

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ВКР МАГИСТРА  
ПРОВЕРЕНА

Рецензент

В.З. Газеев

2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

2020 г.

Совершенствование метода оценки эксплуатационных  
характеристик систем водоснабжения жилых зданий и его  
применение для обоснования ремонтных работ и  
реконструкции

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА  
ЮУрГУ–08.04.01.2020.305-04.165 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР  
С.Е. Денисов

2020 г.

Автор ВКР  
магистр группы АС-227  
Е.О. Сас

2020 г.

Нормоконтролер  
Е.В. Николаенко

2020 г.

Челябинск  
2020

## РЕФЕРАТ

Сас Е.О. Совершенствование метода оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий и его применение для обоснования ремонтных работ и реконструкции – Челябинск: ЮУрГУ, АС-227, 2020. – 71 с., – 27 ил., – 10 табл., библиогр. список – 30 наим.

Водоснабжение, жилые здания, эксплуатационные характеристики, методика расчета, капитальные вложения.

Объектом исследования является жилые здания, расположенные в Металлургическом районе г. Челябинска.

Цель работы – усовершенствовать методику оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий и применить ее для обоснования ремонтных работ и реконструкции систем водоснабжения.

В первом разделе описано технико-экономическое состояние системы водоснабжения г. Челябинск, представлена структура зон эксплуатационной ответственности предприятий, осуществляющих производство и транспортировку питьевой воды.

Во втором разделе предложена новая методика расчета эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий, на основе методики дана классификация систем водоснабжения жилых зданий по степени их износа.

В третьем разделе представлены основные мероприятия по строительству, реконструкции и модернизации систем водоснабжения жилых зданий на основе предложенной методики расчета.

В четвертом разделе произведена оценка величины необходимых капитальных вложений, необходимых для выполнения мероприятий, предложенных в третьем разделе, представлены источники инвестиций, обеспечивающих финансовые потребности строительства и реконструкции систем водоснабжения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА.....	10
1.1 Описание системы водоснабжения города Челябинска и деление территории города Челябинска на эксплуатационные зоны .....	10
1.2 Структура зон эксплуатационной ответственности предприятий, осуществляющих производство и транспортировку питьевой воды .....	12
2 ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ .....	16
2.1 Общие положения эксплуатации систем водоснабжения в г. Челябинск .....	16
2.2 Методика оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий .....	18
2.3 Применение методики оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий для г. Челябинск .....	19
2.4 Классификация системы водоснабжения по степени износа.....	25
Вывод по разделу «ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ» .....	32
3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ .....	33
4 ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЮ И МОДЕРНИЗАЦИЮ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ .....	39
4.1. Оценка величины необходимых капитальных вложений в строительство и реконструкцию объектов централизованных систем водоснабжения с разбивкой по годам с указанием источников финансирования .....	39
4.2 Определение экономической эффективности капитальных вложений в строительстве.....	56
4.3 Предложения по источникам инвестиций, обеспечивающих финансовые потребности строительства и реконструкции систем водоснабжения.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Город Челябинск активно застраивается новыми жилыми зданиями как на окраинах города, так и в центральных его частях. Производится капитальный ремонт уже существующих жилых зданий. Эксплуатируемые здания подвергаются различным внешним (главным образом природным) и внутренним (технологическим и функциональным) воздействиям. Конструкции изнашиваются, стареют, разрушаются, вследствие чего эксплуатационные качества зданий ухудшаются и с течением времени они перестают отвечать своему назначению.

Однако преждевременный износ недопустим, ибо нарушает условия деятельности и быта людей, использующих эти здания. Кроме того, здания представляют собой большую материальную ценность, которую необходимо всемерно беречь. Чтобы здания можно было эффективно использовать, они всегда должны быть в исправном состоянии. Стены, покрытия и прочие конструктивные элементы совместно с системами отопления, вентиляции и другими системами жизнеобеспечения должны поддерживать в помещениях соответствующий температурно-влажностный режим, а системы водоснабжения и канализации, освещения и кондиционирования обеспечивать требуемую комфортность. Процессы, связанные с поддержанием зданий и сооружений в исправном состоянии, называются технической эксплуатацией.

Техническая эксплуатация зданий и сооружений представляет собой непрерывный динамичный процесс, реализацию комплекса организационных и технических мер по надзору, уходу и всем видам ремонта для поддержания их в исправном к использованию состоянии в течение заданного срока службы. Водоснабжение представляет собой систему сложных сооружений для забора воды из природных источников, очистки ее, хранения необходимых запасов и подачи потребителю воды соответствующего качества.

Объектом научно-исследовательской работы является жилые здания, расположенные в Металлургическом районе г. Челябинска.

Цель научно-исследовательской работы: усовершенствовать методику оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий и применить ее для обоснования ремонтных работ и реконструкции систем водоснабжения.

Для достижения поставленной цели в работе были выдвинуты следующие задачи:

1. Дать оценку эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий в процессе их эксплуатации с применением новой методики оценки;

2. Предложить классификацию систем водоснабжения жилых зданий в соответствии со степенью их износа;
3. Представить мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий в соответствии с предложенной классификацией.

Научная новизна работы заключается в проведении оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий в процессе их эксплуатации с применением новой методики оценки и предложении мероприятий для систем водоснабжения жилых зданий в Metallургическом районе г. Челябинска с целью повышения эксплуатационных характеристик зданий.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенной к внедрению методики оценки эксплуатационных характеристик водопроводных сетей жилых зданий для г. Челябинска.

# 1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА

## 1.1 Описание системы водоснабжения города Челябинска и деление территории города Челябинска на эксплуатационные зоны

Функциональная структура централизованного водоснабжения г. Челябинска представляет собой разделённое между юридическими лицами производство воды и транспорт до потребителя. Водоснабжение потребителей осуществляется ресурсоснабжающими организациями, основной из которых является Муниципальное унитарное предприятие «Производственное объединение водоснабжения и водоотведения».

В сфере централизованного холодного водоснабжения на территории г. Челябинска регулируемые виды деятельности осуществляет 11 организаций. В таблице 1.1 представлен перечень данных организаций с указанием осуществляемых видов деятельности.

Таблица 1.1 – Перечень организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере холодного водоснабжения на территории г. Челябинска

№ п/п	Наименование организации	Вид регулируемой деятельности, осуществляемый в сфере централизованного ХВС		
		Подъём воды	Транспортировка / реализация ХВ питьевого качества	Транспортировка / реализация ХВ технического качества
1	Муниципальное унитарное предприятие «Производственное объединение водоснабжения и водоотведения» (далее МУП «ПОВВ»)	+	+/+	–
2	ОАО «Челябинское авиапредприятие»	–	+/+	–
3	ПАО «Челябинский металлургический комбинат» (далее ПАО «ЧМК»)	+	+/+	–
4	ООО «Водопроводная компания»	–	+/-	–
5	ООО "СИТИ-ПАРК Энерго"	–	+/-	–
6	Индустриальный парк «СТАНКОМАШ»	–	+/+	+/+
7	ФБГУ «Центральное жилищно-коммунальное управление» Министерства обороны Российской Федерации (далее ФБГУ «ЦЖКУ» МО РФ)	–	+/+	–
8	АО «НПО «Электромашина»	–	+/+	–
9	ООО «ЮжУралВодоканал»	–	+/+	–
10	ООО «Водоканал–Транзит»	–	+/-	–
11	Южно-Уральская дирекция по тепловодоснабжению – структурное подразделение Центральной дирекции по тепловодоснабжению – филиала ОАО «РЖД» (далее ОАО «РЖД»)	–	+/-	–

Централизованное водоснабжение холодной водой питьевого качества большей части территории г. Челябинска (более 90% застроенной территории) обеспечивает МУП «ПОВВ».

В настоящее время на рассматриваемой территории города Челябинска можно выделить три самостоятельные системы централизованного водоснабжения:

1. система централизованного водоснабжения города Челябинска, находящаяся в ведении МУП «ПОВВ»:
  - источником водоснабжения являются поверхностные воды Шершневского водохранилища. Структура водоснабжения города Челябинска включает в себя:
    - водозаборные сооружения с насосными станциями I подъёма;
    - очистные сооружения водопровода;
    - насосные станции II подъёма;
    - резервуары чистой воды;
    - насосные станции III, IV подъёмов;
    - магистральные и распределительные сети водоснабжения.
2. система централизованного водоснабжения пос. Смолино: источником водоснабжения являются подземные воды, забор воды осуществляется посредством 2 скважин. Структура водоснабжения п. Смолино включает в себя:
  - скважинный водозабор с насосной станцией I подъёма;
  - резервуар чистой воды;
  - насосная станция II подъёма;
  - распределительные сети водоснабжения.
3. система централизованного водоснабжения пос. Аэропорт: источником водоснабжения являются подземные воды, забор воды осуществляется посредством скважинного водозаборного узла. Структура водоснабжения пос. Аэропорт включает в себя:
  - скважинный водозабор с насосной станцией I подъёма;
  - узел обеззараживания воды и резервуары чистой воды;
  - насосная станция II подъёма;
  - распределительные сети водоснабжения.

Система централизованного питьевого холодного водоснабжения г. Челябинска классифицируется следующим образом:

- по назначению система является комбинированной: обеспечиваются хозяйственнопитьевые нужды жилых и общественных зданий, производственные и хозяйственнопитьевые нужды предприятий, нужды пожаротушения и полива;

- по способу подачи воды система является механизированной: забор исходной с последующей подачей очищенной и обеззараженной воды осуществляется посредством насосных станций;
- по характеру используемых природных источников система характеризуется как:
  - получающая воду из поверхностных источников: забор исходной воды осуществляется из Шершневого водохранилища (96%);
  - получающая воду из подземных источников – артезианские скважины (4%);
- по способу использования воды система является смешанной: подаваемая потребителям вода используется как однократно, так и повторно (на части промышленных предприятий);
- по степени обеспеченности подачи воды система относится к I категории: посредством объединённого водопровода обеспечиваются хозяйственно-питьевые и производственные нужды населённого пункта, численность которого составляет более 50 тыс. человек.

## 1.2 Структура зон эксплуатационной ответственности предприятий, осуществляющих производство и транспортировку питьевой воды

«Зона действия предприятия» (эксплуатационная зона) - территория, включающая в себя зоны расположения объектов систем водоснабжения и (или) водоотведения организации, осуществляющей водоснабжение и (или) водоотведение, а также зоны расположения объектов ее абонентов (потребителей).

Эксплуатационные зоны организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере ЦВС на территории г. Челябинск, представлены в таблице 1.2.



Таблица 1.2 – Эксплуатационные зоны организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере ЦВС на территории г. Челябинск

№ п.п.	Наименование организации	Зона эксплуатационной ответственности в сфере ЦВС	Границы зон эксплуатационной ответственности
1	МУП «ПОВВ»	Все объекты ЦСВО за исключением принадлежащих организациям, перечисленным ниже.	Эксплуатационная зона ограничена конечными потребителями и границами эксплуатационной ответственности прочих ресурсоснабжающих организаций
2	МУП «ПОВВ»	Все объекты ЦСВО в пос. Смолино (эксплуатацию сетей водоснабжения осуществляет ООО «Компания ВОДМЕТ»)	Эксплуатационная зона ограничена границами пос. Смолино
3	ОАО «Челябинское Авиапредприятие»	пос. Аэропорт (эксплуатацию сетей водоснабжения осуществляет ООО «Компания ВОДМЕТ»)	Эксплуатационная зона по границе эксплуатационной ответственности с ПАО «ЧМК»
4.	ООО «Водопроводная компания»	Охватывает водоводы в Советском районе пос. Новосинеглазово	Эксплуатационная зона по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
5.	ООО «ЮжУралВодоканал»	Центральный р-он микрорайон «Тополиная аллея»	Эксплуатационная зона ограничена границами микрорайона «Тополиная аллея» и по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
6.	ООО «Водоканал–Транзит»	Центральный р-он микрорайон «Западный луч»	Эксплуатационная зона ограничена границами микрорайона «Западный луч» и по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
7.	ФБГУ «ЦРЖКУ» МО РФ	Курчатовский р-он, ЧВАКУШ, территории Министерства Обороны	Эксплуатационная зона ограничена границами территорий МО РФ и по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
8.	ПАО «ЧМК»	Территория ЧМК	Эксплуатационная зона ограничена территорией завода и по границам эксплуатационной ответственности с ОАО «Челябинское Авиапредприятие»
9.	ООО "СИТИ-ПАРК Энерго"	Тракторозаводский р-он, в районе ул. Артиллерийская, 136	Эксплуатационная зона по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
10.	Индустриальный парк «СТАНКОМАШ»	территория Индустриального парка «СТАНКОМАШ»	Эксплуатационная зона ограничена территорией Индустриального парка и по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»
11.	ОАО «РЖД»	территории ОАО «РЖД»	Эксплуатационная зона по границе эксплуатационной ответственности с МУП «ПОВВ»

### 1.3 Описание централизованной системы горячего водоснабжения с использованием закрытых систем горячего водоснабжения

В закрытых системах воду из тепловых сетей используют только в качестве теплоносителя в теплообменниках для подогрева холодной водопроводной воды, поступающей в местную систему горячего водоснабжения. Подача воды на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения осуществляется через водо-водяные (изредка пароводяные) теплообменники.

Системы ГВС подразделяют на централизованные и местные (децентрализованные). В централизованных закрытых системах одна водонагревательная установка в котельной, ЦТП, либо групповой бойлерной обслуживает горячей водой в пределах технологической зоны источника теплоснабжения.

Сети ГВС преимущественно запроектированы с циркуляционными трубопроводами для обеспечения потребителей горячей водой, так как без них при отсутствии водоразбора вода в подающих линиях быстро выстывает, и потребитель вынужден сливать её, теряя при этом воду и теплоту. Циркуляционные трубопроводы и циркуляционные насосы создают непрерывное движение воды - циркуляцию по замкнутому контуру: теплообменник - подающий трубопровод - водоразборный кран - циркуляционный трубопровод - теплообменник, поддерживая температуру горячей воды у водоразборного крана на нормативном уровне 60°C. Кроме того, в системах ГВС установлены полотенцесушители, необходимые для сушки белья и обогрева ванных комнат, которые в отсутствие циркуляции работать не могут.

Регулирование расхода отпуска горячей воды осуществляется количественно, в зависимости от объёма потребления горячей воды потребителями.

Нецентрализованной системой горячего водоснабжения пользуются жители индивидуального жилого фонда. Приготовление горячей воды происходит в частном порядке – путём установки электрических или газовых водонагревателей. Так же в нецентрализованную систему ГВС входят районы многоквартирного жилого фонда и предприятия, где горячая вода приготавливается в ИТП.

В городе Челябинске отсутствуют организации, осуществляющие горячее водоснабжение в соответствии с Федеральным законом от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», тариф на горячее водоснабжение не утверждён, крупные централизованные системы ГВС отсутствуют.

В тоже время существуют локальные системы приготовления ГВС - групповые бойлерные в отдельно стоящих зданиях и внутри зданий (97 шт.), обеспечивающие горячим водоснабжением несколько объектов. В соответствии с действующим жилищным законодательством отнести данные объекты к общему имуществу собственников многоквартирного дома невозможно, групповые бойлерные являются бесхозными.

Исходной водой для горячего водоснабжения в групповых бойлерных является питьевая вода из централизованных систем холодного водоснабжения. Подогрев холодной исходной воды на нужды ГВС в закрытом контуре обеспечивают водо-водяные скоростные теплообменники, как кожухотрубного, так и пластинчатого типа. Подачу горячей воды потребителям обеспечивают сетевые насосы ГВС. Система коммерческого учёта горячего водоснабжения отсутствует.

В связи с отсутствием в городе Челябинске организаций, осуществляющих горячее водоснабжение, моральным и физическим износом бойлерных рекомендуется выполнить мероприятия по выводу из эксплуатации групповых бойлерных с установкой индивидуальных тепловых пунктов в каждом здании.

## 2 ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

### 2.1 Общие положения эксплуатации систем водоснабжения в г. Челябинск

Общая протяженность водопроводных сетей в г. Челябинск составляет 6980 км из них в аварийном состоянии находятся 3030 км, и потери воды сегодня достигают до 50 %. При эксплуатации городских водопроводов значительная часть трудовых затрат приходится на устранение повреждений трубопроводов. Кроме того, при ликвидации повреждений отключаются большие участки, что неблагоприятно сказывается на обеспечении потребителей водой. Аварийные ситуации приводят к потерям воды, а, следовательно, и к возникновению дефицита воды в целом по городу. Поэтому снижение количества повреждений трубопроводов является одним из основных резервов экономии эксплуатационных затрат на городских водопроводах. С этой целью проводится анализ аварийности трубопроводов, на основании которого и разрабатываются мероприятия по снижению аварийности на сети.

Контроль, поддержание и восстановление работоспособного состояния систем водоснабжения является наиболее важной задачей технической эксплуатации для обеспечения требуемого уровня надёжности, при заданной долговечности и технико-экономических показателях.

Повышение надёжности систем водоснабжения и водоотведения, их функционирования способствует росту производительности общественного труда, экономии материальных и энергетических ресурсов, эффективному использованию общественных фондов и дальнейшему повышению жизненного уровня человека, т.е. успешному решению всех основных задач промышленного и народнохозяйственного развития.

Анализ ряда методик оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий показал, что при их разработке имеются два подхода:

- Первый:

Разработчики методик делают кропотливый анализ состояния систем водоснабжения жилых зданий, выявляют проблемы и предлагают комплекс мероприятий по их решению с финансовыми затратами на их реализацию. При всей привлекательности такого подхода, в реальной жизни он оказывается неприемлемым, поскольку возникающие «ножницы» между потребностями и возможностями оказываются слишком велики;

- Второй:  
Разработчики методики изучают все возможные источники финансирования, определяют возможный объем финансов и под них составляют перечень мероприятий исходя из финансовых возможностей. Тупиковый путь этого подхода очевиден - накопление проблем будет продолжаться.

Поэтому, до сих пор актуальным является предоставление методики оценки, включающей в себя комплексную оценку двух этих подходов.

