

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
международной деятельности
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Донской государственный
технический университет»,
Бескопильный А.Н.



_____ 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» на диссертационную работу Поповой Ольги Николаевны на тему «Методология организационно-технологического проектирования комплексного ремонта жилищного фонда на основе методов машинного обучения», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.7. Технология и организация строительства

1. Актуальность темы исследования

Актуальность диссертационной работы детерминирована комплексом взаимосвязанных социально-экономических, технологических и управленческих вызовов, стоящих перед системой эксплуатации жилищного фонда Российской Федерации. Критическое состояние значительной части многоквартирных домов, физический износ которых превышает 35-40%, создает прямую угрозу безопасности граждан и требует масштабных восстановительных мероприятий. Однако действующая модель капитального ремонта, основанная на принципах нормативно-срочного планирования, унаследованных от плановой экономики, демонстрирует системную неэффективность в современных рыночных условиях. Финансовые ресурсы, аккумулируемые в фондах, распределяются без должной привязки к реальному техническому состоянию конкретных конструктивных элементов, что приводит к дисбалансу: средства либо расходуются на преждевременную замену элементов с достаточным остаточным ресурсом, либо не выделяются на своевременный ремонт аварийных узлов. Это противоречие усугубляется фрагментацией нормативной базы, где устаревшие ведомственные строительные нормы (ВСН) де-факто соседствуют с современными сводами правил (СП), а также институциональным конфликтом между децентрализованной финансовой ответственностью собственников и централизованным планированием регионального оператора.

Ключевым фактором актуальности является технологический разрыв между этапами жизненного цикла объекта капитального строительства. Если процессы проектирования и возведения зданий активно цифровизируются с внедрением BIM-технологий, то этап эксплуатации остается зоной

«информационного вакуума». Отсутствие структурированных массивов данных о поэлементном состоянии фонда, стандартизированных методов его оценки, а также инструментов прогнозной аналитики делает невозможным реализацию экономически обоснованного предупредительного (превентивного) подхода к ремонту. Существующие методы обследования либо крайне трудоемки (полный инструментальный контроль по ГОСТ), либо чрезмерно усреднены (укрупненная оценка по ВСН), что не позволяет осуществлять массовый мониторинг и планирование для тысяч объектов одновременно. В этих условиях формирование долгосрочных региональных программ зачастую носит формальный характер, не отражая реальных приоритетов и не обеспечивая оптимального распределения ограниченных бюджетных ресурсов.

В данном контексте разработка научно обоснованной методологии, обеспечивающей переход от реактивного управления к предупредительному на основе объективных данных, приобретает первостепенное значение. Необходима новая парадигма организационно-технологического проектирования, которая бы интегрировала современный математический аппарат (машинное обучение для выявления скрытых зависимостей «дефект-решение-стоимость»), принципы информационного моделирования (создание цифровых двойников зданий, отражающих динамику изменения свойств элементов) и процессно-системный подход к управлению на этапе эксплуатации. Такая методология призвана стать технологическим фундаментом для преодоления системного кризиса, повышения обоснованности инвестиционных решений, прозрачности использования средств фондов и, в конечном итоге, для обеспечения долговечности, безопасности и энергоэффективности жилищного фонда страны. Ее внедрение соответствует стратегическим задачам национальных проектов в сфере жилья и городской среды, цифровой экономики и повышения качества жизни граждан, что подтверждает высокую научную и практическую востребованность проведенного исследования.

2. Структура и содержание работы

Логическая структура диссертации определена выбранной темой исследования, поставленными целью и задачами. Работа состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, включающего 255 источников, и 8 приложений. Текст диссертационной работы изложен на 358 страницах и содержит 65 рисунков и 76 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, объект, предмет и научная гипотеза исследования. Определены методологическая основа, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведён всесторонний анализ теоретических и организационно-технологических основ капитального ремонта жилищного фонда. Рассмотрены и систематизированы типы технической эксплуатации, отечественный исторический опыт, эволюция нормативной базы и

современное состояние системы. На основе данных ГИС ЖКХ выполнен детальный анализ технического состояния жилищного фонда России и Архангельской области, выявлены ключевые системные противоречия и недостатки действующей модели планирования и финансирования ремонта.

