

На правах рукописи



Моисеева Ирина Олеговна

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

2.1.7 - Технология и организация строительства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Новосибирск 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)»

Научный руководитель:	Воробьев Валерий Степанович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология, организация и экономика строительства» ФГБОУ ВО «СГУПС».
Официальные оппоненты:	Михальченко Олег Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и организация строительства» ФГБОУ ВО «НГАСУ (Сибстрин)», председатель общественного совета при инспекции государственного строительного надзора Новосибирской области; Фомин Никита Игоревич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».
Ведущая организация:	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» г. Челябинск

Защита состоится «25» сентября 2026 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета 24.2.297.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), по адресу: 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, корп. 26, ауд. 306.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донского государственного технического университета и на сайте <https://donstu.ru/>

Автореферат разослан « » 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Стельмах Сергей Анатольевич

Общая характеристика работы

Актуальность диссертационного исследования.

Динамично развивающаяся урбанизация и рост крупных агломераций приводят к дефициту свободных территорий для нового жилищного и общественного строительства. Существенная часть градостроительного потенциала сосредоточена в деградирующих промышленных зонах, использование которых в существующем формате не отвечает современным требованиям к качеству городской среды, экологической безопасности и экономической эффективности.

В Российской Федерации задачи преобразования промышленных территорий 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. Вывод земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки рассматривается как важный инструмент достижения целевых показателей национальных проектов и комплексного развития территорий. Особую значимость приобретает интеграция современных цифровых технологий – моделей виртуальных организационно-управленческих структур (далее – ВОУС), 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.

Степень разработанности:

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 формирования организационных структур и управления инвестиционно-строительными проектами занимались А.Ю. Козлов, Д.А. Семернин, А.Д. Шукайлова, Т.М. Дерендяева. Вопросу функциональной трансформации городских пространств посвящены работы зарубежных исследователей, как П. Холл, Э. Глейзер и Дж. Джейкобс, заложивших основы понимания процессов всеобщей урбанизации и редевелопмента территорий.

Цель диссертационного исследования:

Целью настоящей научно-исследовательской работы 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.

Объект исследования: Организационно-управленческие структуры инвестиционно-строительных проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

Предмет исследований: 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.

Научно-техническая гипотеза.

Научно-техническая гипотеза исследования заключается в том, что формирование и использование виртуальных организационно-управленческих структур в инвестиционно-строительных проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, основанное на интеграции современных цифровых технологий, информационно-графических, математических и имитационных моделей, позволит существенно повысить эффективность управления такими проектами по сравнению с традиционными организационно-управленческими подходами.

Предполагается, что разработка и внедрение комплексной методики формирования и оценки виртуальных организационно-управленческих структур, учитывающей многосубъектный характер проектов редевелопмента, правовые ограничения земельных и градостроительных отношений, а также требования к срокам, стоимости, качеству и устойчивому развитию городской среды, обеспечит: сокращение временных и институциональных рисков; улучшение согласованности действий участников; достижение более высоких социально-экономических и пространственных результатов преобразования промышленных территорий.

Методология и методы исследования:

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 виртуальных организационно-управленческих структур.

Научная новизна:

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

зон в зоны жилой застройки.

В развитие указанной общей новизны в работе получены следующие основные научные результаты:

- сформирована информационно-графическая модель 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 и оценивать различные сценарии взаимодействия участников;
- предложен подход к интеграции виртуального стоимостного инжиниринга в управление проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки на основе сочетания методов стоимостного анализа с информационно-графическими и имитационными моделями ВОУС, обеспечивающий прогнозирование затрат и результатов по стадиям жизненного цикла и сопоставление альтернативных сценариев редевелопмента;
- разработана методика комплексной оценки и выбора предпочтительных конфигураций ВОУС и сценариев управления проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки с использованием иерархических процедур и системы показателей эффективности, что позволяет учитывать совокупность правовых, экономических, экологических и организационных критериев;
- сформирована система ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, далее – KPI) функционирования ВОУС в проектах вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, включающая временные, стоимостные, организационные, экологические и социальные показатели и предназначенная для мониторинга и сравнительной оценки вариантов организационно-управленческих структур и сценариев управления.

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии научных представлений о ВОУС в инвестиционно-строительных проектах редевелопмента промышленных территорий. Сформированы и обоснованы концептуальные подходы к формированию и оценке ВОУС, интегрирующие положения теории виртуального управления, организационного проектирования и системного анализа применительно к проектам вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. Разработанные информационно-графические, математические и имитационные модели процессов управления в виртуальных структурах дополняют существующие теоретические модели управления инвестиционно-строительными проектами и расширяют методический аппарат исследования сложных многосубъектных систем.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке готовой к внедрению методики формирования и оценки ВОУС 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 ВОУС 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.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Концепция виртуальных организационно-управленческих структур для проектов вывода

земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, обеспечивающая интегрированное управление в едином информационном пространстве с учётом специфики российского земельного и градостроительного законодательства.

- Информационно-графическая модель виртуальных организационно управленческих структур, описывающая 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.

- Методика комплексной оценки и выбора вариантов виртуальных организационно управленческих структур и сценариев управления проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки.

- Система ключевых показателей эффективности KPI функционирования ВОУС в проектах редевелопмента промышленных территорий и выполнена ее апробация на примере объектов в городе Новосибирске.

Степень достоверности и апробация результатов.

Основные результаты диссертационной работы отражены в публикациях автора в рецензируемых научных журналах и сборниках трудов конференций, посвящённых вопросам виртуального управления, информационно-графического и имитационного моделирования, стоимостного инжиниринга и редевелопмента промышленных территорий. Представление материалов исследования на научных и научно-практических конференциях, семинарах и отраслевых мероприятиях обеспечило их обсуждение в профессиональном сообществе и внешнюю экспертную оценку, что дополнительно подтверждает достоверность и актуальность полученных результатов.

Результаты исследования нашли практическое применение при комплексном формировании планов научных исследований Сибирского отделения РАТ, Межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение» и в учебном процессе СГУПС.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ: 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК; 1 статья в издании, входящем в базу Web of Science; 5 статей в изданиях, индексируемых в РИНЦ.

Личный вклад автора заключается в участии на всех этапах процесса научного исследования, в том числе теоретических исследованиях; обосновании концепции ВОУС для проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки; постановке и разработке информационно-графических и имитационной моделей, методики виртуального управления инвестиционно-строительными проектами; в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Соответствие научно-квалификационной работы паспорту научной специальности.

Диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.1.7 Технология и организация строительства, в том числе направлениям исследований, обозначенным в пп. 4, 6, 10, и 12.

