от стандартных стоимостных оценок, модель учитывает не только капитальные затраты, но и управленческие, транзакционные и эксплуатационные издержки на всем горизонте жизни проекта. Эффективность и практическая значимость модели подтверждена апробацией на реальном кейсе – проекте редевелопмента территории завода «ЗИЛ» в Москве, где расчеты наглядно продемонстрировали возможность количественно обосновать долгосрочные преимущества более сложных, гибридных сценариев с сохранением наследия по сравнению с на первый взгляд более дешевыми вариантами тотального сноса.

2. Создана многоуровневая система моделирования организационно-технологических процессов перевода земельных участков и редевелопмента. Разработана обобщенная имитационная модель, позволяющая учитывать стохастическую природу процедур согласования, экспертиз и проектирования и получать вероятностные оценки сроков и рисков для различных сценариев процесса (базового, ускоренного и варианта с возвратами). На основе оперограмм и графового описания процессов показана прямая связь между математическим моделированием и практическими механизмами автоматизации управления проектом в среде ВОУС.

3. Проведен комплексный анализ рисков, сопровождающих проекты редевелопмента в условиях виртуального управления. В работе выделены и проанализированы два уровня рисков:

- проектные риски (срывы сроков, превышение бюджета, возвраты на доработку), которые количественно оцениваются с помощью имитационной модели и оперограмм процессов;

- системные риски (организационные, технологические, финансовые), связанные с внедрением и функционированием самой виртуальной организационно-управленческой структуры. Упорядочивание системных рисков и разработка мер по их управлению обеспечивают предлагаемым решениям необходимую полноту и практическую реализуемость.

Таким образом, разработанный в третьей главе комплексный математический и информационно-логический аппарат представляет собой законченный и апробированный инструментарий для поддержки принятия решений в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зону жилой застройки. Он позволяет в рамках ВОУС проводить всесторонний анализ и объективный выбор оптимальной стратегии редевелопмента на основе совокупности экономических, временных, рискованных и качественных критериев. Полученные в главе результаты полностью решают поставленные перед ней задачи и создают основу для последующей оценки эффективности различных конфигураций виртуальных организационно-управленческих структур.

4 ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРОЕКТА ВЫВОДА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В ЗОНУ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ

4.1 Организационная структура виртуального управления проектом реновации промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод»

Проект, рассматриваемый в данной главе, связан с реновацией промышленной территории АО «Новосибирский приборостроительный завод» (далее – АО «НПЗ»), расположенной в границах сложившейся городской застройки Новосибирска. Для обоснования выбора виртуальной организационно-управленческой структуры важно исходно показать, в каких условиях реализуется проект и какие факторы формируют требования к его системе управления. Земельные участки, занятые промышленными корпусами и объектами вспомогательной инфраструктуры, при снижении объемов профильной деятельности завода рассматриваются как резерв для развития жилой и общественно-деловой застройки города. Это требует согласования интересов правообладателя территории, органов государственной власти и местного самоуправления, девелоперов и городского сообщества [12, 16].

Одной из ключевых предпосылок формирования виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) для данной территории являются градостроительные и функциональные ограничения. Промзона АО «НПЗ» включена в общегородскую систему улично-дорожной сети и инженерной инфраструктуры, примыкает к жилым кварталам и объектам общественно-делового назначения. Перевод земель из промышленной зоны в территорию жилой застройки требует увязки новых функциональных зон с действующими планировочными решениями, обеспечения транспортной доступности и размещения социальной инфраструктуры, что предполагает участие

Мэрии города Новосибирска, профильных департаментов градостроительства и архитектуры, комитетов по земельным ресурсам и операторов инженерных сетей [17, 44, 84].

Вторая важная предпосылка связана с многосубъектностью и сложностью процедур вывода земельных участков АО «НПЗ» из промышленной зоны. Для достижения цели необходимо последовательно реализовать ряд взаимосвязанных действий: внесение изменений в градостроительную документацию, подготовку и утверждение документации по планировке территории, корректировку территориального зонирования и правил землепользования и застройки, оформление прав на земельные участки и получение разрешений на строительство жилых объектов. В этих процессах одновременно задействованы Мэрия города Новосибирска и ее отраслевые департаменты, Правительство Новосибирской области, АО «НПЗ» как правообладатель земли, специализированный застройщик будущего жилого комплекса, проектные, экспертные и надзорные организации, а также Росреестр и ресурсоснабжающие организации [12]. Множественность участников и пересечение их полномочий объективно повышают риск затягивания сроков и возникновения организационных конфликтов [98].

Третья группа предпосылок обусловлена требованиями к прозрачности и управляемости проектов редевелопмента промышленных территорий, зафиксированными в стратегических документах развития строительной отрасли и ЖКХ до 2030 года [59]. Для города и региона реновация территории АО «НПЗ» важна с точки зрения улучшения качества городской среды и наращивания ввода жилья, а для АО «НПЗ» и девелопера – с точки зрения повышения эффективности использования земельных активов. В этих условиях все участники проекта нуждаются в актуальной и согласованной информации о статусе процедур, регламентных сроках, ограничениях и рисках. Традиционный фрагментированный документооборот и разрозненные ведомственные информационные системы не обеспечивают требуемого уровня прозрачности и оперативного контроля [44, 98].

Четвертая предпосылка связана с наличием цифровой инфраструктуры, которая делает возможным переход к виртуальному управлению. В Новосибирской

области развиваются информационные системы обеспечения градостроительной деятельности, внедряются электронные сервисы Мэрии и Правительства области, используются сервисы Росреестра и платформы электронного документооборота [13, 59]. Крупные девелоперские и проектные организации применяют технологии информационного моделирования, корпоративные системы управления проектами и специализированные платформы коллективной работы [23]. В совокупности это формирует технологическую базу для интеграции разнородных участников проекта реновации промзоны АО «НПЗ» в единую ВОУС на основе CDE.

Указанные предпосылки определяют требования к архитектуре виртуального управления. В рамках настоящей работы ВОУС для проекта реновации промышленной зоны АО «НПЗ» рассматривается как многоуровневая система, включающая стратегический, тактический (проектный) и операционный уровни [12, 16]. Обобщенная архитектура уровней виртуального управления в этом проекте представлена на рисунке 4.1.

На стратегическом уровне Правительство Новосибирской области и Мэрия города Новосибирска формируют целевые ориентиры преобразования территории АО «НПЗ». Здесь принимаются решения о включении участка в программы комплексного развития территорий, определяются приоритеты по функциональному использованию высвобождаемых площадей, параметрам жилой застройки и качеству городской среды. На этом же уровне задаются рамочные регламенты использования цифровых платформ и требований к раскрытию информации в рамках ВОУС [24].

Тактический (проектный) уровень обеспечивает конфигурирование конкретной ВОУС под проект реновации. Здесь АО «Новосибирский приборостроительный завод», специализированный застройщик жилого комплекса, профильные департаменты Мэрии и привлеченные проектные организации согласуют организационную схему реализации проекта, распределяют роли и зоны ответственности, формируют календарные планы и регламенты информационного взаимодействия.

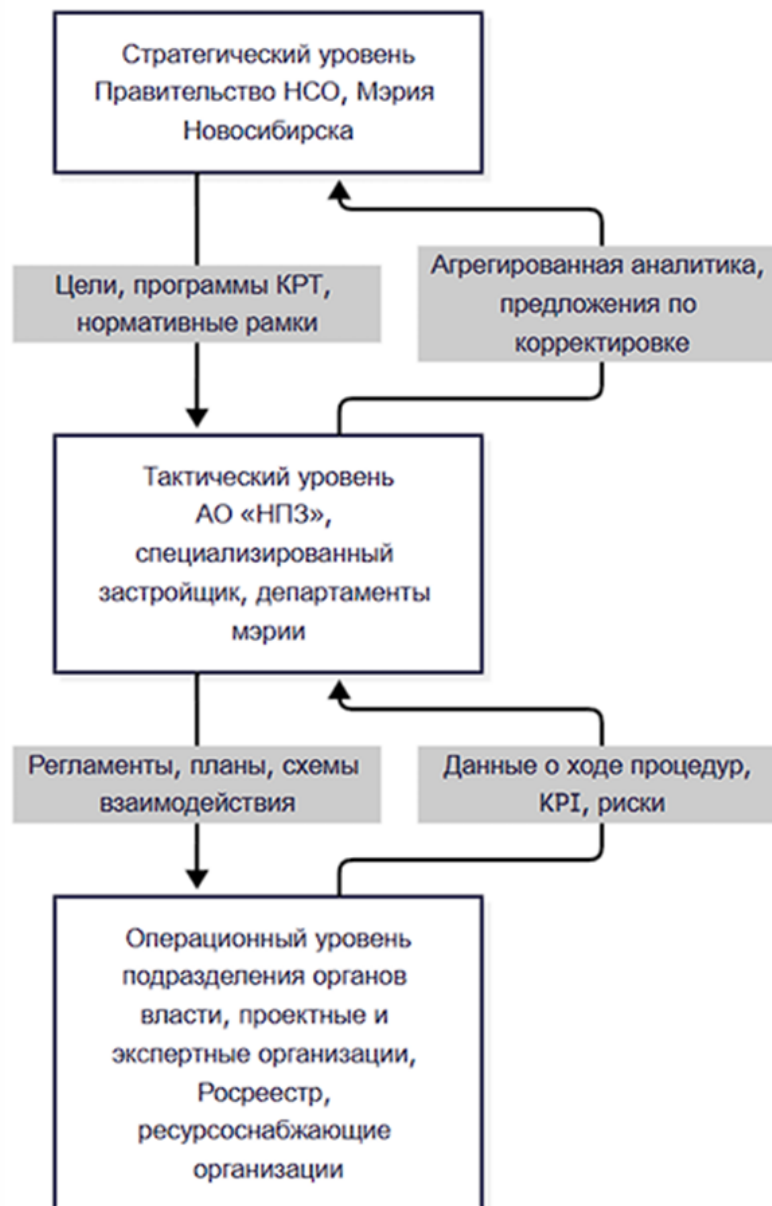


Рисунок 4.1 – Архитектура уровней виртуального управления проектом реновации промышленной зоны АО «НПЗ»

На тактическом уровне определяется состав виртуальных рабочих групп, настраиваются доступы участников к единой цифровой платформе, устанавливается перечень контролируемых показателей и формируется система мониторинга хода проекта [98].

На операционном уровне действуют конкретные исполнители процедур: подразделения Мэрии Новосибирска и органов государственной власти, специалисты АО «НПЗ» и застройщика, проектные и экспертные организации,

службы ресурсоснабжающих организаций и Росреестр. Они осуществляют подготовку, подачу и экспертизу документов, внесение и актуализацию данных об участках и объектах, оформление правоустанавливающих документов, выдачу разрешений на строительство и ввод объектов в эксплуатацию. Виртуальное управление на этом уровне реализуется через использование электронных сервисов, личных кабинетов, модулей электронного документооборота и систем мониторинга статусов процедур [13, 77].

Взаимодействие между уровнями осуществляется через систему информационных потоков в едином информационном пространстве проекта. Стратегические решения и нормативные ограничения транслируются сверху вниз, тогда как снизу вверх поступают агрегированные данные о ходе реализации проекта, соблюдении сроков и значениях ключевых показателей эффективности [12, 16]. Такая архитектура ВОУС служит основой для дальнейшего информационно-графического описания процессов (оперограмм) вывода земельных участков АО «НПЗ» из промышленной зоны и реализации проекта жилой застройки (раздел 4.2), а также для разработки системы KPI и методики комплексной оценки эффективности виртуальной структуры управления (раздел 4.3) [6].

На основе выделенных уровней виртуального управления можно перейти к детальному рассмотрению того, кем именно заполняются эти уровни и каким образом распределяются функции между участниками. Иными словами, архитектурное описание ВОУС требует дополнить характеристикой ее субъектного состава и матрицей ролей. Виртуальная организационно-управленческая структура (ВОУС) проекта реновации промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» формируется как совокупность участников, объединенных единым информационным пространством и распределенной системой ответственности. В отличие от традиционных иерархических схем, конфигурация ВОУС ориентирована на сетевое взаимодействие и параллельное выполнение процедур, что позволяет уменьшить число возвратов документов, сократить сроки

согласований и повысить прозрачность принятия решений [12, 16]. При этом состав участников и закрепленные за ними функции непосредственно определяют конфигурацию информационных потоков и потенциал повышения эффективности управления проектом.

В контексте рассматриваемого проекта к числу ключевых участников ВОУС относятся:

1. органы государственной власти и местного самоуправления, осуществляющие градостроительное регулирование и правовое сопровождение изменения статуса земельных участков [24, 84];
2. АО «Новосибирский приборостроительный завод» как правообладатель территории и инициатор ее реновации;
3. специализированный застройщик жилого комплекса, реализующий инвестиционно-строительный проект на высвобождаемом участке [79];
4. проектные, экспертные и надзорные организации, обеспечивающие разработку и проверку документации;
5. операторы инженерной и транспортной инфраструктуры, согласующие технические условия и подключение объектов;
6. оператор цифровой платформы виртуального управления, обеспечивающий функционирование единого информационного пространства проекта [16, 23];
7. представители местных сообществ и потенциальные пользователи территории, формирующие общественную оценку проектных решений [24].

Для обеспечения согласованности действий и исключения дублирования полномочий используется матричное распределение функций между участниками, в котором для каждой организации фиксируются ее роль в ВОУС (инициатор, согласующий, исполнитель, контролер), основные функции в проекте реновации промзоны АО «НПЗ», а также ключевые информационные потоки и используемые инструменты виртуального взаимодействия [12, 13]. Сводное распределение функций основных участников виртуальной организационно-управленческой структуры проекта представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные участники и распределение функций в ВОУС проекта реновации промзоны зоны АО «НПЗ»

Участник	Ключевые функции в проекте	Роль в ВОУС (инициатор / согласующий / исполнитель / контролер)	Основные информационные потоки и документы	Инструменты виртуального взаимодействия
1	2	3	4	5
Правительство Новосибирской области	Определение приоритетов развития территории, включение участка АО «НПЗ» в программы комплексного развития, согласование ключевых градостроительных решений	Согласующий, контролер на стратегическом уровне	Распоряжения, региональные программы, согласования по КРТ и иным механизмам освоения территорий	Региональные ИСОГД, системы электронного документооборота (ЭДО), официальный портал Правительства НСО
Мэрия города Новосибирска (в т. ч. департамент архитектуры и строительства, департамент земельных и имущественных отношений)	Реализация городской градостроительной политики, подготовка и утверждение документации по планировке территории, изменение территориального зонирования, выдача ГПЗУ и разрешений на строительство	Инициатор, согласующий, контролер на стратегическом и тактическом уровнях	Проекты планировки и межевания территории, решения о переводе земель, ГПЗУ, разрешения на строительство и ввод, протоколы публичных слушаний	Личные кабинеты заявителей на городских порталах, ИСОГД, муниципальные ЭДО-системы, сервисы регистрации обращений граждан
Управление Росреестра по Новосибирской области	Кадастровый учет и регистрация прав на земельные участки и объекты капитального строительства, внесение изменений в ЕГРН	Исполнитель, контролер на операционном уровне	Заявления о кадастровом учете и регистрации прав, выписки из ЕГРН, решения о приостановлении и отказе	ФГИС ЕГРН, электронные сервисы Росреестра, ЭДО с МФЦ и органами власти
АО «Новосибирский приборостроительный завод»	Правообладатель территории, инициатор вывода участка из пром. использования, партнер девелопера; подготовка исходных данных, участие в согласовании градостроительных решений, заключение договоров по отчуждению/совместному освоению земли	Инициатор, участник согласования, исполнитель отдельных процедур	Исходно-разрешительная документация по объектам АО «НПЗ», предложения по реновации территории, договоры и соглашения с застройщиком и органами власти	Личный кабинет правообладателя на цифровой платформе проекта, корпоративные системы управления, ЭДО с Мэрией и застройщиком

1	2	3	4	5
ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном» (инвестор-девелопер)	Разработка и реализация инвестиционно-строительного проекта жилого комплекса на территории промзоны АО «НПЗ», формирование финансовой модели, организация проектирования и строительства, управление рисками	Инициатор, заказчик, исполнитель на тактическом и операционном уровнях	Заявки на предоставление земельного участка и изменение ВРИ, концепция застройки, проектная документация, графики реализации, отчеты по ходу проекта	Личный кабинет застройщика на цифровой платформе, системы управления проектами (Project/BIM-CDE), корпоративные ЭДО, модули мониторинга сроков и KPI
Генеральная проектная организация и привлеченные проектировщики	Разработка градостроительной документации, архитектурно-строительных и инженерных решений, подготовка разделов по инженерным сетям, транспорту и экологии	Исполнители на операционном уровне	Проекты планировки и межевания, проектная и рабочая документация, расчетные материалы, ответы на замечания экспертиз	BIM-платформы и САД-системы, совместная работа с документами в CDE, ЭДО с застройщиком, органами экспертизы и Мэрией
Государственные и негосударственные экспертные организации	Проведение государственной и негосударственной экспертизы проектной документации, оценка соответствия градостроительным, экологическим, санитарным и иным требованиям	Согласующие, контролеры на операционном уровне	Заключения экспертизы, замечания, предписания, протоколы согласований	Электронные системы экспертизы, личные кабинеты экспертов, ЭДО с застройщиком и проектировщиками
Органы государственного строительного надзора (Госстройнадзор НСО и др.)	Контроль соблюдения требований технических регламентов и проектных решений при строительстве объектов, приемка и ввод объектов в эксплуатацию	Контролер	Акты проверок, предписания, заключения о соответствии построенного объекта проектной документации	Системы электронного взаимодействия с застройщиками, ЭДО, модули учета проверок
Операторы инженерной и транспортной инфраструктуры (ресурсоснабжающие организации,	Подготовка и согласование технических условий, разработка решений по подключению объектов к инженерным сетям и	Согласующие, исполнители	Технические условия, схемы подключения, акты технологического присоединения,	Отраслевые порталы согласования, ЭДО, специализированные сервисы

транспортные операторы)	транспортной инфраструктуре, реализация мероприятий по модернизации сетей		графики выполнения работ	для обмена технической документацией
Оператор цифровой платформы виртуального управления проектом	Обеспечение функционирования единой цифровой платформы (CDE), администрирование доступа участников, поддержка сервисов мониторинга, отчетности и хранения документов	Инфраструктурный исполнитель	Регламенты работы платформы, журналы событий, отчеты об использовании сервисов, настройки прав доступа	Панель администратора платформы, системы мониторинга и резервного копирования данных
Представители местных сообществ и потенциальные пользователи территории	Участие в общественных обсуждениях и публичных слушаниях по проекту реновации, формирование предложений и замечаний к проектным решениям, оценка качества городской среды	Заинтересованные стороны	Обращения граждан, результаты общественных обсуждений, отзывы по проектным решениям	порталы общественных обсуждений Мэрии Новосибирска, сервисы обратной связи на городских порталах, социальные сети и онлайн-опросы.

