

Повышение эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства с учетом неопределенности и риска

С.Г. Шеина¹, Н.В. Цона²

¹Донской государственный технический университет

²Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь

Аннотация: Статья посвящена исследованию линейных объектов капитального строительства – инженерных сооружений со значительной протяжённостью и малой шириной (на примере водоводов), имеющих самостоятельный статус недвижимости. Обоснована актуальность повышения эффективности их капитального ремонта с учётом неопределённости и рисков. В работе систематизирована классификация искусственно созданных внутренних водных путей, выявлены ключевые факторы эффективности ремонта, проанализированы риски и методы их минимизации. Практическая апробация предложенных решений проведена на примере аварийных участков Евпаторийского водовода.

Ключевые слова: объект капитального строительства, линейный объект, эффективность, капитальный ремонт, неопределённость, риск, классификация линейных объектов, методы преодоления препятствий, календарный график работ по капитальному ремонту, структура затрат по капитальному ремонту.

Линейный объект в области строительства определяется прежде всего своей значительной пространственной протяженностью при относительно малой ширине. С правовой точки зрения линейные объекты капитального строительства признаются самостоятельными объектами недвижимого имущества. Их имущественно-правовой статус характеризуется следующими особенностями:

- делимость и образование новых объектов: Законодательство (часть 3 статьи 141.5 Гражданского кодекса РФ) допускает возможность разделения линейного объекта с образованием новых самостоятельных объектов недвижимости;

- вхождение в имущественный комплекс: Такой объект также может являться составной частью единого недвижимого комплекса (статья 133.1 Гражданского кодекса РФ).

Хотя законодательство не дает исчерпывающего определения и перечня линейных объектов, оно прямо указывает на примеры, относящиеся к этой категории (пункт 10.1 статьи 1 Градостроительного кодекса РФ): линии электропередачи; линии связи (включая линейно-кабельные сооружения); трубопроводы; автомобильные дороги; железнодорожные линии; газопроводы.

Дополнительная конкретизация приведена в Постановлении Правительства РФ от 16.02.2008 № 87, которое включает в перечень линейных объектов капитального строительства также: искусственно созданные внутренние водные пути; трамвайные линии; теплопроводы; коллекторные сети; водоводы и другие аналогичные сооружения.

Важно отметить, что установленный перечень не является закрытым. Это позволяет относить к категории линейных объектов и иные инженерно-технические сооружения, отвечающие ключевому признаку – значительной протяженности при сохранении статуса недвижимости.

Исходя из приведенного перечня линейных объектов строительства, можно утверждать, что они образуют критический каркас экономики и жизнеобеспечения любого государства. Их устойчивое функционирование напрямую влияет на логистику, безопасность, энергетическую стабильность и социальное развитие. Капитальный ремонт (капремонт) данных объектов – это комплекс работ по восстановлению их эксплуатационных характеристик до уровня, соответствующего современным требованиям, что является альтернативой новому строительству. В современных экономических и экологических условиях задача не просто выполнения капремонта, а максимального повышения его эффективности при системном учете неопределенности и рисков приобретает первостепенную научную и практическую актуальность.

Отечественные ученые и инженеры внесли фундаментальный вклад в теорию и практику капитального ремонта, особенно в контексте уникальных требований к инфраструктуре России. Их работа часто фокусировалась на надежности, долговечности и адаптации к экстремальным условиям. В частности, в работах Грабового П.Г. рассмотрены подходы к идентификации и оценке профессиональных и проектных рисков и безопасности в строительстве. Его труды незаменимы при проведении опасных ремонтных работ на действующих объектах [1].

Также следует отметить и зарубежных ученых, внесших вклад в теорию и практику проведения капитальных ремонтов в условиях неопределенности и риска, среди них Мартин Ван ден Бумен, который исследовал факторы, связанные с ухудшением инфраструктуры, структурными отказами и неопределённостью [2]. Морган Блевинс рассматривал риски, присущие проведению ремонтных работ объектов инфраструктуры [3, 4].