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

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

10) Обоснование и выбор рациональной организационной структуры инвестиционно-строительного

проекта и оптимизации функционального взаимодействия основных участников строительных контрактов (договоров).

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

Описание структуры и объема работы.

Диссертация включает в себя: введение, четыре главы, заключение, список литературы.

Работа изложена на 161 странице машинописного текста и на 24 страницах приложений, содержит 10 рисунков и 14 таблиц. Список литературы включает 121 наименование.

Основное содержание работы

Во **введении** диссертации обосновывается актуальность вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. Дефицит свободных участков и сложность межведомственных процедур делает проекты редевелопмента ключевыми для устойчивого развития городов. Формулируются цель и задачи, касающиеся разработки методики оценки виртуальных организационно-управленческих структур. Подчеркивается научная новизна, представляется апробация результатов на реальных проектах и публикациях, а также соответствие диссертации специальности 2.1.7 «Технология и организация строительства».

В **первой главе** рассматриваются теоретические основы и правовые предпосылки редевелопмента промышленных территорий, а также место промышленных зон в структуре современного города. Анализируются эволюция подходов к использованию промышленных территорий, причины их функционального и физического устаревания, влияние урбанизации и структурной трансформации экономики на формирование деградирующих промышленных зон внутри городской застройки.

Производственные площадки, формировавшиеся на периферии городов в эпоху индустриализации XX века, по мере их территориального роста оказались интегрированными в центральные районы, что создало конфликт между индустриальным использованием и современными требованиями к городской среде. На основе отечественных и зарубежных исследований выделяются ключевые экономические, экологические и социальные факторы, обуславливающие необходимость вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой и многофункциональной застройки.

Существенное внимание уделяется правовому регулированию процессов редевелопмента. Анализируются положения Градостроительного и Земельного кодексов РФ и подзаконных актов, регламентирующих подготовку документации по проекту планировки территории (далее – ППТ) и по проекту межевания территории (далее – ПМТ), изменение видов разрешённого использования, требования санитарно-защитных зон и экологические ограничения. Детально рассматриваются процедуры перевода земель из одной категории в другую, полномочия различных уровней власти, а также требования к инженерно-экологическим изысканиям и рекультивации территорий. Совокупность согласовательных процедур с органами государственного экологического надзора, санитарно-эпидемиологического контроля и иными контролирующими инстанциями формирует сложную многоуровневую административную систему (см. Рисунок 1). Выявляются правовые, процедурные и институциональные барьеры, затрудняющие реализацию проектов редевелопмента и удлиняющие сроки согласования решений.

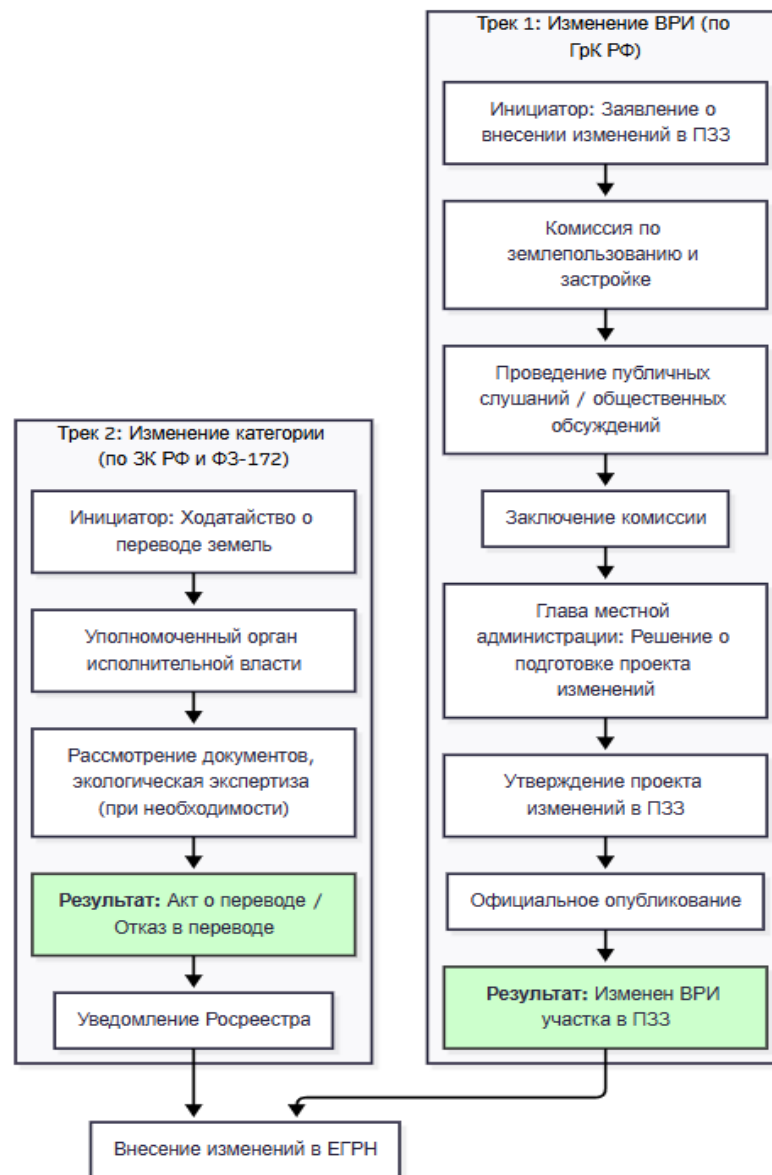


Рисунок 1 – Блок-схема административных процедур по изменению правового статуса земельного участка

На основе анализа отечественной практики рассматриваются типовые ситуации преобразования промышленных территорий: конверсия действующих предприятий, редевелопмент неиспользуемых промышленных площадок, перепрофилирование объектов транспортной инфраструктуры. Исследуются сценарии частичного сохранения производственных мощностей с одновременным высвобождением участков для жилищного строительства, полной ликвидации производства с созданием новой градостроительной структуры, а также адаптивного использования промышленного наследия – перепрофилирования исторически ценных зданий под культурные, образовательные или офисные функции. Приводятся обобщённые характеристики эффектов редевелопмента: улучшение качества городской среды, повышение инвестиционной привлекательности территорий, снижение техногенной нагрузки.

Отдельный раздел главы посвящён анализу международного опыта редевелопмента промышленных зон, в нём рассматриваются примеры преобразования индустриальных территорий в США, Канаде, Великобритании, Германии и Китае – в частности, опыт редевелопмента Доклендс в Лондоне, трансформации Гамбурга в район ХафенСити, преобразования Рурского бассейна, создания инновационных кластеров в Торонто и реконверсии промышленных зон в Шанхае. Анализируются модели взаимодействия публичного и частного секторов, механизмы государственно-частного партнёрства и инструменты

пространственного планирования, обеспечивающие комплексность преобразований.