Такая структура позволяет четко зафиксировать роли и точки ответственности участников в рамках ВОУС проекта реновации промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод». Понимание того, какие организации иницируют ключевые процедуры, какие их согласуют и контролируют, а какие выполняют конкретные действия, дает возможность формализовать маршруты прохождения документов и информационных потоков в едином пространстве виртуального управления. Это, в свою очередь, создает основу для последующего информационно-графического описания процессов (оперограмм) вывода земельных участков из промышленной зоны и подготовки проекта жилой застройки (раздел 4.2), а также для формирования системы ключевых показателей эффективности, используемых в методике оценки ВОУС (раздел 4.3).

4.2 Информационно-графическое описание процессов (оперограммы)

Информационно-графическое описание процессов перевода земельных участков АО «Новосибирский приборостроительный завод» из промышленной зоны в зону жилой застройки позволяет формализовать последовательность действий, состав участников и точки принятия решений, а также количественно оценить параметры, используемые далее в системе ключевых показателей эффективности. В настоящей работе для анализа организационно-управленческих процедур применяются оперограммы, описывающие базовый (традиционный), виртуальный (ускоренный) и рисковый (с возвратами) варианты реализации процессов смены вида разрешенного использования и перевода земельных участков.

Такое описание процессов обеспечивает сопоставимость сценариев традиционного управления и управления в условиях ВОУС и позволяет напрямую связать структуру процедур с последующей оценкой по KPI. Временные параметры этапов, количество согласующих инстанций, число возвратов на доработку и другие характеристики, зафиксированные в оперограммах, далее используются при формировании временных, качественных и финансовых показателей эффективности виртуальной организационно-управленческой структуры [13, 15].

Базовый процесс перевода земельного участка (традиционная схема)

Для базового варианта процесса, соответствующего традиционной последовательной схеме без применения инструментов виртуального управления, сформирована операционная таблица, содержащая перечень этапов, инициаторов, краткое описание действий и ориентировочную длительность их выполнения [24, 29, 81]. При этом в качестве ключевых участников рассматриваются:

1. АО «Новосибирский приборостроительный завод» как правообладатель земельного участка и инициатор вывода территории из промышленного использования [29];

2. Мэрия города Новосибирска (департамент архитектуры и строительства, департамент земельных и имущественных отношений, комиссия по землепользованию и застройке) как основной орган местного самоуправления, формирующий и утверждающий градостроительные решения [24, 84];

3. профильные региональные органы власти и градостроительный совет Новосибирской области, участвующие в согласовании концепции редевелопмента;

4. Управление Росреестра по Новосибирской области, осуществляющее кадастровый учет и регистрацию прав [81];

5. проектные, экспертные и надзорные организации, Роспотребнадзор, Росприроднадзор и иные ведомства [80, 83].

Сводная информация об этапах базового процесса представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Этапы базового процесса перевода земельного участка АО «Новосибирский приборостроительный завод» и их ориентировочная длительность

№	Этап	Действия	Выходной документ / результат	Среднее время
1	2	3	4	5
1	Аудит и подготовка	Анализ прав на земельный участок АО «Новосибирский приборостроительный завод», проверка градостроительных регламентов, заказ выписки ЕГРН	Пакет исходных документов, отчет по рискам и ограничениям	1 мес.
2	Инициация смены вида разрешенного использования (ВРИ)	Подготовка и подача заявления о смене ВРИ и начале процедур перевода земельного участка в уполномоченный орган Мэрии города Новосибирска (комитет/департамент по градостроительству и архитектуре)	Зарегистрированное заявление, входящий номер	0,5 мес.
3	Разработка документации по планировке территории (ППТ и ПМТ)	Заключение договора с генеральной проектной организацией, разработка проекта планировки территории и проекта межевания территории для участка АО «НПЗ»	Проект ППТ и ПМТ	3–4 мес.
4	Инженерные изыскания	Проведение геологических, геодезических, экологических и иных инженерных изысканий на территории промзоны АО «НПЗ»	Технические отчеты по результатам изысканий	2–3 мес.

1	2	3	4	5
5	Санитарно-эпидемиологическая экспертиза	Подача материалов ППТ/ПМТ и отчетов по изысканиям в территориальное управление Роспотребнадзора, проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы	Санитарно-эпидемиологическое заключение Роспотребнадзора	2–3 мес.
6	Экологическая экспертиза	Подача отчетов и проектных материалов в Росприроднадзор, прохождение государственной экологической экспертизы	Положительное заключение государственной экологической экспертизы	3–6 мес.
7	Назначение публичных слушаний	Подача пакета документов (ППТ, ПМТ, заключения экспертиз) в комиссию по землепользованию и застройке Мэрии Новосибирска для назначения публичных слушаний	Постановление о назначении даты и порядка проведения публичных слушаний	1 мес.
8	Проведение публичных слушаний	Организация экспозиции проекта, информирование населения, проведение собрания участников, сбор предложений и замечаний жителей прилегающих территорий	Протокол публичных слушаний по проекту реновации территории АО «НПЗ»	1–2 мес.
9	Подготовка заключения по результатам слушаний	Подготовка и публикация комиссии по землепользованию заключения о результатах публичных слушаний с учетом поступивших предложений и возражений	Итоговое заключение о результатах публичных слушаний	0,5 мес.
10	Рассмотрение проекта на градостроительном совете	Представление и защита проекта реновации промзоны АО «НПЗ» на градостроительном совете (городском/региональном), принятие рекомендаций по доработке или утверждению	Протокол заседания градостроительного совета с принятым решением	1–2 мес.
11	Подготовка проекта нормативного правового акта (НПА)	Подготовка юридическим подразделением Мэрии Новосибирска проекта постановления (решения) о внесении изменений в правила землепользования и застройки и территориальное зонирование в части участка АО «НПЗ»	Проект нормативного правового акта об изменении ПЗЗ	1 мес.
12	Принятие НПА	Рассмотрение и утверждение НПА главой города Новосибирска или законодательным (представительным) органом муниципального образования, официальное опубликование	Подписанный и опубликованный нормативный правовой акт об изменении градостроительных регламентов	1–2 мес.
13	Внесение изменений в ЕГРН	Направление данных о принятом НПА в Управление Росреестра по Новосибирской области, внесение изменений в сведения ЕГРН о виде разрешенного использования и (при необходимости) других характеристиках участка	Обновленная выписка ЕГРН с актуальным видом разрешенного использования земельного участка	1 мес.

1	2	3	4	5
14	Получение градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ)	Подача специализированным застройщиком или АО «НПЗ» заявления на получение ГПЗУ с учетом новых градостроительных параметров и функционального назначения территории	Градостроительный план земельного участка	1 мес.
15	Проектирование жилого комплекса	Разработка архитектурного проекта и рабочей документации жилого комплекса на участке бывшей промышленной зоны АО «НПЗ» (в т. ч. жилой комплекс «Расцветай на Красном»)	Комплект проектной и рабочей документации	3–6 мес.
16	Экспертиза проектной документации	Подача проектной документации на государственную или негосударственную экспертизу, прохождение экспертизы и получение заключения о соответствии требованиям	Положительное заключение экспертизы проектной документации	2–3 мес.
17	Получение разрешения на строительство (РнС)	Подача заявления и пакета документов (ГПЗУ, проект, заключение экспертизы) в уполномоченный орган Мэрии Новосибирска, рассмотрение и выдача разрешения	Разрешение на строительство жилого комплекса	1 мес.
	ИТОГО	При последовательном выполнении всех этапов без параллелизации и существенных задержек		≈ 24–36 мес.

В базовом процессе АО «НПЗ» совместно с потенциальным инвестором инициирует процедуру вывода земельных участков, проводит аудит прав и градостроительных регламентов, формирует пакет исходных документов. Далее заявление о смене вида разрешенного использования и подготовке документации по планировке территории направляется в Мэрию Новосибирска [24, 29]. Мэрия организует разработку проектов планировки и межевания, проведение необходимых инженерных изысканий и последующее согласование документации с Роспотребнадзором, Росприроднадзором и иными контролирующими ведомствами [24, 80, 83].

Следующими шагами являются организация и проведение публичных слушаний по материалам ППТ и ПМТ, подготовка заключения комиссии по землепользованию и застройке, рассмотрение проекта на градостроительном совете, подготовка и принятие нормативного правового акта об изменении градостроительных регламентов и территориальной зоны [24]. После этого Управление Росреестра вносит изменения в ЕГРН, что позволяет АО «НПЗ» и

застройщику обратиться за получением градостроительного плана земельного участка, выполнить проектирование объекта и пройти экспертизу проектной документации. Завершается базовый процесс получением разрешения на строительство жилого комплекса [24, 81].

На оперограмме базового процесса (Приложение А таблица А.4) для каждого этапа фиксируются:

1. инициатор (АО «НПЗ», специализированный застройщик, Мэрия Новосибирска, Росреестр, органы экспертизы и т. д.);
2. основное содержание действий (подготовка документов, согласование, экспертиза, принятие решения, регистрация);
3. выходные документы (отчеты, заключения, протоколы, постановления, выписки из ЕГРН, ГПЗУ, РнС);
4. ориентировочная длительность выполнения процедур.

По таблице А.4 базового процесса перевода земельного участка АО «Новосибирский приборостроительный завод» из промышленной зоны в зону жилой застройки (традиционная схема) показана логика чтения оперограммы: по горизонтали представлены 17 последовательных этапов базового процесса перевода земельного участка АО «НПЗ» из промышленной зоны в зону жилой застройки – от аудита прав и градостроительных регламентов до получения разрешения на строительство жилого комплекса. Каждый столбец соответствует отдельному этапу, обозначенному в таблице 4.2, а метки в ячейках показывают, какой участник является основным исполнителем или инициатором действий на данном шаге. Например, на этапах 1–4 ведущую роль играет АО «НПЗ» и проектная организация, на этапах 5–6 – Роспотребнадзор и Росприроднадзор, на этапах 7–9 – комиссия по землепользованию и застройке, на этапах 11–12 – юридическое подразделение и глава города, на этапе 13 – Управление Росреестра, на этапах 14, 16–17 – уполномоченный орган Мэрии Новосибирска и органы экспертизы.

Критический путь базового процесса проходит через все 17 этапов, поскольку в традиционной схеме практически отсутствует параллельное

выполнение процедур: последующий шаг, как правило, начинается лишь после завершения предыдущего и получения соответствующего решения или заключения. Наиболее длительными являются этапы разработки ППТ и ПМТ, инженерных изысканий, санитарно-эпидемиологической и экологической экспертиз, рассмотрения проекта на градостроительном совете, проектирования и экспертизы проектной документации жилого комплекса [24, 80, 83]. Именно эти этапы формируют «узкие места» базовой схемы и вносят наибольший вклад в суммарную продолжительность процесса, которая по результатам операционной таблицы (таблица 4.2) составляет порядка 24–36 месяцев [24].

Представленная оперограмма служит основой для сопоставления базового (традиционного) сценария управления с ускоренным вариантом в условиях виртуальной организационно-управленческой структуры и с рисковым сценарием, включающим возвраты на доработку. Параметры, зафиксированные в базовой оперограмме (количество этапов, их длительность, число задействованных участников), в дальнейшем используются при формировании временных и организационных KPI, рассматриваемых в разделе 4.3 [88].

Процесс перевода земельного участка в условиях виртуального управления (ускоренный вариант)

Во втором варианте анализируется влияние внедрения виртуальной организационно-управленческой структуры и единой цифровой платформы на сокращение сроков и повышение управляемости процедур [13, 17, 23].

В оперограмме ускоренного варианта (Приложение А, таблица А.5) отражены следующие ключевые особенности:

1. параллельная подготовка градостроительных обоснований, проектов ППТ/ПМТ и инженерных изысканий по заданию специализированного застройщика и АО «НПЗ»;
2. раннее подключение к процессу Роспотребнадзора, Росприроднадзора и экспертных организаций через электронные сервисы, что позволяет

предварительно согласовать принципиальные решения и учесть замечания еще до направления материалов на официальную экспертизу [77, 80, 83];

3. использование цифровой платформы Мэрии и региональных ИСОГД для подачи и согласования документации в электронном виде, что сокращает время передачи документов между департаментами и уменьшает количество очных согласований [24, 77];

4. интеграция операторов инженерной и транспортной инфраструктуры в ВОУС, что позволяет согласовывать технические условия и решения по подключению объектов к сетям параллельно с разработкой и рассмотрением градостроительной документации [24];

5. централизованный мониторинг сроков исполнения процедур на стороне Мэрии Новосибирска и застройщика, что снижает риск необоснованных задержек при рассмотрении документов.

По таблице А.5 Процесс перевода земельного участка АО «Новосибирский приборостроительный завод» в условиях виртуальной организационно-управленческой структуры (ускоренный вариант) показана логика чтения оперограммы [13, 15]: на оперограмме ускоренного процесса по вертикали, как и в базовой схеме, расположены основные участники проекта реновации промзоны АО «НПЗ», а по горизонтали – этапы 1–17. После общего старта (аудит и инициирование смены ВРИ) запускаются три параллельных блока: А – проектно-изыскательские работы (разработка ППТ/ПМТ и инженерные изыскания), Б – санитарно-эпидемиологическая и экологическая экспертизы, В – общественные процедуры и согласование на градостроительном совете. Все три ветви сходятся в точке утверждения НПА (этап 13), после чего процедура вновь становится последовательной (ЕГРН, ГПЗУ, проектирование, экспертиза проекта, разрешение на строительство).

Использование ВОУС и единой цифровой платформы позволяет сдвинуть запуск блоков Б и В на более ранний этап за счет предварительной подготовки и интеграции исходных данных, а также за счет электронного взаимодействия с Роспотребнадзором, Росприроднадзором, Мэрией Новосибирска и

градостроительным советом [13, 17]. В результате суммарная длительность критических блоков А, Б и В определяется максимальной продолжительностью проектно-изыскательских работ (около 5 месяцев), а общая длительность процедур до получения разрешения на строительство сокращается до 14–16 месяцев, что на 30–40 % меньше базового сценария [15]. Эти значения далее используются при расчете временных КРІ и сравнении сценариев управления «с ВОУС» и «без ВОУС» в разделе 4.3.

В сравнении с базовой схемой ускоренный вариант характеризуется уменьшением суммарной длительности ряда этапов за счет:

1. сокращения времени на передачу документов между участниками (электронный документооборот вместо бумажного) [77];
2. снижения количества дублирующих запросов за счет единой базы данных о проекте;
3. сокращения числа итераций «согласование–доработка» благодаря раннему подключению экспертов и надзора;
4. более четкого контроля регламентных сроков со стороны Мэрии и застройщика.

Отраженные в оперограмме изменения длительности этапов, уменьшение количества возвратов и рост степени параллельности процессов далее используются при расчете временных КРІ и оценке эффекта от внедрения ВОУС в разделе 4.3.