Значительный вклад в обоснование научно-прикладных основ проведения капитального ремонта, в том числе линейных объектов водоотведения, внесли И.Н. Гарькин и Н.В. Агафонкина [5, 6]. Организационно-технологические особенности производственных процессов при ремонте, реставрации и реконструкции исследовались отечественными учеными в работах [7, 8].

Ведущие специалисты в России по управлению проектами в строительстве, в том числе реконструкции, исследовали методы сетевого планирования, управления стоимостью и рисками, что напрямую определяет эффективность организации капремонта [9 – 11].

Современные же отечественные исследования фокусируются на цифровизации этой системы (BIM-модели для реконструкции, датчики мониторинга), разработке новых ремонтных материалов и адаптации

международных стандартов Asset Management (ISO 55000) к отечественной практике управления инфраструктурой [12, 13].

Но, несмотря на высокую степень разработанности проблематики повышения капитальных ремонтов строительных объектов, исследованию особенностей повышения капитального ремонта на примере линейных объектов строительства, в частности искусственно созданных внутренних водных путей, на примере водоводов, уделено не достаточно внимания.

Целью настоящей статьи является исследование влияния факторов на повышение эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства с учетом неопределенности и риска. В качестве линейных объектов строительства в исследовании рассматриваются искусственно созданные внутренние водные пути.

В рамках поставленной цели в статье решены такие задачи:

- систематизирована классификация искусственно созданных внутренних водных путей, на примере водоводов;
- выявлены факторы, оказывающие существенное влияние на повышение эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства;
- систематизированы риски линейных объектов и рассмотрены методы их минимизации;
- проведена апробация представленных предложений на примере проекта капитального ремонта аварийных участков Евпаторийского водовода.

Капитальный ремонт искусственно созданных внутренних водных путей представляет собой комплекс технически сложных и ресурсоемких работ. Их цель – восстановление проектных параметров и безопасной эксплуатации объектов, критически важных для водоснабжения. Анализ подходов, применяемых в России и за рубежом, выявляет как общие

тенденции, так и специфические решения, обусловленные географическими, экономическими и управленческими факторами.

В таблице №1 представлен сравнительный анализ основных тенденций капитального ремонта в нашей стране и за рубежом.

Таблица № 1

Сравнительный анализ основных тенденций капитального ремонта

Критерий	Отечественный опыт (тенденции)	Передовой зарубежный опыт (тенденции)
Философия ремонта	Реактивный, ликвидационный (после отказов).	Превентивный, прогнозный, на основе управления жизненным циклом.
Планирование	Часто зависит от ежегодного бюджетного цикла, что затрудняет долгосрочное планирование.	Долгосрочное (на 10-20 лет) программное планирование с четким финансированием.
Финансирование	Преобладание госбюджета, дефицит средств.	Диверсификация: госбюджет + ГЧП + пользовательские сборы (налоги на топливо).
Технологии	Сочетание проверенных методов с осторожным внедрением новинок.	Активное внедрение робототехники, BIM-моделирования, экологических материалов и энергоэффективных решений.
Экологический аспект	Часто рассматривается как обременение или отдельное требование.	Интегральная часть проекта, направленная на улучшение состояния водной экосистемы.
Управление рисками	Часто неформализованное, основанное на опыте.	Системное, с использованием количественных методов оценки рисков для сроков и бюджета.

Для выявления факторов, оказывающих существенное влияние на повышение эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства необходимо рассмотреть их классификацию по

различным признакам. В таблице №2 представлена классификация некоторых видов линейных объектов инженерной инфраструктуры.

Протяжённость является главной характеристикой линейных объектов. Так, объектом исследования является Евпаторийский водовод, который имеет общую длину 21-23 км. Соответственно, протяженность данного объекта является его специфическим фактором. Территориальная распределённость означает, что площадка строительства растянута в пространстве на километры. Это влияет на организацию проведения работ по капитальному ремонту, логистику материалов, контроль качества.