С использованием таблиц и иллюстраций систематизируются типовые модели редевелопмента и сценарии вывода земельных участков из промышленных зон. Разрабатывается типология проектов: по масштабу (локальные, районные, общегородские), по характеру функциональных изменений (монофункциональная жилая трансформация, многофункциональные районы, специализированные кластеры) и по форме организации инвестиционного процесса (единый девелопер, множественные застройщики, ведущая роль муниципалитета). Сравнительный анализ сроков реализации и показателей социально-экономической эффективности различных моделей позволяет выявить факторы успешности проектов и типичные риски. На этой основе формируется проблемное поле исследования: несогласованность интересов участников, фрагментарность управленческих решений, разрыв между правовым регулированием и практикой реализации, недостаточная опора на цифровые модели.

Традиционные линейно-функциональные структуры не обеспечивают требуемой скорости принятия решений и не позволяют эффективно координировать взаимодействие множества сторон: органов власти, собственников, девелоперов, проектных организаций и общественных структур. Обосновывается необходимость создания гибких сетевых структур на базе единых информационных моделей, обеспечивающих прозрачность и возможность имитационного моделирования сценариев. Эта проблема является исходной основой для постановки задач исследования, связанных с формированием концепции виртуальных организационно-управленческих структур и разработкой методики их оценки и выбора.

Во второй главе исследуются теоретические и методологические основы виртуального управления инвестиционно-строительными проектами и формирование ВОУС применительно к проектам вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. С использованием таблиц и схем проводится классификация ВОУС по степени централизации управленческих полномочий: централизованные структуры с единым координационным центром, децентрализованные с распределением полномочий между автономными группами и гибридные, сочетающие централизацию стратегических решений с децентрализацией оперативного управления. Для особого углубления в тему исследования выполнен сравнительный анализ типовых конфигураций ВОУС (см. Таблицу 1).

Таблица 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 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. Для снижения степени субъективности и перевода этого выбора в формализованную плоскость целесообразно использовать специальную методику, которая опирается на ключевые атрибуты проекта и его участников.

Созданная авторская 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.

Рассмотрим шаги данного алгоритма подробнее.

1. Шаг первый. 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 с привлечением бюджетных средств, что подразумевает максимальный уровень контроля и прозрачности, то наиболее предпочтительной является централизованная модель. Она обеспечивает полный контроль над информационными потоками и действиями участников.

2. Шаг второй. Оценка технологической зрелости участников. Если жестких требований к тотальному контролю нет, следующим шагом является анализ технологической зрелости ключевых участников проекта (заказчика, проектировщика, подрядчика). 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 третий. 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 модель. Она предоставляет участникам максимальную автономию и способствует быстрой кооперации, хотя и требует более сложных интеграционных решений.

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.

Рассматриваются ключевые свойства ВОУС: гибкость и адаптивность к изменениям внешней среды, возможность интеграции географически разобщённых участников, сокращение числа промежуточных звеньев в информационных цепочках, повышение прозрачности согласований и управляемости проектами редевелопмента. Анализируются механизмы гибкости ВОУС – модульная архитектура, динамическое перераспределение функций и ролей в зависимости от стадии проекта. Особое внимание уделяется обеспечению прозрачности: все управленческие действия фиксируются в едином информационном пространстве, формируются аудиторские следы принятия решений, статус выполнения задач отслеживается в режиме реального времени. Рассматриваются принципы формирования ВОУС в условиях многосубъектного взаимодействия: распределение ролей и ответственности, регламентация информационного обмена и использование цифровых следов для контроля управленческих решений.

Значительное внимание уделяется роли единого информационного пространства в управлении проектами редевелопмента. Описывается концепция CDE, обеспечивающего хранение, актуализацию и

совместное использование проектной, правовой, стоимостной и градостроительной информации всеми участниками ВОУС. Анализируются стандарты BIM-моделирования, их интеграция с геоинформационными системами, кадастровыми данными и системами управления документооборотом. Рассматриваются возможности технологий больших данных для анализа правовых ограничений, инженерно-технических условий, транспортной доступности и социально-экономических характеристик проектов редевелопмента. Показано, что интеграция данных из различных источников и цифровизация согласовательных процедур являются необходимой основой для эффективного функционирования ВОУС.

На основе анализа требований проектов вывода земельных участков из промышленных зон формулируются специфические требования к ВОУС: учёт правовых и градостроительных ограничений, прозрачность согласований, интеграция стоимостного анализа и оценки рисков, включение в контур управления органов власти, девелоперов, инфраструктурных операторов и местных сообществ. Обосновывается необходимость включения в ВОУС инструментов стоимостного инжиниринга, позволяющих оценивать экономическую целесообразность принимаемых решений и прогнозировать инвестиционные затраты. Рассматриваются механизмы вовлечения общественности через организацию публичных обсуждений в цифровом формате и формирование каналов обратной связи. Уточняются роли ключевых участников ВОУС (инициаторов, координаторов, регуляторов, экспертов, стейкхолдеров) и предлагаются регламенты их взаимодействия в едином информационном пространстве.

Формируется концептуальная трёхуровневая архитектура ВОУС. Уровень стратегического управления объединяет ключевых стейкхолдеров (органы власти, инвесторов, девелоперов) и обеспечивает принятие решений о целевых параметрах проекта. Уровень тактического управления координирует разработку проектной документации, подготовку исходно-разрешительной документации и организацию экспертиз через руководителей функциональных направлений. Уровень операционного управления обеспечивает выполнение конкретных проектных и аналитических работ специалистами в едином информационном пространстве. Описываются информационные потоки между уровнями, протоколы обмена данными и процедуры контроля версионности документов. Разработанные теоретические положения и классификации закладывают основу для информационно-графического, математического и имитационного моделирования ВОУС и построения методики их оценки и выбора сценария в дальнейшем исследовании.

В **третьей главе** разрабатывается комплекс моделей, описывающих виртуальную организацию процессов редевелопмента промышленных территорий и обеспечивающих математическое и информационное сопровождение управления проектами вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки. Глава опирается на результаты статей по виртуальному стоимостному инжинирингу, информационно-графическому и имитационному моделированию и объединяет их в единую системную конструкцию, ориентированную на практическое применение в проектах редевелопмента. Разработанные подходы иллюстрируются схемами и оперограммами, позволяющими проследить прохождение информации и управленческих воздействий на всех этапах жизненного цикла проекта, а также количественно оценить влияние организационно-управленческих решений на сроки и стоимость проекта.