Вариант процесса с возвратами и управлением рисками (рисковый сценарий)

Третий вариант оперограммы описывает процесс перевода земельного участка с учетом возвратов документов на доработку и реализации мероприятий по управлению рисками на различных этапах. В этом сценарии рассматриваются типовые ситуации:

1. выявление несоответствий в исходно-разрешительной документации АО «НПЗ» (неактуальные сведения в ЕГРН, обременения, ограничения по санитарно-защитным зонам) [61, 81];
2. замечания Роспотребнадзора и Росприроднадзора к материалам ППТ/ПМТ и инженерным изысканиям [80, 83];
3. отрицательные или условно-положительные заключения государственной/негосударственной экспертизы проектной документации жилого комплекса «Расцветай на Красном» [24];
4. возражения и замечания по результатам публичных слушаний, инициируемые жителями прилегающих районов и общественными организациями [24, 84];
5. изменения в градостроительных регламентах или требованиях федерального и регионального законодательства, происходящие в ходе реализации проекта [24, 29].

В оперограмме рискованого варианта (приложени А, таблица А.6) для каждого подобного события указывается:

1. кто инициирует возврат (Мэрия Новосибирска, Роспотребнадзор, Росприроднадзор, органы экспертизы, участники публичных слушаний);
2. на какой этап осуществляется откат (доработка исходных данных АО «НПЗ», корректировка ППТ/ПМТ, переработка проектных решений, повторное проведение слушаний и т. д.);
3. каковы ориентировочные последствия по срокам (дополнительные месяцы на доработку и повторное согласование);
4. какие дополнительные действия необходимы со стороны застройщика, проектировщика, АО «НПЗ» и органов власти.

По таблице А.6 Процесс перевода земельного участка АО «Новосибирский приборостроительный завод» с возвратами и управлением рисками в условиях виртуального управления показана логика чтения оперограммы, т. е. представлена оперограмма полного цикла изменения вида разрешенного использования (и/или параметров ПЗЗ) и последующего получения разрешения на строительство для

кейса промзоны АО «НПЗ» в г. Новосибирске. По горизонтали отражена последовательность основных этапов процесса (от аудита прав и подготовки выписки ЕГРН до выдачи РнС), по вертикали – ключевые участники виртуальной организационно-управленческой структуры: инициатор/застройщик (АО «НПЗ» или девелопер), проектная организация, Роспотребнадзор, Росприроднадзор, Комиссия по землепользованию и застройке г. Новосибирска, Градсовет, юридический отдел администрации города, глава города/законодательный орган, Росреестр, уполномоченный орган архитектуры и орган экспертизы проектной документации.

Зеленые точки ●З в ячейках таблицы обозначают ответственных исполнителей на каждом этапе («узлы прохождения» процесса в виртуальной структуре), красные точки ●К – критические точки возможного отказа, в которых формируются решения о возврате на более ранние стадии [15, 16]. Для кейса НПЗ на схеме выделены возвратные стрелки: от санитарной экспертизы Роспотребнадзора (этап 5 ●К) и экологической экспертизы Росприроднадзора (этап 6 ●К) к доработке ППТ/ПМТ в проектной организации (этап 3 ●З); от этапов публичных слушаний (этап 8 ●К) и итогового заключения по слушаниям (этап 9 ●К) как к повторному циклу слушаний в Комиссии по землепользованию (возврат на этап 7 ●З), так и к переработке планировочных решений (возврат на этап 3 ●З). Отказ Градсовета (этап 10 ●К) также ведет к откату на этап 3 ●З проектной организации.

На заключительных стадиях процесса показаны возвраты нормативно-правового и проектного блока: непринятие НПА главой города или законодательным органом (этап 12 ●К) приводит к возврату проекта НПА в юридический отдел администрации г. Новосибирска (этап 11 ●З); отрицательное заключение экспертизы проектной документации (этап 16 ●К) возвращает процесс к доработке проекта в проектной организации (этап 15 ●З); отказ уполномоченного органа архитектуры в выдаче разрешения на строительство (этап 17 ●К) запускает обратные связи как к корректировке проектной документации (возврат на этап 15 ●З), так и, при необходимости повторной проверки, к этапу экспертизы проекта

(возврат на этап 16 ●К) [24]. Таким образом, оперограмма позволяет не только визуализировать линейную траекторию перевода земель АО «НПЗ» и подготовки строительства, но и формализовать типовые рисковые сценарии и «петли» доработки, которые должны учитываться в виртуальной системе управления проектом.

В условиях традиционного управления информация о возвратах часто распределена по различным ведомственным системам и внутренним документам организаций. При использовании ВОУС данные о каждом возврате, его причинах, инициаторе и длительности задержки фиксируются в цифровой платформе проекта [13, 16]. Это позволяет:

1. формировать статистику по типовым рискам и «узким местам» процедур;
2. оценивать влияние рисков на суммарную длительность процесса и затраты на доработку;
3. использовать показатели частоты и длительности возвратов в системе КРІ как индикаторы качества подготовки решений и эффективности взаимодействия участников.

Включение рискового варианта в систему оперограмм важно с точки зрения перехода от описательного анализа к количественной оценке устойчивости процессов управления. Количество циклов возврата, их средняя длительность и стоимость доработок могут быть интегрированы в расчеты временных, качественных и финансовых КРІ виртуальной организационно-управленческой структуры, что далее используется при разработке методики оценки целесообразности формирования ВОУС в разделе 4.3 и при сравнении сценариев «с ВОУС» и «без ВОУС» в разделе 4.4.

Анализ оперограммы показывает, что для проекта редевелопмента промзоны АО «НПЗ» наибольшая концентрация рисков и возвратов приходится на блоки санитарно-экологического согласования (этапы 5 и 6), общественных процедур и политических решений (этапы 8–10, 12), а также на контур экспертизы и выдачи РнС (этапы 16–17) [24, 80, 83], что именно эти узлы виртуальной организационно-управленческой структуры определяют реальную длительность и

надежность всего процесса. В модели ВОУС данные точки ●К логично использовать как основы для КРІ по рискам и качеству: частота возвратов на этапы 3, 11 и 15, доля отказов на критических этапах (5, 6, 8, 9, 10, 12, 16, 17) и приращение фактической длительности цикла по сравнению с безрисковым сценарием позволяют количественно оценивать эффективность конфигураций виртуального управления и обосновывать необходимость их оптимизации.

4.3 Методика оценки целесообразности формирования виртуальных организационно-управленческих структур проекта вывода земельного участка из промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод» в территорию для жилой застройки

Разработка виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, в том числе для конкретного пилотного объекта в г. Новосибирске, требует количественного обоснования ее целесообразности по сравнению с традиционными схемами управления. В главах 1–3 диссертации рассмотрены предпосылки вывода земель из промышленных зон, мировой и отечественный опыт редевелопмента, правовое регулирование, а также подходы к формированию виртуального управления и математические модели оценки эффективности. В разделе 4.1 сформирована архитектура ВОУС и разработаны оперограммы ключевых процессов (базовый, ускоренный и рисковый сценарии) для проекта перевода и застройки земельного участка промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» [12, 13].

В качестве практической базы для реализации методики используется земельный участок с кадастровым номером 54:35:032685:3949, расположенный в г. Новосибирске по адресу Красный проспект [58]. Участок площадью 11 881 кв. м относится к категории «земли населенных пунктов» с видом разрешенного использования «для строительства жилых домов смешанной этажности» и ранее

входил в промышленную территорию АО «НПЗ». В 2019 году на нем был инициирован проект строительства многоквартирного дома с объектами обслуживания жилой застройки во встроенных помещениях и подземной автостоянкой; застройщик – ООО «Сибсервис» (с 10.07.2024 г. – ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном») [27]. Это позволяет применять разрабатываемую методику к реальному инвестиционно-строительному проекту, для которого в магистерской диссертации автора уже выполнены расчеты экономической эффективности [47].

Цель предлагаемой методики оценки заключается в обосновании целесообразности формирования и использования ВОУС в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки на примере застройки земельного участка 54:35:032685:3949 на Красном проспекте в г. Новосибирске посредством сопоставления традиционной организационной схемы и ВОУС по единой системе ключевых показателей эффективности (KPI) [12, 16]. Методика должна обеспечить переход от качественного описания преимуществ виртуального управления и оперограмм процессов (раздел 4.1) к формализованной количественной оценке вклада ВОУС в сокращение сроков, снижение числа возвратов и доработок, уменьшение затрат и повышение устойчивости реализации проекта жилого комплекса [12, 13].

Для достижения указанной цели в рамках методики решаются следующие задачи:

1. сформировать систему критериев и показателей (KPI), отражающих временные, организационно-качественные, финансовые и риск-ориентированные аспекты функционирования ВОУС в проектах редевелопмента, на основе классификаций, изложенных в главах 2 и 3, а также анализа оперограмм базового, ускоренного и рискованного сценариев процесса перевода земель и получения разрешения на строительство для участка 54:35:032685:3949 [12, 15];

2. установить взаимосвязь между архитектурой ВОУС, оперограммами процессов и системой KPI, обеспечивая возможность количественной оценки влияния организационных решений (распределение функций между участниками,

степень виртуализации и цифровизации процедур) на сроки, качество, затраты и риски в рамках проекта застройки участка на Красном проспекте [13, 16];

3. разработать алгоритм применения методики, включающий выбор сравниваемых сценариев управления (традиционный и ВОУС) для данного участка, сбор исходных данных по времени, числу возвратов и затратам из оперограмм и математических моделей главы 3, расчет значений КРІ для каждого сценария, их нормализацию и комплексную агрегацию с учетом приоритетов ключевых стейкхолдеров (город, застройщик, жители прилегающих территорий) [67, 98];

4. обеспечить интерпретацию результатов оценки в терминах управленческих решений, позволяя на основе рассчитанных КРІ обосновать выбор конфигурации ВОУС (либо ее корректировку) для проекта на участке 54:35:032685:3949, а также необходимость изменений в структуре виртуального управления, настройках цифровой платформы и параметрах процессов, влияющих на сроки и риски реализации строительства [12, 16].

Реализация указанных задач позволяет перейти от описательного анализа преимуществ виртуального управления к формализованной оценке эффективности различных конфигураций ВОУС на конкретном объекте – участке 54:35:032685:3949 на Красном проспекте. Это является необходимым условием для принятия обоснованных решений о внедрении и развитии виртуальных организационно-управленческих структур в практике проектов редевелопмента промышленных территорий.

Для количественной оценки эффективности виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки используется система ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, KPI). Система КРІ опирается на положения главы 2 диссертации, где рассмотрены общие подходы к разработке показателей эффективности для виртуальных структур управления, а также на результаты специальных исследований по применению КРІ в строительной отрасли [74]. В настоящем разделе эта система адаптируется к

задачам оценки ВОУС с учетом архитектуры виртуального управления и оперограмм базового, ускоренного и рискового сценариев процессов, представленных в разделе 4.1, а также с учетом особенностей пилотного проекта застройки земельного участка с кадастровым номером 54:35:032685:3949 на Красном проспекте в г. Новосибирске [12, 15].

В качестве практической базы рассматривается проект строительства многоквартирного жилого дома со встроенными помещениями обслуживания и подземной автостоянкой на земельном участке площадью 11 881 кв. м, относящемся к категории земли населенных пунктов с видом разрешенного использования «для строительства жилых домов смешанной этажности». Застройщиком выступает ООО «Сибсервис» (в настоящее время – ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном»») [27, 58]. Для данного проекта в разделе 4.1 построены оперограммы процессов перевода земельного участка из промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» в территорию жилой застройки и получения разрешения на строительство, которые в дальнейшем используются как источник исходных данных для расчета КРІ и комплексной оценки ВОУС.

Временные КРІ отражают скорость протекания ключевых процессов редевелопмента при использовании ВОУС по сравнению с традиционной схемой управления [74, 98]. Базовые значения временных показателей формируются на основе данных о длительности этапов базового процесса (таблица 4.2), а также сравнительного анализа оперограмм базового, ускоренного и рискового вариантов процессов перевода земель, смены вида разрешенного использования и получения разрешения на строительство для участка 54:35:032685:3949. Для ускоренного (виртуализированного) сценария особое значение имеют показатели, отражающие эффект параллелизации процедур (сокращение суммарной длительности критического пути), тогда как для рискового сценария временные КРІ фиксируют дополнительное удлинение сроков, обусловленное возвратами из точек отказа ●К к этапам доработки ●З в оперограмме процесса НПЗ [15, 16]. Это позволяет напрямую увязать преимущества ВОУС по сокращению длительности цикла с

изменениями в конфигурации процессов, характерных для проекта «Расцветай на Красном».

Качественные КРІ характеризуют точность, полноту и согласованность информации, а также качество принимаемых на ее основе управленческих решений [16, 74]. В контексте ВОУС и оперограмм, разработанных для участка 54:35:032685:3949, ключевое значение имеют показатели, отражающие: число ошибок и коллизий в проектной и правовой документации; долю документов, возвращенных на доработку с этапов, отмеченных красными точками ●К (санитарная и экологическая экспертизы, публичные слушания, Градсовет, принятие НПА, экспертиза проекта, выдача РнС); степень заполненности и актуальности обязательных атрибутов в общем информационном пространстве (CDE) ВОУС [22]; устойчивость процессов к рискам возвратов (доля процедур, проходящих «с первого раза» без возврата на ключевые этапы 3, 11 и 15 в оперограммах). Эти показатели напрямую связаны с качеством функционирования виртуальной структуры управления проектом ООО «Сибсервис» / «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном», уровнем зрелости цифровой среды и способностью предотвращать задержки за счет более ранней консолидации информации и координации участников [13, 22].

Финансовые КРІ измеряют экономический эффект от внедрения ВОУС, включая снижение административных и транзакционных издержек, сокращение затрат на устранение коллизий и доработок, а также влияние на интегральные экономические показатели проекта редевелопмента участка 54:35:032685:3949 [62]. Их расчет опирается на результаты моделей полной стоимости владения (ТСО), сценарного анализа и оценки экономической эффективности, разработанных в главе 3, с учетом изменений в структуре и длительности процессов, зафиксированных в оперограммах базового, ускоренного и рискованного сценариев [13]. Временные и качественные эффекты (сокращение сроков, снижение числа возвратов и ошибок) для данного проекта трансформируются в финансовые показатели, отражающие уменьшение затрат на сопровождение

процедур, доработки документации и задержки ввода объекта в эксплуатацию [13, 35].

Сводная система КРІ для оценки эффективности ВОУС в проектах редевелопмента промышленных зон, адаптированная к кейсу участка 54:35:032685:3949, представлена в таблице Б.1 в приложении Б [12, 15]. В ней приведены примеры ключевых показателей для временной, качественной и финансовой групп, включая наименования, единицы измерения, краткое описание и ориентировочные целевые значения, используемые как ориентиры при сравнении сценариев «традиционная схема» и «ВОУС» для проекта застройки на Красном проспекте.

Представленная система КРІ базируется на разработках, выполненных ранее для оценки виртуальных структур управления в строительной отрасли, и адаптируется к специфике проектов редевелопмента промышленных зон на примере земельного участка 54:35:032685:3949 в г. Новосибирске [12, 13, 16]. Связка КРІ с оперограммами базового, ускоренного и рискового сценариев и с моделями главы 3 позволяет интерпретировать каждый показатель через конкретные этапы и узлы процесса (●З и ●К) и использовать их в алгоритме комплексной оценки ВОУС, при сравнении сценариев «традиционная схема» и «ВОУС» для проекта застройки ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном» [15, 67].

Комплексная оценка целесообразности формирования виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки опирается на систему КРІ, оперограммы процессов и методические подходы, изложенные в главах 2–3 [12, 13, 67]. В качестве практического объекта оценки используется проект строительства многоквартирного жилого дома со встроенными помещениями обслуживания и подземной автостоянкой на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949, расположенном в г. Новосибирске по адресу Красный проспект (застройщик – ООО «Сибсервис» / ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном»). Для этого проекта в разделе 4.1 сформированы

оперограммы базового, ускоренного (виртуализированного) и рискового сценариев процессов перевода земельного участка, изменения ВРИ/ПЗЗ и получения разрешения на строительство, которые служат исходной основой для комплексной оценки различных конфигураций управления.

1. Шаг 1. Определение сценариев управления.

На первом этапе формируется набор сравниваемых организационных сценариев реализации проекта застройки участка 54:35:032685:3949. Базовым принимается сценарий 1 – традиционная организационная схема без использования ВОУС, при которой взаимодействие участников (застройщик, органы власти, экспертиза и др.) осуществляется преимущественно по линейно-иерархическому принципу с высокой долей бумажного документооборота и последовательным прохождением процедур. Альтернативным является сценарий 2 – управление на основе ВОУС, описанной в разделе 4.1, предусматривающей применение единого информационного пространства (CDE), цифровой платформы взаимодействия и конфигурации процессов, соответствующей оперограммам ускоренного сценария (сокращение числа возвратов, параллелизация ряда этапов). При необходимости могут рассматриваться дополнительные варианты (гибридные схемы, частичная виртуализация), однако для обоснования целесообразности внедрения ВОУС достаточно сравнения двух базовых сценариев для одного и того же объекта – участка на Красном проспекте.

2. Шаг 2. Сбор исходных данных по процессам и параметрам проекта.