Таблица № 2

Классификация линейных объектов инженерной инфраструктуры

Тип объекта	Назначение	Типичная протяжённость	Характерный диаметр	Доля материалов
Магистральный водовод	Подача воды от источника	10-50 км	500-1200 мм	55-65%
Распределительная сеть	Водоснабжение потребителей	0,5-5 км	100-300 мм	45-55%
Канализационный коллектор	Отведение сточных вод	5-20 км	400-1000 мм	50-60%
Внутриквартальные сети	Подключение зданий	0,1-1 км	50-150 мм	40-50%
Газопровод среднего давления	Распределение газа	1-10 км	200-500 мм	50-60%
Теплосеть	Транспорт теплоносителя	1-15 км	200-800 мм	45-55%

Следующим фактором, являются неоднородные геотехнические условия вдоль трассы. На участке есть как мягкие грунты, такие как суглинки и супеси, так и скальные породы. Взаимодействие с грунтом определяет значительную часть затрат. Земляные работы составляют 15-20% от стоимости капитального ремонта водовода. В скальных грунтах этот на долю таких расходов может приходиться до 25-30%.

В процессе выполнения земляных работ два ключевых фактора влияют на увеличение бюджета: необходимость укрепления откосов траншей при большой глубине (дополнительно 5-10%) и необходимость осушения участка при высоком уровне грунтовых вод (дополнительные расходы 8-15%).

В таблице №3 отражено влияние грунтовых условий на стоимость земляных работ.

Таблица № 3

Влияние грунтовых условий на стоимость земляных работ

Тип грунта	Коэффициент к базовой стоимости	Необходимость крепления	Характерные регионы
Песок, супесь	1,0	Нет	Прибрежные зоны
Суглинок, глина	1,1-1,2	При глубине > 3 м	Равнинные территории
Гравийно-галечные	1,3-1,5	Нет	Предгорья
Скальные выветрелые	1,8-2,2	Нет	Горные районы
Скальные невыветрелые	2,5-3,5	Нет	Горные районы
Обводнённые	1,5-2,0	Шпунтовое	Поймы рек, низины

Пересечение препятствий также является фактором, влияющим на проведение капитального ремонта линейных объектов. Трасса водовода может пересекать реки и ручьи, автомобильные и железные дороги, существующие коммуникации. Каждое пересечение требует индивидуального проектного решения. Методы преодоления препятствий различаются по технологии и стоимости.

В таблице №4 представлена сравнительная характеристика методов преодоления препятствий при проведении капитальных ремонтов линейных объектов. Третья группа - инфраструктурные риски, которые могут

возникать при пересечении существующих подземных коммуникаций, в связи с неполнотой информации.

Таблица № 4

Сравнительная характеристика методов преодоления препятствий

Метод	Диаметр, мм	Длина перехода, м	Коэффициент к открытой прокладке	Область применения
Открытая прокладка	Любой	Любая	1,0	Грунтовые дороги, нет ограничений
Прокол	до 300	до 60	2-3	Автомобильные, небольшие препятствия
Продавливание	400-2000	до 100	4-5	Железные дороги, автомагистрали
ГНБ	до 1200	до 1500	3-7	Реки, автомагистрали, застройка
Микро-тоннелирование	600-3000	до 500	8-12	Плотная застройка, коллекторы

В таблице №5 систематизированы риски линейных объектов строительства. Риски линейных объектов делятся на несколько групп. Первая группа - геологические риски, которые связаны с неопределённостью грунтовых условий и зависят от результатов инженерных изысканий. Вторая группа – природно-климатические риски, зависящие от климатического пояса объекта строительства. В частности, для Крыма характерны засушливые летние месяцы с температурами до +35-40°C, что существенно ограничивает работы в дневной период времени.

Опыт реализации проектов капитального ремонта линейных объектов, в частности водоводов, в Республике Крым показывает характерные особенности региона: износ, достигающий 90% и более, непредвиденные

дефекты сетей - сквозная коррозия, разрушение стыков, просадка грунта. Также природно-климатические условия республики накладывают ограничения.