Формируются информационно-графические модели ВОУС. На основе анализа ролей и функций участников проектов редевелопмента строятся схемы, фиксирующие состав участников, уровни управления, каналы и направления информационных потоков. Базовый контур процесса согласования проектной документации по рекультивации и последующему использованию территорий представлен на Рисунке 2, где поэтапно показаны источники инициативы, последовательность прохождения документации по инстанциям, точки возвратов и доработок, а также критические узлы, определяющие суммарную длительность процедур.

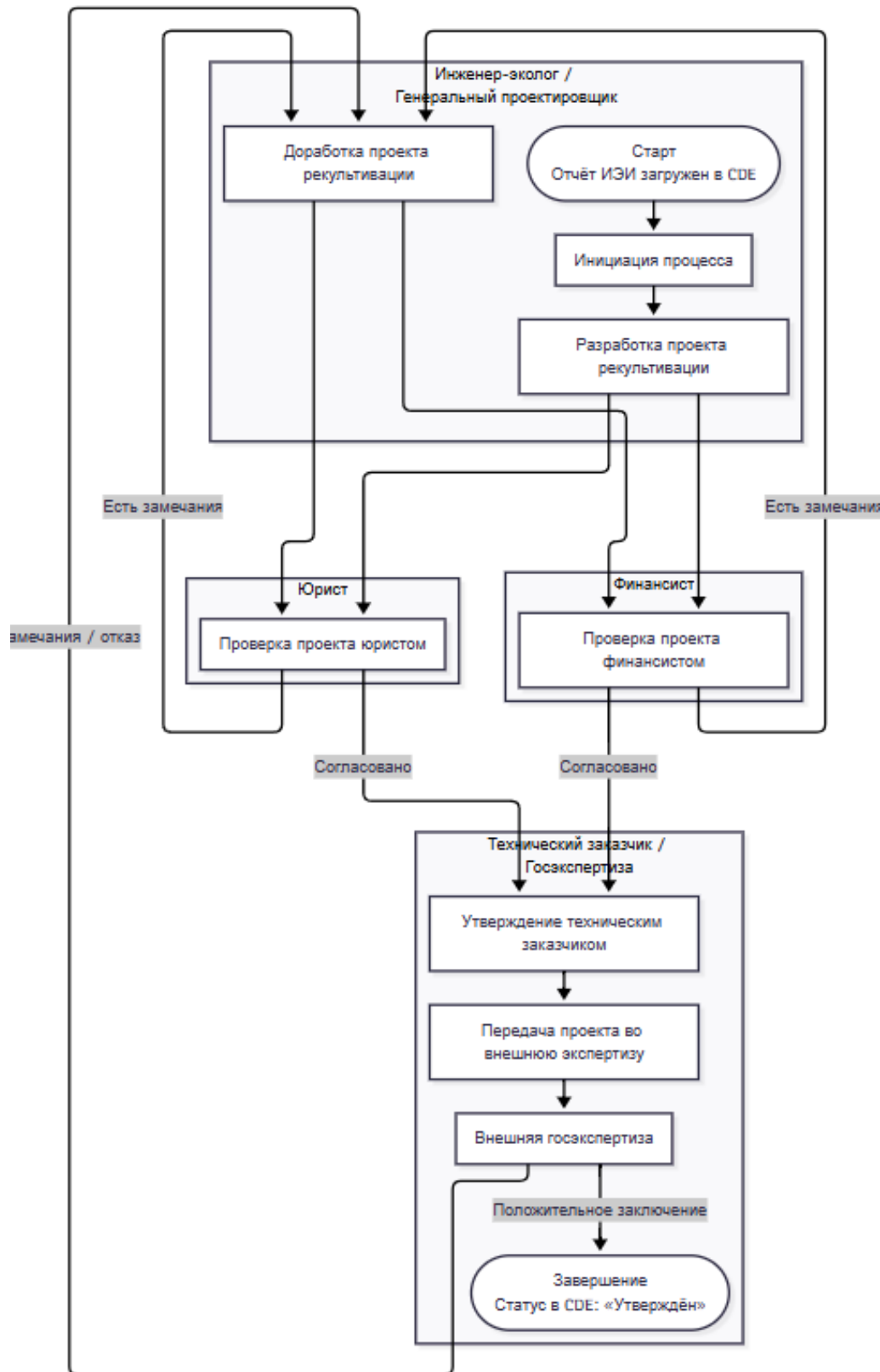


Рисунок 2 – Схема процесса «Согласование проекта рекультивации»

На следующем уровне детализации разрабатывается информационно-логическая модель поддержки принятия решений при выборе сценария редевелопмента, которая представлена на Рисунке 3 и отражает логику формирования альтернативных вариантов использования территории, критерии их сравнения и механизм выбора предпочтительного сценария.

Эта модель увязывает воедино данные о текущем состоянии территории, параметрах проектируемой застройки, ограничениях по инженерной инфраструктуре и требованиях нормативно-правовой базы, задавая формальный каркас для последующего стоимостного и имитационного анализа (см. Рисунок 3).