На втором этапе выполняется сбор и систематизация исходных данных для каждого из выбранных сценариев. Временные характеристики (длительность отдельных этапов, суммарные сроки ключевых блоков, количество возвратных циклов из точек отказа ●К к этапам доработки ●З) определяются на основе операционной таблицы этапов базового процесса (таблица 4.2), а также оперограмм базового, ускоренного и рискового вариантов процессов, разработанных для участка 54:35:032685:3949. Финансовые параметры (административные затраты на сопровождение процедур, стоимость устранения коллизий и доработок, влияние на интегральные экономические показатели проекта застройки участка на Красном

перспекте) берутся из моделей главы 3 (модели полной стоимости владения, сценарного анализа и др.), пересчитанных для данного объекта. Качественные параметры формируются на основе анализа частоты ошибок и возвратов (по красным точкам ●К оперограмм), а также показателей полноты и согласованности данных в общем информационном пространстве проекта застройщика ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном».

3. Шаг 3. Расчет значений КРІ для каждого сценария.

На третьем этапе, используя систему КРІ, приведенную в таблице А.4, выполняется расчет значений временных, качественных и финансовых показателей отдельно для сценариев 1 и 2. Временные КРІ рассчитываются по данным таблицы 4.2 и оперограмм: длительность критического пути, среднее время согласования документов (ППТ/ПМТ, НПА, ПД, РнС) по проекту «Расцветай на Красном», доля нарушений регламентных сроков. Качественные КРІ определяются по частоте возвратов документов с этапов ●К (санитарная и экологическая экспертизы, публичные слушания, Градсовет, принятие НПА, экспертиза проекта, выдача РнС), количеству коллизий и индексу полноты метаданных в CDE. Финансовые КРІ рассчитываются на основе результатов экономических моделей главы 3: снижение административных издержек, сокращение стоимости устранения коллизий и изменение интегральных показателей эффективности (например, NPV) проекта застройки участка 54:35:032685:3949 при переходе от традиционной схемы к ВОУС. Результаты сводятся в таблицы, обеспечивающие сопоставимость значений КРІ по двум сценариям при одинаковых исходных условиях.

4. Шаг 4. Нормализация показателей и определение весов критериев.

Так как КРІ имеют различную размерность и шкалы (дни, проценты, денежные единицы), на четвертом этапе выполняется их нормализация, позволяющая привести показатели к сопоставимому безразмерному виду. Для этого применяются стандартные методы линейной нормализации или приведения к относительным величинам по отношению к базовому сценарию (например, отношение значения показателя в сценарии ВОУС к значению в традиционном сценарии для участка 54:35:032685:3949). Параллельно определяется система весов

критериев по основным группам КРІ (временные, качественные, финансовые), отражающая приоритеты ключевых участников проекта: органов власти г. Новосибирска, застройщика ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном», потенциальных жителей и эксплуатирующих организаций. Веса могут задаваться экспертным путем либо с использованием методов парных сравнений (например, метода анализа иерархий, описанного в главе 3), что обеспечивает согласованность алгоритма комплексной оценки с общей методологией диссертации.

5. Шаг 5. Расчет интегральной оценки по сценариям.

На пятом этапе нормализованные значения КРІ агрегируются в интегральную оценку эффективности для каждого сценария управления проектом застройки участка 54:35:032685:3949. В качестве базового подхода используется метод взвешенной свертки, при котором интегральная оценка сценария определяется как суммарный результат по временным, качественным и финансовым критериям с учетом их весов. При необходимости могут применяться и другие методы комплексной оценки, совместимые с подходами главы 3 (например, расчет глобальных приоритетов сценариев в иерархии «цель – группы критериев – отдельные КРІ – сценарии»). Полученные интегральные оценки позволяют количественно сопоставить сценарий традиционного управления и сценарий с применением ВОУС и выделить вклад временных, качественных и финансовых эффектов в общий прирост эффективности.

6. Шаг 6. Анализ результатов и формулирование выводов о целесообразности ВОУС.

На заключительном этапе выполняется анализ полученных интегральных оценок и формулируются выводы о целесообразности формирования и использования ВОУС для проекта редевелопмента земельного участка 54:35:032685:3949. Оценивается вклад отдельных групп КРІ в изменение интегральной оценки (например, насколько за счет сокращения длительности процедур и снижения частоты возвратов с этапов ●К компенсируется возможный рост затрат на цифровую инфраструктуру), проводится проверка чувствительности

результатов к вариации весов критериев и исходных данных. Особое внимание уделяется влиянию рисков факторов, связанных с возвратами по оперограмме (сценарий «Отказ»), на итоговую эффективность сценария ВОУС. На основе анализа формируются рекомендации по выбору организационной конфигурации (традиционная схема или ВОУС) для проекта «Расцветай на Красном», а также по возможной корректировке архитектуры виртуального управления и параметров процессов (степень параллелизации, меры по снижению числа возвратов на этапы 3, 11, 15). Эти выводы далее конкретизируются в разделе 4.4, где методика комплексной оценки применяется к фактическим данным по участку 54:35:032685:3949 и выполняется сравнительный анализ сценариев управления.

В разработанной методике оценки целесообразности формирования виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) ключевую роль играют данные оперограмм и результаты математического моделирования процессов редевелопмента, выполненные для конкретного пилотного объекта – проекта строительства многоквартирного жилого дома со встроенными помещениями обслуживания и подземной автостоянкой на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949 по адресу г. Новосибирск, Красный проспект (застройщик – ООО «Сибсервис» / ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном»). Для этого участка построены оперограммы базового, ускоренного (виртуализированного) и рискованного вариантов процесса перевода земельного участка из промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» в территорию жилой застройки и получения разрешения на строительство, которые обеспечивают детализированное описание последовательности действий, состава участников и логики формирования возвратных циклов.

Оперограммы позволяют задать для рассматриваемого проекта полный набор операционных параметров, необходимых для расчета временных и качественных КРІ: длительность отдельных этапов (в том числе критического пути), суммарную продолжительность процессов в различных сценариях (традиционный / ВОУС), количество итераций согласований и возвратов из точек отказа ●К к этапам

доработки ●3. Для участка 54:35:032685:3949 эти параметры фиксируются отдельно для базового процесса, ускоренного процесса с применением ВОУС и рискового сценария «Отказ», что позволяет сопоставлять не только идеализированные, но и реалистичные траектории реализации проекта «Расцветай на Красном» с учетом вероятных задержек.

Математические модели, разработанные в главе 3 (модели полной стоимости владения ТСО, сценарного анализа и интегральной экономической эффективности), дополняют оперограммы, обеспечивая переход от временных и качественных характеристик процессов к финансовым показателям. Для проекта застройки участка 54:35:032685:3949 в эти модели подставляются различающиеся для сценариев значения длительности этапов, числа возвратов, вероятностей отказов, а также параметры стоимости сопровождения процедур, доработок и задержек ввода объекта в эксплуатацию. Это позволяет количественно оценить, как сокращение сроков процедур (например, за счет параллелизации этапов в ВОУС) и снижение числа возвратов с этапов санитарной и экологической экспертиз, публичных слушаний, Градсовета, принятия НПА, экспертизы проекта и выдачи РнС отражается на совокупных затратах застройщика и интегральных экономических показателях проекта на Красном проспекте.

Интеграция данных оперограмм и результатов математического моделирования в единую методику оценки обеспечивает согласованное использование всех трех групп КРІ – временных, качественных и финансовых – в рамках комплексной процедуры. Для сценариев «традиционная схема» и «ВОУС» по одному и тому же участку 54:35:032685:3949 формируются сопоставимые наборы КРІ, нормализуются и агрегируются в интегральную оценку эффективности, что позволяет учесть комплексное влияние организационных решений (выбор конфигурации ВОУС, степени виртуализации и цифровизации процессов) на результат проекта «Расцветай на Красном». В разделе 4.4 данные подходы получают практическую реализацию: на основе параметров процессов, вычитанных из оперограмм для участка 54:35:032685:3949, и результатов расчетов по математическим моделям главы 3 выполняется количественное сравнение

сценариев управления и формулируются выводы о целесообразности внедрения БОУС для данного инвестиционного проекта.

4.4 Расчет инвестиционного проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке бывшей промышленной зоны градообразующего предприятия АО «Новосибирский приборостроительный завод»

В разделе 4.4 выполнен расчёт и анализ инвестиционного проекта строительства жилого комплекса на конкретном земельном участке, ранее относившемся к территории промышленной застройки АО «Новосибирский приборостроительный завод». Данный раздел представляет собой этап апробации разработанной в диссертации методики формирования и оценки виртуальной организационно-управленческой структуры (БОУС), основанной на системе ключевых показателей эффективности (KPI), оперограммах процессов и математических моделях главы 3. Здесь реализуется переход от теоретических положений глав 1–3 и методики раздела 4.3 к их практическому применению на примере конкретного инвестиционно-строительного проекта.

В качестве объекта апробации разработанной методики оценки БОУС рассмотрен инвестиционный проект строительства двух многоквартирных жилых домов на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949, расположенном в границах сложившейся городской застройки г. Новосибирска и ранее использовавшемся для размещения объектов промышленной застройки. Исходные параметры проекта сформированы на основе результатов магистерской диссертации автора [47], посвящённой оценке целесообразности вывода земельных участков из промышленных зон в зону жилой застройки, а также расчётов экономической эффективности, представленных в главе 3 настоящей диссертации. Это обеспечивает сопоставимость допущений и методический «мост» между ранее выполненной оценкой экономической целесообразности перевода земель и новой

задачей — оценкой эффективности виртуальной организационно-управленческой структуры как инструмента реализации таких проектов.

Основные градостроительные и экономические параметры рассматриваемого проекта, использованные в дальнейших расчётах, приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Основные градостроительные и экономические параметры рассматриваемого проекта

Показатель	Значение
Кадастровый номер земельного участка	54:35:032685:3949
Площадь земельного участка, м ²	24 409
Количество многоквартирных жилых домов, ед.	2
Общее количество квартир, ед.	245
Средняя площадь квартиры, м ²	51,4
Общая площадь жилых помещений, м ²	12 593,0
Общая площадь застройки (по зданиям), м ²	24 409
Срок строительства, лет	1,5
Общая стоимость строительства, руб.	1 725 602 020,43
Ожидаемая выручка от реализации, руб.	2 932 638 268,38
Ориентировочный срок окупаемости, лет	1,75

Источник: составлено автором на основе [47] и расчётов главы 3.

Приведённые параметры отражают типичный для центральных городских территорий проект редевелопмента, в котором прежнее промышленное использование замещается многоэтажной жилой застройкой с включением сопутствующих функций. Значения площади, состава квартирного фонда и сроков реализации соответствуют результатам предпроектных и технико-экономических расчётов, выполненных в магистерской диссертации [47] и уточнённых в главе 3 настоящей работы. Показатели стоимости строительства, ожидаемой выручки и срока окупаемости получены на основе методик оценки экономической эффективности, использованных в главе 3 и ранее применённых к данному участку в [47], что обеспечивает преемственность методологии и сопоставимость результатов.

В дальнейшем эти исходные данные используются:

- для сопоставления сценариев реализации проекта при традиционной организационной схеме и при применении ВОУС (на основе оперограмм базового, ускоренного и рискового процессов, разработанных для участка 54:35:032685:3949);
- для расчёта временных, качественных и финансовых КРІ в рамках методики оценки, изложенной в разделе 4.3 (длительность ключевых этапов, частота возвратов, доля документов, возвращённых на доработку, изменения затрат и интегральных экономических показателей); базовые значения всех КРІ по обоим сценариям систематизированы в приложении В (таблица В.1);
- для апробации алгоритма комплексной оценки на реальном проекте: нормализации показателей, задания весов критериев и вычисления интегральной оценки эффективности сценариев управления.

Таким образом, раздел 4.4 опирается на конкретный набор исходных данных по проекту жилого комплекса «Расцветай на Красном» и служит практическим полигоном для проверки предложенных в диссертации организационно-управленческих и методических решений по формированию и оценке виртуальных организационно-управленческих структур.

Организационная схема инвестиционного проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949 формируется на основе трёхуровневой архитектуры виртуального управления, изложенной в главе 2 и конкретизированной в разделе 4.1. В отличие от традиционной линейно-иерархической схемы, конфигурация виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) ориентирована на сетевое взаимодействие участников через единое информационное пространство (CDE) и цифровую платформу, что позволяет согласовать действия участников, сократить сроки согласований и повысить прозрачность реализации проекта редевелопмента бывшей промышленной территории АО «НПЗ».

В рамках проекта ЖК «Расцветай на Красном» сохраняется трехуровневая архитектура ВОУС:

1. Стратегический уровень.

На стратегическом уровне взаимодействуют:

- застройщик / инвестор проекта — ООО «Специализированный застройщик «Расцветай на Красном» (ООО «Сибсервис»), формирующий целевые показатели по срокам, бюджету и параметрам застройки участка 54:35:032685:3949;

- органы государственной власти и местного самоуправления г. Новосибирска (мэрия, профильные департаменты, представительный орган), определяющие параметры использования территории (смена ВРИ/ПЗЗ), градостроительные ограничения и регламентные требования к реализации проекта редевелопмента.

На этом уровне принимаются решения о запуске проекта, выборе организационного сценария (традиционная схема vs. ВОУС), согласуются целевые значения KPI и ключевые ограничения по срокам и бюджету.

2. Тактический уровень.

Тактический уровень образует «ядро» ВОУС и включает:

- технического заказчика / управляющую компанию проекта, действующую от имени застройщика и отвечающую за организацию процессов перевода земель и реализации строительства;

- проектный офис проекта ЖК «Расцветай на Красном», в состав которого входят представители застройщика, технического заказчика, ключевых проектных организаций (ППТ/ПМТ, инженерные изыскания, проектная документация), а также координаторы по взаимодействию с органами власти и экспертными инстанциями;

- представителей уполномоченного органа архитектуры и градостроительства, участвующих в подготовке и согласовании ГПЗУ, градостроительных решений и выдаче разрешения на строительство.

Проектный офис выступает центральным элементом тактического уровня и отвечает за:

- развёртывание и конфигурирование виртуальной организационно-управленческой структуры (состав участников, права доступа, регламенты взаимодействия в CDE);
- координацию выполнения этапов, зафиксированных в оперограммах базового, ускоренного и рискового сценариев процесса перевода земель и получения РнС для участка 54:35:032685:3949;
- формирование виртуальных рабочих групп (по блокам: изменение ВРИ/ПЗЗ, подготовка и согласование ППТ/ПМТ, получение НПА и ГПЗУ, прохождение экспертиз, получение РнС);
- мониторинг исполнения сроков и анализ значений временных, качественных и финансовых KPI, определённых в разделе 4.3, с последующей передачей агрегированной информации на стратегический уровень.

3. Операционный уровень.

Операционный уровень формируется участниками, непосредственно выполняющими работы и операции, отраженные в оперограммах процессов для участка 54:35:032685:3949:

- проектные организации (разработка ППТ/ПМТ, инженерные изыскания, проектная документация по объекту ЖК «Расцветай на Красном»);
- подрядные организации по строительству и инженерной инфраструктуре;
- Роспотребнадзор, Росприроднадзор, Комиссия по землепользованию и застройке, Градостроительный совет, юридический отдел администрации, Росреестр, уполномоченный орган архитектуры и орган экспертизы проектной документации, участвующие в рассмотрении документов, выдаче заключений, НПА, ГПЗУ и разрешения на строительство;
- оператор цифровой платформы и администратор CDE, обеспечивающие доступ всех участников к актуальной информации по проекту, управлению версиями документов и фиксации решений.

Взаимодействие на операционном уровне осуществляется преимущественно через единое информационное пространство: загрузка, согласование и архивирование документов, обмен замечаниями, фиксация результатов экспертиз

и решений коллегиальных органов. Это позволяет реализовать ускоренный сценарий, описанный в разделах 4.1 - 4.3, за счет:

- параллельного выполнения части процедур (например, подготовки ППТ/ПМТ и предварительной проработки проектной документации);
- сокращения числа очных согласований и бумажных пересылок;
- оперативной обработки рискованных ситуаций, связанных с возвратами из точек ●К на этапы доработки ●З по оперограмме рискованного сценария «Отказ».

Организационная схема управления проектом строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» с использованием ВОУС представлена на рисунке Б.2 в приложении Б. На схеме выделены три уровня управления (стратегический, тактический и операционный), основные группы участников на каждом уровне, а также ключевые информационные потоки между ними и в рамках цифровой платформы/CDE. Стрелками обозначены направления передачи управленческой информации, градостроительной, проектной и разрешительной документации, а также отчетных и аналитических данных о ходе реализации проекта и значениях KPI.

Сформированная организационная схема:

1. интегрирует всех ключевых участников проекта (застройщик, органы власти, проектировщики, эксперты, надзорные органы, подрядчики) в единую виртуальную структуру управления с четко определенными ролями и зонами ответственности;
2. опирается на оперограммы процессов перевода земель и получения РнС для участка 54:35:032685:3949, что обеспечивает соответствие организационных решений реальным процедурам и регламентам;
3. создает основу для практической реализации методики оценки ВОУС, разработанной в разделе 4.3, поскольку позволяет явно задать точки сбора данных для временных, качественных и финансовых KPI (сроки этапов, число возвратов, стоимость доработок и др.).