Во второй главе разработаны научные основы методологии организационно-технологического проектирования. На базе анализа стандартов и классификатора строительной информации (КСИ) предложена и обоснована авторская концепция *процессно-системного подхода* к эксплуатации, методологически противопоставленная классическому системно-процессному подходу. Проведён анализ сущности организационно-технологического проектирования в контексте капитального ремонта, что позволило сформировать общую методологическую рамку исследования.

В третьей главе создан методический аппарат для реализации предложенного подхода. Разработана система *многокритериальной поэлементной оценки технического состояния* на основе унифицированных признаков, предложена декомпозиция здания на элементы и введено ключевое понятие «*конструктивно-технологическое решение ремонта*» (КТРр), формализующее связь между состоянием элемента и проектом работ.

В четвёртой главе обоснован переход к применению современных методов анализа данных. Разработан и описан *комбинированный алгоритм машинного обучения (SOM и Random Forest)*, предназначенный для автоматизации установления зависимостей в системе «дефекты–работы–стоимость», что является ядром автоматизированного проектирования.

В пятой главе представлена практическая реализация методологии в виде детальной пошаговой методики организационно-технологического проектирования. Приведены результаты её *апробации на реальных объектах* жилищного фонда, подтвердившие работоспособность и экономическую эффективность, а также показана адаптация методики для задач энергоэффективного ремонта.

В шестой главе решена задача стратегического планирования на уровне региона. Предложены алгоритмы оптимизации распределения средств фонда с использованием *динамического программирования* и *фазово-логистической модели* для прогнозирования износа и затрат, что позволяет формировать экономически обоснованные долгосрочные программы капитального ремонта.

В седьмой главе определены пути цифровой трансформации процессов эксплуатации. Разработаны принципы создания *типовых эксплуатационных цифровых информационных моделей (ЭЦИМ)* жилых зданий и предложена архитектура их интеграции в государственную информационную систему ЖКХ, что задаёт перспективу для широкого внедрения методологии.

В заключении сформулированы основные выводы, подтверждающие достижение цели исследования и решение поставленных задач.

Приложения содержат вспомогательные материалы: схемы, таблицы критериев, алгоритмы и акты внедрения, укрепляющие доказательную базу работы.

Представленная структура обеспечивает последовательное и полное раскрытие темы, демонстрируя путь от анализа проблемы через теоретическое обоснование и создание инструментария к практической реализации и доказательству эффективности разработанных решений.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций, представленных в диссертации Поповой О.Н., определяются комплексным подходом, включающим глубокий теоретический анализ, опору на значительный массив эмпирических данных и прямую практическую верификацию.

Достоверность теоретических построений обеспечена критическим анализом широкого спектра специализированной литературы, включая труды отечественных и зарубежных ученых, и всесторонним исследованием действующей нормативно-технической базы в сфере эксплуатации и капитального ремонта. Обоснованность эмпирических выводов и разработанных моделей подтверждается использованием актуальных статистических данных из Государственной информационной системы ЖКХ (ГИС ЖКХ), материалов натурных обследований и анализа региональных программ, что формирует репрезентативную фактологическую основу исследования.

Наиболее весомым аргументом обоснованности полученных результатов являются акты о внедрении разработанной методики организационно-технологического проектирования в практическую деятельность управляющих компаний г. Архангельска. Данные документы подтверждают не только работоспособность предложенных решений, но и их практическую эффективность, выраженную в оптимизации затрат и повышении обоснованности принимаемых решений. Дополнительным подтверждением значимости работы служит внедрение результатов исследования в учебный процесс ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ).

Высокий уровень достоверности также поддерживается значительной публикационной активностью автора. Основные положения диссертации отражены в 40 научных работах, 11 из которых опубликованы в рецензируемых журналах из Перечня ВАК, а 13 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, что свидетельствует о признании научным сообществом.