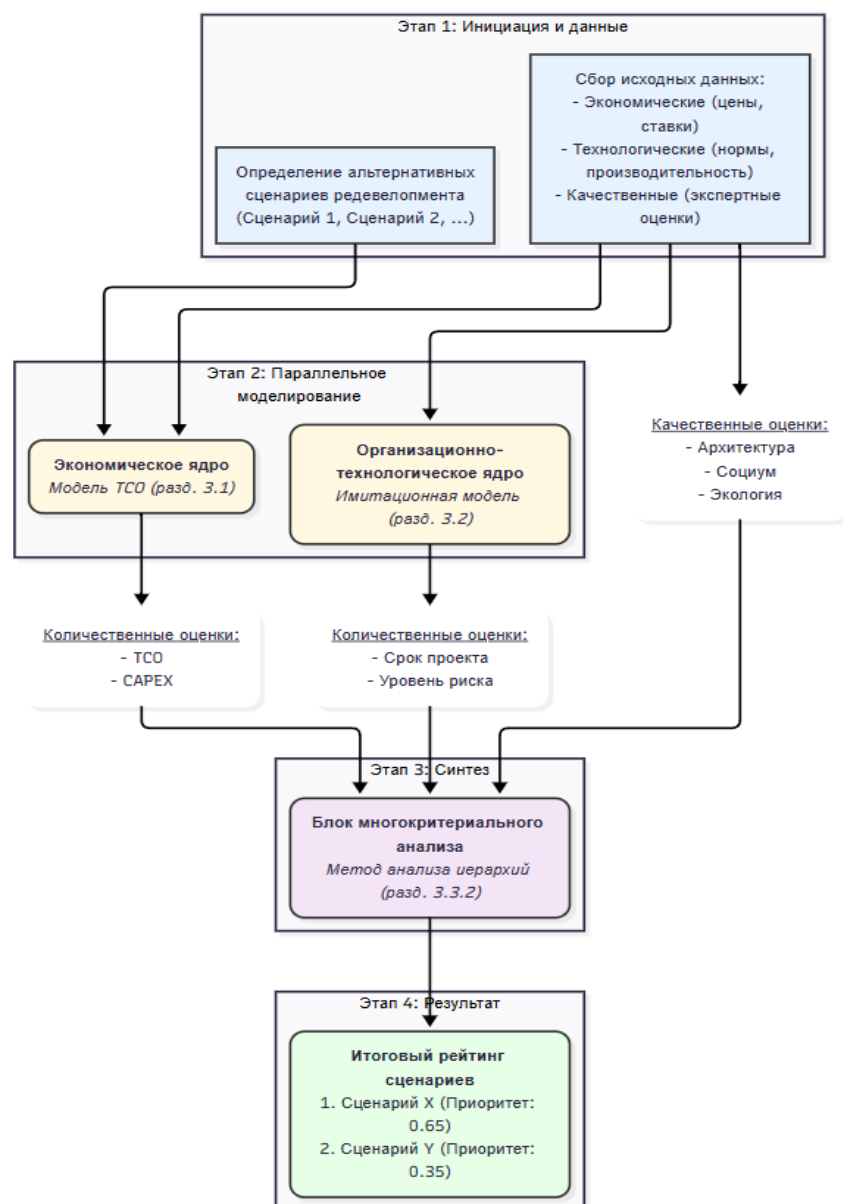


Рисунок 3 – Информационно-логическая модель поддержки принятия решений при выборе сценария редевелопмента

Таблица 2 – Фрагмент оперограммы базового процесса перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки

№	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 подготовка	Анализ и прав, регламентов, выписки ЕГРН												1 мес.
2	Инициация смены ВРИ	Подготовка и подача заявления												0,5 мес.

[illegible]

Таблица 3 – Фрагмент оперограммы ускоренного (параллельного) процесса изменения вида разрешённого использования (далее – ВРИ) и перевода земельного участка

[illegible]

Таблица 4 – 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	Техотчёты		●										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

Информационно-графические модели используются для выявления «узких мест» в процессах согласования, дублирования функций и избыточных звеньев в цепочках прохождения информации, а также для обоснования тех элементов процесса, которые являются приоритетными кандидатами на перевод в виртуальный формат.

Оперограммы и графические диаграммы отражают последовательность стадий перевода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, точки принятия ключевых решений, а также связи между правовыми, градостроительными и стоимостными процедурами. В качестве примера приводится фрагмент оперограммы базового процесса перевода земельного участка из промышленной зоны в зону жилой застройки, в котором последовательно описаны операции по подготовке исходно-разрешительной документации, рассмотрению материалов в уполномоченных органах и внесению изменений в градостроительную и кадастровую документацию (см. Таблицу 2).

Для демонстрации потенциала ВОУС показан ускоренный (параллельный) процесс изменения вида разрешённого использования (далее – ВРИ) и перевода земельного участка, где часть процедур переносится в параллельный режим за счёт применения цифровых платформ и координации действий участников. Это позволяет сокращать календарную длительность согласований без нарушения формализованных регламентов, перераспределяя нагрузку между звеньями и устраняя избыточные ожидания (см. Таблицу 3).

Отдельно рассматривается фрагмент оперограммы процесса перевода земельного участка с возвратами и управлением рисками, формализующий типичные сценарии отклонений, повторных согласований и дополнительных процедур, что критично для последующего имитационного моделирования и анализа устойчивости ВОУС к неблагоприятным воздействиям (см. Таблицу 4).

Кроме того, в диссертационном исследовании разрабатываются математические модели, описывающие структуру взаимодействия участников и зависимости, характеризующие процессы управления в рамках ВОУС. Для формализации архитектуры виртуальной организационно-управленческой структуры используются графические представления организационной структуры и информационных потоков: участники и подсистемы управления рассматриваются как элементы схемы, а информационные и управленческие связи – как ориентированные взаимосвязи между ними. На основе этих представлений вводятся параметры интенсивности информационных потоков, времени обработки запросов, вероятностей возвратов на предыдущие стадии и коэффициентов загрузки ключевых звеньев системы, что в дальнейшем позволяет перейти к стохастическому описанию функционирования ВОУС и постановке задач оптимизации состава звеньев.

Подход к построению математической модели системы управления информационными процессами в проектах редевелопмента базируется на результатах статьи автора настоящего диссертационного исследования, в которой обосновываются требования к учёту случайных факторов и временной зависимости характеристик системы, а также предлагается использование метода статистического моделирования для расчёта состава и параметров звеньев системы управления. Такой подход адаптирован к условиям виртуальной организационно-управленческой структуры проектов редевелопмента: модель системы управления представляется в виде графа, вершины которого соответствуют звеньям ВОУС, а рёбра — информационным потокам между ними, что позволяет описать как источники информации, так и промежуточные и конечные звенья, формирующие управляющие воздействия.

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

Представим модель системы управления (далее – СУ) в виде графа, в котором его вершины символизируют конкретные звенья СУ, а рёбра – информационные потоки. Граф СУ содержит звенья, являющиеся источниками информации, промежуточные звенья, в которых производится преобразование информации, и конечные звенья, куда поступают управляющие воздействия. В общем случае имеются звенья, являющиеся источниками информации и потребителями управляющих воздействий.

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

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

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 примем время ожидания заявки в звене освобождения любого средства преобразования информации, т. е. $\tau_{\text{ож}} \leq \tau_{\text{доп}}$. Как только $\tau_{\text{ож}} > \tau_{\text{доп}}$, включается очередное средство.

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 разобьем процесс расчета средств преобразования информации на три этапа. 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 приведённых затрат.

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

$$\tau_{jm}^{(n)} = \frac{Q_n \eta_m}{V_m}, j_m \in F_m, \quad (2)$$

где η_m – коэффициент снижения скорости преобразования информации m -м типом средств за счёт их ограниченной надёжности и заданной достоверности результирующих данных; V_m – скорость преобразования информации.

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

$$\tau_{ожjm}^{(n)} = t_{jm} + \sum_{n \in N} \tau_{jm}^{(n)} - t_n, \quad (3)$$

где t_{jm} – время начала работы j -го средства m -го типа, начиная с которого обслуживание ведётся непрерывно; n – номер заявки с момента включения t_{jm} ; N – множество заявок, поступивших на обслуживание.