Таблица № 5

Систематизация рисков для линейных объектов строительства

Группа рисков	Характерные проявления	Вероятность	Влияние на стоимость	Методы снижения
Геологические	Неожиданные грунты, карст, пливуны	Средняя	10-30%	Детальные изыскания, резервы
Природно-климатические	Осадки, заморозки, перепады температуры	Высокая	5-15%	Календарное планирование
Инфраструктурные	Неизвестные коммуникации	Средняя	5-20%	Шурфование, координация
Ценовые	Рост цен на материалы	Высокая	10-25%	Фиксация цен в контракте
Организационные	Нехватка техники, кадров	Средняя	5-10%	Резервирование ресурсов

Сравнение линейного объекта и объекта капитального строительства позволяет выявить характерные особенности, присущие исследуемым объектам (таблица №6).

Рассмотрим на примере проекта капитального ремонта аварийных участков Евпаторийского водовода направления повышения эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства. Евпаторийский водовод обеспечивает водоснабжение города Евпатории и прилегающих территорий. Это магистральный водовод протяжённостью 21-23 км, построенный в 70-е годы прошлого века. Трубопровод выполнен из стальных труб диаметром 500-700 мм, а его износ превышает на многих

участках 90%. Глубина заложения - 1,5-2,5 м в зависимости от рельефа. Расчётный расход - до 600 л/с. Рабочее давление - 0,6-0,8 МПа.

Таблица № 6

Характерные особенности линейного объекта и объекта капитального строительства

Характеристика	Линейный объект	Объект капитального строительства
Конфигурация	Протяжённая трасса (км)	Компактная площадка
Геотехнические условия	Неоднородные по трассе	Относительно однородные
Организация работ	Поточно по участкам	Параллельно на площадке
Логистика	Распределённая вдоль трассы	Централизованная на площадке
Основные работы	Земляные, монтаж трубопроводов	Строительные, монтажные
Доля земляных работ	15-25%	5-10%
Влияние местных условий	Различается по участкам	Единые для площадки
Характерные риски	Геологические, пересечения	Технические, организационные
Контроль стоимости	По участкам/пикетам	По объектам/этажам
Измерение прогресса	Погонные метры	Проценты готовности
Структура затрат	Преобладают материалы	Сбалансированная

Для выявления факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на эффективность проведения капитального ремонта проведена декомпозиция участка исходя из условий ремонтно-строительных работ (таблица №7).

Исходя из данных таблицы №7, наблюдается неравномерное распределение стоимости по длине трассы, что зависит от условий проведения капитального ремонта, применимых технологий. Так, например, высокая стоимость ремонта подучастка 2 связана с применением технологии горизонтально-направленного бурения.

Таблица № 7

Декомпозиция участка ПК 70 – ПК 80+50

Подучасток	Пикетаж	Длина, м	Характеристика условий	Удельная стоимость, тыс. руб./м	Резерв, %
Подучасток 1	ПК 70 – ПК 72	200	Открытая прокладка, суглинки	28,5	3
Подучасток 2	ПК 72 – ПК 74	200	Переход под автодорогой	62,0	12
Подучасток 3	ПК 74 – ПК 77	300	Открытая прокладка, супеси	26,8	3
Подучасток 4	ПК 77 – ПК 79	200	Высокий уровень грунтовых вод	38,2	8
Подучасток 5	ПК 79 – ПК 80+50	150	Открытая прокладка, суглинки	28,5	3
Итого	ПК 70 – ПК 80+50	1050	–	31,7 (средняя)	5 (средний)

В таблице №8 представлен перечень работ с распределением затрат по этапам.