В разделе 4.4 данная организационная схема используется как каркас для:

- формализации сценариев реализации проекта (традиционная организационная схема и ВОУС);
- расчёта и сравнения значений КРІ по двум сценариям на основе базовых данных, систематизированных в приложении В (таблица В.1);
- анализа влияния внедрения ВОУС на технико-экономические показатели проекта «Расцветай на Красном» и интегральную комплексную оценку эффективности управления.

Экономическая оценка инвестиционного проекта строительства двух многоквартирных жилых домов на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949 (жилой комплекс «Расцветай на Красном») выполнялась ранее на основе методик дисконтирования денежных потоков, анализа совокупной стоимости владения (*TCO*) и стандартных показателей эффективности инвестиционных проектов. В главе 3 настоящей диссертации приведена обобщенная математическая модель расчета *TCO* (формула (3.8)), выделяющая предынвестиционные, инвестиционные, эксплуатационные и ликвидационные затраты, а также описаны подходы к оценке эффективности проектов редевелопмента.

Для оценки эффективности проекта по данным главы 3 и магистерской диссертации автора [47] использованы следующие ключевые показатели:

1. чистая приведенная стоимость (*NPV*);
2. внутренняя норма доходности (*IRR*);
3. срок окупаемости (*PB*);
4. индекс прибыльности (*PI*);
5. общие капитальные вложения (*CAPEX*);
6. ориентировочные операционные расходы (*OPEX*) в фазе эксплуатации объекта.

Сводные результаты расчётов для сценария 1 (традиционная схема управления) представлены в таблице 4.4 (полные базовые значения КРІ по обоим сценариям — см. приложение В, таблица В.1).

Таблица 4.4 – Основные показатели эффективности инвестиционного проекта строительства жилого комплекса (сценарий 1 – традиционная схема управления)

Показатель	Значение
Чистая приведенная стоимость NPV , руб.	25 450 000
Внутренняя норма доходности IRR , %	21,7
Срок окупаемости PB , лет	5,0
Индекс прибыльности PI , ед.	1,8
Общие капиталовложения $CAPEX$, руб.	90 000 000
Операционные расходы $OPEX$, руб./год	12 000 000

Полученные значения подтверждают финансовую реализуемость и инвестиционную привлекательность проекта при исходных допущениях, использованных в главе 3 и магистерской диссертации [47].

1. Положительная величина NPV означает превышение дисконтированных доходов над дисконтированными расходами за расчетный период, что свидетельствует о создании дополнительной стоимости при реализации проекта жилищной застройки на участке 54:35:032685:3949.

2. Внутренняя норма доходности $IRR=21,7\%$ превышает требуемую норму доходности для сопоставимых проектов жилищного строительства, что указывает на достаточный запас финансовой устойчивости и целесообразность вложений.

3. Индекс прибыльности $PI > 1$ и срок окупаемости порядка 5 лет соответствуют приемлемым для девелоперских проектов параметрам и согласуются с результатами, полученными ранее в магистерской диссертации [47] и в главе 3 для данного объекта.

В рамках данной диссертации эти показатели трактуются двойным образом:

- Как итоговая характеристика базовой экономической эффективности инвестиционного проекта ЖК «Расцветай на Красном» при традиционной организационной схеме управления (без ВОУС), полученная на основе методов дисконтирования и модели совокупной стоимости владения, изложенных в главе 3.

- Как часть финансовой компоненты системы KPI, разработанной в разделе 4.3: значения NPV , IRR , PI , PB , $CAPEX$ и $OPEX$ далее рассматриваются в связке с временными и качественными KPI (сроки прохождения процедур, частота

возвратов с этапов ●К, количество коллизий и доработок, показатели состояния CDE и др.) при сравнении сценариев управления.

В разделе 4.4 на основе базовых значений, приведённых в приложении В (таблица В.1), по этим результатам выполнен интегральный анализ сценариев управления с использованием методики комплексной оценки, изложенной в разделе 4.3, и сформулированы выводы о целесообразности формирования ВОУС и условиях, при которых её внедрение обеспечивает наибольший эффект для проектов редевелопмента промышленных территорий.

Результаты, полученные при сопоставлении сценариев реализации проекта, позволяют комплексно оценить влияние виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС) на эффективность инвестиционного проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949. Временные, качественные и финансовые показатели демонстрируют согласованный совокупный эффект, который оправдывает дополнительные организационные и технологические усилия по формированию и сопровождению ВОУС и соответствует комплексной методике оценки, разработанной в разделе 4.3.

С позиции комплексной методики оценки, представленной в разделе 4.3, совокупное влияние ВОУС может быть интерпретировано как улучшение интегральной оценки сценария управления проектом. Нормализованные по отношению к традиционной схеме значения временных, качественных и финансовых КРІ по сценарию ВОУС формируют более высокую интегральную оценку, что подтверждает экономическую и организационную целесообразность внедрения виртуальной структуры управления для проекта редевелопмента участка 54:35:032685:3949. При этом анализ показывает, что наибольший вклад в прирост интегральной оценки вносят временные и качественные улучшения (сокращение длительности процессов, снижение возвратов и ошибок), тогда как финансовые эффекты проявляются в виде дополнительного, но устойчивого повышения NPV и сокращения срока окупаемости. Такая структура эффекта соответствует ключевым выводам глав 2–3, где подчёркивается, что ВОУС прежде

всего повышают прозрачность, управляемость и согласованность процессов, а через них — и общую экономическую эффективность проектов.

В совокупности результаты анализа подтверждают, что внедрение виртуальной организационно-управленческой структуры в рассматриваемом проекте экономически и организационно целесообразно. ВОУС обеспечивает одновременное улучшение временных, качественных и финансовых параметров реализации проекта, снижает риски, связанные с задержками и ошибками, и повышает устойчивость проекта к внешним и внутренним неопределённостям. Полученные на примере конкретного инвестиционного проекта (жилой комплекс «Расцветай на Красном» на участке 54:35:032685:3949) результаты подтверждают работоспособность и практическую применимость предложенной в главе 4 методики формирования и оценки ВОУС и обосновывают целесообразность её использования при подготовке и реализации других проектов редевелопмента промышленных территорий.

При этом важно отметить, что целесообразность внедрения ВОУС подтверждается по совокупности временных, качественных и финансовых KPI, что соответствует комплексному характеру разработанной в разделе 4.3 методики. Такой подход позволяет рекомендовать применение ВОУС не только как локальное организационно-техническое решение для ускорения отдельных процедур, но и как элемент системной трансформации управления проектами редевелопмента, ориентированный на цифровизацию, сокращение транзакционных издержек и повышение прозрачности взаимодействия всех участников.

В дальнейшем данные выводы обобщаются в заключительной части диссертации, где формулируются итоговые результаты главы 4 и показывается их вклад в развитие теории и практики формирования виртуальных организационно-управленческих структур в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

ВЫВОДЫ

1. На основе архитектуры ВОУС и математических моделей, разработанных в главах 2 и 3, проведена практическая апробация предложенных решений на пилотном объекте – земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949 (жилой комплекс «Расцветай на Красном»). Апробация подтвердила воспроизводимость методических инструментов применительно к реальному инвестиционному проекту в условиях перевода земель из промышленной зоны в зону жилой застройки.

2. Построены оперограммы базового, ускоренного и рискованного сценариев процессов перевода земельного участка и получения разрешения на строительство, что позволило формализовать состав и последовательность административных процедур, состав участников и конфигурацию информационных потоков, а также определить точки управленческих воздействий для каждого из рассматриваемых сценариев.

3. Проведено количественное сравнение двух организационных сценариев реализации проекта – традиционной схемы управления и ВОУС – по системе KPI, сгруппированных по временным, качественным и финансовым аспектам. Интеграция данных оперограмм и результатов сценарного анализа в единую систему показателей обеспечила сквозную связь между конфигурацией процессов и измеримыми управленческими эффектами.

4. Расчёты подтвердили, что применение ВОУС в рамках рассматриваемого проекта позволяет сократить суммарную длительность ключевых административных процедур, снизить долю возвратов и ошибок в документации, уменьшить административные и транзакционные издержки, а также улучшить интегральные показатели экономической эффективности проекта (ТСО, NPV, срок окупаемости).

В целом результаты главы 4 подтверждают, что виртуальные организационно-управленческие структуры являются эффективным инструментом повышения управляемости и результативности проектов редевелопмента

промышленных территорий. Разработанная архитектура ВОУС, система КРІ и методика комплексной оценки обеспечивают методическую основу для практического применения виртуальных структур при подготовке и реализации аналогичных проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки и согласуются с теоретическими положениями и моделями, изложенными в главах 1–3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование посвящено решению актуальной научно-практической задачи – формированию виртуальных организационно-управленческих структур проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. Необходимость её решения обусловлена системным противоречием между возрастающим градостроительным и инвестиционным спросом на трансформацию депрессивных промышленных территорий, закреплённым в «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года», и отсутствием адекватного организационно-управленческого инструментария, способного обеспечить эффективную реализацию соответствующих проектов в условиях территориальной разобщённости участников, высокой административной нагрузки и правовой сложности процедур перевода земель.

Проведённое исследование охватывает четыре взаимосвязанных направления – аналитическое, теоретическое, методологическое и практическое, – в совокупности образующих целостную концепцию виртуального управления проектами редевелопмента промышленных территорий. Поставленная цель исследования достигнута: разработана и апробирована комплексная методика формирования виртуальных организационно-управленческих структур, обеспечивающая повышение управляемости и результативности проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

В ходе достижения указанной цели получены следующие основные научные результаты.

– Установлена природа и структура системных проблем, препятствующих эффективной реализации проектов перевода земель. Анализ российского и зарубежного опыта редевелопмента промышленных территорий – с учётом практики США, Великобритании, Германии и Китая – показал, что основными барьерами являются межведомственная разобщённость участников, неформализованность информационных потоков, правовая неопределённость при

смене категорий земель и отсутствие единого координационного механизма. Изучение нормативной базы Российской Федерации, включая земельное и градостроительное законодательство, подтвердило, что действующая процедура перевода земель не предусматривает инструментов дистанционной координации и синхронизации действий множественных участников проекта. Данный вывод обосновывает принципиальную необходимость разработки новой организационно-управленческой модели – виртуальных организационно-управленческих структур.

– Разработаны теоретические основы и архитектура виртуальных организационно-управленческих структур применительно к проектам вывода земельных участков из промышленных зон. Сформулированы принципы формирования ВОУС: территориальная распределённость участников при функциональной интеграции через единую цифровую среду; разграничение ролей и ответственности; непрерывность информационного обмена на базе среды общих данных (CDE). Определены функциональный состав, типология участников и архитектурная конфигурация ВОУС, обеспечивающая управление процессами перевода земель на всех административных этапах – от предпроектной подготовки до получения разрешения на строительство. Разработанная архитектура является теоретической основой для последующего инструментального и практического применения.

– Разработан комплекс математических моделей, обеспечивающих количественную поддержку принятия управленческих решений в ВОУС. В состав комплекса входят: модель совокупной стоимости владения (ТСО) для оценки полных затрат на функционирование виртуальной структуры в сравнении с традиционной схемой управления; модель сценарного анализа для прогнозирования вариантов реализации проекта при различных конфигурациях ВОУС; алгоритм комплексной оценки эффективности управленческих сценариев по временным, качественным и финансовым показателям. Совокупность моделей образует инструментарий виртуального стоимостного инжиниринга – динамической подсистемы управления затратами, интегрированной в общую информационную среду проекта.

– Разработана и верифицирована на реальном объекте методика оценки целесообразности формирования ВОУС в проектах редевелопмента. Апробация проведена на примере инвестиционного проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949, расположенном на территории бывшей промышленной зоны г. Новосибирска. Сравнительный анализ трёх сценариев реализации проекта – базового, ускоренного и рискового – с применением оперограмм и построенных математических моделей подтвердил, что внедрение ВОУС позволяет сократить суммарную продолжительность ключевых административных процедур, снизить долю возвратов и ошибок в документации, уменьшить административные и транзакционные издержки, а также улучшить интегральные показатели экономической эффективности проекта (NPV, TCO, срок окупаемости). Верификация методики на данных реального инвестиционного проекта подтверждает её воспроизводимость и практическую применимость в аналогичных условиях.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в следующем. Впервые разработана комплексная методика формирования ВОУС, специализированная для проектов вывода земельных участков из промышленных зон, – в отличие от существующих подходов к виртуальному управлению в строительстве, ориентированных на общие инвестиционно-строительные проекты и не учитывающих специфику административных процедур перевода земель. Предложенная архитектура ВОУС интегрирует правовые, организационные и информационные аспекты управления в единую модель, а разработанный инструментарий (оперограммы, модели TCO и сценарного анализа, алгоритм комплексной оценки) обеспечивает измеримую связь между конфигурацией управленческой структуры и экономическими результатами проекта.

Практическая значимость результатов исследования определяется возможностью их непосредственного применения участниками инвестиционно-строительной деятельности – застройщиками, органами государственного управления и профессиональными управляющими компаниями – при подготовке и

реализации проектов редевелопмента промышленных территорий. Разработанная методика и архитектура ВОУС могут быть интегрированы в регламенты проектного управления, использованы при формировании технических заданий на создание цифровых платформ управления проектами, а также применены в образовательных программах по направлению «Строительство» при подготовке специалистов в области инвестиционно-строительного менеджмента.

Направлениями дальнейших исследований являются: адаптация разработанной методики для иных типов редевелопмента (транспортная инфраструктура, объекты оборонно-промышленного комплекса); расширение математического аппарата за счёт методов агентного моделирования для анализа поведения участников ВОУС в условиях высокой неопределённости; разработка программного прототипа цифровой платформы управления проектами на основе предложенной архитектуры ВОУС; а также исследование вопросов правового регулирования виртуальных организационных форм в российском законодательстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Н. А. Оценка эффективности управления землями при изменении категории земель / Н. А. Алексеева, О. И. Рыжкова, О. В. Абашева, С. А. Доронина // Бизнес. Образование. Право. – 2026. – № 1(74). – С. 13-17.
2. Артемьев, А. А. Управление земельными ресурсами путем перевода из одной категории в другую: целесообразность и оценка экономической эффективности / А. А. Артемьев, А. А. Дмитриева, И. А. Лепехин // Уральский научный вестник. – 2023. – Т. 10, № 4. – С. 3-6.
3. Аннаев, Х. А. Интернет вещей и умные города: будущее цифровой инфраструктуры / Х. А. Аннаев, М. Ы. Гандымов, Р. Д. Сулейманов, М. Х. Пыхьев // Матрица научного познания. – 2023. – № 9-1. – С. 199-201.
4. Аширов, А. Организация строительного производства в условиях цифровой трансформации / А. Аширов, Ю. Бяшимова // Инновационная наука. – 2025. – Т. 2, № 10-2. – С. 96-97.
5. Байбурин, А. Х. Напряженно-деформированное состояние п-образных кронштейнов навесных фасадных систем / А. Х. Байбурин, С. Е. Барыбин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – Т. 25, № 2. – С. 30-36.
6. Белогруд, И. Н. Эффективность и риски применения цифровых KPI-инструментов в системах управления мотивацией персонала / И. Н. Белогруд // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 690-696.
7. Бирюков, Б. М. Правила землепользования и застройки территорий : с учетом упрощенного порядка оформления прав граждан на земельные участки, установленного Федеральным законом от 30 июня 2006 года N 93-ФЗ / Б. М. Бирюков ; Б. М. Бирюков. – М. : Ось-89, 2008. – 367 с.
8. Большаков, С. Н. Методологические основы формирования виртуальных организационных структур предприятий в рамках строительного комплекса / С. Н. Большаков // Вестник МГСУ. – 2013. – № 10. – С. 287-294.

9. Бурдин, К. К. Принципы управления корпоративными финансами / К. К. Бурдин, Л. А. Мартиросян, А. Ю. Пышков // Аллея науки. – 2020. – Т. 2, № 4(43). – С. 70-74.
10. Верендеева, О. С. Цифровая трансформация системы контроля качества строительства на основе технологий информационного моделирования / О. С. Верендеева // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2026. – № 3. – С. 392-399.
11. Верескун, В. Д. Основные подходы к формированию виртуального управления крупномасштабным проектом / В. Д. Верескун, В. С. Воробьев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 5(593). – С. 76-80.
12. Воробьев, В. С. Виртуальные организационно-управленческие структуры проектов редевелопмента объектов промышленно-гражданского назначения / В. С. Воробьев, И. О. Моисеева // Сборник научных трудов, посвященный 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» Кубанского государственного технологического университета : Сборник научных статей. – Краснодар : ИП Кабанов В.Б. (издательство «Новация»), 2024. – С. 453-462.
13. Воробьев, В. С. Виртуальный стоимостной инжиниринг в инвестиционно-строительной деятельности / В. С. Воробьев, И. О. Моисеева // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2024. – № 3(75). – С. 78-85.
14. Воробьев, В. С. Имитационное моделирование в планировании и прогнозировании строительного производства : монография / В. С. Воробьев. – Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 1998. – 147 с.
15. Воробьев, В. С. Имитационная модель информационных процессов в виртуальных системах управления / В. С. Воробьев, И. О. Моисеева // Сборник научных трудов, посвященный 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» Кубанского

государственного технологического университета : Сборник научных статей. – Краснодар : ИП Кабанов В.Б. (издательство «Новация»), 2024. – С. 508-517.