Обозначим 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 докажем следующее.

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.

$$\bar{\tau}_{ожk+1} \leq \bar{\tau}_{ожk}, \quad (4)$$

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:

$$\bar{\tau}_{ожm} = \frac{1}{X_m} \sum_{j=1}^{X_m} \left(t_{jm} + \sum_{n \in N} \tau_{jm}^{(n)} - t_n \right). \quad (5)$$

Условие (4) с использованием выражения (5) перепишем в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{1}{X_{k+1}} \left(\sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} t_{jk+1} + \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} \sum_{n \in N} \tau_{jk+1}^{(n)} - \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} t_n \right) &\leq \\ &\leq \frac{1}{X_k} \left(\sum_{j_k=1}^{X_k} t_{jk} + \sum_{j_k=1}^{X_k} \sum_{n \in N} \tau_{jk}^{(n)} - \sum_{j_k=1}^{X_k} t_n \right) \end{aligned} \quad (6)$$

Подставляя уравнение (2) в выражение (6) и делая преобразования, получим

$$\frac{\eta_{k+1}}{X_{k+1}V_{k+1}} \sum_{j_{k+1}=1}^{X_{k+1}} \sum_{n \in N} Q_n \leq \frac{\eta_k}{X_k V_k} \sum_{j_k=1}^{X_k} \sum_{n \in N} Q_n - C. \quad (7)$$

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 – объём перерабатываемой информации на заданном интервале времени.

Интенсивность преобразования информации есть величина

$$\lambda_m = \frac{X_m V_m}{\eta_m Q}.$$

Тогда

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

Откуда

$$\lambda_{k+1} \geq \frac{\lambda_k}{1 - C\lambda_k}. \quad (8)$$

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 меньше или равно среднему времени освобождения k -го типа средств преобразования, т. е.

$$\bar{\tau}_{ож} \leq \bar{\tau}_{ожk}, \quad (9)$$

то справедливо соотношение

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

Доказательство (проводится 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.

$$\bar{\tau}_{ож} = \frac{1}{X} \sum_{j=1}^X \tau_{ожj}^{(n)} = \bar{t} + \frac{1}{X} \sum_{j=1}^X \sum_{n_{tj} \in N} \tau_j^{(n)} - t_n = \bar{t} + \frac{1}{X} \sum_{i=1}^X \sum_{n_{tj} \in N} \frac{Q_n \eta_k}{V_k} - t_n = \bar{t} +$$

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

По условию (9)

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

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.

$$\frac{1}{X_1 + X_2 + \dots + X_{k+1}} \left(\frac{1}{\lambda'_1} + \frac{1}{\lambda'_2} + \dots + \frac{1}{\lambda'_{k+1}} \right) \leq \frac{1 - CX_k \lambda'_k}{X_k \lambda'_k}. \quad (10)$$

Включение указанной математической конструкции в контур ВОУС позволяет не только формально описывать прохождение заявок (информационных сообщений) через звенья системы, но и рассчитывать необходимый количественный состав средств преобразования информации в каждом звене по критерию допустимого времени ожидания. Теоретические результаты, оформленные в виде теорем о среднем времени ожидания заявок и соотношениях между интенсивностью потоков и числом задействованных средств, используются для обоснования решений по наращиванию или оптимизации ресурсов в ключевых узлах виртуальной структуры управления. Тем самым обеспечивается возможность количественно обосновывать конфигурацию ВОУС, ориентируясь не только на экспертные оценки, но и на строго формализованные показатели функционирования системы.

На основе результатов научной статьи автора по виртуальному стоимостному инжинирингу формируется концепция интеграции стоимостного анализа в контур ВОУС, при которой данные о затратах, сроках и объёмах работ становятся полноправными элементами CDE проекта. Построенные модели, позволяют описывать динамику стоимостных показателей по стадиям жизненного цикла проекта редевелопмента, увязывать временные параметры, объёмы работ и затраты с организационно-управленческими решениями, отражёнными в Рисунках 2-3 и Таблицах 2-4.

Вводятся зависимости, описывающие влияние вариантов организационной структуры, глубины виртуализации управления и конфигурации информационных потоков на стоимость и сроки реализации проектов; в частности, оценивается эффект от перевода части процедур в параллельный режим и сокращения числа возвратов за счёт повышения качества исходных данных и прозрачности взаимодействия участников. Предлагается анализировать динамику затрат по стадиям жизненного цикла проектов редевелопмента и интегральные показатели эффективности для сопоставления альтернативных сценариев преобразования территорий, что в дальнейшем служит основой для комплексной оценки вариантов ВОУС с учётом экономических, организационных, правовых и риск-ориентированных критериев.

Значительное внимание уделяется разработке имитационной модели информационных процессов в виртуальной системе управления. На основе ранее построенных информационно-графических и математических моделей формируется имитационная модель, позволяющая исследовать функционирование ВОУС во времени с учётом стохастического характера поступления информации, задержек в обработке, возможных сбоях и возвратов на предыдущие стадии согласования, которые структурно заданы в оперограммах и на схеме согласования проекта рекультивации. Описывается структура имитационной модели, её входные и выходные параметры, а также сценарии, используемые при моделировании (изменение числа участников, вариации интенсивности информационных потоков, изменение конфигурации ВОУС, перевод части операций в параллельный режим, включение дополнительных контрольных процедур).

Проводится анализ чувствительности показателей эффективности управления (сроки прохождения процедур, ключевые узлы, количество итераций согласования, частота возвратов) к изменению параметров модели; демонстрируется, что даже при сохранении нормативно установленных процедур организационная реорганизация и виртуализация взаимодействия позволяют добиться сокращения календарной длительности процессов. Результаты имитационных экспериментов сопоставляются с расчётами по виртуальному стоимостному инжинирингу, что даёт возможность оценивать не только временные, но и стоимостные эффекты предлагаемых конфигураций ВОУС и режимов работы системы управления.

Таблицы и иллюстрации третьей главы отражают структуру разработанных информационно-графических, математических и имитационных моделей, демонстрируют примеры графов ВОУС, фрагменты оперограмм, результаты имитационных экспериментов и стоимостных расчётов для типовых сценариев проектов редевелопмента. В частности, Рисунок 2 наглядно показывает реальную сложность процесса согласования проекта рекультивации и позволяет идентифицировать ключевые точки задержек, а Рисунок 3 задаёт формальный каркас для сопоставления сценариев редевелопмента и выбора оптимальной траектории преобразования территории. Таблицы 2–4 обеспечивают детализированное представление базового, ускоренного и риск-ориентированного вариантов оперограмм процессов перевода земельных участков, что делает возможным как качественный анализ организации работ, так и количественное моделирование. Представлены сравнительные данные по традиционным и виртуальным вариантам управления, позволяющие количественно оценить эффект от внедрения ВОУС в виде сокращения сроков согласования, снижения числа возвратов документов, изменения профиля стоимостных потоков и повышения устойчивости управления к вариации исходных условий.