Таблица № 8

Перечень работ по капитальному ремонту линейного объекта

Этап	Содержание работ	Доля в стоимости, %	Доля в трудоёмкости, %	Продолжительность, дни
Подготовительный	Разбивка, расчистка, мобилизация	3-5	5-7	7-10
Земляные работы	Разработка траншеи, подготовка основания	16-18	20-25	20-25
Демонтаж	Резка, извлечение старых труб	3-5	8-10	10-12

Сварка труб	Сварка плетей на бровке траншеи	8-10	15-18	15-18
Укладка	Укладка плетей, монтаж арматуры	45-50	20-25	20-25
Обратная засыпка	Засыпка траншеи, уплотнение	5-7	10-12	8-10
Испытания	Прочность, герметичность, промывка	3-5	8-10	5-7
Благоустройство	Восстановление покрытий, озеленение	4-5	5-8	7-10

Общая продолжительность работ составляет 6 месяцев. Стоимость контракта составляет 33 279 000 рублей. Средняя цена за погонный метр составляет 31700 рублей. Рассчитанное значение соответствует рыночным условиям для таких объектов диаметром 1000 мм из полиэтиленовых труб.

На рис. 1 представлена структура затрат проекта капитального ремонта Евпаторийского водовода.

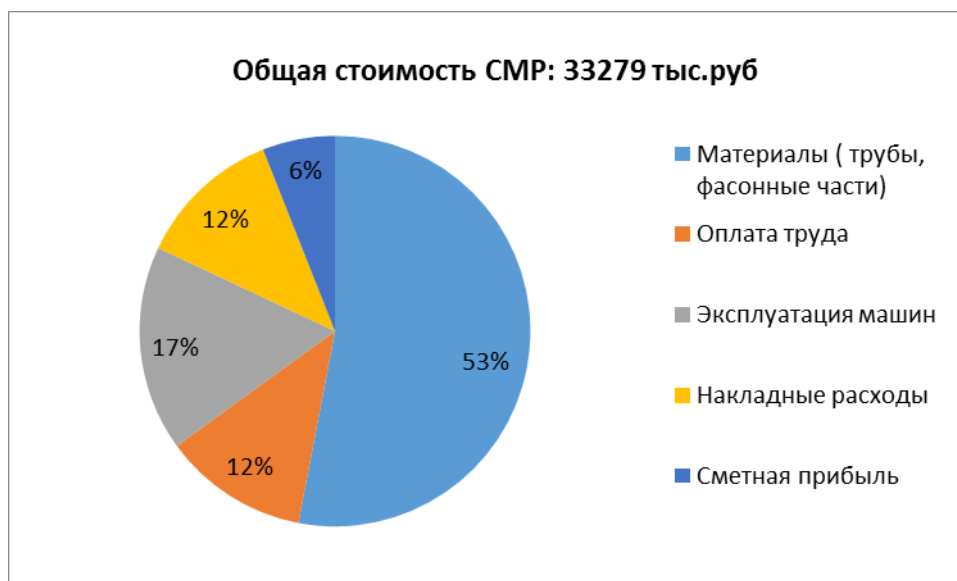


Рис.1. – Структура затрат на проведение капитального ремонта Евпаторийского водовода

Основная доля –материальные расходы, в частности, полиэтиленовые трубы ПЭ100 SDR17 и арматура формируют 53% от стоимости СМР, эксплуатация машин составляет 17%, фонд оплаты труда - 12%, на долю накладных расходов приходится 12%, сметная прибыль составляет 6%.

На рис. 2 представлен календарный график работ по капитальному ремонту Евпаторийского водовода.