Одной из главных задач, необходимость решения которой возникает при разработке методик оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий, является организация информационной системы, обеспечивающей полноту и объективность информации о состоянии системы водоснабжения, на основе которой будет разрабатываться комплекс мероприятий, реализация которых позволит добиться повышения эксплуатационные характеристики системы водоснабжения.

Сопоставление информации в системе, а именно матрицы проблем и выдвинутых мероприятий, позволяет отсеять некоторые мероприятия или добавить те, которые будут закрывать проблемную матрицу. Именно гармонизация данного объема информации позволит избежать дублирования мероприятий сходного целеполагания и более рационально использовать материальные ресурсы области.

Следующий этап определения приоритетности - ранжирование участков улиц по состоянию сетей водоснабжения. Факторами, на основе которых производится это ранжирование, являются степень износа оборудования и сооружений.

Полученные данные позволяют определить приоритетность выполнения мероприятий в населенных пунктах и по Челябинской области в целом.

Организация различных форм оценки приоритетности мероприятий и управленческих решений следует рассматривать в числе важнейших задач организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере ЦВС.

Дефицит финансовых ресурсов ещё более увеличивает сложность решения отраслевых и межотраслевых управленческих задач. Возрастает и цена ошибок, возникающих в силу недостаточной обоснованности мероприятий и управленческих решений.

Все это повышает как актуальность оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий и приоритетности мероприятий и управленческих решений на основе этой оценки, так и ответственность за принятие этих решений.

## 2.2 Методика оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий

Надежность - это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных значений установленных эксплуатационных показателей. Надежность определяется качеством проектирования, строительства и эксплуатации.

Одним из главных свойств надежности, которое, к сожалению, недостаточно рассматривается для систем водоснабжения и водоотведения, является ремонтпригодность.

Ремонтпригодность - это свойство надежности, которое заключается в приспособленности технической системы к проведению различных работ по его техническому обслуживанию и ремонту для обеспечения, сохранения или поддержания рабочих параметров в пределах установленных допусков, в течение требуемого интервала времени эксплуатации.

Ремонтпригодность в теории надежности характеризуется: средним временем восстановления, вероятностью восстановления работоспособности в течение определённого интервала времени, коэффициентом готовности, коэффициентом технического использования.

Среднее время восстановления  $T_B$  - это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа и определяется по формуле:

$$T_B = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{B,i} \quad (2.1)$$

где  $t_{B,i}$  - время устранения  $i$  - го отказа;

$m$  - количество отказов, наблюдаемых в процессе испытаний или эксплуатации.

Вероятность восстановления - это вероятность того, что время восстановления объекта будет меньше времени, т.е. не превысит заданного:

$$P_B(t) = B_{ep}[t_B \leq t] \quad (2.2)$$

Вероятность восстановления конструкций сетей и сооружений систем ВК в заданное время вычисляется по формуле:

$$P_B(t) = \int_0^t f_B(t) dt \quad (2.3)$$

Коэффициент готовности (КГ) представляет собой вероятность того, что изделие будет работоспособно в произвольно выбранный момент времени, кроме периодов времени выполнения планового технического обслуживания.

В стационарном режиме эксплуатации коэффициент готовности определяется по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{T}{T+T_{\text{в}}} \quad (2.4)$$

где  $T$  — наработка на отказ.

Коэффициент технического использования  $K_{\text{ти}}$ , представляет собой отношение времени работы системы за некоторый период эксплуатации к сумме этой времени работы и времени всех простоев, обусловленных устранением отказов, техническим обслуживанием и ремонтами за тот же период.

Коэффициент технического использования определяется по формуле:

$$K_{\text{ти}} = \frac{t_p}{t_p+t_{p,i}+t_{\text{в},i}+t_{\text{в}}} \quad (2.5)$$

где  $t_{p,i}$  — суммарная наработка изделия в рассматриваемый промежуток времени;

$t_{\text{в},i}$  — соответственно суммарное время, затраченное на восстановление, ремонт и техническое обслуживание за тот же период времени.

### 2.3 Применение методики оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий для г. Челябинск

Комплексная оценка критериев целесообразности перекладки или реконструкции трубопроводов связана с обработкой значительного количества эксплуатационной и диагностической информации и возможна при наличии автоматизированных программ, на базе которых могут быть обоснованно определены объекты и объемы восстановления трубопроводов. Для получения диагностической информации на практике могут быть использованы мобильные измерительные комплексы, представленные на рисунках 2.3.1 и 2.3.2.



Рисунок 2.3.1 - Преобразователь давления S-10



Рисунок 2.3.2 - Аналого-цифровой преобразователь ADA-1406

Преобразователь давления модель S-10 предназначен для измерения давления. Измеренное давление преобразуется на выходе в электрический сигнал. При использовании преобразователя необходимо учитывать его технические характеристики (максимально допустимую температуру окружающей среды, совместимость материалов и т. д.). Преобразователь



давления предназначен для применения в условиях загрязнения степени 3 и при температуре окружающей среды от -20 до +80 °С.

Монтаж прибора осуществляется по следующим правилам:

- Осмотрите преобразователь давления перед вводом его в эксплуатацию;
- Утечки жидкости будут свидетельствовать о повреждении;
- По соображениям безопасности к эксплуатации допускаются только полностью исправные преобразователи давления.

На месте установки должны соблюдаться следующие условия:

- степень загрязнения не выше 3;
- относительная влажность не более 80 % (без выпадения конденсата);
- защита от погодных воздействий;
- поверхности уплотнений должны быть чистыми и неповрежденными;
- достаточное пространство для корректного выполнения электромонтажа;
- допустимые температуры окружающей среды и температуры рабочих сред соответствуют предельным техническим характеристикам прибора. Ответные разъемы могут накладывать ограничения по диапазону допустимых температур окружающей среды.

Схема сбора преобразователя давления S-10:

1. Ослабьте винт (1);
2. Ослабьте кабельный ввод с уплотнением (2);
3. Рассоедините угловой разъем (5) + (6);
4. Через монтажное отверстие (D) подденьте клеммный блок (6) и извлеките его из углового корпуса (5);
5. Проденьте кабель сквозь кабельный ввод с уплотнением (2), кольцо (3), уплотнение (4) и угловой корпус (5);
6. Подсоедините проводники кабеля к клеммному блоку (6) в соответствии со схемой соединений;
7. Вставьте клеммный блок (6) в угловой корпус (5) и прижмите;
8. Кабельный ввод с уплотнением и уплотнения должны быть правильно установлены и не иметь повреждений, чтобы обеспечивать пылевлагозащиту;
9. Плотнo затяните кабельный ввод с уплотнением (2) на кабеле.
10. Установите плоскую прокладку (7) поверх штырькового соединения прибора.;

11.Соедините угловой разъем (5) + (6);

12.Закрутите винт (1).

На рисунке 2.3.3 представлена схема сборки преобразователя давления S-10.

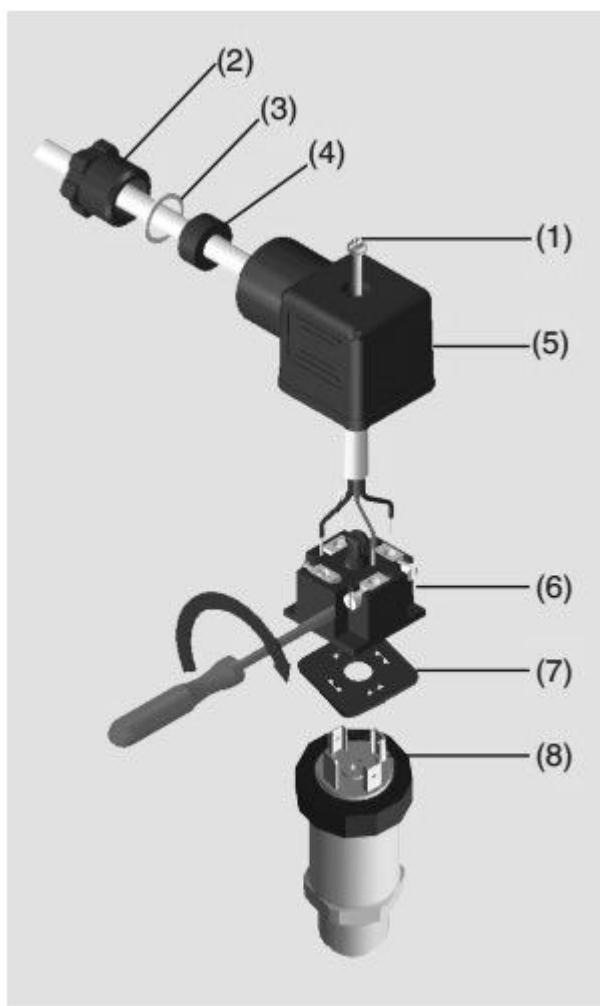


Рисунок 2.3.3 - Схема сборки преобразователя давления S-10

Аналого-цифровой преобразователь ADA-1406 – это 16-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) последовательного приближения с перераспределением заряда, обладающий быстродействием 10 миллионов отсчетов в секунду (MSPS). Архитектура с последовательным приближением позволяет достичь беспрецедентных характеристик шума (отношение сигнал-шум 91.5 дБ) и линейности (интегральная нелинейность –  $\pm 0.45$  младшего значащего разряда (LSB)). AD7626 включает в себя быстродействующий 16-разрядный АЦП с внутренней выборкой, внутренний генератор тактового сигнала преобразования и внутренний источник опорного напряжения с буфером. По переднему фронту сигнала CNV компонент выполняет выборку разности между напряжениями на выводах  $IN+$  и  $IN-$ .

Напряжения на этих выводах имеют противоположные фазы и изменяются в диапазоне от 0 В до REF. Опорное напряжение (REF) 4.096 В

может формироваться внутренним источником или поступать от внешнего источника.

Результаты преобразования доступны пользователю через интерфейс LVDS, тактовый сигнал которого формируется внутренним генератором и выдается на внешний вывод, что позволяет минимизировать количество необходимых внешних цепей.

ADA-1406 выпускается в 32-выводном корпусе LFCSP с габаритами 5 мм × 5 мм. Рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до +85°C.

Основные характеристики аналого-цифрового преобразователя ADA-1406:

1. Микрофонные входы:
  - Дизайн MIDAS;
  - Тип XLR разъем, электронно-сбалансированный
  - Диапазон усиления +10 – 60 дБ;
  - Максимальный уровень входа +6 дБ – +10 дБ;
  - Сопротивление 2,7 кОм;
  - Фантомное питание Переключаемое, +48В;
2. Line вход/выход:
  - 1/4"TRS электронно сбалансированный;
  - Диапазон усиления -10 +40 дБ;
  - Сопротивление сбал./несбал. 20 кОм/10 кОм;
  - Максимальный уровень входа +26 дБ -10 дБ;
  - XLR разъем электронно-сбалансированный;
  - Максимальный уровень выхода +16 дБ - 0 дБ;
  - Сопротивление сбал./несбал. 1 кОм/500 Ом;
3. Цифровой вход/выход:
  - Тип TOSLINK, оптический разъем;
  - Формат ADAT, 8 каналов, 24-бит 44,1/48 кГц;
4. Цифровой выход:
  - TOSLINK, оптический разъем;
  - Формат ADAT, 8 каналов, 24-бит 44,1/48 кГц;
5. Синхронизация:
  - Источник ADAT вход, Word-Clock вход;
  - Word-Clock вход;
  - Тип BNC разъем;
  - Входной уровень 2 – 6 В;
  - Частота 44.1/48 кГц;

6. Данные системы:

- Частотный диапазон 10 Гц – 24 кГц;
- THD 0,008%;
- Crosstalk -87 дБ;

7. Питание:

- Напряжение 100 – 240 В АС;
- Энергопотребление 15 Вт;
- Разъем Стандартный IEC.

Области применения:

- Цифровые системы визуализации;
- Цифровые рентгеновские аппараты;
- Цифровые магниторезонансные томографы;
- Инфракрасные камеры и камеры с ПЗС;
- Быстродействующие системы сбора данных;
- Приемники систем связи с широким динамическим диапазоном;
- Спектральный анализ;
- Контрольно-испытательная аппаратура.

Существующая методика гидравлического расчёта, позволяет осуществлять расчёт для стационарного состояния трубопроводов. Однако предлагаемая в данной работе альтернативная методика гидравлического расчёта в трубопроводах, имеющих значительный износ и повреждения, немного сложнее, но при этом позволяет работать с большим объемом информации за значительно меньшее время при этом обеспечивая получение значительно большей информации.

## 2.4 Классификация системы водоснабжения по степени износа

На основе предложенной методики оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения представим классификацию систем водоснабжения по степени износа представлена в таблицах 2.4.1 и 2.4.2.

Таблица 2.4.1 - Классификация систем горячего водоснабжения по степени износа

Индекс	Потери напора, м	Физический износ, %	Признаки
I	0,5-1,8	0-21	Ослабление сальниковых набивок, прокладок смесителей и запорной арматуры, отдельные нарушения теплоизоляции магистралей и стояков
II	1,8-3,5	21-41	Капельные течи в местах резьбовых соединений трубопроводов и врезки запорной арматуры; нарушение работы отдельных полотенцесушителей (течи, нарушение окраски, следы ремонта); нарушения теплоизоляции магистралей и стояков; поражение коррозией магистралей отдельными местами
III	3,5-5	41-60	Неисправность смесителей и запорной арматуры; следы ремонта трубопроводов и магистралей (хомуты, заплаты, замена отдельных участков); неудовлетворительная работа полотенцесушителей; значительная коррозия трубопроводов
IV	5-9	61-80	Неисправность системы: выход из строя запорной арматуры, смесителей, полотенцесушителей, следы больших ремонтов системы в виде хомутов, частичных замен, заварок; коррозия элементов системы

Таблица 2.4.2 - Классификация систем холодного водоснабжения по степени износа

Индекс	Потери напора, м	Физический износ, %	Признаки
I	0,5-1,8	0-21	Ослабление сальниковых набивок и прокладок кранов и запорной арматуры, в некоторых смывных бачках имеются утечки воды, повреждение окраски трубопроводов в отдельных местах
II	1,8-3,5	21-41	Капельные течи в местах врезки кранов и запорной арматуры; отдельные повреждения трубопроводов (свищи, течи); поражение коррозией отдельных участков трубопроводов; утечки воды в 20 % приборов и смывных бачков
III	3,5-5	41-60	Расстройство арматуры и смывных бачков (до 40 %); следы ремонта трубопроводов (хомуты, заварка, замена отдельных участков); значительная коррозия трубопроводов; повреждение до 10 % смывных бачков (трещины, потеря крышек, рукояток)
IV	5-9	61-80	Полное расстройство системы, выход из строя запорной арматуры, большое количество хомутов, следы замены отдельными местами трубопроводов, большая коррозия элементов системы, повреждение до 30 % смывных бачков

В соответствии с представленной классификацией проклассифицируем жилые дома, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе города Челябинск. Данная классификация представлена в таблице 2.4.3. Диаграмма распределения количества домов, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе, в соответствии с индексом износа представлена на рисунке 2.4.1. Диаграмма процентного содержания домов с определенным индексом износа относительно общего количества всех домов, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе, представлена на рисунке 2.4.2.

Таблица 2.4.3 - Классификация систем водоснабжения по степени износа на улице Сталеваров в Metallургическом районе города Челябинск

Адрес	Индекс	Потери напора, м	Физический износ, %
ул. Сталеваров д. 11	III	4,21	49
ул. Сталеваров д. 13	II	2,81	33
ул. Сталеваров д. 14	II	2,72	32
ул. Сталеваров д. 15	II	2,45	29
ул. Сталеваров д. 16	II	2,91	34
ул. Сталеваров д. 16А	III	4,11	48
ул. Сталеваров д. 17	II	3,09	36
ул. Сталеваров д. 19	II	3,12	36,5
ул. Сталеваров д. 1А	I	1,21	14
ул. Сталеваров д. 20	I	1,15	13,5
ул. Сталеваров д. 20а	I	1,08	12,6
ул. Сталеваров д. 21	I	1,34	15,7
ул. Сталеваров д. 22	I	1,39	16,3
ул. Сталеваров д. 23	I	1,04	12
ул. Сталеваров д. 25	II	2,11	25
ул. Сталеваров д. 26	II	2,47	29
ул. Сталеваров д. 27	II	2,26	26,5
ул. Сталеваров д. 28	II	2,41	28
ул. Сталеваров д. 28А	III	3,78	44
ул. Сталеваров д. 3	II	3,11	36,5
ул. Сталеваров д. 30	I	1,32	15,5
ул. Сталеваров д. 31	II	2,76	32
ул. Сталеваров д. 32	II	2,69	31,5
ул. Сталеваров д. 33	I	1,42	16,5
ул. Сталеваров д. 33А	I	1,15	13,5
ул. Сталеваров д. 34	II	2,11	24,5
ул. Сталеваров д. 35	II	2,17	25,5
ул. Сталеваров д. 36	III	3,56	41,5
ул. Сталеваров д. 3А	II	2,28	26,6
ул. Сталеваров д. 3Б	I	1,48	17
ул. Сталеваров д. 9	II	2,35	27,5
ул. Сталеваров д. 84А	II	2,39	28
ул. Сталеваров д. 86Б	III	3,72	43,5

## Окончание таблицы 2.4.3

Адрес	Индекс	Потери напора, м	Физический износ, %
ул. Сталеваров д. 36А	II	2,74	32
ул. Сталеваров д. 37	II	2,68	31
ул. Сталеваров д. 38	II	2,62	30,5
ул. Сталеваров д. 39	II	2,57	30
ул. Сталеваров д. 40	II	2,69	31
ул. Сталеваров д. 41	II	2,53	31,5
ул. Сталеваров д. 42	I	1,39	16
ул. Сталеваров д. 43	III	3,81	44,5
ул. Сталеваров д. 44А	II	2,97	34,8
ул. Сталеваров д. 46	II	2,85	33
ул. Сталеваров д. 46А	II	2,79	32,5
ул. Сталеваров д. 47	II	2,91	34
ул. Сталеваров д. 48	II	2,72	32
ул. Сталеваров д. 49	III	3,74	43,8
ул. Сталеваров д. 50	II	3,11	36,5
ул. Сталеваров д. 52	II	3,24	38
ул. Сталеваров д. 56	I	1,43	16,5
ул. Сталеваров д. 58	II	3,15	36,8
ул. Сталеваров д. 60	II	3,17	37
ул. Сталеваров д. 66	I	1,29	15
ул. Сталеваров д. 68	III	3,78	44
ул. Сталеваров д. 70	II	2,57	30
ул. Сталеваров д. 72	I	1,38	16
ул. Сталеваров д. 74	I	1,34	15,6
ул. Сталеваров д. 76	II	1,98	23
ул. Сталеваров д. 78	II	1,86	21,8
ул. Сталеваров д. 80	III	4,11	48
ул. Сталеваров д. 82	II	3,23	37,6
ул. Сталеваров д. 86	II	3,11	36,4
ул. Сталеваров д. 86А	II	3,16	37
ул. Сталеваров д. 88	III	4,02	47
ул. Сталеваров д. 88А	II	2,94	34,5
ул. Сталеваров д. 94	II	2,97	34,8