В **четвёртой главе** на основе разработанных подходов и моделей предлагается методика формирования и оценки ВОУС проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки и выполняется её апробация на конкретном проекте города Новосибирска. Структура главы выстроена как последовательный переход от архитектурного описания виртуального управления к формализации процессов через оперограммы, далее – к построению системы измеримых показателей и к итоговой процедуре выбора на основе комплексного анализа. Таким образом, глава выступает связующим звеном между разработанным в главах 2–3 инструментарием (виртуальные модели взаимодействия, CDE, стоимостной инжиниринг, имитационное моделирование) и практической задачей принятия организационно-управленческих решений для конкретного инвестиционно-строительного проекта. Глава ориентирована на практическую проверку тезиса о том, что виртуализация взаимодействий и регламентация информационных потоков позволяют снизить транзакционные издержки, повысить прозрачность процедур и обеспечить воспроизводимую оценку управленческого эффекта «до/после».

Для начала уточняется архитектура ВОУС, адаптированная к условиям российских городов и специфике правового регулирования земельных и градостроительных отношений. На основе результатов предыдущих глав и нормативной базы описывается организационная структура виртуального управления

проектом реновации промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод»: выделяются уровни стратегического, тактического и операционного управления, определяются роли ключевых участников (органов власти, девелоперов, инфраструктурных операторов, проектных и инжиниринговых организаций, представителей местных сообществ), задаются информационные связи и ответственность за принятие решений (см. Рисунок 4).

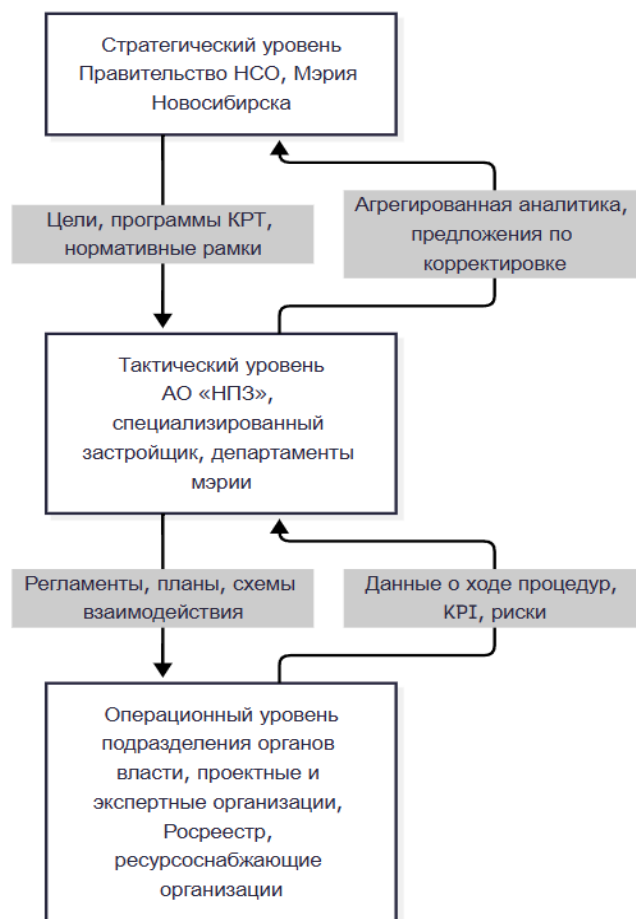


Рисунок 4 – Архитектура уровней виртуального управления проектом реновации промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод»

Стратегический уровень задаёт целевые ориентиры преобразования территории и рамочные регламенты раскрытия информации; тактический реализуется через проектный офис и координационные механизмы, включая мониторинг показателей и управление конфигурацией БОУС; операционный охватывает выполнение конкретных процедур подготовки, согласования и экспертиз с фиксацией всех действий в цифровой среде. Технологическим «ядром» архитектуры выступает CDE, обеспечивающее единый источник актуальных данных, протоколирование событий и управляемый жизненный цикл документов. Детализация состава участников дополняется матричным закреплением ролей (инициатор, согласующий, исполнитель, контролёр) и описанием ключевых информационных потоков, что позволяет перейти от оргigramмы к формализованной схеме движения документов и статусов в рамках проекта.

Далее разрабатывается методика оценки целесообразности формирования БОУС для конкретного проекта вывода земельного участка из промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» в территорию жилой застройки. Методика ориентирована на обоснование решения о внедрении БОУС путём сопоставления сценариев управления при одинаковых исходных градостроительных и правовых условиях. Устанавливается последовательность шагов: идентификация участников и процессов, выбор конфигураций БОУС для сравнения, определение показателей эффективности и критериев комплексной оценки, формирование исходных данных на основе информационно-графических,

математических и имитационных моделей. Источниками исходных данных служат, с одной стороны, формализованные оперограммы базового, ускоренного и рискового сценариев (включая возвраты на доработку), с другой – результаты расчётов по стоимостным моделям и вычислительных экспериментов имитационного моделирования, обеспечивающих вероятностную оценку сроков и рисков. На этой основе формируется система ключевых показателей эффективности (далее – КРІ) функционирования ВОУС, адаптированная к задачам проектов редевелопмента промышленных территорий. Система КРІ привязывается к конкретным этапам процедур и к узловым элементам ВОУС, на которых концентрируются задержки и возвраты.

В систему входят временные показатели (длительность согласовательных процедур, время прохождения ключевых стадий), стоимостные (динамика капитальных и эксплуатационных затрат, влияние организационной структуры на стоимость проекта), организационные (число итераций согласования, нагрузка на узловые элементы, степень централизации управления), а также экологические и социальные показатели, связанные с качеством городской среды. В условиях ВОУС значительная часть КРІ рассчитывается на основе цифрового следа: логов CDE, журналов согласований, статусов отдельных единиц задач и метаданных документов. Для временных показателей используется сопоставление критического пути базового и ускоренного сценариев; для качественных – доля возвратов и число коллизий; для финансовых – изменение транзакционных издержек и влияние на NPV и срок окупаемости. Отдельно выделяется индекс полноты метаданных, позволяющий количественно оценить дисциплину ведения CDE. Методика комплексной оценки и выбор конфигураций ВОУС и сценариев управления базируется на том, что оптимальный сценарий по срокам может отличаться от оптимального по затратам и рискам, а часть эффектов требует экспертной интерпретации. Авторская методика опирается на иерархический подход: формируется дерево целей и критериев, включающее правовые, экономические, экологические и организационные аспекты; проводится оценка относительной значимости критериев; выполняется сопоставление альтернативных конфигураций ВОУС. Описываются процедуры формирования матриц предпочтений, расчёта интегральных оценок и ранжирования вариантов. Тем самым формируется прозрачная и воспроизводимая логика выбора: от исходных данных (оперограммы, расчёты ТСО) – к нормализованным КРІ, далее – к интегральной оценке и управленческим рекомендациям по конфигурации ВОУС.