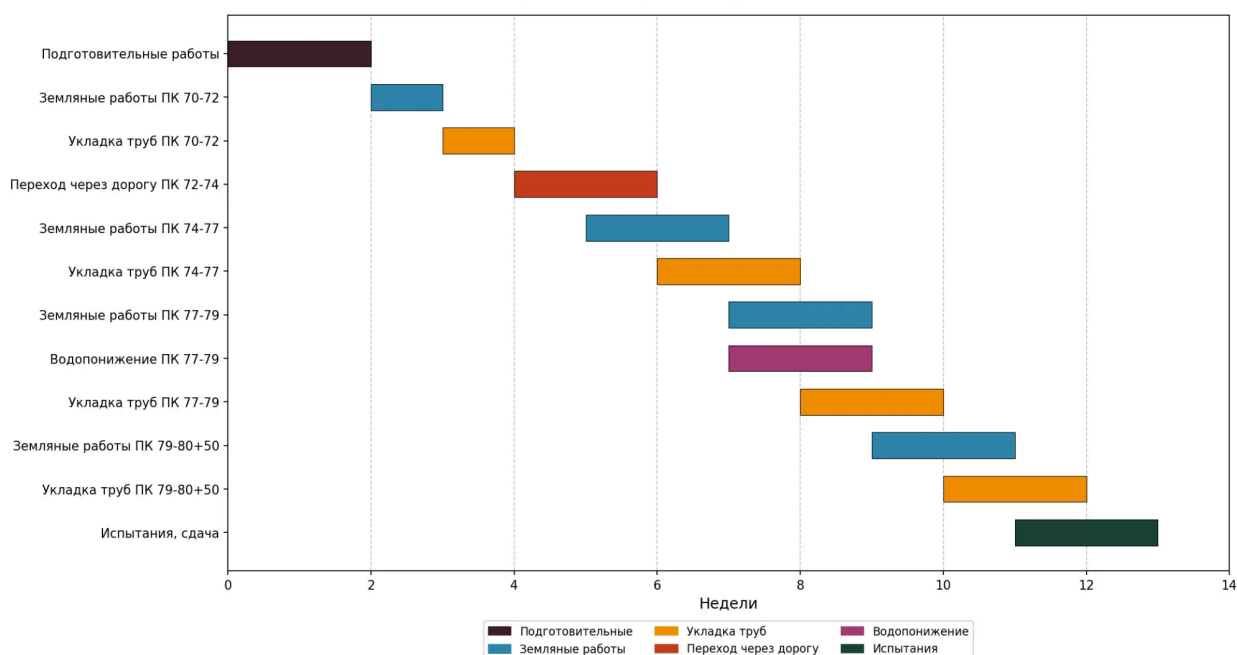


Рис. 2. – Календарный график работ по капитальному ремонту Евпаторийского водовода

В таблице № 9 представлена детальная структура проекта капитального ремонта Евпаторийского водовода.

Таблица № 9

Структура затрат проекта капитального ремонта Евпаторийского водовода

Статья затрат	Доля, %	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Трубы полиэтиленовые ПЭ100 SDR17 DN500	42-45	14 000-15 000	1050 м × 13-14 тыс. руб./м
Арматура запорная (задвижки, вентили)	6-8	2 000-2 700	5 комплектов
Колодцы сборные ЖБ	5-6	1 700-2 000	5 колодцев
Песок, щебень	2-3	600-1 000	Основание, засыпка
Оплата труда рабочих	10-12	3 300-4 000	С начислениями

Эксплуатация машин	8-10	2 700-3 300	Экскаватор, кран, сварка
Накладные расходы	6-8	2 000-2 700	Административные
Сметная прибыль	5-6	1 700-2 000	–
Прочие работы	4-5	1 300-1 700	Испытания, благоустройство
Итого	100	33 279	–

Наибольший удельный вес в стоимости капитального ремонта составляют материальные расходы - около 55-58%. Главная статья затрат приходится на полиэтиленовые трубы, что характерно для линейных объектов такого рода. Таким образом, высокая материалоемкость является одним из ключевых факторов, влияющим на качество проведения капитального ремонта. Кроме того, к основным факторам следует отнести логистику, климатические условия, степень изношенности (таблица №10).

Таблица № 10

Факторы, влияющие на эффективность проведения капитального
ремонта линейных объектов

Фактор	Влияние на стоимость	Направление	Методы учёта
Материальные затраты	Снижение стоимости монтажа на 10-15%	Положительное	Выбор при проектировании
Логистические расходы	Увеличение стоимости материалов на 8-12%	Отрицательное	Калькуляция в смете
Степень изношенности	Риск дополнительных работ 5-10%	Отрицательное	Резерв 5%
Сезонные ограничения	Удлинение сроков, рост накладных расходов	Отрицательное	Календарное планирование
Уровень грунтовых вод	Водопонижение +35% к земляным	Отрицательное	Поучастковое планирование

В таблице №11 представлен график финансирования проекта.