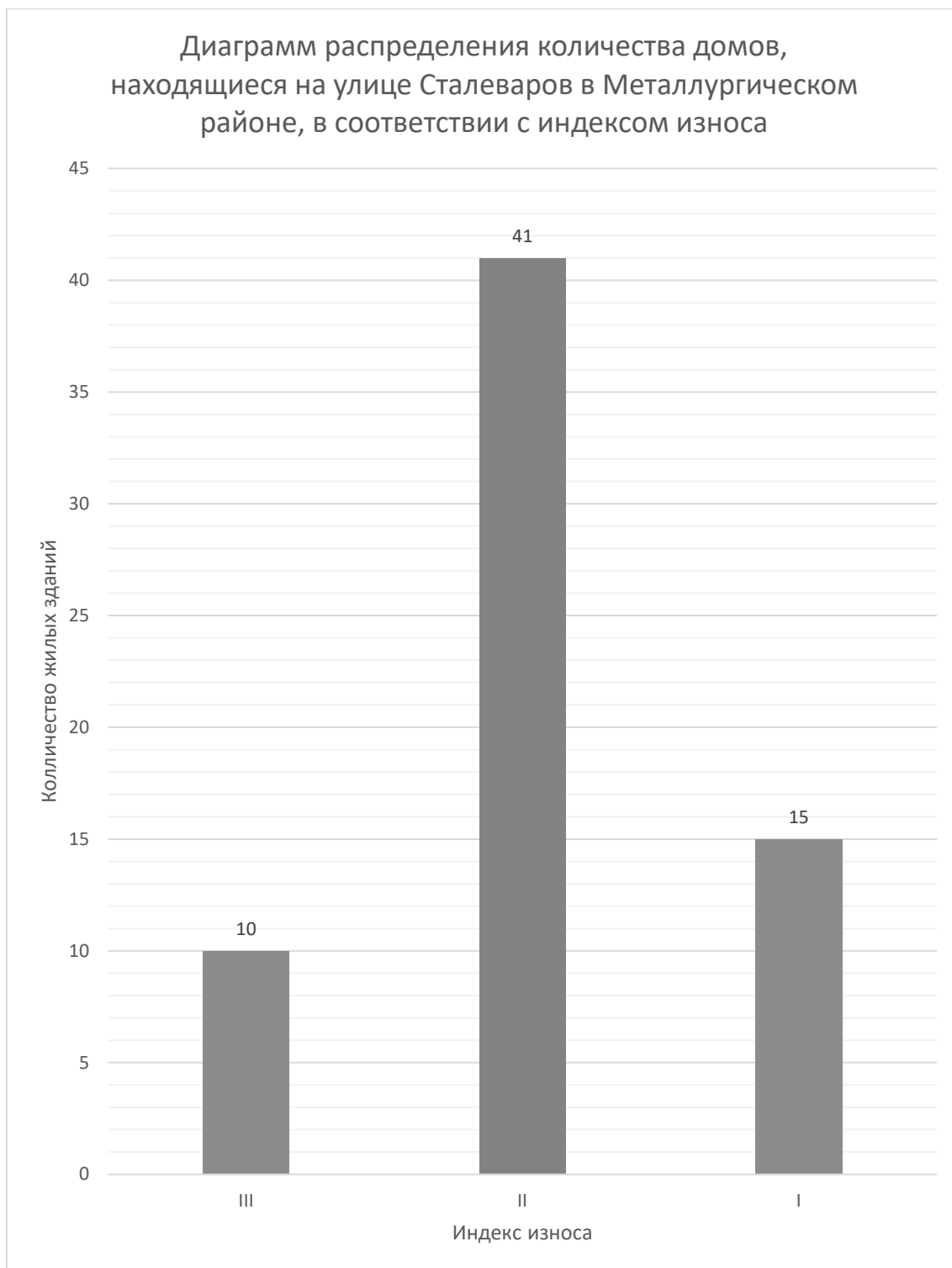


Рисунок 2.4.1 - Диаграмма распределения количества домов, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе, в соответствии с индексом износа.

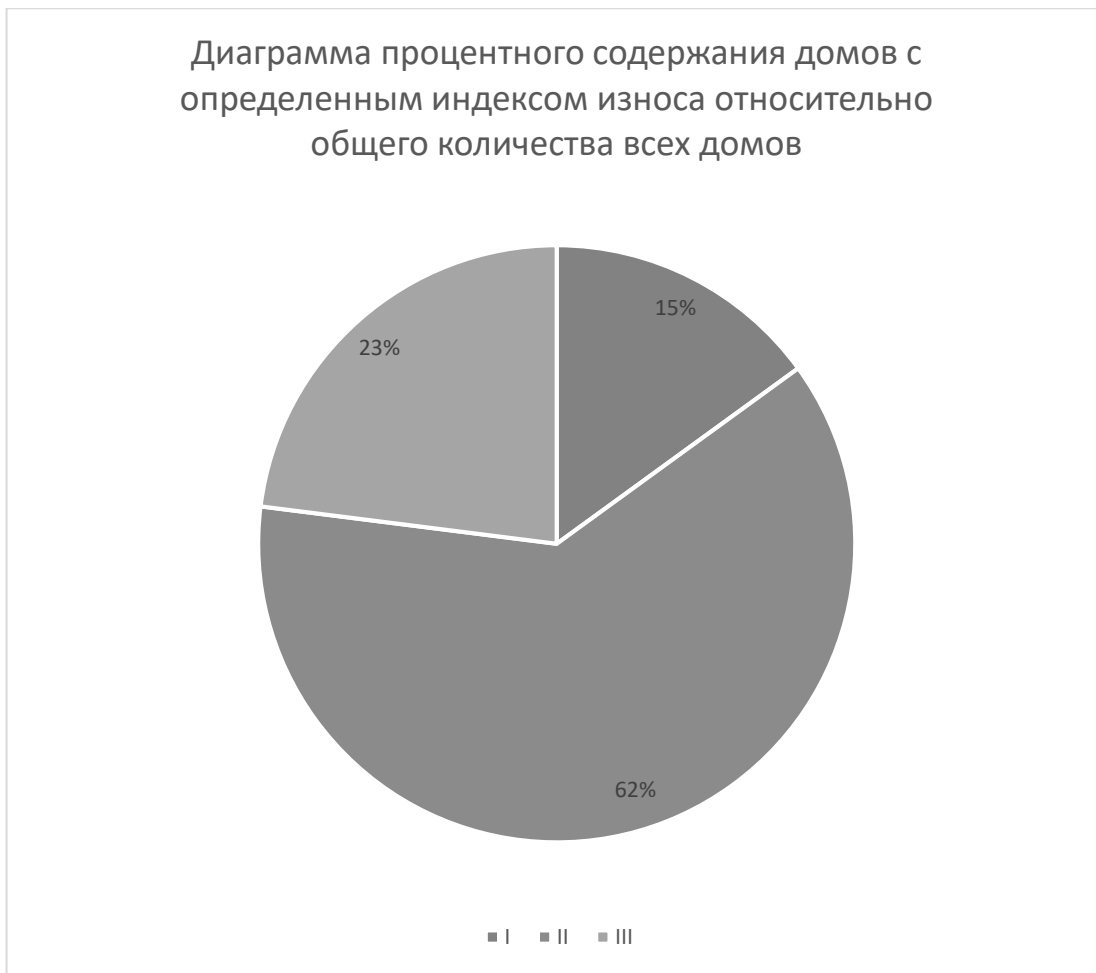


Рисунок 2.4.2 - Диаграмма процентного содержания домов с определенным индексом износа относительно общего количества всех домов, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе

Для примера расчета эксплуатационных характеристик по представленной методике на в качестве выбранного представлен участок сети водоснабжения в жилом доме, находящемся по улице г. Челябинск ул. Сталеваров д. 27.

Исходные данные для расчета:

- $p = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
- $\delta = 10 \text{ мм};$
- $E_{tr} = 200 \cdot 10^9 \text{ Па};$
- $\alpha = 1425 \frac{\text{м}}{\text{с}};$
- $d = 219 \text{ мм};$
- $L = 136 \text{ м};$
- $\lambda = 0,085;$
- $E_g = 2,031 \cdot 10^9 \text{ Па}.$

Рассчитаем скорость по выбранной методике:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\frac{p}{Eg} + \frac{p \cdot d}{\delta \cdot E_{tr}}}} \quad (2.5)$$
$$v = \frac{1}{\sqrt{\frac{1000}{2,031 \cdot 10^9} + \frac{1000 \cdot 219}{10 \cdot 200 \cdot 10^9}}} = 1,289 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Полученная скорость при  $t_0 = 0,21$  ч:

$$v = \frac{2 \cdot L}{t_0} \quad (2.6)$$
$$v = \frac{2 \cdot 136}{0,21} = 1295 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Рассчитаем потери напора на выбранном участке сети:

$$H_t = \frac{\lambda \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d} \quad (2.7)$$
$$H_t = \frac{0,085 \cdot 136 \cdot 1295^2}{2 \cdot 10 \cdot 219} = 1,963 \text{ м}$$

Рассчитаем потери напора на изменении сечения трубы:

$$h_i = \frac{(1 - \frac{L}{L \cdot d})^2}{2} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.8)$$
$$h_i = \frac{(1 - \frac{136}{136 \cdot 219})^2}{2} \cdot \frac{1295^2}{2 \cdot 10} = 0,51 \text{ м}$$

Вычислим суммарные потери напора на исследуемом участке сети:

$$H_{\text{сумм.}} = H_t + h_i \quad (2.9)$$
$$H_{\text{сумм.}} = 1,963 + 0,51 = 2,473 \text{ м}$$

## Вывод по разделу «ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ»

В процессе исследования, путём сравнения теоретических и экспериментальных данных, удалось убедиться, что данная методика гидравлического расчёта работоспособна и регистрирует процессы с достаточно большой точностью, благодаря мобильным измерительным комплексам.

Установлено, что при достаточно высоком износе трубопроводов, выраженном в виде трещин, свищей, переломов и т.д., скорость затухания гидравлического удара увеличивается. Данная зависимость представлена на рисунке 2.5.1.

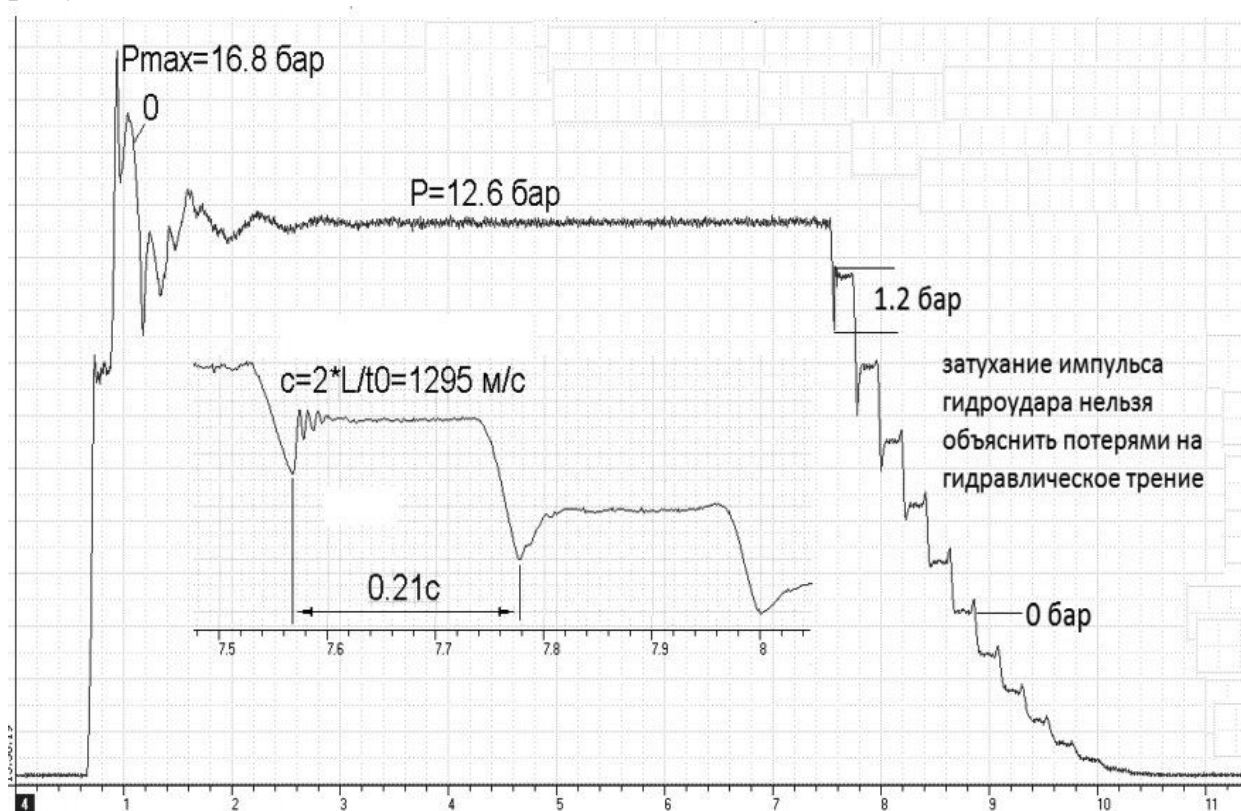


Рисунок 2.5.1 – Затухание импульса гидроудара

Также удалось установить, что затухание импульса гидроудара нельзя объяснить потерями на гидравлическом трении, значит можно предположить, что существуют потери, которые не учтены и наша задача обнаружить их и это позволит более точно определить степень износа трубопроводов.

Предложенная методика рекомендуется к применению для обоснования мероприятий, представленным в главе 3, для ремонтных работ и реконструкции систем водоснабжения.

### 3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ

Перечень основных мероприятий по строительству, реконструкции и модернизации систем водоснабжения жилых зданий на основе предложенной методики расчета приведён в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные мероприятия по строительству, реконструкции и модернизации систем водоснабжения жилых зданий на основе предложенной методики расчета

Адрес	Индекс	Основные мероприятия
ул. Сталеваров д. 11	Ш	Замена отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 13	П	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 14	П	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 15	П	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 16	П	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 16А	П	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 17	П	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 19	П	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 1А	Ш	Замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 20	П	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 20а	Ш	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков
ул. Сталеваров д. 21	П	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 22	П	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 23	П	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 25	П	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 26	П	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 27	Ш	Замена отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 28	П	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 28А	П	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов

Продолжение таблицы 3.1

Адрес	Индекс	Основные мероприятия
ул. Сталеваров д. 29	I	Набивка сальников
ул. Сталеваров д. 3	I	Смена прокладок в запорной арматуре
ул. Сталеваров д. 30	I	Регулировка смывных бачков
ул. Сталеваров д. 31	I	Набивка сальников
ул. Сталеваров д. 32	I	Ремонт смывных бачков
ул. Сталеваров д. 33	I	Смена прокладок в запорной арматуре
ул. Сталеваров д. 33А	II	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 34	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 35	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 36	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 3А	III	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков
ул. Сталеваров д. 3Б	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 9	I	Набивка сальников
ул. Сталеваров д. 84А	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 86Б	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 36А	I	Смена прокладок в запорной арматуре
ул. Сталеваров д. 37	I	Смена прокладок в запорной арматуре
ул. Сталеваров д. 38	II	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 39	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 40	III	Замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 41	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 42	I	Смена прокладок в запорной арматуре
ул. Сталеваров д. 43	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 44	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 44А	III	Замена отдельных участков трубопроводов, окраска трубопроводов

Продолжение таблицы 3.1

Адрес	Индекс	Основные мероприятия
ул. Сталеваров д. 46	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 46А	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 47	II	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 48	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 49	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 50	II	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 52	I	Регулировка смывных бачков
ул. Сталеваров д. 52	III	Замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 56	II	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов
ул. Сталеваров д. 58	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 60	II	Частичная замена запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 66	II	Частичная замена кранов и запорной арматуры
ул. Сталеваров д. 68	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 70	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 72	III	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков
ул. Сталеваров д. 74	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление теплоизоляции
ул. Сталеваров д. 76	II	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали
ул. Сталеваров д. 78	I	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)
ул. Сталеваров д. 80	II	Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей
ул. Сталеваров д. 82	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
ул. Сталеваров д. 86	I	Набивка сальников
ул. Сталеваров д. 86А	III	Замена трубопроводов стояков
ул. Сталеваров д. 88	II	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали, восстановление окраски трубопроводов

Окончание таблицы 3.1

Адрес	Индекс	Основные мероприятия
ул. Сталеваров д. 88А	I	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)
ул. Сталеваров д. 94	I	Смена прокладок в запорной арматуре

Для того чтобы произвести планирование предложенных мероприятий по срокам реализации проклассифицируем их по степени очередности включая во внимание их трудоемкость, трудозатратность и индекс износа. Классификация мероприятий по степени очередности в соответствии с индексом износа представлена в таблице 3.2.

Диаграмма распределения количества домов, находящиеся на улице Сталеваров в Металлургическом районе, в соответствии с выбранными мероприятиями представлена на рисунке 3.1. Диаграмма процентного содержания мероприятий одного вида относительно общего количества всех предложенных мероприятий представлена на рисунке 3.2.