Логическим завершением и подтверждением научной гипотезы является апробация разработанных моделей и методики на примере конкретного проекта города Новосибирска. В качестве пилотного объекта рассматривается проект на земельном участке с кадастровым номером 54:35:032685:3949, связанный с преобразованием территории бывшей промышленной зоны АО «Новосибирский приборостроительный завод» и реализацией проекта строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном». Дается характеристика исходных градостроительных и правовых условий, описывается организационная схема проекта с учётом ВОУС, приводятся результаты расчёта КРІ и сопоставления сценариев «с ВОУС» и «без ВОУС». Апробация опирается на сравнение базовой последовательной схемы и ускоренного варианта в условиях ВОУС, где эффект достигается за счёт электронного взаимодействия, раннего подключения согласующих организаций и параллелизации процедур. По результатам сравнительного расчёта зафиксированы улучшения по всем группам показателей: сокращение суммарной длительности процесса с 24 до 18 месяцев, среднего времени согласования документа – с 10 до 7 дней, доли возвратов – с 25% до 15%, числа коллизий – с 20 до 12, рост индекса полноты метаданных с 85% до 97%, снижение административных издержек с 10,0 до 7,0 млн руб. и затрат на доработки с 5,0 до 4,0 млн руб., увеличение NPV с 25,45 до 27,0 млн руб. и сокращение срока окупаемости с 5,0 до 4,7 лет. Ключевой вклад в интегральный эффект дают временные и качественные улучшения, тогда как финансовый эффект является их прямым следствием, а не результатом изменения внешних рыночных условий. По итогам апробации формулируются рекомендации

по приоритетному усилению узлов ВОУС – контуров санитарно-экологического согласования, публичных процедур, экспертизы и выдачи разрешения на строительство – средствами цифровой платформы (регламенты, маршрутизация, контроль метаданных).

Иллюстративный и табличный аппарат главы включает структурные схемы ВОУС, оперограммы базового и ускоренного вариантов процессов с фиксацией возвратных циклов в рисковом сценарии, организационную схему управления проектом строительства жилого комплекса «Расцветай на Красном», таблицы экономических показателей и сводные таблицы сравнения KPI. Сформулированные по итогам главы выводы закрепляют практическую реализуемость предложенной методики формирования и оценки ВОУС и её эффективность для повышения управляемости проектами редевелопмента.

Заключение

В заключении подводятся итоги диссертационного исследования, формулируются основные научные и практические результаты, подтверждается достижение поставленной цели и решение задач. Обобщаются выводы по теоретическим, методологическим и прикладным аспектам формирования виртуальных организационно-управленческих структур проектов вывода земельных участков из промышленных зон в зоны жилой застройки, отмечается их значимость для повышения эффективности управления редевелопментом промышленных территорий.

Отдельно акцентируется вклад разработанных информационно-графических, математических и имитационных моделей, подход к виртуальному стоимостному инжинирингу и методике комплексной оценки ВОУС в развитие теории и практики организации инвестиционно-строительных проектов. Отмечаются результаты апробации методики на примере проекта редевелопмента территории в городе Новосибирске и подтверждение возможности повышения согласованности действий участников, сокращения сроков согласования решений и улучшения обоснованности управленческих решений.

В рамках научно-исследовательской работы были решены следующие задачи:

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

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы связаны с расширением применения виртуальных организационно-управленческих структур и углублением методического аппарата. Перспективным направлением является интеграция ВОУС с цифровыми инструментами управления проектами и более детализированное исследование имитационного моделирования с учётом новых сценариев и изменений в градостроительной деятельности.

Список основных работ, опубликованных автором по теме диссертации

1. Воробьёв В. С., Моисеева И. О. Виртуальный стоимостной инжиниринг в инвестиционно-строительной деятельности // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2024. – № 3 (75). – С. 78–85. – DOI: 10.36622/2541-7592.2024.75.3.007. (БАК).
2. Воробьёв В. С., Запашикова Н.П., Моисеева И. О. Информационно-графическое моделирование виртуальных структур управления инвестиционно-строительными проектами // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2025. – № 3 (79). – С. 65–74. – DOI: 10.36622/2541-7592.2025.79.3.007. (БАК).
3. Брызгалов А.С., Воробьёв В. С., Моисеева И. О., Пичкурова Н.С. Организация виртуального управления выводом земельных участков из промышленных зон в информационном пространстве участников проекта // Известия вузов. Строительство. – 2026 – № 4 – С. 121–132. – DOI: 10.32683/0536-1052-2026-808-4-121-132 (БАК).
4. Vorobyev V. S., Moiseeva I. O. Virtual value engineering in investment and construction activities // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2024. – № 4 (64). – DOI: 10.36622/2542-0526.2024.64.4.007. (Web of Science).
5. Воробьёв В. С., Моисеева И. О. Основные предпосылки формирования виртуального управления инвестиционно-строительными проектами // Сборник, посвящённый 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – 2022. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74995443> (РИНЦ).
6. Воробьёв В. С., Моисеева И. О. Виртуальные организационно-управленческие структуры проектов редевелопмента объектов промышленно-гражданского назначения // Сборник, посвящённый 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – 2022. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74995443> (РИНЦ).
7. Воробьёв В. С., Моисеева И. О. Имитационная модель информационных процессов в виртуальных системах управления // Сборник, посвящённый 60-летию кафедры «Технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – 2022. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74995443> (РИНЦ).
8. Моисеева И. О. Обоснование эффективности перепрофилирования транспортного объекта в связи с изменением категории земли прилегающей территории // Сборник статей XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Политранспортные системы». – 2023. (РИНЦ).
9. Моисеева И. О. World Experience in the Process of Redevelopment // Сборник статей по итогам II Научных чтений молодых исследователей ФГБОУ ВО «СГУПС». – 2022. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=aafnyt> (РИНЦ).