16. Воробьев, В. С. Информационно-графическое моделирование виртуальных структур управления инвестиционно-строительными проектами / В. С. Воробьев, Н. П. Запашикова, И. О. Моисеева // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2025. – № 3(79). – С. 65-74.

17. Воробьев, В. С. Основные предпосылки формирования виртуального управления инвестиционно-строительными проектами / В. С. Воробьев, И. О. Моисеева // Сборник научных трудов, посвященный 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» Кубанского государственного технологического университета : Сборник научных статей. – Краснодар : ИП Кабанов В.Б. (издательство «Новация»), 2024. – С. 476-484.

18. Воробьев, В. С. Организация виртуального управления выводом земельных участков из промышленных зон в информационном пространстве участников проекта / В. С. Воробьев, И. О. Моисеева, А. С. Брызгалов, Н. С. Пичкурова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2026. – № 4(808). – С. 121-132.

19. Воробьев, В. С. Формирование логистических систем транспортного строительного комплекса в районах индустриального освоения : монография / В. С. Воробьев. – Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2004. – 323 с.

20. Воропаев, В. И. Математические модели управления для руководителя и команды управления проектом (часть 2) / В. И. Воропаев, Я. Д. Гельруд // Управление проектами и программами. – 2014. – № 2. – С. 94-102.

21. ГОСТ Р 58439.1-2019. Организация информации об объектах капитального строительства. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 1. Понятия и принципы. – М. : Стандартинформ, 2019. – 30 с.

22. ГОСТ Р 58439.2-2019. Организация информации об объектах капитального строительства. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 2. Стадия капитального строительства. – М. : Стандартинформ, 2019. – 24 с.
23. ГОСТ Р 10.0.04-2019. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 2. Структура взаимодействия – М. : Стандартинформ, 2019. – 74 с.
24. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 23.03.2026) Статья 30. Правила землепользования и застройки: офиц. текст. – М. : ЦентрМАГ, 2026. – 656 с.
25. Грузинов, В. С. Разработка технологии геоинформационного картографирования по материалам космических фотосъёмок : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.24.02 / Грузинов Вениамин Станиславович. – М., 1999. – 152 с.
26. Егорушкина, Т. Н. Обоснование необходимости эколого-экономической оценки природных ресурсов с целью минимизации экологического ущерба / Т. Н. Егорушкина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 4-1. – С. 201-205.
27. Единая информационная система жилищного строительства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://наш.дом.рф> (дата обращения: 15.06.2026).
28. Закон Санкт-Петербурга от 19.12.2018 № 771-164 «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года» (ред. от 26.11.2020) – СПб, 2018. 149 с.
29. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 02.05.2026) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/?ysclid=mqggh6lqdp828932078 (дата обращения: 16.06.2026).

30. Зубаревич, Н. В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация : монография / Н. В. Зубаревич ; Независимый институт социальной политики. – М. : Независимый институт социальной политики, 2010. – 160 с.
31. Иванова, Н. В. Благоприятный инновационно-инвестиционный климат как фактор повышения эффективности региональной инновационной системы / Н. В. Иванова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2016. – № 5. – С. 16-21.
32. Исаев, С. Н. Проектирование стратегий социально-экономического развития муниципальных районов на основе синтеза методов исследования сложных систем / С. Н. Исаев, А. В. Быков, Г. В. Горелова [и др.] // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2014. – № 4. – С. 55-60.
33. Калюжнова, Н. Я. Концессия как инструмент гарантийной поддержки развития инвестиционно-строительной деятельности / Н. Я. Калюжнова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 3(62). – С. 198-203.
34. Катаев, А. В. Виртуальные бизнес-организации : монография / А. В. Катаев. – СПб: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2009. – 120 с.
35. Клещева, И. Е. Управление инвестициями в региональном строительном комплексе : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук : 08.00.05 / Клещева Ирина Евгеньевна. – М., 2008. – 172 с.
36. Колмакова, Ю. Д. Сравнительный анализ характеристик зданий, возводимых с применением технологий полносборного строительства / Ю. Д. Колмакова, Н. И. Фомин, А. Е. Николаева [и др.] // Строительные материалы. – 2026. – № 3. – С. 39-48.
37. Коломак, Е. А. Неравномерное пространственное развитие в России: объяснения новой экономической географии / Е. А. Коломак // Вопросы экономики. – 2013. – № 2. – С. 132-150.

38. Котова, Н. В. Мировой опыт редевелоппмента промышленных зон / Н. В. Котова, Н. М. Хаванская // Экономика XXI века: инновации, инвестиции, образование. – 2022. – Т. 10, № 6. – С. 78-80.
39. Кравченко, Т. С. Методы инвестиционного анализа в основе оценки инвестиционной привлекательности агросубъекта: Семифакторная модель рентабельности активов / Т. С. Кравченко, Ю. В. Бухвостов // Финансовый бизнес. – 2023. – № 1(235). – С. 32-36.
40. Крылова, О. В. К вопросу внедрения современных организационных структур управления проектами в области строительства / О. В. Крылова // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 3. – С. 277-279.
41. Крылова, О. В. Особенности ведения совместного проектного процесса с учетом развития информационных технологий / О. В. Крылова // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 2. – С. 66-68.
42. Лapidус, А. А. Системотехнические основы автоматизации проектирования организационных структур крупномасштабного строительства : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.13.12 / Лapidус Азарий Абрамович. – М., 1997. – 40 с.
43. МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. – М. : ЗАО «ЦНИИОМТП», 2009. – 20 с.
44. Мелинчук, Н. Ю. Цифровая трансформация государственного управления: методическое обеспечение формирования электронной версии государственного задания / Н. Ю. Мелинчук // Аудиторские ведомости. – 2024. – № 4. – С. 240-245.
45. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). – М. : ОАО «НПО «Издательство «Экономика», 2000. – 421 с.
46. Михальченко, О. Ю. Формирование метода принятия организационно-технологических решений при строительстве объектов капитального строительства в ходе реализации национальных проектов : диссертация на

соискание ученой степени доктора технических наук : 2.1.7 / Михальченко Олег Юрьевич. – Новосибирск, 2025. – 268 с.

47. Моисеева, И. О. Возможность увеличения земельных участков для зоны жилой застройки / И. О. Моисеева // Актуальные вопросы архитектуры и строительства : Материалы XV Международной научно-технической конференции, Новосибирск, 19–21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2022. – С. 252-253.

48. Никоноров, С. В. Повышение организационно-технологической надежности строительства в современных условиях / С. В. Никоноров, А. А. Мельник // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 19-23.

49. Озеров, Е. С. Экономика и менеджмент недвижимости : монография / Е. С. Озеров. – СПб : МКС, 2003. – 422 с.

50. Олейник, П. П. Моделирование системы контроля качества инженерных систем при возведении объектов высотного строительства / П. П. Олейник, М. Х. Абас // Строительное производство. – 2024. – № 4. – С. 90-94.

51. Организационно-экономические и управленческие аспекты функционирования и развития социально-экономических систем в условиях инновационной экономики : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 23 мая 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2025. – 66 с.

52. Песоцкая, Е. В. Цифровые технологии как инструмент управления проектами в инвестиционно-строительной сфере / Е. В. Песоцкая, Н. Г. Плетнева // Экономика строительства. – 2025. – № 10. – С. 133-135.

53. Постановление Правительства Москвы «Об утверждении планировки проекта территории функциональных зон № 3, 4, 6, 7, 8, 10 Даниловского района города Москвы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stroim.mos.ru/uploads/user_files/files/proekt_dok/1_-proekt-ppm_-zil.pdf?ysclid=mqghjmhj91631201359 (дата обращения: 16.06.2026).

54. Постановление Правительства Москвы от 28.09.2011 N 758-ПП «Об утверждении проекта планировки территории транспортно-пересадочного узла «ЗИЛ» Южного административного округа города Москвы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://stroi.mos.ru/uploads/user_files/files/proekt_dok/ZIL\(1\).pdf?ysclid=mqgjt7dhat819986625](https://stroi.mos.ru/uploads/user_files/files/proekt_dok/ZIL(1).pdf?ysclid=mqgjt7dhat819986625) (дата обращения: 16.06.2026).
55. Постановление Правительства РФ от 15.07.2009 N 569 (ред. от 25.04.2024) «Об утверждении Положения о государственной историко-культурной экспертизе» // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89750/?ysclid=mqggq45dx7569163804 (дата обращения: 16.06.2026).
56. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель») // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/90e01d185047971fe921b2bb4ea2abe4389a57d5/?ysclid=mqggtk6yxs456482668 (дата обращения: 16.06.2026).
57. Приказ Минэкономразвития России от 01.09.2014 N 540 (ред. от 04.02.2019) «Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.09.2014 N 33995) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168733/?ysclid=mqghrowpck19363681 (дата обращения: 16.06.2026).
58. Публичная кадастровая карта Российской Федерации: официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pk-rosreestr.ru/?ysclid=mqgi1ccpl2796743651&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 16.06.2026).

59. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 N 3268-р (ред. от 23.10.2025) «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_430333/?ysclid=mqgil3xuv7385249607 (дата обращения: 16.06.2026).
60. Салимгариева, Н. И. Проблемы, возникающие при возведении новых зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки / Н. И. Салимгариева, С. В. Калошина // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2012. – Т. 4. – С. 105-110.
61. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. : Минздрав России, 2003. – 52 с.
62. Сафина, Д. М. Разработка финансовых KPI в условиях кризиса / Д. М. Сафина, М. А. Пантелеева // Казанский экономический вестник. – 2022. – № 5(61). – С. 40-46.
63. Сергеева, Д. П. Российские и зарубежные методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов / Д. П. Сергеева // Инновационная наука. – 2015. – № 9(9). – С. 197-201.
64. Стерник, Г. М. Анализ рынка недвижимости для профессионалов : монография / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник. – М. : Экономика, 2009. – 606 с.
65. Стратегический корпоративный реинжиниринг : процессно-стоимостной подход к управлению бизнесом : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям : «Финансы и кредит», «Бухгалтер. учет, анализ и аудит», «Мировая экономика», «Налоги и налогообложение» / О. С. Черемных, С. В. Черемных ; О. С. Черемных, С. В. Черемных. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 734 с.

66. Султанова, А. Д. Особенности технологии информационного моделирования зданий (BIM-технологии) / А. Д. Султанова // Modern Science. – 2019. – № 3. – С. 389-391.
67. Сумина, А. В. Оценка эффективности внедрения системы «умного города»: разработка системы ключевых показателей (KPI) / А. В. Сумина, С. А. Зинченко // Международный студенческий научный вестник. – 2025. – № 6. – С. 24.
68. Сычев, И. В. Эффективное использование земли в проектах комплексного освоения территорий : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук : 08.00.05 / Сычев Игорь Васильевич. – М., 2019. – 194 с.
69. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : монография / В. В. Талапов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 393 с.
70. Терентьева, А. И. Риски предприятия в нестабильной экономической среде / А. И. Терентьева // Наука и общество. – 2020. – № 1(36). – С. 53-59.
71. Товб, А. С. Управление проектами: стандарты, методы, опыт : монография / А. С. Товб, Г. Л. Ципес ; А. С. Товб, Г. Л. Ципес. – 2-е изд., стер. – М. : Олимп-Бизнес : Телекомстрой СПб, 2005. – 239 с.
72. Трегубова, Ю. С. Проектирование стратегий социально-экономического развития регионов на основе синтеза методов исследования сложных систем / Ю. С. Трегубова // Научная перспектива. – 2016. – № 11. – С. 25-26.
73. Туманик, Г. Н. К проблеме современного градорегулирования реконструкции исторических зон крупных городов / Г. Н. Туманик, М. Р. Колпакова // Региональные архитектурно-художественные школы. – 2013. – № 1. – С. 29-37.
74. Тюриков, И. А. Ключевые показатели эффективности проектов цифровой трансформации: Разработка и применение / И. А. Тюриков, Ю. Е. Суслов // Бизнес и общество. – 2024. – № 3(43).
75. Ульянов, В. И. «Зеленое страхование» и его нормативно-правовое регулирование в Российской Федерации / В. И. Ульянов // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № S5. – С. 37.
76. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 N 73-ФЗ

(последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/?ysclid=mqgie42v72150389258 (дата обращения: 16.06.2026).

77. Федеральный закон «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27.07.2010 N 210-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103023/?ysclid=mqgitqroxc489475110 (дата обращения: 16.06.2026).

78. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=mqgipaop2w199551015 (дата обращения: 16.06.2026).

79. Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2004 N 214-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51038/?ysclid=mqgirc3qjp581942112 (дата обращения: 16.06.2026).

80. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 N 174-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/?ysclid=mqgiw09r3c856778078 (дата обращения: 16.06.2026).

81. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N 218-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/?ysclid=mqgj1nc8ey670444245 (дата обращения: 16.06.2026).

82. Федеральный закон «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» от 21.12.2004 N 172-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50874/?ysclid=mqgj39nljx960443744 (дата обращения: 16.06.2026).

83. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 N 52-ФЗ (последняя редакция) // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/?ysclid=mqgizpim8f606118325 (дата обращения: 16.06.2026).

84. Федеральный закон от 06.10.2003 N 131-ФЗ (ред. от 20.03.2025) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» // СПС Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/?ysclid=mqgixyutlo622530963 (дата обращения: 16.06.2026).

85. Федулова, Е. А. Методология разработки, реализации и оценки инвестиционной стратегии в системе публичного управления на мезоуровне : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / Федулова Елена Анатольевна. – Новосибирск, 2014. – 439 с.

86. Филюшина, К. Э. Механизм управления малоэтажными инвестиционно-строительными проектами, основанными на принципах государственно-частного партнерства / К. Э. Филюшина, С. А. Астафьев // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 5(94). – С. 742-748.

87. Цицкиев, Э. Р. Роль знаний и управления знаниями в российских корпорациях / Э. Р. Цицкиев // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2021. – № 1(53). – С. 178-187.

88. Шалина, Д. С. Реновация, редевелопмент, ревитализация и джентрификация городского пространства / Д. С. Шалина, Н. Р. Степанова // *Фундаментальные исследования*. – 2019. – № 12-2. – С. 285-289.
89. Ahmad Fuad Arrosyid. Stakeholder Theory Approach in Strategic Management: A Critical Review and Practical Implications / Ahmad Fuad Arrosyid, Ari Setia Nugraha, Husni Maulana // *Brilliant International Journal Of Management And Tourism*. – 2026. – Vol. 6, No. 1. – P. 65-73.
90. Akpınar, H. Evaluating the Digital Transformation Processes of Businesses with Multi-criteria Decision-Making Methods / H. Akpınar, Z. N. Nişancı, M. A. Ilgın // *Journal of Management and Economics*. – 2024. – Vol. 31, No. 4. – P. 789-803.
91. Alnaimat, F. Engineering education enhancement using interactive CFD simulation / F. Alnaimat, B. Mathew // *EPJ Web of Conferences*. – 2025. – Vol. 343. – P. 01004.
92. Avramova, T. Overview of Existing Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods Used in Industrial Environments / T. Avramova, T. Peneva, A. Ivanov // *Technologies*. – 2025. – Vol. 13, No. 10. – P. 444.
93. Baiburin, A. Kh. Investigation of the structural reliability of technological solutions of suspended ceilings / A. Kh. Baiburin, S. A. Vorobev, D. A. Baiburin // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2022. – Vol. 1061, No. 1. – P. 012058.
94. Camagni, R. Urban crisis vs. urban success in the era of 4.0 technologies: Baumol's model revisited / R. Camagni, R. Capello, C. Lenzi, G. Perucca // *Papers in Regional Science*. – 2023. – Vol. 102, No. 3. – P. 589-613.
95. Cichocki, M. The potential of blue-green infrastructure in spatial revitalization – application in Municipal Revitalization Programs / M. Cichocki, K. Chruściel // *Studia z Polityki Publicznej*. – 2024. – Vol. 10, No. 3(39). – P. 77-95.
96. David, Ju. S. Managing your IT total cost of ownership / Ju. S. David, D. Schuff, R. St Louis // *Association for Computing Machinery. Communications of the ACM*. – 2002. – Vol. 45, No. 1. – P. 101.
97. Dereje, L. S. Seismic retrofitting of buildings using Building Information Modeling / L. S. Dereje, G. M. Dabi, T. T. Baza, M. I. Rynkovskaya // *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. – 2021. – Vol. 17, No. 2. – P. 188-198.