4. Научная новизна

Диссертационное исследование Поповой О.Н. содержит следующие положения, обладающие научной новизной и полученные лично автором:

1. *Концепция процессно-системного подхода* к управлению жизненным циклом объекта капитального строительства на этапе эксплуатации, методологически противопоставленная классическому системно-процессному

подходу, применяемому на стадиях проектирования и строительства. Данная концепция обеспечивает адекватное описание динамики изменения свойств строительных элементов под воздействием эксплуатационных и восстановительных процессов, формируя теоретический базис для предупредительного ремонта.

2.Методология организационно-технологического проектирования комплексного предупредительного ремонта жилищного фонда, основанная на поэлементной количественной оценке технического состояния. Отличием методологии является её комплексность, охватывающая полный цикл от сбора данных и алгоритмической диагностики до оптимизации долгосрочного планирования, и ориентация на массовое применение в рамках региональных программ.

3.Система унифицированных критериев и признаков для многопараметрической оценки технического состояния строительных элементов. Система формализует и структурирует описания дефектов, обеспечивая сопоставимость данных и создавая основу для их машинной обработки, что преодолевает субъективизм и фрагментарность существующих методов обследования.

4.Комбинированный алгоритм машинного обучения на основе самоорганизующихся карт Кохонена (SOM) и случайного леса (Random Forest), специально разработанный для автоматизации установления корреляционных зависимостей в системе «дефекты – конструктивно-технологические решения – стоимость». Алгоритм позволяет автоматизировать ключевой этап проектирования – подбор оптимальных решений по восстановлению элементов на основе их диагностированного состояния.

5.Прогнозно-оптимизационная модель формирования программ капитального ремонта, интегрирующая метод динамического программирования для распределения средств фонда и фазово-логистическую зависимость для моделирования нелинейной динамики износа и роста затрат. Модель позволяет определять экономически оптимальные сроки проведения ремонтных работ и приоритетность объектов в условиях ограниченного бюджета.

6.Принципы построения и использования типовых эксплуатационных цифровых информационных моделей (ЭЦИМ) жилых зданий. Разработаны требования к структуре и содержанию ЭЦИМ, обеспечивающие переход от статического описания объекта к моделированию его изменяющихся эксплуатационных свойств, а также определены этапы интеграции таких моделей в процессы организационно-технологического проектирования и государственную информационную систему ЖКХ.

5. Научная и практическая ценность диссертации

Научная ценность диссертационной работы заключается в развитии теоретических основ и методов управления жизненным циклом объектов капитального строительства на этапе эксплуатации. Полученный вклад

состоит в разработке целостной методологии организационно-технологического проектирования капитального ремонта, основанной на авторской концепции процессно-системного подхода. Данная концепция вносит вклад в теорию управления системами, предлагая новую парадигму для моделирования динамики изменения свойств здания под воздействием эксплуатационных процессов. Научную ценность также представляют созданные в рамках методологии формализованные инструменты: система многокритериальной оценки технического состояния, комбинированный алгоритм машинного обучения для анализа данных и прогнозно-оптимизационная модель планирования, которые в совокупности развивают научный аппарат в области цифровизации эксплуатационной деятельности и применения искусственного интеллекта в строительстве.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в возможности непосредственного внедрения разработанного комплексного инструментария в деятельность субъектов системы капитального ремонта. Для *региональных операторов и органов власти* методика инвестиционно-строительного планирования и фазово-логистическая модель предоставляют научно обоснованный инструмент для формирования и корректировки долгосрочных программ, позволяя оптимизировать распределение ограниченных средств фонда и повышать обоснованность управленческих решений. Для *управляющих и эксплуатирующих организаций* методика организационно-технологического проектирования на основе машинного обучения позволяет перейти к адресному, предупредительному ремонту, сокращать затраты на обследование и повышать точность сметных расчетов, что подтверждено актами внедрения. С практической точки зрения особый интерес представляют *принципы построения эксплуатационных цифровых моделей (ЭЦИМ)*, создающие основу для интеграции данных о техническом состоянии в государственные информационные системы (ГИС ЖКХ), что повысит прозрачность и контролируемость процессов. Разработанные методические материалы также внедрены в учебный процесс, способствуя подготовке современных кадров для жилищно-коммунального комплекса.