Таблица 3.2 - Классификация мероприятий по степени очередности в соответствии с индексом износа

№	Степень очередности	Индекс износа	Основные мероприятия
1	1	I	Смена прокладок в запорной арматуре
2	1	I	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)
3	1	I	Набивка сальников
4	1	I	Регулировка смывных бачков
5	1	I	Ремонт смывных бачков
6	2	II	Замена запорной арматуры
7	2	II	Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей
8	2	II	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков
9	2	II	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов
10	2	II	Частичная замена запорной арматуры
11	2	II	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов
12	2	II	Частичная замена кранов и запорной арматуры
13	3	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов
14	3	II	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление теплоизоляции
15	3	III	Замена отдельных участков трубопроводов
16	3	III	Замена отдельных участков трубопроводов, окраска трубопроводов
17	3	III	Замена трубопроводов стояков
18	3	III	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали
19	3	III	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали, восстановление окраски трубопроводов

Предложенные мероприятия позволят не только повысить эксплуатационные характеристики систем водоснабжения, но и снизить экономические затраты за счет своевременного их проведения. Для понимания экономической целесообразности данных мероприятий была определена экономическая эффективность капитальных вложений, представленная в главе 4.

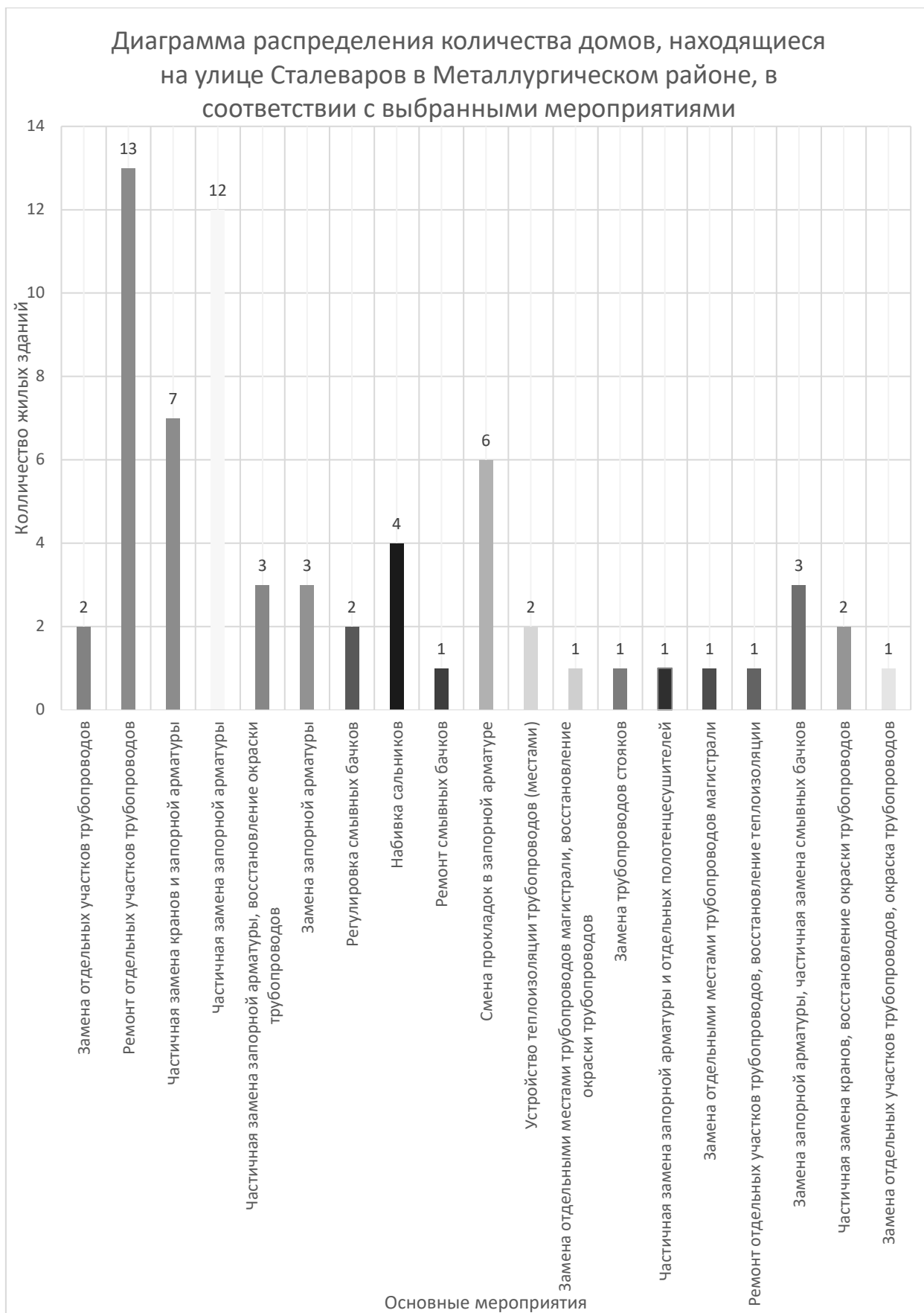
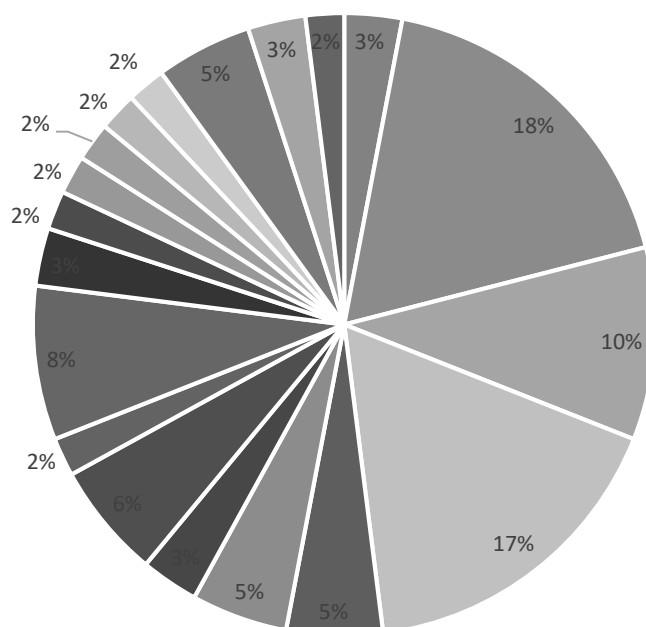


Рисунок 3.1 - Диаграмма распределения количества домов, находящиеся на улице Сталеваров в Metallургическом районе, в соответствии с выбранными мероприятиями

Диаграмма процентного содержания мероприятий одного вида относительно общего количества всех предложенных мероприятий



- Замена отдельных участков трубопроводов
- Ремонт отдельных участков трубопроводов
- Частичная замена кранов и запорной арматуры
- Частичная замена запорной арматуры
- Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов
- Замена запорной арматуры
- Регулировка смывных бачков
- Набивка сальников
- Ремонт смывных бачков
- Смена прокладок в запорной арматуре
- Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)
- Замена отдельными местами трубопроводов магистрали, восстановление окраски трубопроводов
- Замена трубопроводов стояков
- Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей
- Замена отдельными местами трубопроводов магистрали
- Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление теплоизоляции
- Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков
- Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов
- Замена отдельных участков трубопроводов, окраска трубопроводов

Рисунок 3.2 - Диаграмма процентного содержания мероприятий одного вида относительно общего количества всех предложенных мероприятий

## 4 ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЮ И МОДЕРНИЗАЦИЮ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ

### 4.1. Оценка величины необходимых капитальных вложений в строительство и реконструкцию объектов централизованных систем водоснабжения с разбивкой по годам с указанием источников финансирования

Оценка необходимых объёмов капитальных вложений на реализацию мероприятий, предусмотренных предложенной методикой расчета, отражена в таблице 4.1.

Сроки реализации мероприятий и объёмы финансовых потребностей в указаны ориентировочно, и окончательно могут быть определены после разработки соответствующей проектно-сметной документации, либо выделения соответствующего финансирования.

Мероприятия носят рекомендательный характер и не обязывают организации выполнять данные мероприятия в указанные сроки, несут в себе функцию представления общих объёмов работ, необходимых для улучшения эффективности функционирования соответствующих систем холодного водоснабжения и горячего водоснабжения по закрытой схеме.

Таблица 4.1 – Необходимых объём капитальных вложений на реализацию мероприятий, предусмотренных предложенной методикой расчета

Адрес	Основные мероприятия	Стоимость, тыс. руб.	Срок реализации
ул. Сталеваров д. 11	Замена отдельных участков трубопроводов	127,4	2022
ул. Сталеваров д. 13	Ремонт отдельных участков трубопроводов	56,2	2022
ул. Сталеваров д. 14	Частичная замена кранов и запорной арматуры	31,5	2021
ул. Сталеваров д. 15	Частичная замена запорной арматуры	22,4	2021
ул. Сталеваров д. 16	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	38,1	2022
ул. Сталеваров д. 16А	Ремонт отдельных участков трубопроводов	59,2	2022
ул. Сталеваров д. 17	Частичная замена запорной арматуры	34,5	2022
ул. Сталеваров д. 19	Ремонт отдельных участков трубопроводов	61,2	2022
ул. Сталеваров д. 1А	Замена запорной арматуры	44,2	2021
ул. Сталеваров д. 20	Частичная замена кранов и запорной арматуры	36,7	2021
ул. Сталеваров д. 20А	Замена запорной арматуры, частичная, замена смывных бачков	40,2	2022
ул. Сталеваров д. 22	Ремонт отдельных участков трубопроводов	58,1	2021
ул. Сталеваров д. 23	Ремонт отдельных участков трубопроводов	62,8	2022
ул. Сталеваров д. 25	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов	36,6	2022
ул. Сталеваров д. 26	Частичная замена запорной арматуры	27,8	2022

Продолжение таблицы 4.1

Адрес	Основные мероприятия	Стоимость, тыс. руб.	Срок реализации
ул. Сталеваров д. 27	Замена отдельных участков трубопроводов	134,6	2022
ул. Сталеваров д. 28	Частичная замена кранов и запорной арматуры	42,4	2023
ул. Сталеваров д. 28А	Частичная замена кранов и запорной арматуры	39,2	2022
ул. Сталеваров д. 29	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	45,6	2022
ул. Сталеваров д. 3	Набивка сальников	17,8	2021
ул. Сталеваров д. 30	Смена прокладок в запорной арматуре	16,3	2021
ул. Сталеваров д. 31	Регулировка смывных бачков	13,5	2021
ул. Сталеваров д. 32	Набивка сальников	18,1	2021
ул. Сталеваров д. 33	Ремонт смывных бачков	34,8	2022
ул. Сталеваров д. 33А	Смена прокладок в запорной арматуре	14,9	2022
ул. Сталеваров д. 34	Частичная замена кранов и запорной арматуры	45,6	2022
ул. Сталеваров д. 35	Частичная замена запорной арматуры	32,5	2022
ул. Сталеваров д. 36	Частичная замена запорной арматуры	36,4	2022
ул. Сталеваров д. 3А	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков	46,1	2022
ул. Сталеваров д. 3Б	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	68,7	2023

Продолжение таблицы 4.1

Адрес	Основные мероприятия	Стоимость, тыс. руб.	Срок реализации
ул. Сталеваров д. 9	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	71,2	2023
ул. Сталеваров д. 84А	Набивка сальников	19,7	2021
ул. Сталеваров д. 84Б	Частичная замена запорной арматуры	27,6	2022
ул. Сталеваров д. 36А	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	66,7	2023
ул. Сталеваров д. 37	Смена прокладок в запорной арматуре	17,3	2021
ул. Сталеваров д. 38	Смена прокладок в запорной арматуре	16,4	2021
ул. Сталеваров д. 39	Частичная замена кранов и запорной арматуры	41,5	2022
ул. Сталеваров д. 40	Ремонт отдельных участков трубопроводов	54,6	2022
ул. Сталеваров д. 41	Замена запорной арматуры	42,1	2022
ул. Сталеваров д. 42	Ремонт отдельных участков трубопроводов	58,9	2022
ул. Сталеваров д. 44	Смена прокладок в запорной арматуре	19,2	2021
ул. Сталеваров д. 44А	Замена отдельных участков трубопроводов, окраска трубопроводов	145,7	2024
ул. Сталеваров д. 46	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	124,9	2023
ул. Сталеваров д. 46А	Ремонт отдельных участков трубопроводов	109,8	2022

Продолжение таблицы 4.1

Адрес	Основные мероприятия	Стоимость, тыс. руб.	Срок реализации
ул. Сталеваров д. 47	Ремонт отдельных участков трубопроводов	114,2	2022
ул. Сталеваров д. 48	Ремонт отдельных участков трубопроводов	98,9	2022
ул. Сталеваров д. 49	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов	67,5	2023
ул. Сталеваров д. 50	Частичная замена запорной арматуры	34,5	2022
ул. Сталеваров д. 52	Частичная замена запорной арматуры	32,8	2022
ул. Сталеваров д. 56	Частичная замена кранов и запорной арматуры	41,9	2022
ул. Сталеваров д. 58	Регулировка смывных бачков	13,1	2021
ул. Сталеваров д. 60	Замена запорной арматуры	36,7	2022
ул. Сталеваров д. 66	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	37,8	2023
ул. Сталеваров д. 68	Частичная замена запорной арматуры	27,1	2022
ул. Сталеваров д. 70	Частичная замена запорной арматуры	29,2	2022
ул. Сталеваров д. 72	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков	45,6	2022
ул. Сталеваров д. 74	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление теплоизоляции	121,5	2023
ул. Сталеваров д. 76	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали	167,9	2022
ул. Сталеваров д. 78	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	45,9	2022



Окончание таблицы 4.1

Адрес	Основные мероприятия	Стоимость, тыс. руб.	Срок реализации
ул. Сталеваров д. 80	Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей	56,7	2023
ул. Сталеваров д. 82	Ремонт отдельных участков трубопроводов	78,8	2023
ул. Сталеваров д. 86	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	48,5	2021
ул. Сталеваров д. 86А	Замена трубопроводов стояков	81,3	2023
ул. Сталеваров д. 88	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали, восстановление окраски трубопроводов	134,5	2022
ул. Сталеваров д. 88А	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	49,1	2021
ул. Сталеваров д. 94	Смена прокладок в запорной арматуре	16,3	2022

Диаграмма распределения количества предложенных мероприятий в соответствии со сроком их реализации представлена на рисунке 4.1.1. Диаграмма процентного содержания количества мероприятий в соответствии со сроком их реализации представлена на рисунке 4.1.2.

Диаграмма распределения мероприятий одного вида в соответствии со сроком их реализации представлена на рисунках 4.1.3 – 4.1.21.

Диаграмма распределения объёмов капитальных вложений на реализацию мероприятий, предусмотренных предложенной методикой расчета, в соответствии со сроком их реализации представлена на рисунке 4.1.22.

Диаграмма распределения объёмов капитальных вложений в соответствии со сроком их реализации на мероприятия, предусмотренные предложенной методикой расчета, выраженного в процентах от общего объёма капитальных вложений представлена на рисунке 4.1.23.

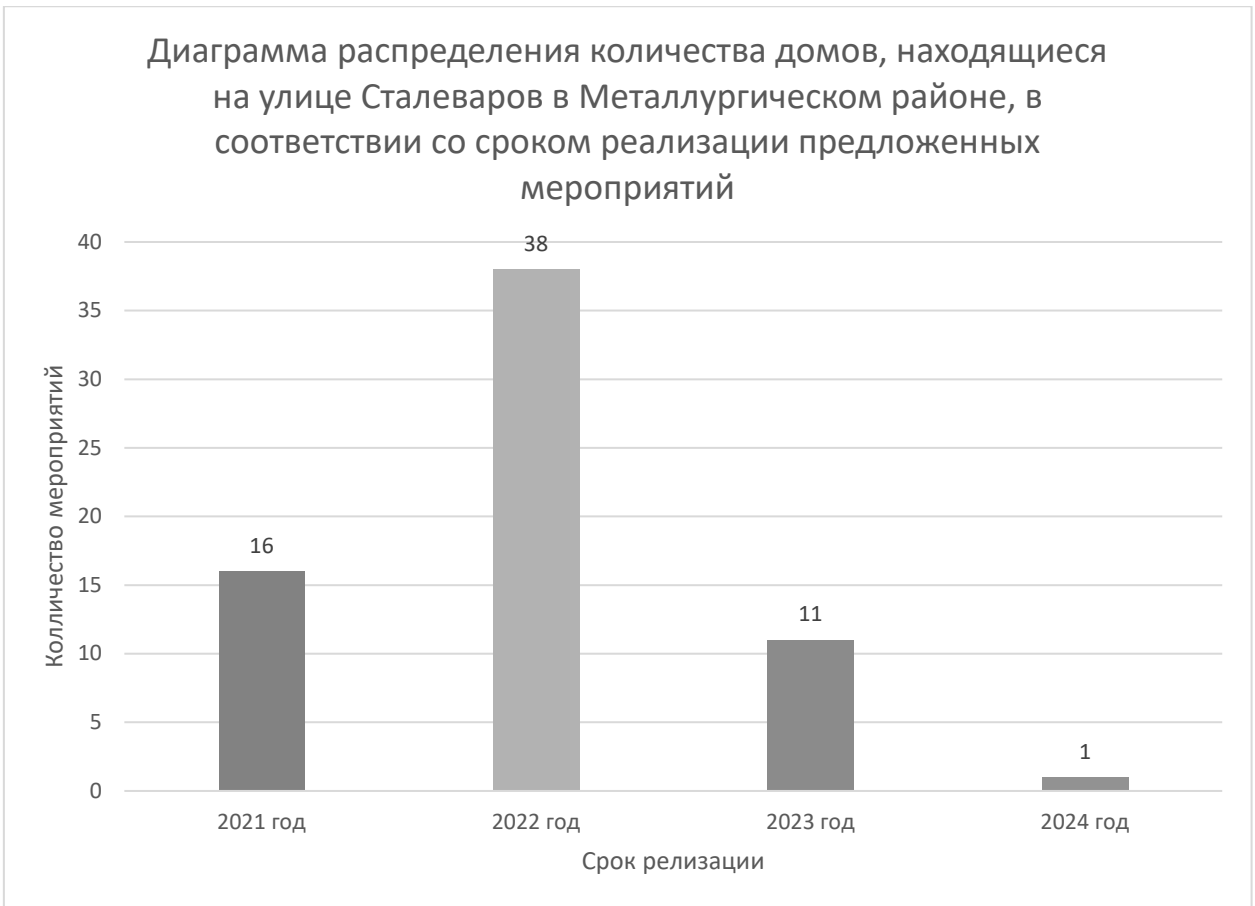


Рисунок 4.1.1 - Диаграмма распределения количества предложенных мероприятий в соответствии со сроком их реализации