Реестр рисков проекта капитального ремонта линейного объекта представлен в таблице №12.

Опыт реализации данного проекта демонстрирует основные факторы, оказывающие влияние на повышение эффективности проведения капитального ремонта линейных объектов строительства с учетом неопределенности и риска.

Таблица № 11

График финансирования проекта капитального ремонта линейного объекта

Месяц	Вид платежа	Сумма, тыс. руб.	Нарастающим итогом, тыс. руб.	Доля, %
Октябрь	Аванс	3 328	3 328	10,0
Ноябрь	Промежуточный	6 656	9 984	30,0
Декабрь	Промежуточный	9 984	19 968	60,0
Январь	Промежуточный	6 656	26 624	80,0
Февраль	Окончательный	6 655	33 279	100,0

Таблица № 12

Реестр рисков проекта капитального ремонта Евпаторийского водовода

Риск	Вероятность	Влияние	Стратегия управления	Резерв, тыс. руб.
Неожиданные грунты	Средняя	Среднее	Детальные изыскания, резерв	300
Повреждение коммуникаций	Низкая	Высокое	Шурфование, согласование	200
Рост цен на материалы	Средняя	Высокое	Фиксация цен в контракте	—
Аварии на существующей сети	Средняя	Среднее	Координация с эксплуатацией	200
Погодные условия	Средняя	Низкое	Календарное планирование	150
Нехватка рабочей силы	Низкая	Среднее	Резерв бригад	150

Базовый фактор, создающий рамки для всего процесса – методологический и нормативно-правовой фактор, включающий в себя

нормативно-правовую базу, качество проектно-сметной документации, выбор стратегии капитального ремонта.

Технологический и инновационный фактор заключается в применении современных ремонтных материалов и технологий.

Организационно-управленческий фактор включает в себя управление рисками, логистику и координацию поставок материалов, размещения рабочих бригад и техники,

Также необходимо выделить природно-климатические условия, в которых проводятся работы по капитальному ремонту.

Выводы

Повышение эффективности капитального ремонта линейных объектов в условиях нарастающей неопределенности – это не просто технико-экономическая задача, а комплексная междисциплинарная проблема, лежащая на стыке строительной инженерии, экономики, теории управления и информационных технологий. Ее актуальность определяется жесткой необходимостью сохранения и модернизации критической инфраструктуры при ограниченных ресурсах и в турбулентной среде.

Дальнейшие исследования и практические разработки должны быть сфокусированы на создании целостных риск-адаптивных систем управления капремонтом, основанных на глубокой аналитике данных, цифровом моделировании и гибких управленческих практиках. Это позволит трансформировать капитальный ремонт из затратной и часто непредсказуемой процедуры в прогнозируемый, управляемый и экономически обоснованный процесс, обеспечивающий долгосрочную устойчивость инфраструктурного комплекса государства.

Литература

1. Гребенщиков В.С., Грабовый П.Г., Беляков С.И. Риски в инвестиционно-строительной сфере. Москва: НИМГСУ, 2017. 159 с.

2. Van den Boomen, Martine & Spaan, Matthijs & Shang, Yue & Wolfert, A. Infrastructure maintenance and replacement optimization under multiple uncertainties and managerial flexibility // Construction Management and Economics. 2020. Vol. 38. pp. 1-17. doi: 10.1080/01446193.2019.1674450.
 3. Blevins M. The Potential Dangers of Pipe Repair Cities Should Know // Svimedia. 2024. URL: svinews.com/2024/featured/87147/the-potential-dangers-of-pipe-repair-cities-should-know.
 4. Dubrovsky M., Blevins M., Boriskina S., Vermeulen D. High contrast cleavage detection. Optics Letters. 2021. Vol. 46. pp. 2593-2596. doi.org/10.1364/OL.424858.
 5. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В., Сазонова М.А. Техническая экспертиза: обоснование капитального ремонта линейных объектов водоотведения // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2024. № 4(53). С. 120-126.
 6. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В. Некоторые аспекты обследования строительных конструкций здания во время капитального ремонта // Моделирование и механика конструкций. 2022. № 16. С. 103-108.
 7. Шеина С.Г., Сабитов Л.С., Батаев Д.К-С., Батаева П.Д., Батаева Я.Д. Системное моделирование организационно-технологической надежности ремонта, реставрации и реконструкции объектов культурного наследия // Инженерный вестник Дона, 2025, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2025/9902.
 8. Шеина С.Г., Сабитов Л.С., Батаев Д.К-С., Батаева П.Д., Батаева Я.Д. Моделирование технологических и производственных процессов при ремонте, реставрации и реконструкции объектов культурного наследия // Инженерный вестник Дона, 2025, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9908.
-