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Значимость полученных результатов для развития научной специальности 2.1.7 «Технология и организация строительства» заключается в следующем:

– Проведен комплексный критический анализ современного состояния системы капитального ремонта жилищного фонда, в ходе которого выявлены фундаментальные системные противоречия, препятствующие её эффективности. Установлено, что ключевой проблемой является несоответствие между устаревшей методологией планово-профилактической эксплуатации, рассчитанной на единого собственника и централизованное финансирование, и современными рыночными условиями с множеством участников и ограниченными децентрализованными ресурсами. Этот анализ

формирует актуальную проблемную повестку для дальнейших научных исследований в области эксплуатации зданий.

– *Разработана и теоретически обоснована концепция процессно-системного подхода к управлению на этапе эксплуатации объектов капитального строительства.* Данная концепция развивает теорию жизненного цикла строительного объекта, предлагая новую методологическую рамку, отличную от доминирующего системно-процессного подхода, применяемого на стадиях проектирования и строительства. Это вносит вклад в теорию системного подхода в строительстве, расширяя инструментарий для моделирования динамических изменений состояния объекта.

– *Создана целостная методология организационно-технологического проектирования,* интегрирующая поэлементную оценку состояния, алгоритмы машинного обучения для анализа данных и методы оптимизационного планирования. Значимость методологии заключается в создании научного базиса для перехода от эмпирических и нормативно-срочных методов планирования ремонта к методам, основанным на объективных данных и математическом моделировании, что формирует новое направление в исследовании технологий реконструкции и ремонта.

– *Разработана и формализована система унифицированных критериев для многопараметрической оценки технического состояния* строительных элементов, основанная на классификации и структуризации признаков дефектов. Ценность данной системы состоит в создании единого научно-методического языка для описания состояния, что устраняет субъективизм, обеспечивает сопоставимость данных и открывает возможность для создания крупномасштабных отраслевых баз данных, необходимых для прикладного анализа.

– *Предложен и апробирован комбинированный алгоритм машинного обучения (SOM и Random Forest) для решения задач автоматизации проектирования ремонта.* Это вносит вклад в развитие такого научного направления, как применение искусственного интеллекта и анализа данных в строительстве, демонстрируя конкретный путь использования этих технологий для выявления скрытых закономерностей в эксплуатационной деятельности и поддержки принятия решений.

– *Разработана прогнозно-оптимизационная модель формирования программ капитального ремонта,* сочетающая аппарат динамического программирования и фазово-логистические зависимости. Данная модель развивает научные основы инвестиционно-строительного и экономического планирования в строительстве, предлагая новый инструмент для решения задачи оптимального распределения ограниченных ресурсов в условиях неопределённости и большого числа объектов.

– *Сформулированы научные принципы построения эксплуатационных цифровых информационных моделей (ЭЦИМ) и их интеграции в отраслевой информационный контур.* Это формирует теоретическую основу для развития

цифровых технологий информационного моделирования (BIM) на этапе эксплуатации, расширяя область их применения и способствуя созданию сквозной цифровой среды на протяжении всего жизненного цикла здания.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

В качестве рекомендаций по использованию полученных результатов и выводов отмечается следующее:

Разработанная *методология и комплексный инструментарий* могут быть использованы органами государственной власти субъектов Российской Федерации, региональными операторами капитального ремонта и муниципальными органами управления для научно обоснованного формирования, корректировки и мониторинга долгосрочных региональных программ. Применение прогнозно-оптимизационной модели и алгоритмов машинного обучения позволит перейти от формального планирования к адресному распределению средств фонда с учетом реального технического состояния каждого многоквартирного дома, что повысит прозрачность и эффективность использования бюджетных и внебюджетных ресурсов.