Рисунок 4.1.2 - Диаграмма процентного содержания количества мероприятий в соответствии со сроком их реализации

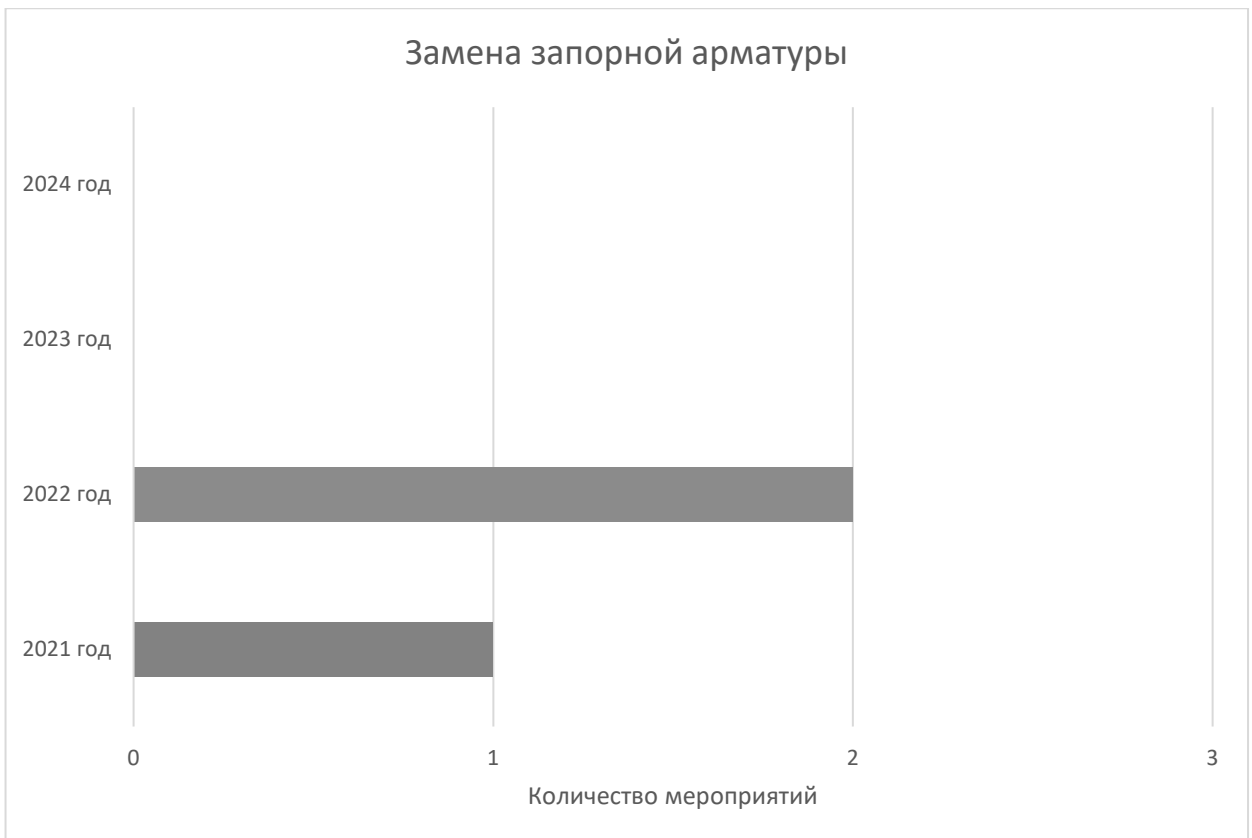


Рисунок 4.1.3 – Диаграмма распределения мероприятий по замене запорной арматуры в соответствии со сроком их реализации

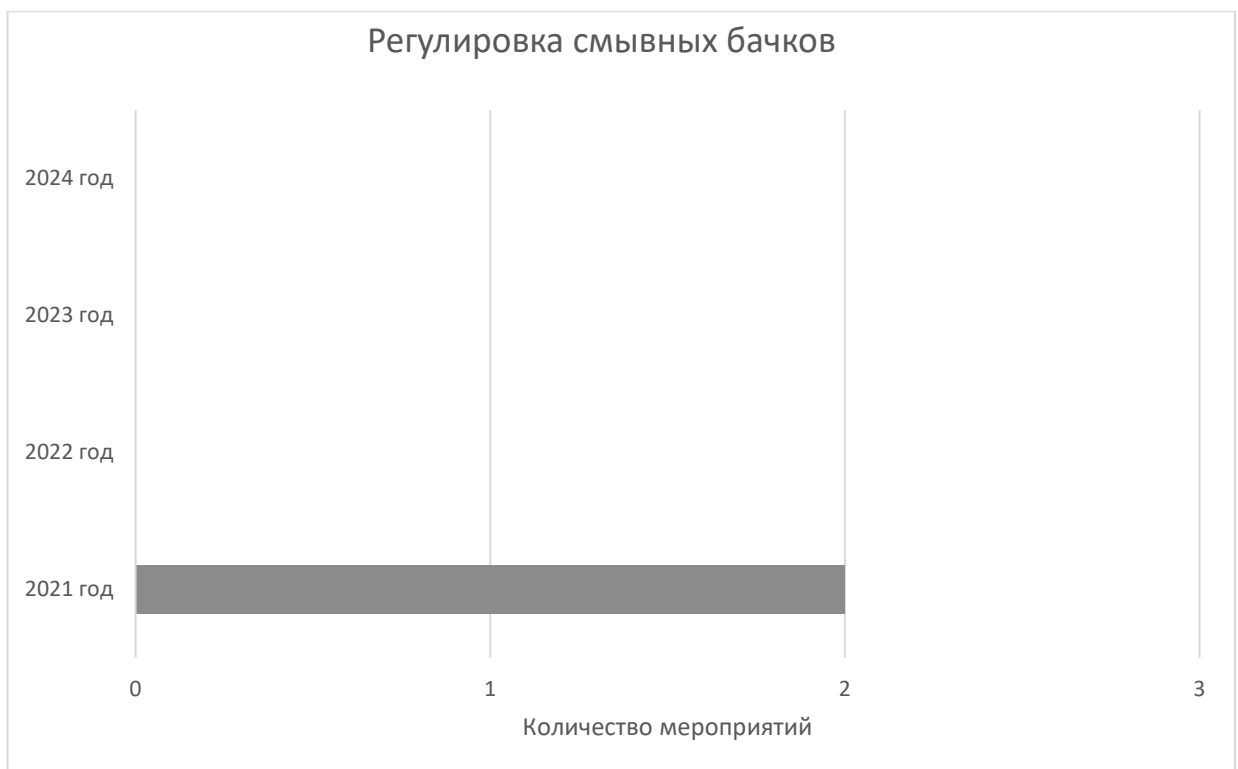


Рисунок 4.1.4 – Диаграмма распределения мероприятий по регулировке смывных бачков в соответствии со сроком их реализации

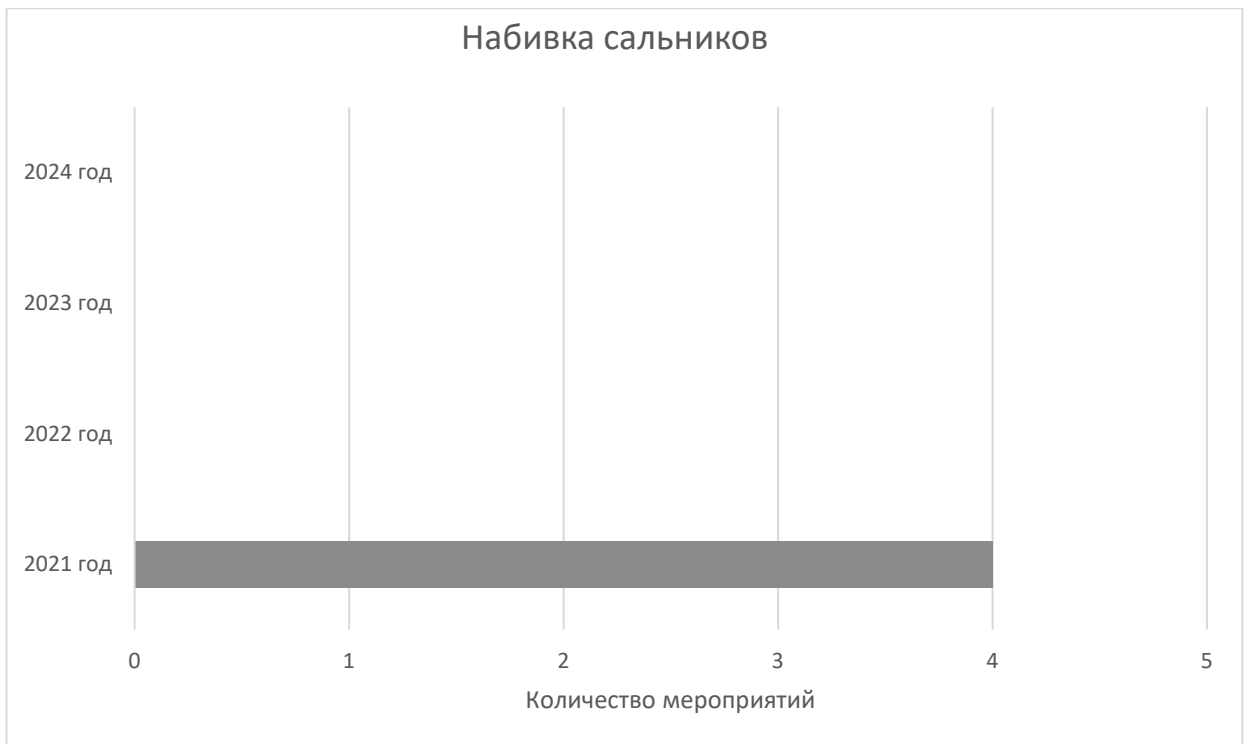


Рисунок 4.1.5 – Диаграмма распределения мероприятий по набивке сальников в соответствии со сроком их реализации

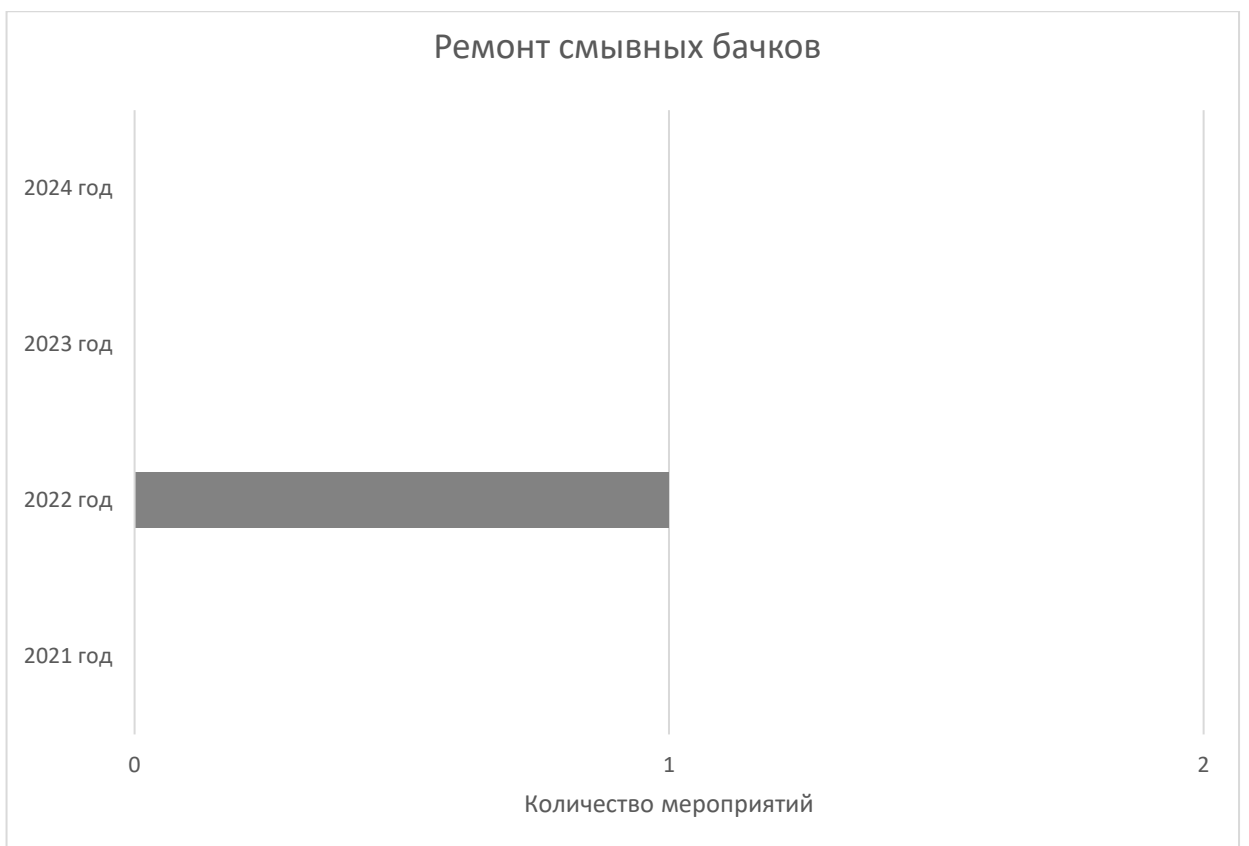


Рисунок 4.1.6 – Диаграмма распределения мероприятий по ремонту смывных бачков в соответствии со сроком их реализации

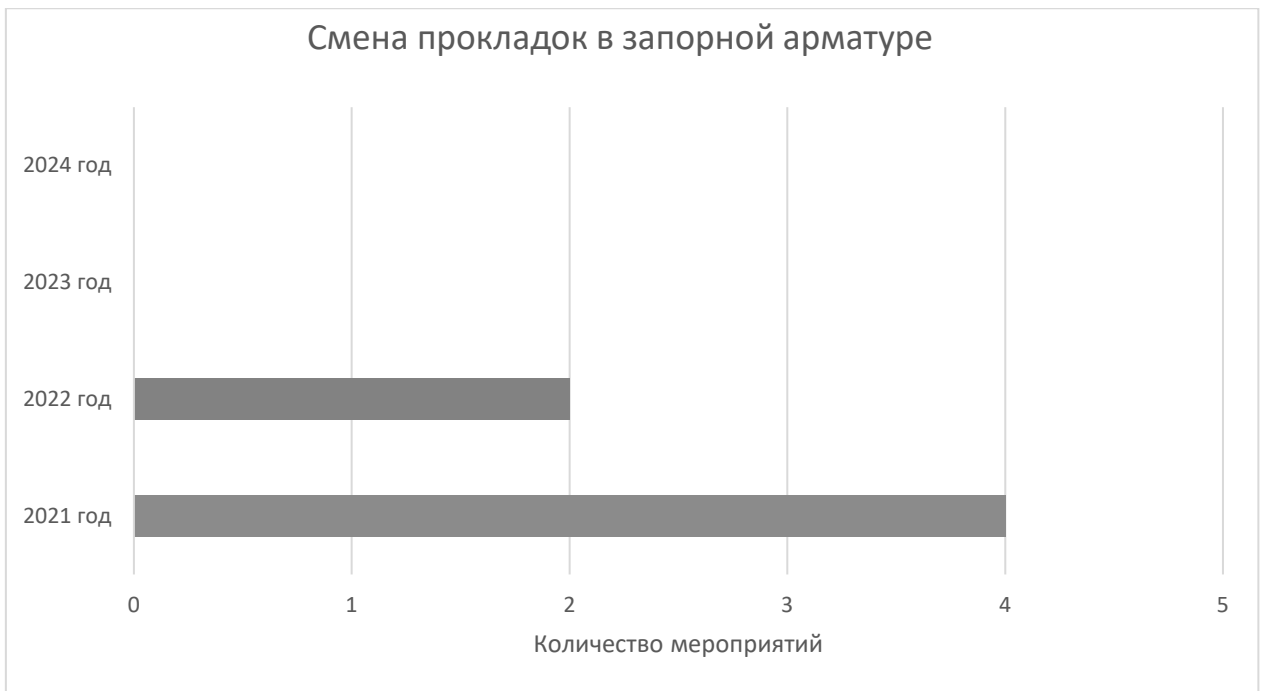


Рисунок 4.1.7 – Диаграмма распределения мероприятий по смене прокладок в запорной арматуре в соответствии со сроком их реализации