9. Бадалова А.Г., Васильева Е.Ю., Олейник А.В. Управление эффективностью проекта создания инновационной промышленной продукции // Экономика, предпринимательство и право. 2024. № 6(Т.14). С. 2785- 2799.

10. Слепак Б. Э. Методы оценки эффективности инвестиций в недвижимость // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2016. № 1 (Т.2). С. 78-83.

11. Шеина С.Г., Мищенко В.Я., Сергеев Ю.Д., Мясищев Р.Ю., Сергеева А.Ю. Организационно - технологические решения установления взаимосвязей между параметрами строительного потока при разбивке общего фронта работ // Инженерный вестник Дона, 2025, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2025/10054.

12. Хромова Н.А., Крюков И.Э., Пугачев В.М. Стандарты ISO серии 55000 кодифицируют знания в области управления активами // Мир стандартов. 2014. № 2 (83). С. 42–47.

13. Антоненко И.Н. Стандарты ISO серии 55000: 10-летний опыт практического применения // Методы менеджмента качества. 2024. № 8. С. 48-51.

References

1. Grebenshnikov V.S., Grabovy`j P.G., Belyakov S.I. Riski v investicionno-stroitel`noj sfere [Investment and construction risks]. Moskva: NIMGSU, 2017. 159 p.

2. Van den Boomen, Martine & Spaan, Matthijs & Shang, Yue & Wolfert, A. Construction Management and Economics. 2020. Vol. 38. pp. 1-17. doi: 10.1080/01446193.2019.1674450.

3. Blevins M. The Potential Dangers of Pipe Repair Cities Should Know. Svimedia. 2024. URL: svinews.com/2024/featured/87147/the-potential-dangers-of-pipe-repair-cities-should-know.



4. Dubrovsky M., Blevins M., Boriskina S., Vermeulen D. Optics Letters. 2021. Vol. 46. pp. 2593-2596. doi.org/10.1364/OL.424858.
5. Gar`kin I.N., Agafonkina N.V., Sazonova M.A. Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovacii. 2024. № 4(53). pp. 120-126.
6. Gar`kin I.N., Agafonkina N.V. Modelirovanie i mexanika konstrukcij. 2022. № 16. pp. 103-108.
7. Sheina S.G., Sabitov L.S., Bataev D.K-S., Bataeva P.D., Bataeva Ya.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2025/9902.
8. Sheina S.G., Sabitov L.S., Bataev D.K-S., Bataeva P.D., Bataeva Ya.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9908.
9. Badalova A.G., Vasil`eva E.Yu, Olejnik A.V. E`konomika, predprinimatel`stvo i pravo. 2024. № 6(T.14). pp. 2785- 2799.
10. Slepak B. E`. Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishheva. 2016. № 1 (T.2). pp. 78-83.
11. Sheina S.G., Mishhenko V.Ya., Sergeev Yu.D., Myasishhev R.Yu., Sergeeva A.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2025/10054.
12. Xromova N.A., Kryukov I.E`, Pugachev V.M. Mir standartov. 2014. № 2 (83). pp. 42–47.
13. Antonenko I.N. Metody` menedzhmenta kachestva. 2024. № 8. pp. 48-51.

Дата поступления: 12.01.2026

Дата публикации: 3.03.2026