98. Eddie W L Cheng. Information priority-setting for better resource allocation using analytic hierarchy process (AHP) / Eddie W L Cheng, Heng Li // *Information Management & Computer Security*. – 2001. – Vol. 9, No. 2. – P. 61-70.
99. Ge, P. Research on Service Characteristics of Instantaneous Service and Sequential Service in Service Design / P. Ge, K. S. Cho // *Journal of Basic Design & Art*. – 2025. – Vol. 26, No. 6. – P. 1-14.
100. Herrera, R. F. Cost Overrun Causative Factors in Road Infrastructure Projects: A Frequency and Importance Analysis / R. F. Herrera, O. Sánchez, K. Castañeda, H. Porras // *Applied Sciences (Switzerland)*. – 2020. – Vol. 10, No. 16. – P. 5506.
101. Hobbs, B. F. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach / B. F. Hobbs // *Interfaces*. – 2003. – Vol. 33, No. 2. – P. 77.
102. Ismoilov, Kh. E. O. theoretical basis for ensuring reliability in organizational and technological design of construction / Kh. E. O. Ismoilov // *Universum: технические науки*. – 2026. – No. 4-12(145). – P. 26-30.
103. ISO 15686-5:2017. Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life-cycle costing. – Geneva: International Organization for Standardization, 2017. – 44 p.
104. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Part 1: Concepts and principles. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. – 46 p.
105. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Part 2: Delivery phase of the assets. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. – 38 p.
106. Józefowicz, K. From competitiveness of enterprises to competitiveness of cities – a theoretical review / K. Józefowicz // *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*. – 2024. – Vol. 2024, No. 198. – P. 181-195.

107. Khalafallah, A. Slow adoption of Building Information Modeling: comparing viewpoints of designers and contractors / A. Khalafallah, N. Muntasir, M. Gerges [et al.] // Emirati Journal of Civil Engineering and Applications. – 2023. – Vol. 1, No. 1. – P. 70-88.
108. Kuznichenko, S. D. Model of the process of geospatial multi-criteria decision analysis for territorial planning / S. D. Kuznichenko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2022. – No. 2. – P. 140.
109. Lapidus, A. Redevelopment of urban areas / A. Lapidus, D. Topchiy // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 6002.
110. Lei, Y. Building sustainability assessment model based on life cycle cost analysis and BIM technology / Y. Lei, L. Dong // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2024. – Vol. 21, No. 4. – P. 4089-4100.
111. Mossberger, K. The Evolution of Urban Regime Theory. The Challenge of Conceptualization / K. Mossberger, G. Stoker // Urban Affairs Review. – 2001. – Vol. 36, No. 6. – P. 810-835.
112. Naji, A. Ja. N. A review of sustainability applications in the construction industry: perspectives and challenges / A. Ja. N. Naji, A. M. Elsheikh // Vestnik MGSU. – 2023. – Vol. 18, No. 5. – P. 771-784.
113. Neuman, M. The Compact City Fallacy / M. Neuman // Journal of Planning Education and Research. – 2005. – Vol. 25, No. 1. – P. 11-26.
114. Oparina, L. A. Application of information modelling technologies for construction time management / L. A. Oparina // Smart Composite in Construction. – 2021. – Vol. 2, No. 2. – P. 48-55.
115. Salim, S. Compact City as a Tool for Sustainable Urban Development / S. Salim, L. S R // International Journal of Architecture and Planning. – 2023. – Vol. 3, No. 1. – P. 52-60.
116. Samsuddin, N. Conceptual Framework of Information Exchange Processes in Building Information Modelling (BIM) for Facilities Management / N. Samsuddin, A.

Ahmad Zaini // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1022, No. 1. – P. 012014.

117. Siekelova, A. Analytic Hierarchy Process in Multiple–Criteria Decision–Making: A Model Example / A. Siekelova, I. Podhorska, J. J. Imppola // SHS Web of Conferences. – 2021. – Vol. 90. – P. 01019.

118. Vorobyev, V. S. Virtual Value Engineering in Investment and Construction Activities / V. S. Vorobyev, I. O. Moiseeva // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2024. – No. 4(64). – P. 68-73.

119. Xiao, Sh. Application of large language models in sustainable structural engineering: Performance and potential / Sh. Xiao, N. I. Fomin, K. A. Khvostunkov [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2025. – Vol. 670. – P. 05007.

120. Yin, N. Urban Road Landscape Design and Digital Twin Simulation Modeling Analysis / N. Yin, M. Cai // Discrete Dynamics in Nature and Society. – 2022. – Vol. 2022. – P. 8020549.

121. Yusuf, A. Application of computer- aided design (CAD) systems when solving engineering survey tasks / A. Yusuf, O. Khamidov, N. Zayniddinov [et al.] // Universum: технические науки. – 2023. – No. 3-5(108). – P. 5-9.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Оперограмма базового процесса

№	Этап	Действие	Инициатор/ Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию	Градсовет	Администрация (юр. отдел)	Глава/Зак. орган	Росреестр	Уполн. орган (Архитектура)	Экспертиза проекта	Среднее время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аудит и подготовка	Анализ прав, регламентов, заказ выписки ЕГРН	●											1 мес.
2	Инициация смены ВРИ	Подготовка и подача заявления	●									●		0.5 мес.
3	Разработка ППТ и ПМТ	Заключение договора, разработка документации	●	●										3-4 мес.
4	Инженерные изыскания	Проведение геологических, геодезических, экологических изысканий	●											2-3 мес.
5	Санитарная экспертиза	Подача документов и проведение экспертизы проекта	●		●									2-3 мес.
6	Экологическая экспертиза	Подача отчетов и проекта, прохождение ГЭЭ	●			●								3-6 мес.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	Назначение слушаний	Подача пакета документов для назначения слушаний												1 мес.
8	Проведение слушаний	Экспозиция проекта, сбор мнений, проведение собрания												1-2 мес.
9	Заключение по слушаниям	Подготовка и публикация итогового заключения												0.5 мес.
10	Рассмотрение на Градсовете	Защита проекта перед руководством региона												1-2 мес.
11	Подготовка проекта НПА	Подготовка проекта постановления/закона												1 мес.
12	Принятие НПА	Утверждение документа												1-2 мес.
13	Внесение в ЕГРН	Внесение изменений в кадастр на основании НПА												1 мес.
14	Получение ГПЗУ	Подача заявления на получение нового градплана												1 мес.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	Проектирование	Разработка архитектурного проекта и рабочей документации												3-6 мес.
16	Экспертиза проекта	Прохождение экспертизы проектной документации												2-3 мес.
17	Получение РнС	Подача заявления и пакета документов для РнС												1 мес.
ИТОГО Последовательное выполнение			~24-36 мес.											

Таблица А.2 – Оперограмма ускоренного (параллельного) процесса

№	Этап	Действие	Инициатор/ Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользовани	Градсовет	Администрация (юр. отдел)	Глава/Зак. орган	Росреестр	Уполн. орган (Архитектура)	Экспертиза проекта	Среднее время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аудит земельного участка	Анализ правового статуса, получение выписки ЕГРН	●											0,5
2	Инициирование изменения ВРИ	Подача заявления о смене ВРИ	●											0,3
3-А	Разработка документации по планировке территории (ППТ и ПМТ)	Создание проектов планировки и межевания	●	●										3,0
4-А	Инженерные изыскания	Геологические, геодезические, экологические изыскания	●	●	●									2,0
5-Б	Санитарно-эпидемиологическая экспертиза проекта СЗЗ	Подача документов, рассмотрение, получение заключения												1,5

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-Б	Государственная экологическая экспертиза	Подача документов, рассмотрение, получение заключения												3,0
7,8, 9-В	Назначение публичных слушаний; Проведение публичных слушаний; Подготовка и публикация заключения о результатах	Организация и проведение общественных слушаний												2,0
10-В	Подготовка проекта НПА о внесении изменений в ПЗЗ	Разработка правового акта												0,7
11-В	Рассмотрение на Градостроительном совете	Экспертиза и согласование проекта												0,7
12	Утверждение НПА	Принятие решения об изменении ПЗЗ												1,0
13	Внесение изменений в ЕГРН	Регистрация изменений ВРИ												0,5

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	Получение ГПЗУ	Выдача градостроительного плана	●									●		1,0
15	Разработка проектной документации (АР + РД)	Архитектурные решения и рабочая документация	●	●										4,0
16	Государственная экспертиза проектной документации	Проверка соответствия требованиям	●										●	3,0
17	Получение разрешения на строительство	Выдача разрешительного документа	●											0,7
ИТОГО (с учетом параллельного выполнения блоков А, Б, В):			~14–16											

Таблица А.3 – Оперограмма с возвратами и управлением рисками

№	Этап	Действие	Инициатор/ Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользовани	Градсовет	Администрация (юр. отдел)	Глава/Зак. орган	Росреестр	Уполн. орган (Архитектура)	Экспертиза проекта	Среднее время	Отказ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Аудит и подготовка	Выписка ЕГРН	●											1 мес	Недостаток прав
2	Инициация смены ВРИ	Заявление о смене ПЗЗ										●		0.5 мес	Формальная ошибка
3	Разработка ППТ/ПМТ	Проект ППТ/ПМТ		●										3-4 мес	Ошибки проекта
4	Инженерные изыскания	Техотчеты		●										2-3 мес	Некорректные данные
5	Санитарная экспертиза	Заключение Роспотребнадзора			●									2-3 мес	Отказ → этап 3
6	Экологическая экспертиза	Заключение ГЭЭ				●								3-6 мес	Отказ → этап 3

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	Назначение слушаний	Постановление о слушаниях												1 мес	Неполный пакет
8	Проведение слушаний	Протокол слушаний												1-2 мес	Протест → этап 7,3
9	Заключение по слушаниям	Итоговое заключение												0.5 мес	Негативное → этап 7,3
10	Рассмотрение на Градсовете	Протокол градсовета												1-2 мес	Отказ → этап 3
11	Подготовка НПА	Проект НПА												1 мес	Ошибки НПА
12	Принятие НПА	Подписанный НПА												1-2 мес	НПА не принят → этап 11
13	Внесение в ЕГРН	Новая выписка ЕГРН												1 мес	Ошибка регистрации
14	Получение ГПЗУ	Градостроительный план												1 мес	Неактуальные параметры

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	Проектирование	Проектная документация												3-6 мес	Недочеты проекта
16	Экспертиза проекта	Экспертное заключение												2-3 мес	Отказ → этап 15
17	Получение РнС	Разрешение на строительство												1 мес	Отказ → этап 15,16

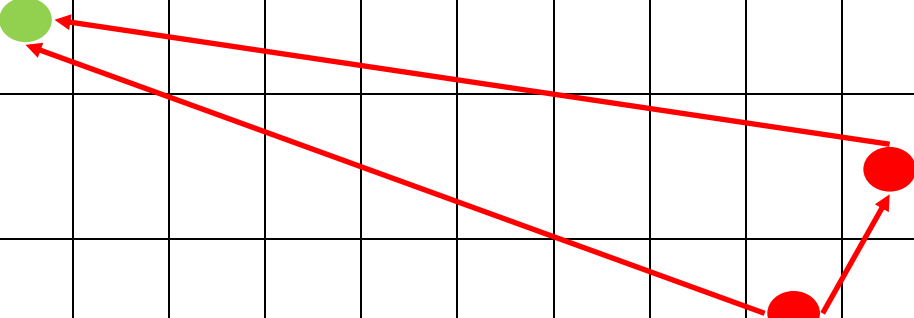


Таблица А.4 – Оперограмма базового процесса перевода земельного участка АО «Новосибирский приборостроительный завод»

№	Этап	Действие	АО «НПЗ» / Инициатор / Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию и застройке Мэрии	Градостроительный совет	Администрация города Новосибирска (юридическое)	Глава города / представительный орган	Управление Росреестра по Новосибирской области	Уполномоченный орган Мэрии Новосибирска (архитектура /	Орган(ы) экспертизы проекта	Среднее время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аудит и подготовка	Анализ прав, регламентов, заказ выписки ЕГРН												1 мес.
2	Инициация смены ВРИ	Подготовка и подача заявления												0.5 мес.
3	Разработка ППТ и ПМТ	Заключение договора, разработка документации												3-4 мес.
4	Инженерные изыскания	Проведение геологических, геодезических, экологических изысканий												2-3 мес.
5	Санитарная экспертиза	Подача документов и проведение экспертизы проекта												2-3 мес.
6	Экологическая экспертиза	Подача отчетов и проекта, прохождение ГЭЭ												3-6 мес.

Продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	Назначение слушаний	Подача пакета документов для назначения слушаний												1 мес.
8	Проведение слушаний	Экспозиция проекта, сбор мнений, проведение собрания												1-2 мес.
9	Заключение по слушаниям	Подготовка и публикация итогового заключения												0.5 мес.
10	Рассмотрение на Градсовете	Защита проекта перед руководством региона												1-2 мес.
11	Подготовка проекта НПА	Подготовка проекта постановления/закона												1 мес.
12	Принятие НПА	Утверждение документа												1-2 мес.
13	Внесение в ЕГРН	Внесение изменений в кадастр на основании НПА												1 мес.
14	Получение ГПЗУ	Подача заявления на получение нового градплана												1 мес.

Продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	Проектирование	Разработка архитектурного проекта и рабочей документации												3-6 мес.
16	Экспертиза проекта	Прохождение экспертизы проектной документации												2-3 мес.
17	Получение РнС	Подача заявления и пакета документов для РнС												1 мес.
ИТОГО Последовательное выполнение			~24-36 мес.											

Таблица А.5 – Оперограмма ускоренного (параллельного) процесса АО «Новосибирский приборостроительный завод»

№	Этап	Действие	АО «НПЗ» / Инициатор / Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию и застройке Мэрии	Градостроительный совет	Администрация города Новосибирска (юридическое)	Глава города / представительный орган	Управление Росреестра по Новосибирской области	Уполномоченный орган Мэрии Новосибирска (архитектура /	Орган(ы) экспертизы проекта	Среднее время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аудит земельного участка	Анализ правового статуса, получение выписки ЕГРН	●											0,5
2	Инициирование изменения ВРИ	Подача заявления о смене ВРИ	●											0,3
3-А	Разработка документации по планировке территории (ППТ и ПМТ)	Создание проектов планировки и межевания	●	●										3,0
4-А	Инженерные изыскания	Геологические, геодезические, экологические изыскания	●	●										2,0
5-Б	Санитарно-эпидемиологическая экспертиза проекта СЗЗ	Подача документов, рассмотрение, получение заключения	●	●										1,5

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-Б	Государственная экологическая экспертиза	Подача документов, рассмотрение, получение заключения	●			●								3,0
7,8, 9-В	Назначение публичных слушаний; Проведение публичных слушаний; Подготовка и публикация заключения о результатах	Организация и проведение общественных слушаний	●				●							2,0
10-В	Подготовка проекта НПА о внесении изменений в ПЗЗ	Разработка правового акта							●					0,7
11-В	Рассмотрение на Градостроительном совете	Экспертиза и согласование проекта	●					●						0,7
12	Утверждение НПА	Принятие решения об изменении ПЗЗ								●				1,0
13	Внесение изменений в ЕГРН	Регистрация изменений ВРИ									●			0,5

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	Получение ГПЗУ	Выдача градостроительного плана	●									●		1,0
15	Разработка проектной документации (АР + РД)	Архитектурные решения и рабочая документация	●	●										4,0
16	Государственная экспертиза проектной документации	Проверка соответствия требованиям	●										●	3,0
17	Получение разрешения на строительство	Выдача разрешительного документа	●											0,7
ИТОГО (с учетом параллельного выполнения блоков А, Б, В):			~14–16 мес.											