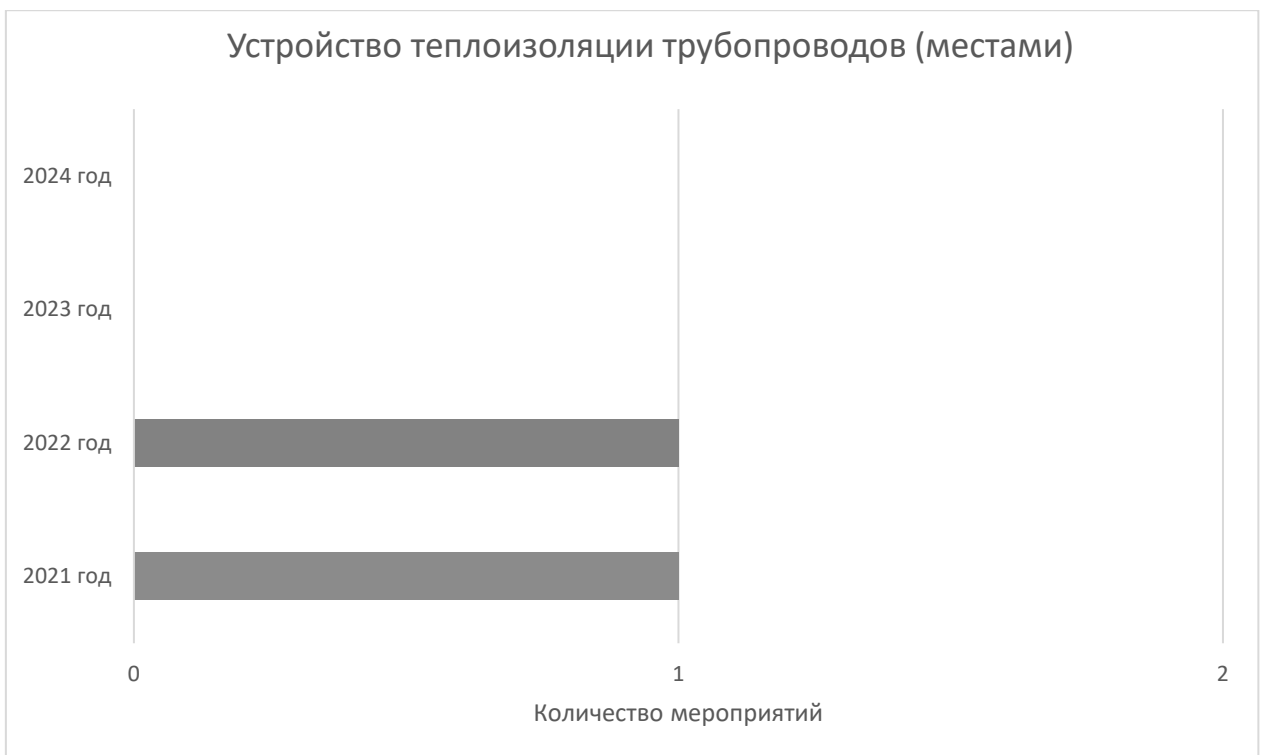
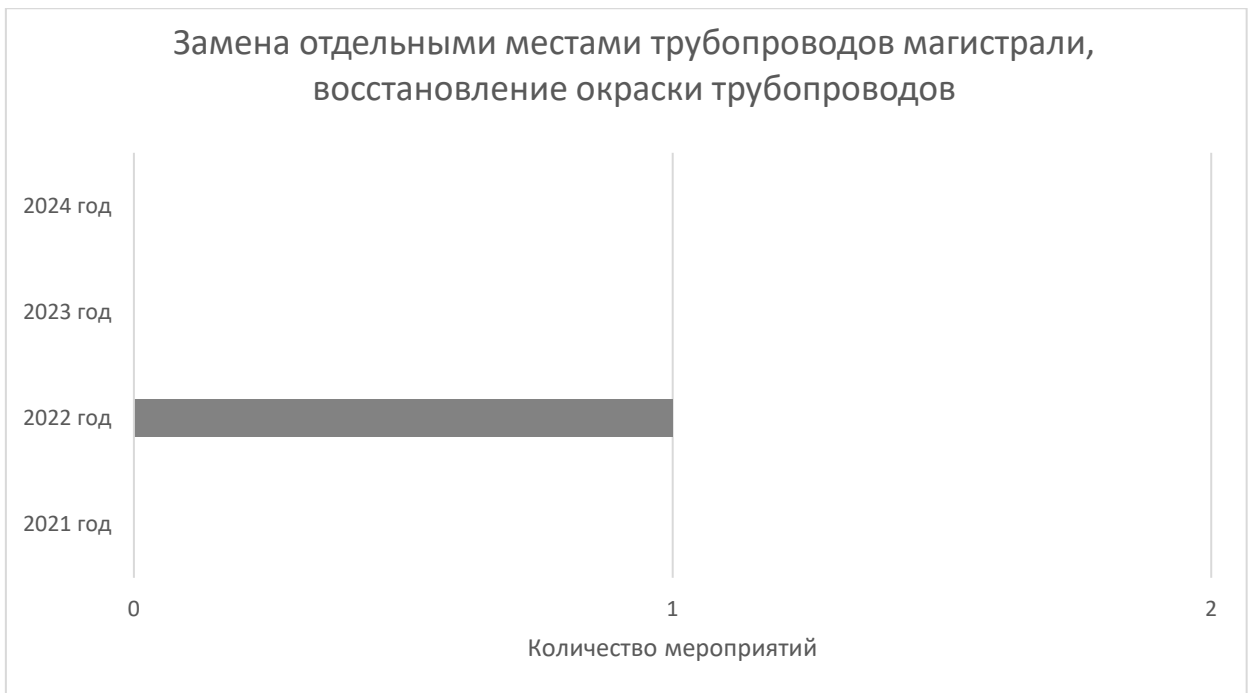
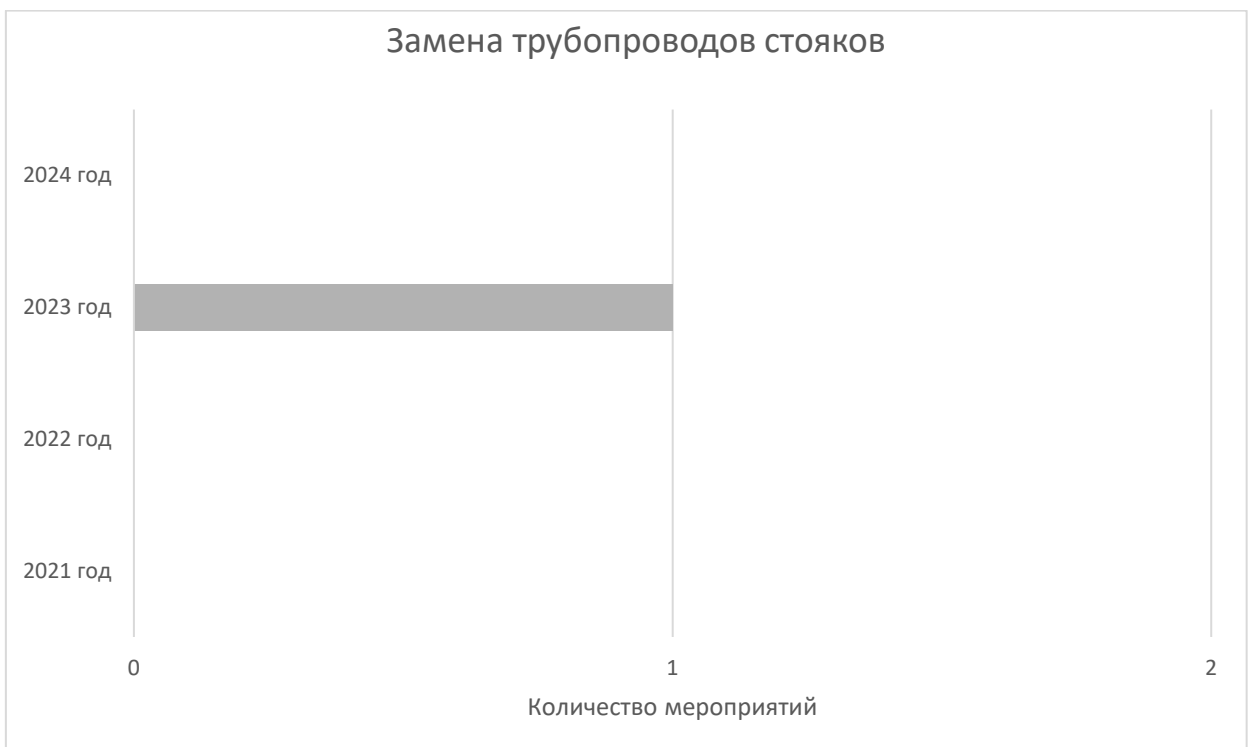


Рисунок 4.1.8 – Диаграмма распределения мероприятий по устройству теплоизоляции трубопроводов (местами) в соответствии со сроком их реализации



**Рисунок 4.1.9 – Диаграмма распределения мероприятий по замене отдельными местами трубопроводов магистрали и восстановлению окраски трубопроводов в соответствии со сроком их реализации**



**Рисунок 4.1.10 – Диаграмма распределения мероприятий по замене трубопроводов стояков в соответствии со сроком их реализации**

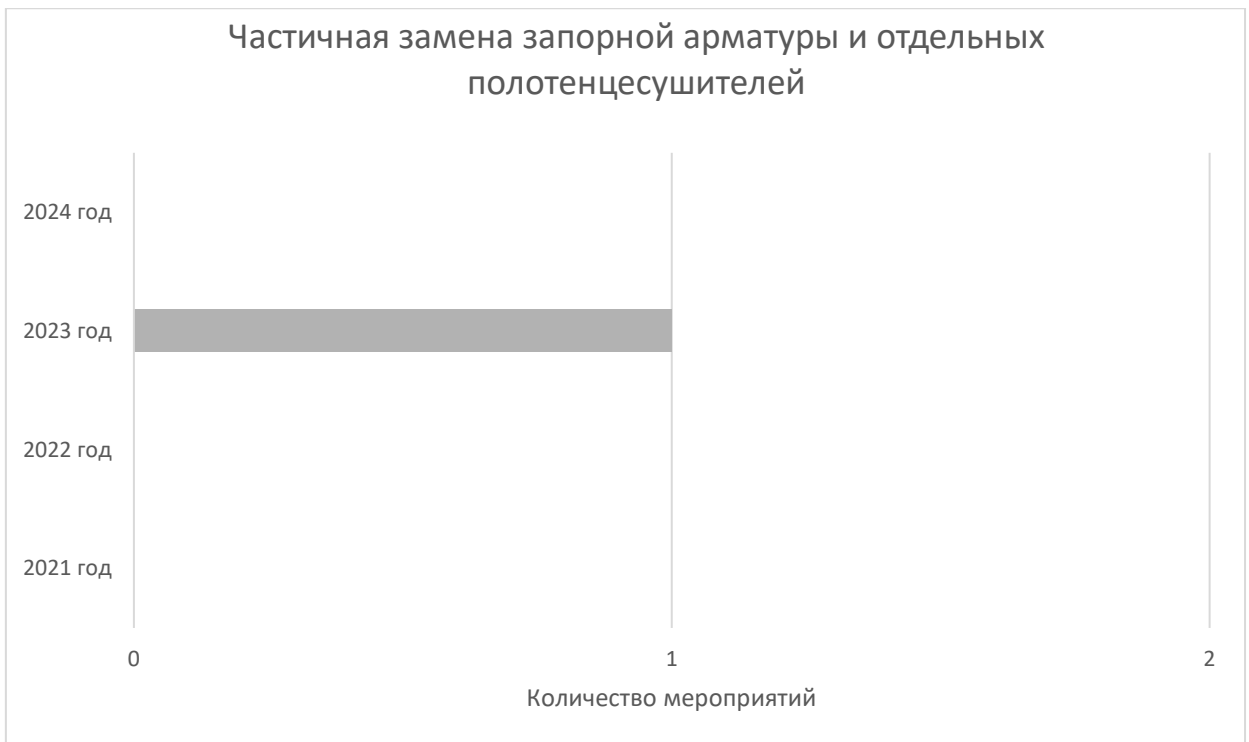


Рисунок 4.1.11 – Диаграмма распределения мероприятий по частичной замене запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей в соответствии со сроком их реализации

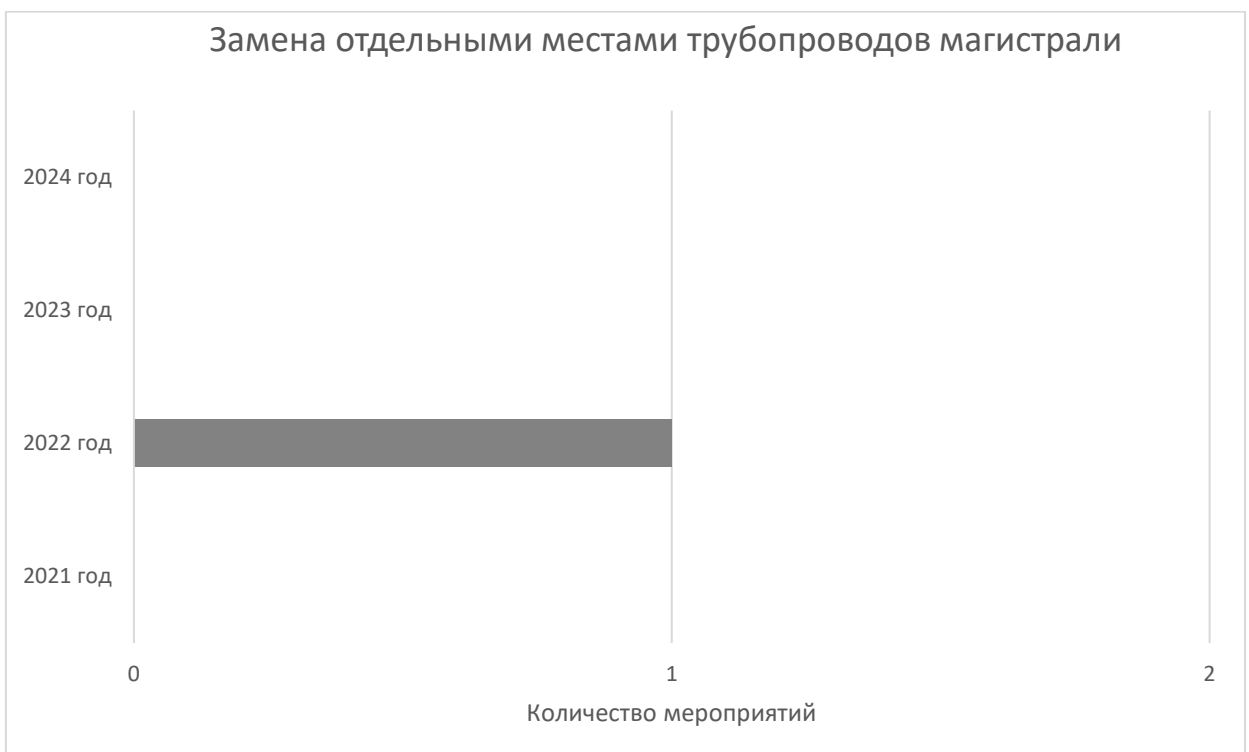


Рисунок 4.1.12 – Диаграмма распределения мероприятий по замене отдельными местами трубопроводов магистрали в соответствии со сроком их реализации

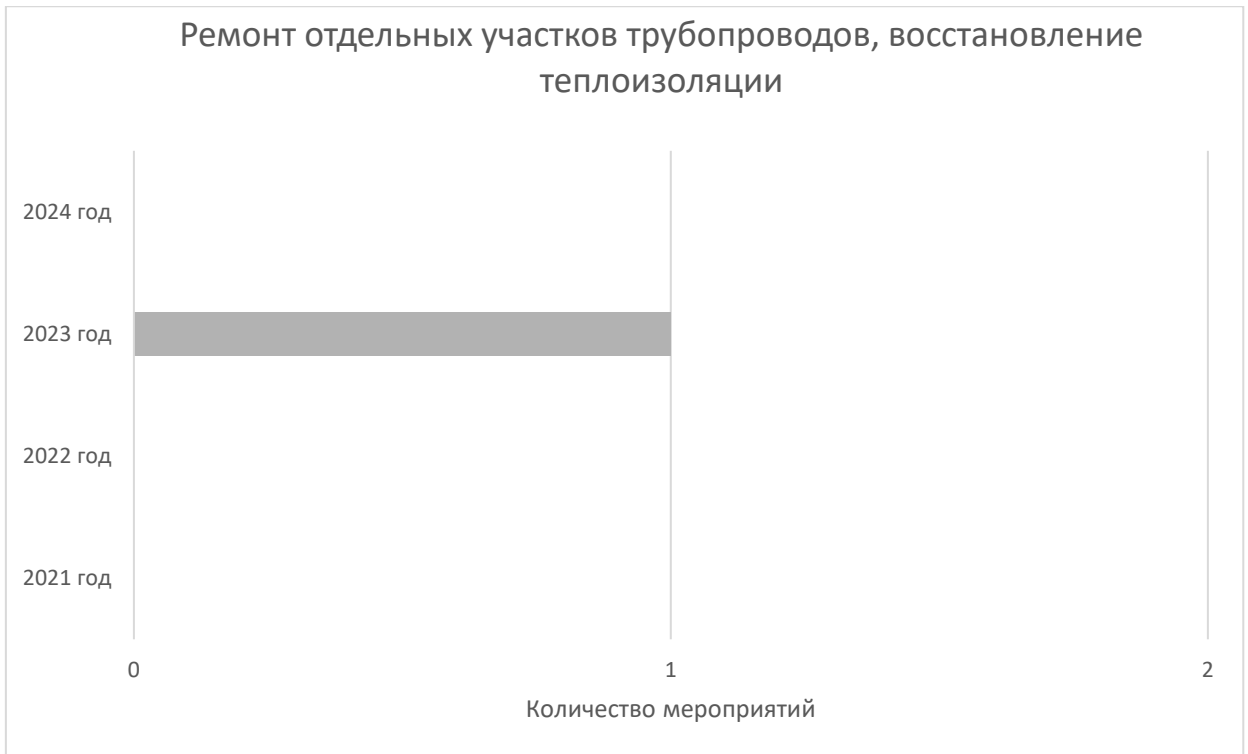


Рисунок 4.1.13 – Диаграмма распределения мероприятий по ремонту отдельных участков трубопроводов и восстановлению теплоизоляции в соответствии со сроком их реализации