Методика организационно-технологического проектирования, включая систему оценки состояния и алгоритмы анализа данных, рекомендована к внедрению в практическую деятельность *управляющих и эксплуатирующих организаций, а также проектных и подрядных компаний*. Её использование позволит автоматизировать процессы обследования, повысить обоснованность выбора конструктивно-технологических решений, сократить сроки подготовки проектно-сметной документации и минимизировать риски нерационального расходования средств на этапе выполнения работ.

Принципы построения *эксплуатационных цифровых информационных моделей (ЭЦИМ)* и предложенная архитектура их интеграции рекомендуются для использования Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, а также разработчиками отраслевого программного обеспечения при развитии и модернизации государственной информационной системы ЖКХ (ГИС ЖКХ) и других элементов цифровой инфраструктуры строительной отрасли. Это создаст основу для формирования единого информационного пространства данных о состоянии жилищного фонда.

Кроме того, научные результаты и методические разработки могут быть использованы *в образовательной сфере* при подготовке, переподготовке и повышении квалификации инженерно-технических кадров и управленцев в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства и городского управления в вузах и учебных центрах. Материалы диссертации пригодны для включения в курсы по технологии и организации строительства, технической эксплуатации зданий, управлению недвижимостью и цифровым технологиям в строительстве.

8. Замечания:

1. В анализе нормативной базы капитального нет понятия комплексного предупредительного капитального ремонта. Было бы целесообразно привести перечень, сравнительный анализ видов капитального ремонта и указать их различия.

2. Необходимо сформулировать, как обновляется база для реализации организационно-технологического проектирования капитального ремонта на основе комбинированного алгоритма машинного обучения для обеспечения необходимой полноты и достоверности входной информации.

3. Необходимо обозначить разделение планово-предупредительный и ответный ремонт на различных горизонтах планирования.

4. Недостаточно конкретизированы рекомендуемые формы и методы сбора первичных данных на этапе «Учет и обследование». Для массового применения необходима детализация: какие именно типовые дефектные ведомости, акты, методы инструментального контроля.

5. Пояснить смысл и преимущества комбинирования двух методов машинного обучения (SOM + Random Forest).

6. В работе обозначены причины экономического эффекта от внедрения организационно-технологического проектирования и инвестиционно-строительного планирования при реализации региональных программ капитального ремонта жилищного фонда, но не указана его величина.

7. При оценке технического состояния жилищного используется многокритериальная система, а при планировании в рамках динамического программирования только один критерий.

Указанные замечания носят рекомендательный и уточняющий характер, направлены на углубление проработки отдельных аспектов и не снижают высокой научной ценности и общего положительного впечатления от диссертационной работы.

9. Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Поповой Ольги Николаевны на тему «Методология организационно-технологического проектирования комплексного ремонта жилищного фонда на основе методов машинного обучения» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Попова Ольга Николаевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.7. Технология и организация строительства.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Городское строительство и хозяйство», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет», протокол заседания №8 от «24» марта 2026 г. Голосовали: 18 человек. Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – нет чел., «воздержались» – нет чел.

Заведующая кафедрой «Городское
строительство и хозяйство»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»,
доктор технических наук, профессор



Светлана Георгиевна Шеина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»
Юридический адрес: 344003, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
Фактический адрес: 344000, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
Телефон: 8-800-100-19-30, +7(863) 273 85 25
Адрес электронной почты: reception@donstu.ru
Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <https://donstu.ru/>
Учредитель образовательной организации: Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации.

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

Адрес: 344003, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

E-mail: reception@donstu.ru

Телефон: 8-800-100-19-30, +7 (863) 273-85-25

Сведения о лицах, подписавших отзыв

Светлана Георгиевна Шеина, д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Городское строительство и хозяйство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет».

Диссертация на соискание ученой степени д.т.н. по специальности 05.23.08 «Технология и организация строительства» на тему: «Методология стратегического управления техническим состоянием жилищного фонда путем моделирования и оптимизации организационно-технологических решений», защищена в 2008 году.

Адрес: 344019 Ростов-на-Дону, 9 линия дом 59

E-mail: rgsu-gsh@mail.ru

Телефон: +7 (928) 226-58-94

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



С.Г. Шеина