Таблица А.6 – Оперограмма с возвратами и управлением рисками АО «Новосибирский приборостроительный завод»

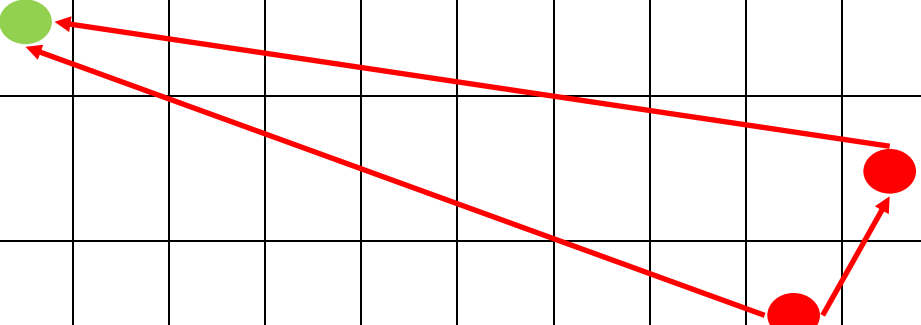
№	Этап	Действие	АО «НПЗ» / Инициатор / Застройщик	Проектная организация	Роспотребнадзор	Росприроднадзор	Комиссия по землепользованию и застройке Мэрии	Градостроительный совет	Администрация города Новосибирска (юридическое)	Глава города / представительный орган	Управление Росрестра по Новосибирской области	Уполномоченный орган Мэрии Новосибирска (архитектура /	Орган(ы) экспертизы проекта	Среднее время	Отказ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Аудит и подготовка	Выписка ЕГРН	●											1 мес	Недостаток прав
2	Инициация смены ВРИ	Заявление о смене ПЗЗ										●		0.5 мес	Формальная ошибка
3	Разработка ППТ/ПМТ	Проект ППТ/ПМТ		●										3-4 мес	Ошибки проекта
4	Инженерные изыскания	Техотчеты		●										2-3 мес	Некорректные данные
5	Санитарная экспертиза	Заключение Роспотребнадзора			●									2-3 мес	Отказ → этап 3
6	Экологическая экспертиза	Заключение ГЭЭ				●								3-6 мес	Отказ → этап 3

Продолжение таблицы А.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	Назначение слушаний	Постановление о слушаниях												1 мес	Неполный пакет
8	Проведение слушаний	Протокол слушаний												1-2 мес	Протест → этап 7,3
9	Заключение по слушаниям	Итоговое заключение												0.5 мес	Негативное → этап 7,3
10	Рассмотрение на Градсовете	Протокол градсовета												1-2 мес	Отказ → этап 3
11	Подготовка НПА	Проект НПА												1 мес	Ошибки НПА
12	Принятие НПА	Подписанный НПА												1-2 мес	НПА не принят → этап 11
13	Внесение в ЕГРН	Новая выписка ЕГРН												1 мес	Ошибка регистрации
14	Получение ГПЗУ	Градостроительный план												1 мес	Неактуальные параметры

Продолжение таблицы А.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	Проектирование	Проектная документация												3-6 мес	Недочеты проекта
16	Экспертиза проекта	Экспертное заключение												2-3 мес	Отказ → этап 15
17	Получение РнС	Разрешение на строительство												1 мес	Отказ → этап 15,16



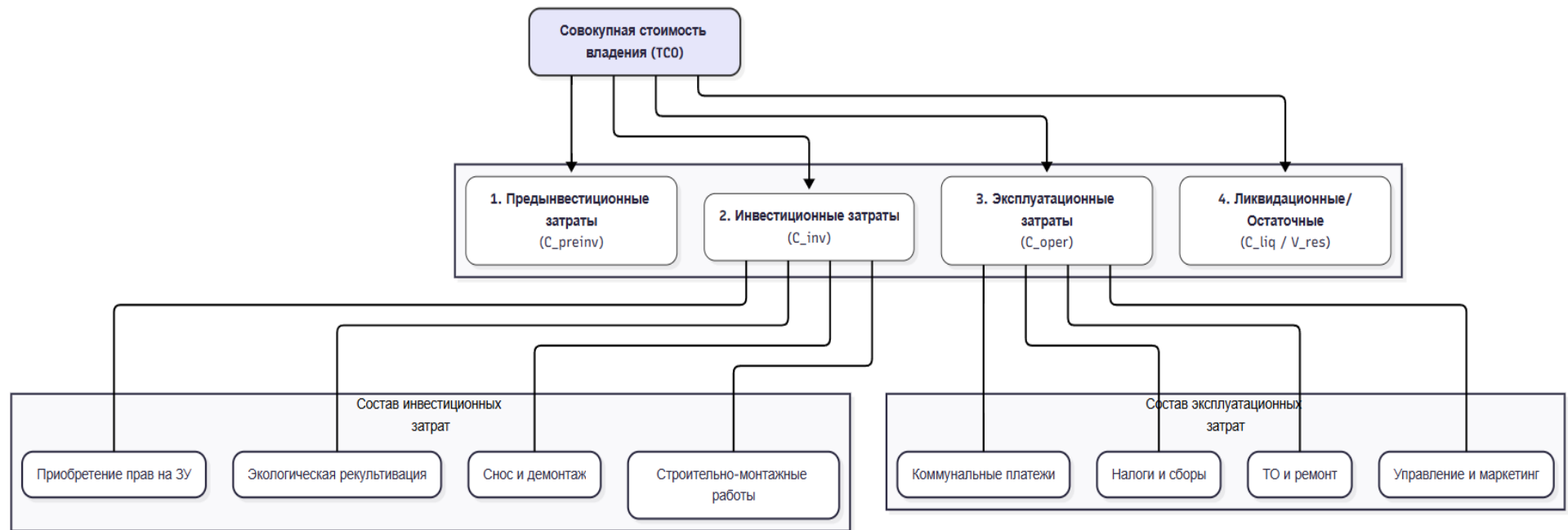


Рисунок Б.1 – Структура совокупной стоимости владения (TCO) для проекта редевелопмента

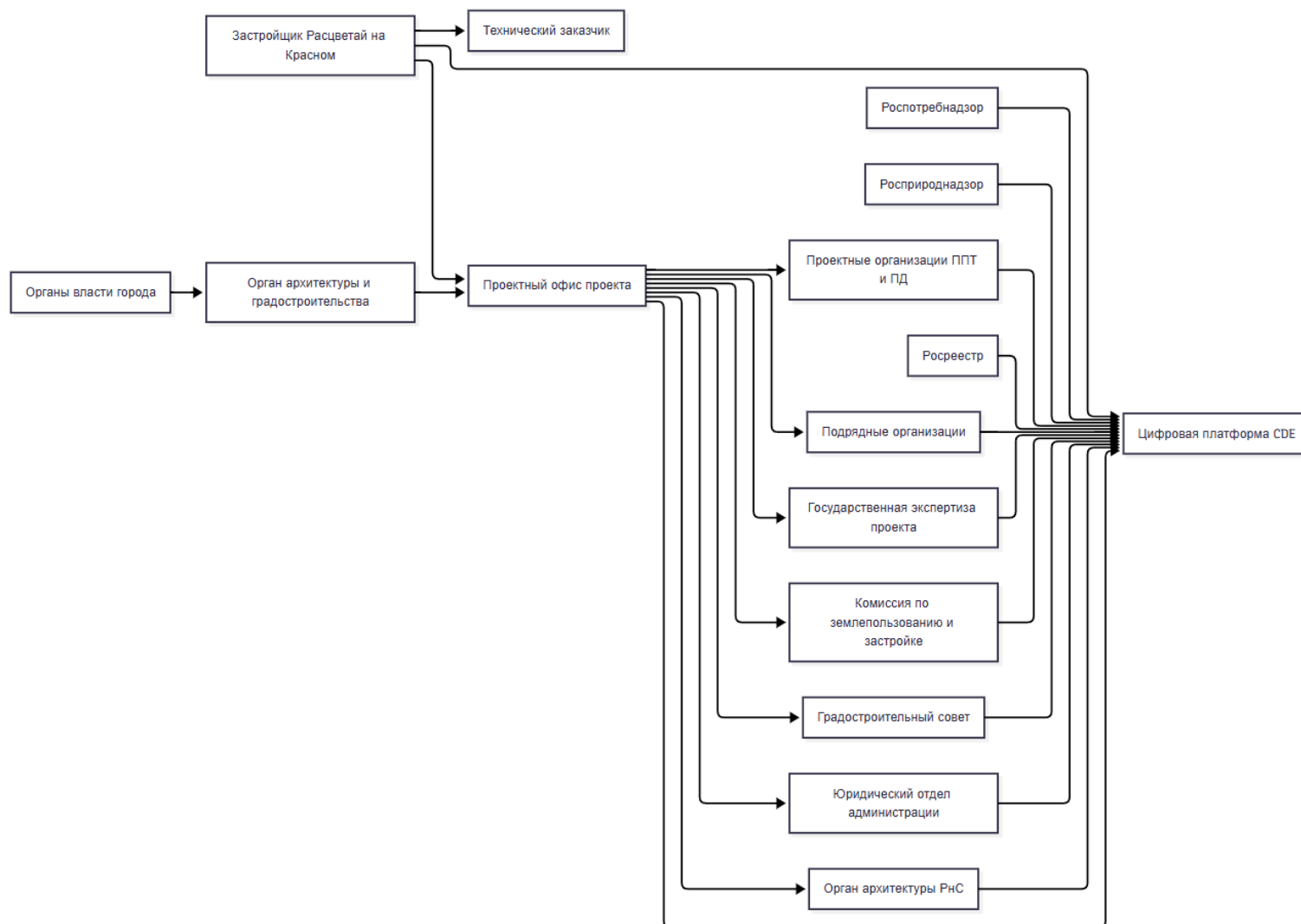


Рисунок Б.2 – Организационная схема управления проектом строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на участке 54:35:032685:3949 с использованием виртуальной организационно-управленческой структуры (ВОУС)

Таблица Б.1 – Система ключевых показателей эффективности (KPI) для оценки ВОУС в проектах редевелопмента промышленных зон (кейс участка 54:35:032685:3949)

Группа KPI	Наименование показателя	Ед. изм.	Краткое описание	Ориентировочное целевое значение при внедрении ВОУС
Временные	Среднее время цикла согласования документации	часы	Время от отправки документа (по процессам перевода ВРИ, НПА, ППТ/ПМТ, ПД для участка 54:35:032685:3949) до получения финального статуса	Снижение не менее чем на 20 % по сравнению с традиционной схемой
	Доля нарушений регламентных сроков (SLA) по задачам	%	Отношение количества задач по проекту на Красном проспекте, выполненных с превышением установленного срока, к общему числу задач	Не более 5 %
	Суммарная длительность ключевых этапов процесса перевода земель и получения РнС	дни	Продолжительность совокупности критических этапов процесса (по оперограммам базового/ускоренного сценариев для участка 54:35:032685:3949)	Сокращение на 15–25 % за счет применения ВОУС
Качественные	Количество коллизий и ошибок в проектной и правовой документации	шт.	Число зафиксированных ошибок и несоответствий в ППТ/ПМТ, НПА и ПД по проекту «Расцветай на Красном», связанных с неактуальными или неполными данными	Снижение не менее чем на 25 %
	Доля документов, возвращенных на доработку с этапов •К	%	Отношение числа документов по участку 54:35:032685:3949, возвращенных на доработку с критических точек отказа (санитарная и экологическая экспертизы, публичные слушания,	Снижение не менее чем на 20 %

			Градсовет, принятие НПА, экспертиза проекта, выдача РнС), к общему числу поданных документов	
	Индекс полноты метаданных (MDI)	%	Средний процент заполненности обязательных атрибутов документов проекта «Расцветай на Красном» в общем информационном пространстве (CDE) ВОУС	Не менее 98 %
Финансовые	Снижение административных издержек на сопровождение процессов	%	Относительное сокращение затрат застройщика и органов управления на печать, логистику, архивирование бумаг и ручную обработку при переходе к виртуальному взаимодействию по участку 54:35:032685:3949	Не менее 30 %
	Сокращение стоимости устранения коллизий и доработок	%	Снижение неплановых затрат на исправление ошибок и доработки, выявленных на поздних стадиях (в т.ч. после экспертизы или отказов на этапах ●К) в проекте на Красном проспекте	Не менее 15 %
	Изменение интегрального экономического эффекта проекта	%	Изменение интегральных показателей экономической эффективности (например, NPVNPV, срока окупаемости) проекта застройки участка 54:35:032685:3949 за счет внедрения ВОУС и сокращения временных и качественных потерь	Рост по отношению к базовому сценарию (конкретизируется при расчетах в разд. 4.3)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Исходные данные для сравнительной оценки сценариев управления проектом редевелопмента земельного участка с кадастровым номером 54:35:032685:3949.

Настоящее приложение содержит базовые значения ключевых показателей эффективности (KPI), рассчитанные по двум сценариям управления проектом строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном» на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949, и служит исходной опорной базой для интегрального анализа, выполненного в разделе 4.4.

Оценка выполнена на основе сопоставления двух организационных сценариев:

- Сценарий 1 — традиционная схема управления проектом, соответствующая базовому процессу, представленному в оперограммах раздела 4.1: последовательное прохождение процедур, преобладание бумажного документооборота, отсутствие единой среды общих данных (CDE).

- Сценарий 2 — управление проектом на основе виртуальной организационно-управленческой структуры (БОУС), формируемой в соответствии с архитектурой, описанной в разделах 4.1 и 4.2, и отражённой в оперограммах ускоренного и рискованного вариантов процесса: применение CDE, параллелизация процедур, снижение числа возвратов на доработку.

Исходные данные для временных и качественных KPI получены на основе оперограмм базового, ускоренного и рискованного процессов (раздел 4.1). Финансовые показатели определены с использованием результатов экономической оценки проекта, приведённых в разделе 4.4 и моделях главы 3 (модели TCO и сценарного анализа). Расчёт выполнен по системе KPI, представленной в разделе 4.3.

Сводные базовые значения KPI по обоим сценариям приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Базовые значения ключевых показателей эффективности проекта при традиционной схеме управления и при использовании ВОУС (участок 54:35:032685:3949)

Группа КРІ	Показатель	Сценарий 1: традиционная схема	Сценарий 2: ВОУС
Временные	Суммарная длительность процесса перевода земель и получения РнС, мес.	24	18
	Среднее время согласования одного документа, дней	10	7
	Доля нарушений регламентных сроков, %	15	7
Качественные	Доля документов, возвращённых на доработку, %	25	15
	Количество коллизий и ошибок в документации, ед.	20	12
	Индекс полноты метаданных (MDI), %	85	97
Финансовые	Административные издержки на сопровождение процессов, млн руб.	10,0	7,0
	Затраты на устранение коллизий и доработок, млн руб.	5,0	4,0
	Чистая приведённая стоимость (NPV) проекта, млн руб.	25,45	27,00
	Срок окупаемости (РВ), лет	5,0	4,7

Источник: рассчитано автором на основе оперограмм разделов 4.1–4.2 и экономических моделей главы 3.

Приведённые в таблице В.1 значения являются базовыми исходными данными для последующего нормализованного расчёта интегрального показателя эффективности ВОУС согласно методике комплексной оценки, изложенной в разделе 4.3, и служат основой для выводов раздела 4.4 о целесообразности формирования виртуальной организационно-управленческой структуры в проектах редевелопмента промышленных территорий.



Российская академия транспорта Сибирское отделение

630049 г. Новосибирск – 49,
ул. Дуси Ковальчук, 191

Тел.(383) 328-02-04, 328-04-07
Факс: (383) 328-02-04 E-Mail:47604@mail.ru

СО № 7-2103

На № _____ от _____

АКТ О ВНЕДРЕНИИ результатов диссертационной работы Моисеевой Ирины Олеговны

Актуальность диссертационного исследования аспиранта ФГБОУ ВО «Сибирского государственного университета путей сообщения» Моисеевой Ирины Олеговны, теоретические и практические результаты, полученные в диссертации «Формирование виртуальных организационно-управленческих структур проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствуют научно-практической направленности в деятельности Сибирского отделения Российской Академии транспорта. Разработанные Моисеевой И.О. концептуальные положения диссертации, заключающиеся в создании концепции виртуальных организационно-управленческих структур (далее – ВОУС), информационно-графических и имитационных моделей информационных процессов в виртуальной системе управления редевелопментом, методики комплексной оценки и выбора вариантов ВОУС и сценариев управления инвестиционно-строительными проектами в зонах жилой застройки бывших промышленных территорий. Результаты диссертационного исследования представляют теоретическую и практическую значимость в рамках соответствующей тематики Сибирского отделения Российской Академии транспорта.

Отдельные научные результаты диссертационного исследования рекомендованы Межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение»

(МАСС) для практического использования в обосновании целесообразности реализации «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства до 2030 года».

Председатель Сибирского отделения
Российской академии транспорта,
д.т.н., профессор

Ученый секретарь Сибирского отделения
Российской академии транспорта,
д.т.н., профессор



А.Л. Манаков

А.М. Попов

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе
к.т.н., доцент Новоселов А.А.


 «__» 2026 г.

СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационного исследования

Моисеевой Ирины Олеговны

«Формирование виртуальных организационно-управленческих структур
проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой
застройки»

Настоящей справкой подтверждается практическое применение в учебном процессе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» на кафедре «Технология, организация и экономика строительства» факультета «Промышленное и гражданское строительство» основных результатов диссертационного исследования Моисеевой Ирины Олеговны «Формирование виртуальных организационно-управленческих структур проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки».

Результаты диссертационного исследования направлены на усовершенствование подходов к формированию организационно-управленческих структур проектов и создание комплексной методики виртуального управления инвестиционно-строительными проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, полученные Моисеевой И.О. нашли применение в рамках дисциплин Б1.В.19 «Управление проектами и объектами недвижимости» (при курсовом проектировании на тему «Оценка эффективности управления инвестициями в объект недвижимости и планирование его строительства»), Б1.В.22 «Материально-техническое обеспечение строительства» для студентов специальности 38.03.01 «Экономика» (профиль «Экономика строительного бизнеса»), 08.03.01 «Строительство» (профиль «Экспертиза и управление недвижимостью»).

Декан факультета «Промышленное и
гражданское строительство»



Кунц К.Л.

Заведующий кафедрой «Технология,
организация и экономика
строительства»



Воробьев В.С.