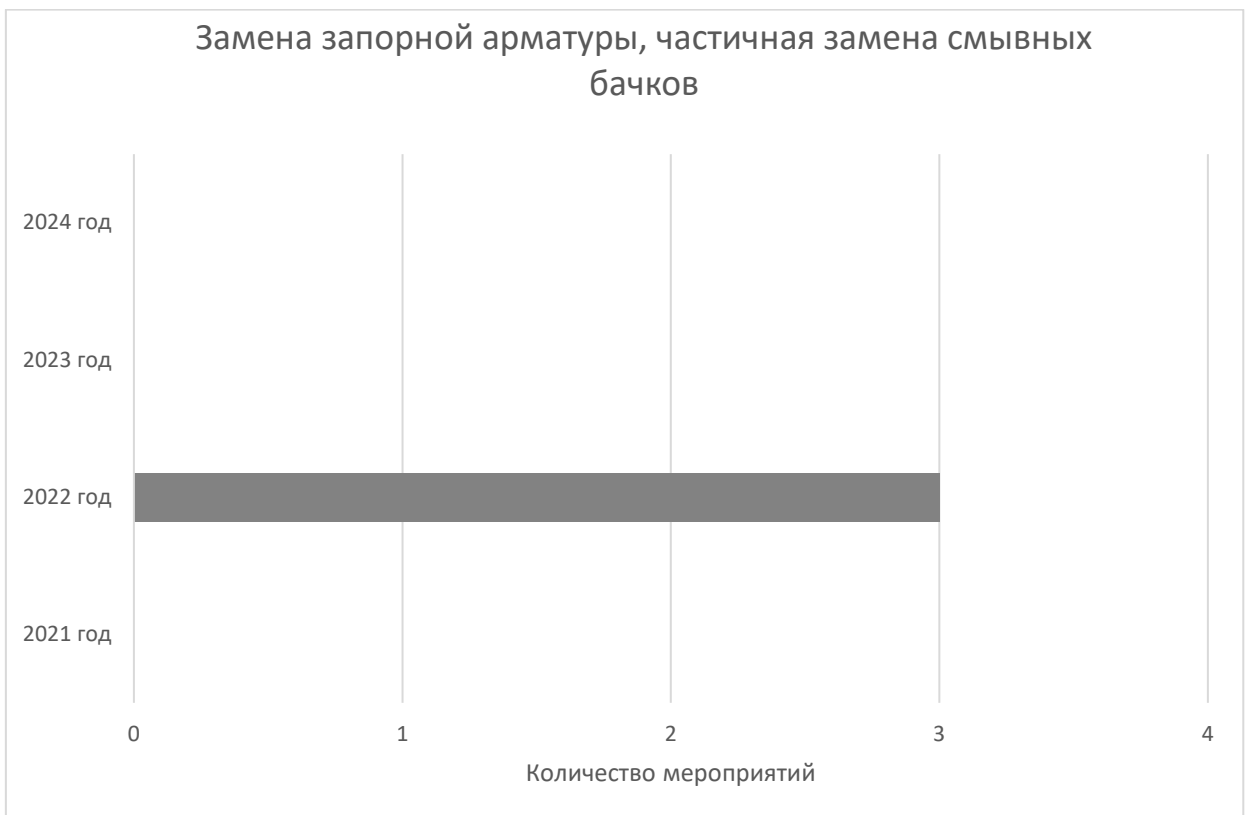


Рисунок 4.1.14 – Диаграмма распределения мероприятий по замене запорной арматуры и частичной замене смывных бачков в соответствии со сроком их реализации





Рисунок 4.1.15 – Диаграмма распределения мероприятий по частичной замене кранов и восстановлению окраски трубопроводов в соответствии со сроком их реализации



Рисунок 4.1.16 – Диаграмма распределения мероприятий по замене отдельных участков трубопроводов и окраске трубопроводов в соответствии со сроком их реализации

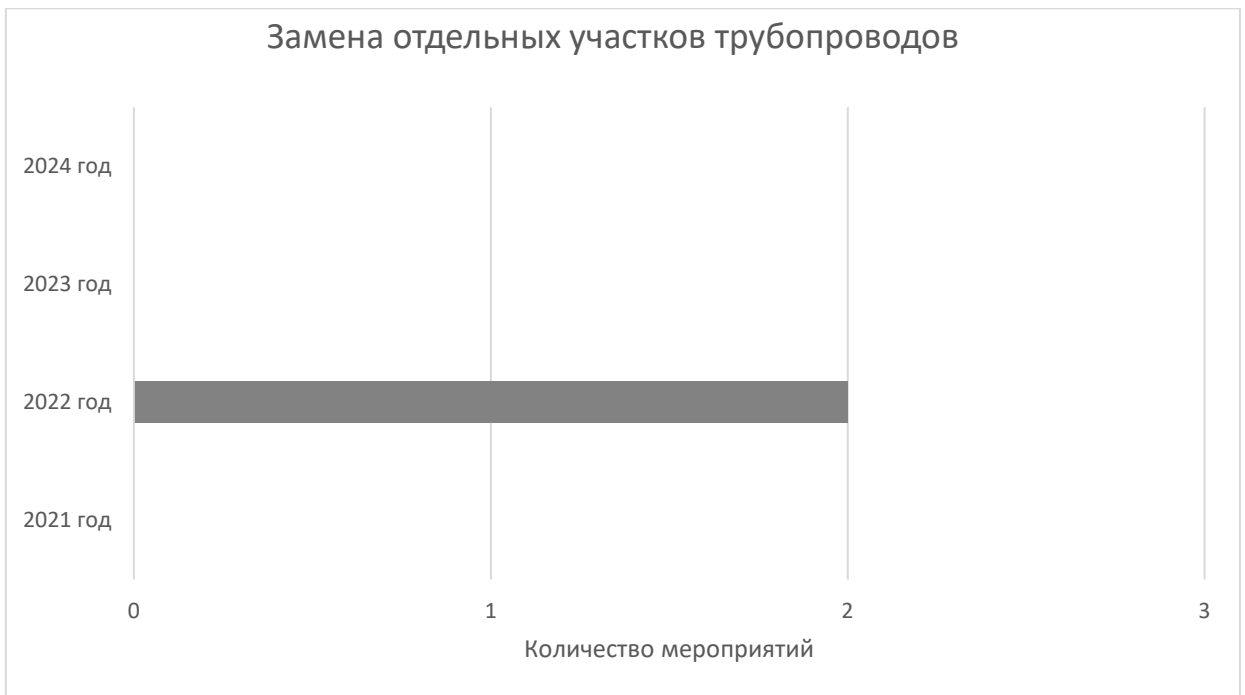


Рисунок 4.1.17 – Диаграмма распределения мероприятий по замене отдельных участков трубопроводов в соответствии со сроком их реализации

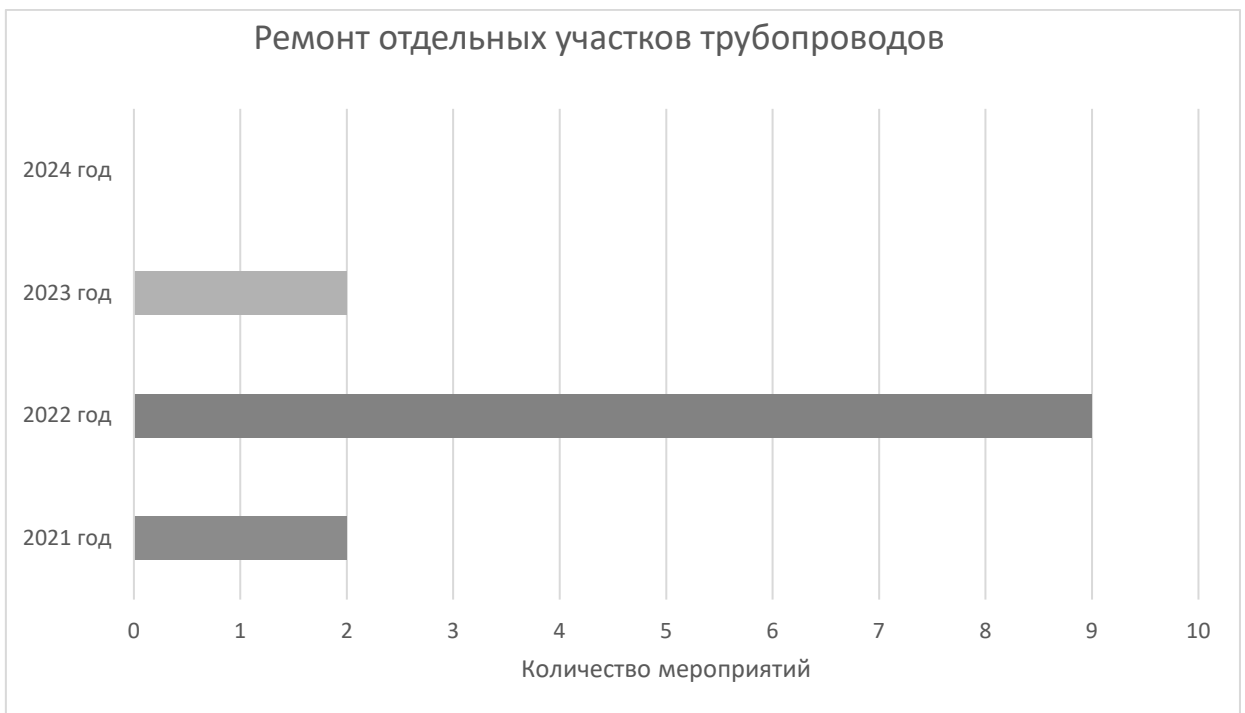


Рисунок 4.1.18 – Диаграмма распределения мероприятий по ремонту отдельных участков трубопроводов в соответствии со сроком их реализации

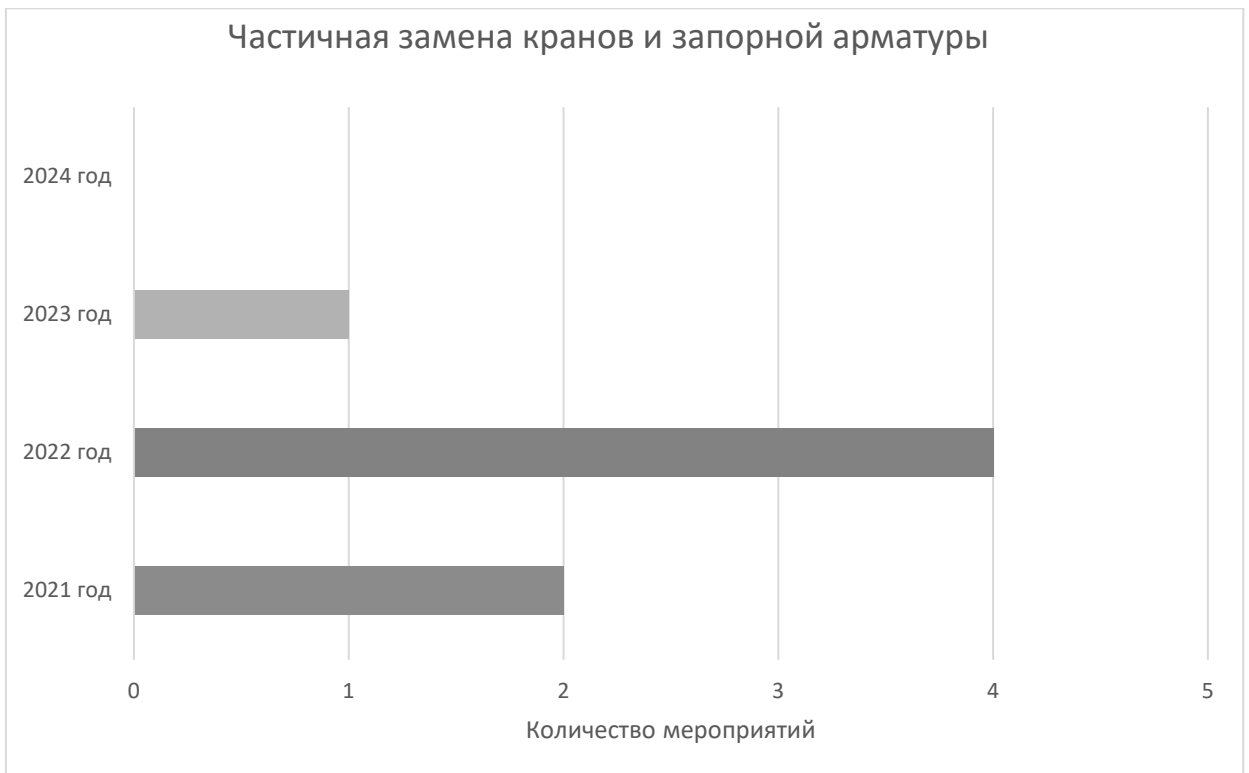


Рисунок 4.1.19 – Диаграмма распределения мероприятий по частичной замене кранов и запорной арматуры в соответствии со сроком их реализации

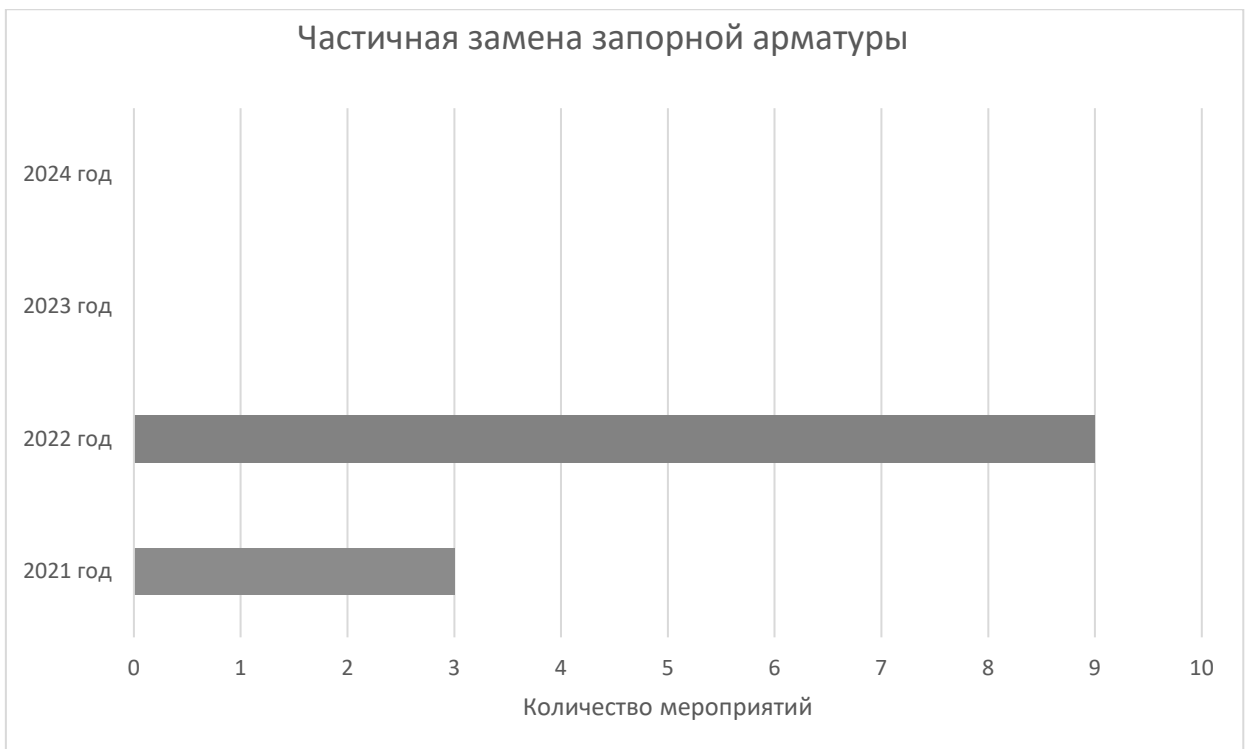


Рисунок 4.1.20 – Диаграмма распределения мероприятий по частичной замене запорной арматуры в соответствии со сроком их реализации

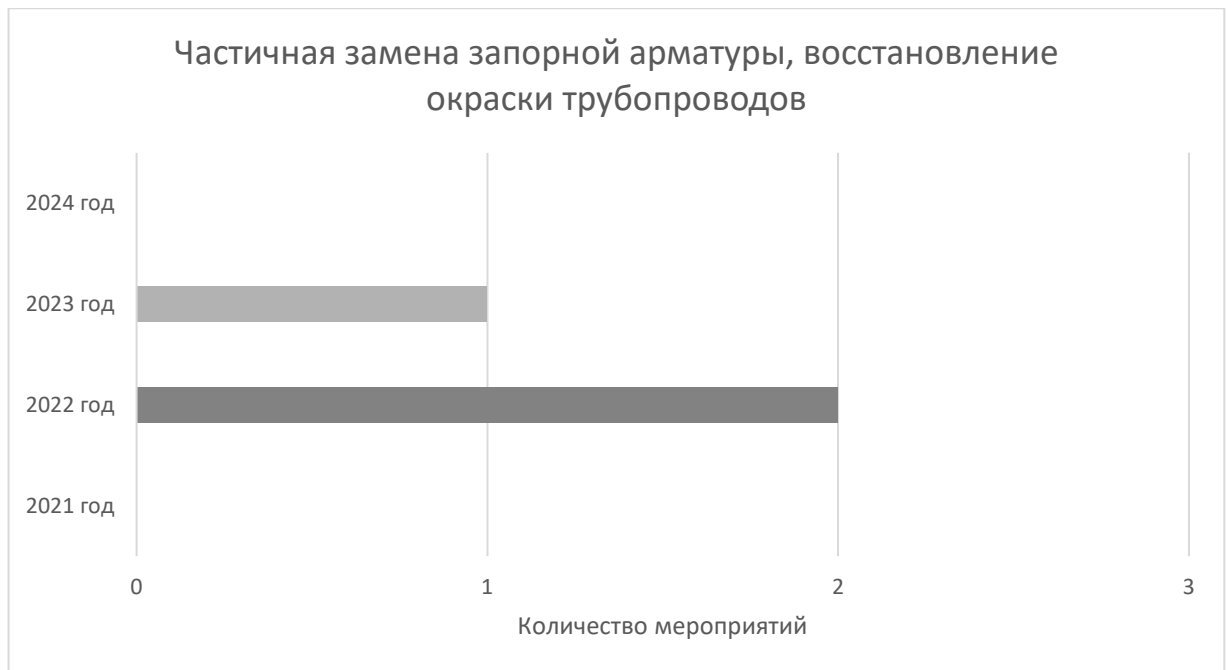


Рисунок 4.1.21 – Диаграмма распределения мероприятий по частичной замене запорной арматуры и восстановлению окраски трубопроводов в соответствии со сроком их реализации

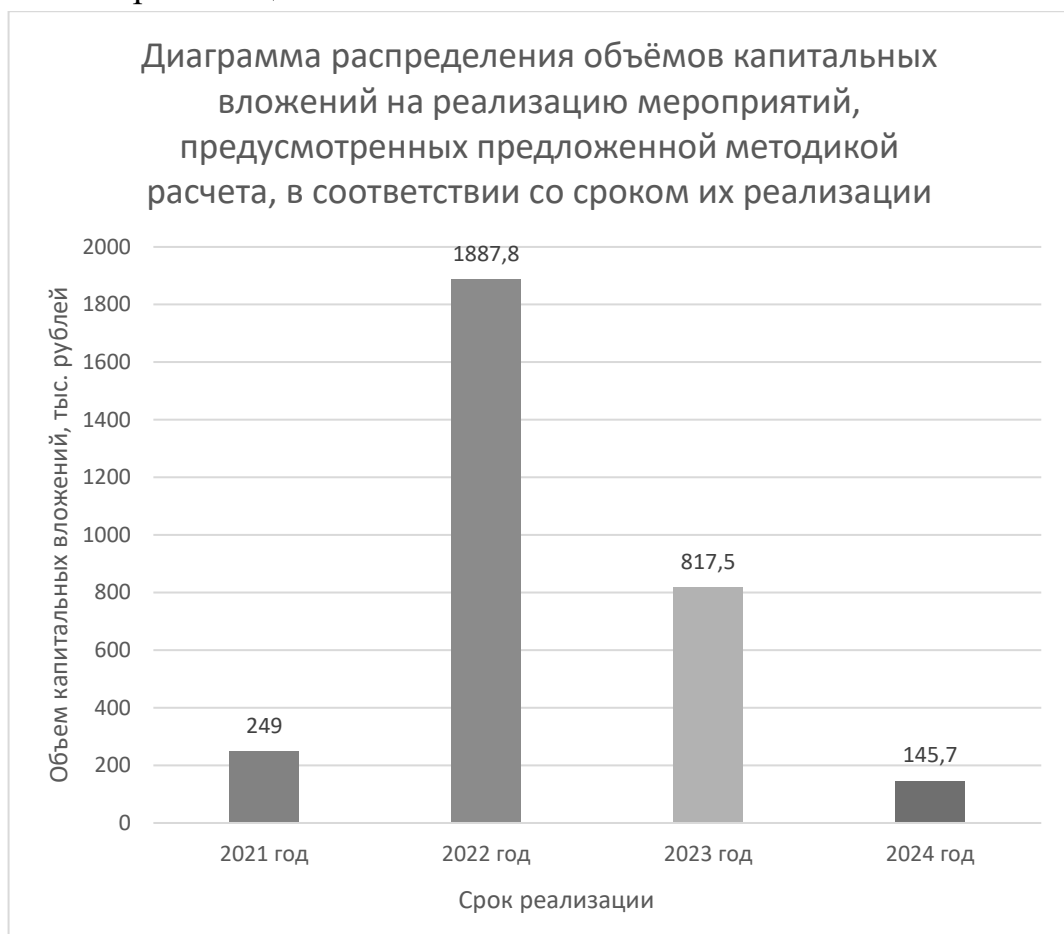


Рисунок 4.1.22 - Диаграмма распределения объемов капитальных вложений на реализацию мероприятий, предусмотренных предложенной методикой расчета, в соответствии со сроком их реализации

Диаграмма распределения объёмов капитальных вложений в соответствии со сроком их реализации на мероприятия, предусмотренные предложенной методикой расчета, выраженного в процентах от общего объема капитальных вложений

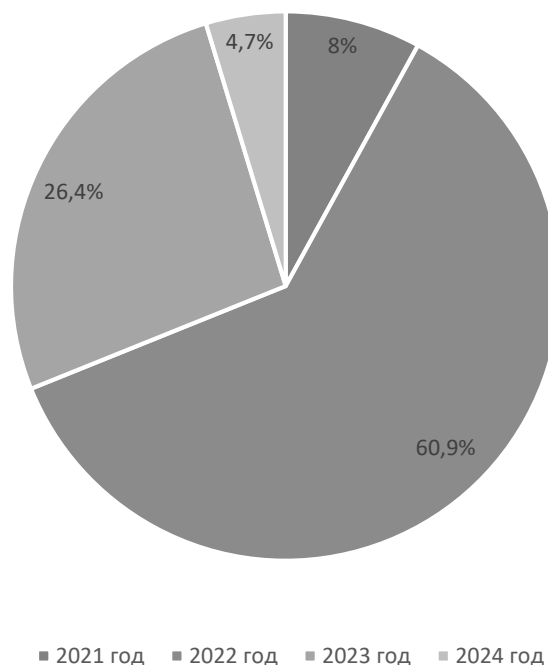


Рисунок 4.1.23 - Диаграмма распределения объёмов капитальных вложений в соответствии со сроком их реализации на мероприятия, предусмотренные предложенной методикой расчета, выраженного в процентах от общего объема капитальных вложений

#### 4.2 Определение экономической эффективности капитальных вложений в строительстве

Методы определения экономической эффективности в строительстве основываются на общем критерии экономической эффективности по народному хозяйству - приросте национального дохода (в сопоставимых ценах) по отношению к вызвавшим этот прирост капитальным вложениям.

Для проведения экономических расчетов применяется система показателей, которые соответствуют указанному критерию и обеспечивают соизмерение эффекта и затрат.

При осуществлении расчетов экономической эффективности необходимо, чтобы принятое решение было не только наиболее эффективным в отрасли "Строительство", но и способствовало повышению эффективности всего народного хозяйства. С этой целью расчеты эффективности должны

учитывать эффект как в отрасли "Строительство", так и в сфере эксплуатации строительных объектов.

При расчетах и анализе эффективности капитальных вложений в мероприятия производственного характера эксплуатации сетей водоснабжения разрыв во времени (лаг) между осуществлением капитальных вложений и получением эффекта определяется в зависимости от нормативной, плановой или фактической продолжительности строительства и продолжительности освоения объектов. При расчетах в целом средний лаг по указанным направлениям капитальных вложений принимается в размере одного года. Учет лага при оценке эффективности капитальных вложений на приобретение строительных машин и оборудования, инструмента и инвентаря, в объекты сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа, как правило, не требуется.

В расчетах применяются два метода определения экономической эффективности:

- общей (абсолютной);
- и сравнительной.

Общая экономическая эффективность измеряется отношением эффекта ко всей сумме капитальных вложений или стоимости производственных фондов, сравнительная характеризует, насколько один вариант капитальных вложений эффективнее другого.

При определении экономической эффективности капитальных вложений, связанных с решением перспективных задач развития отрасли, внедрением крупных научных открытий и изобретений, новых видов современной техники, освоением новых экономических районов и т. д., оценка и обоснование экономической эффективности должны производиться с учетом изменения технико-экономических показателей, в частности нормативов эффективности и цен.

Расчеты общей экономической эффективности производятся по отрасли "Строительство" в целом, министерствам, ведомствам и отдельным строительно-монтажным организациям на всех стадиях разработки перспективных, пятилетних и годовых планов, долгосрочных прогнозов, при анализе выполнения планов капитальных вложений и обосновании технико-экономических проблем, включая определение эффективности организационно-технических и хозяйственных мероприятий, осуществляемых за счет фонда развития производства и кредита банка.

В расчетах определяются общие величины экономического эффекта: чистая продукция, создаваемая в отрасли, а также прибыль, реализуемая

строительными министерствами, ведомствами и отдельными строительномонтажными организациями.

Общая экономическая эффективность определяется отношением эффекта к капитальным вложениям на создание (увеличение) основных производственных фондов или к сумме затрат на создание (увеличение) основных производственных фондов и формирование (пополнение) оборотных средств (или с учетом уменьшения их размера).

Экономическая эффективность капитальных вложений по строительству в целом определяется отношением годового прироста чистой продукции (в сопоставимых ценах), произведенной в строительстве, к вызвавшим его вложениям:

$$\mathcal{E}_{\text{к.п.ч}} = \frac{\Delta\text{Д}}{\text{К}_0},$$

где  $\Delta\text{Д}$  – прирост чистой продукции в сопоставимых ценах;

$\text{К}_0$  – капитальные вложения в основные производственные фонды.

В составе оборотных средств по строительству в целом следует учитывать изменение незавершенного строительства по строительномонтажным работам.

В целях увязки с расчетами экономической эффективности по министерствам и ведомствам коэффициенты общей экономической эффективности капитальных вложений по отрасли в целом следует определять также по приросту прибыли.

Экономическая эффективность капитальных вложений по министерствам, ведомствам и отдельным строительным организациям определяется отношением прироста прибыли к вызвавшим его вложениям:

$$\mathcal{E}_{\text{к.п.п}} = \frac{\Delta\text{П}}{\text{К}_0},$$

где  $\Delta\text{П}$  – прирост прибыли в сопоставимых ценах.;

$\text{К}_0$  – капитальные вложения в основные производственные фонды.

Экономическая эффективность капитальных вложений по отдельным мероприятиям и технико-экономическим проблемам определяется отношением прибыли к вложениям, связанным с получением этой прибыли:

$$\mathcal{E}_{\text{к.п}} = \frac{\text{Ц} - \text{С}}{\text{К}_0},$$

где  $\text{Ц}$  – сметная стоимость строительномонтажных работ;

$\text{С}$  – себестоимость строительномонтажных работ.

В расчетах абсолютной экономической эффективности определяются также сроки окупаемости капитальных вложений на основе соотношения капитальных вложений и прибыли (снижения себестоимости):

$$T_{\text{к.п.п}} = \frac{K_0}{\Delta\Pi}$$

где  $T_{\text{к.п.п}}$  – срок окупаемости по приросту прибыли;

$$T_{\text{к.п}} = \frac{K_0}{\text{Ц} - \text{С}}$$

где  $T_{\text{к.п}}$  – срок окупаемости по прибыли;

$$T_{\text{к.с}} = \frac{K_0}{\text{С}_1 - \text{С}_2}$$

где  $T_{\text{к.с}}$  – срок окупаемости по снижению себестоимости.

Аналогично определяются сроки окупаемости всех единовременных затрат, представляющих собой сумму капитальных вложений и затрат на формирование (пополнение) оборотных средств.

Таким образом определение экономической эффективности капитальных вложений в строительстве будет производиться по коэффициенту общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли. Определение экономической эффективности капитальных вложений в строительстве для предложенных мероприятий представлено в таблице 4.2.



Таблица 4.2 - Определение экономической эффективности капитальных вложений в строительстве для предложенных мероприятий

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\mathcal{E}_{к.п}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 11	Замена отдельных участков трубопроводов	127,4	0,21	2
ул. Сталеваров д. 13	Ремонт отдельных участков трубопроводов	56,2	0,27	2
ул. Сталеваров д. 14	Частичная замена кранов и запорной арматуры	31,5	0,31	1
ул. Сталеваров д. 15	Частичная замена запорной арматуры	22,4	0,24	1
ул. Сталеваров д. 16	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	38,1	0,26	2
ул. Сталеваров д. 16А	Ремонт отдельных участков трубопроводов	59,2	0,28	2
ул. Сталеваров д. 17	Частичная замена запорной арматуры	34,5	0,22	2
ул. Сталеваров д. 19	Ремонт отдельных участков трубопроводов	61,2	0,29	2
ул. Сталеваров д. 1А	Замена запорной арматуры	44,2	0,25	1
ул. Сталеваров д. 20	Частичная замена кранов и запорной арматуры	36,7	0,31	1
ул. Сталеваров д. 20А	Замена запорной арматуры, частичная, замена смывных бачков	40,2	0,27	2
ул. Сталеваров д. 22	Ремонт отдельных участков трубопроводов	58,1	0,28	1

Продолжение таблицы 4.2

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\mathcal{E}_{к.п}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 23	Ремонт отдельных участков трубопроводов	62,8	0,25	2
ул. Сталеваров д. 25	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов	36,6	0,29	2
ул. Сталеваров д. 26	Частичная замена запорной арматуры	27,8	0,3	2
ул. Сталеваров д. 27	Замена отдельных участков трубопроводов	134,6	0,32	2
ул. Сталеваров д. 28	Частичная замена кранов и запорной арматуры	42,4	0,27	3
ул. Сталеваров д. 28А	Частичная замена кранов и запорной арматуры	39,2	0,25	2
ул. Сталеваров д. 29	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	45,6	0,28	2
ул. Сталеваров д. 3	Набивка сальников	17,8	0,24	1
ул. Сталеваров д. 30	Смена прокладок в запорной арматуре	16,3	0,29	1
ул. Сталеваров д. 31	Регулировка смывных бачков	13,5	0,31	1
ул. Сталеваров д. 32	Набивка сальников	18,1	0,3	1
ул. Сталеваров д. 33	Ремонт смывных бачков	34,8	0,28	2
ул. Сталеваров д. 33А	Смена прокладок в запорной арматуре	14,9	0,32	2
ул. Сталеваров д. 34	Частичная замена кранов и запорной арматуры	45,6	0,29	2

Продолжение таблицы 4.2

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\Delta_{к.п}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 35	Частичная замена запорной арматуры	32,5	0,27	2
ул. Сталеваров д. 36	Частичная замена запорной арматуры	36,4	0,24	2
ул. Сталеваров д. 3А	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков	46,1	0,26	2
ул. Сталеваров д. 3Б	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	68,7	0,28	3
ул. Сталеваров д. 9	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	71,2	0,29	3
ул. Сталеваров д. 84А	Набивка сальников	19,7	0,3	1
ул. Сталеваров д. 84Б	Частичная замена запорной арматуры	27,6	0,27	2
ул. Сталеваров д. 36А	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	66,7	0,24	3
ул. Сталеваров д. 37	Смена прокладок в запорной арматуре	17,3	0,26	1
ул. Сталеваров д. 38	Смена прокладок в запорной арматуре	16,4	0,29	1
ул. Сталеваров д. 39	Частичная замена кранов и запорной арматуры	41,5	0,31	2
ул. Сталеваров д. 40	Ремонт отдельных участков трубопроводов	54,6	0,25	2

Продолжение таблицы 4.2

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\mathcal{E}_{кп}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 41	Замена запорной арматуры	42,1	0,3	2
ул. Сталеваров д. 42	Ремонт отдельных участков трубопроводов	58,9	0,27	2
ул. Сталеваров д. 44	Смена прокладок в запорной арматуре	19,2	0,24	1
ул. Сталеваров д. 44А	Замена отдельных участков трубопроводов, окраска трубопроводов	145,7	0,26	4
ул. Сталеваров д. 46	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление окраски трубопроводов	124,9	0,29	3
ул. Сталеваров д. 46А	Ремонт отдельных участков трубопроводов	109,8	0,31	2
ул. Сталеваров д. 47	Ремонт отдельных участков трубопроводов	114,2	0,25	2
ул. Сталеваров д. 48	Ремонт отдельных участков трубопроводов	98,9	0,32	2
ул. Сталеваров д. 49	Частичная замена кранов, восстановление окраски трубопроводов	67,5	0,27	3
ул. Сталеваров д. 50	Частичная замена запорной арматуры	34,5	0,25	2
ул. Сталеваров д. 52	Частичная замена запорной арматуры	32,8	0,28	2
ул. Сталеваров д. 56	Частичная замена кранов и запорной арматуры	41,9	0,24	2

Продолжение таблицы 4.2

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\mathcal{E}_{к.п}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 58	Регулировка смывных бачков	13,1	0,28	1
ул. Сталеваров д. 60	Замена запорной арматуры	36,7	0,22	2
ул. Сталеваров д. 66	Частичная замена запорной арматуры, восстановление окраски трубопроводов	37,8	0,29	3
ул. Сталеваров д. 68	Частичная замена запорной арматуры	27,1	0,25	2
ул. Сталеваров д. 70	Частичная замена запорной арматуры	29,2	0,31	2
ул. Сталеваров д. 72	Замена запорной арматуры, частичная замена смывных бачков	45,6	0,27	2
ул. Сталеваров д. 74	Ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление теплоизоляции	121,5	0,28	3
ул. Сталеваров д. 76	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали	167,9	0,3	2
ул. Сталеваров д. 78	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	45,9	0,24	2
ул. Сталеваров д. 80	Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей	56,7	0,29	3
ул. Сталеваров д. 82	Ремонт отдельных участков трубопроводов	78,8	0,25	3

## Окончание таблицы 4.2

Адрес	Основные мероприятия	Сметная стоимость, тыс. руб.	Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по прибыли, $\mathcal{E}_{к.п}$	Срок окупаемости по снижению себестоимости $T_{к.с}$ , год
ул. Сталеваров д. 86	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	48,5	0,31	1
ул. Сталеваров д. 86А	Замена трубопроводов стояков	81,3	0,24	3
ул. Сталеваров д. 88	Замена отдельными местами трубопроводов магистрали, восстановление окраски трубопроводов	134,5	0,26	2
ул. Сталеваров д. 88А	Устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)	49,1	0,28	1
ул. Сталеваров д. 94	Смена прокладок в запорной арматуре	16,3	0,22	2

Расчеты показывают, что намечаемые вложения являются эффективными, поскольку показатели общей эффективности превышают соответствующие данные за отчетный период, если бы мероприятия проводились в соответствии со стандартной методикой оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения.

### 4.3 Предложения по источникам инвестиций, обеспечивающих финансовые потребности строительства и реконструкции систем водоснабжения

Источниками инвестиций являются бюджеты всех уровней и внебюджетные источники, инвестиционные и производственные программы предприятий, плата за подключение и собственные средства предприятий. Окончательный объем капитальных вложений для реализации мероприятий определяется согласно проектным документам, сводному сметному расчёту и технико-экономическому обоснованию.

Объёмы капитальных вложений носят прогнозный характер и подлежат ежегодному уточнению при формировании проекта бюджета на соответствующий год, исходя из возможностей местного и областного бюджетов и степени реализации мероприятия, а также подлежат корректировке при актуализации схемы водоснабжения.

Финансовое обеспечение мероприятий может осуществляться за счёт средств бюджетов всех уровней.

Источники финансирования мероприятий определяются при утверждении в установленном порядке инвестиционных программ организаций, оказывающих услуги в сфере водоснабжения.

В качестве источников финансирования инвестиционных программ организаций водопроводно-канализационного хозяйства могут использоваться собственные средства (прибыль, амортизационные отчисления, экономия затрат от реализации мероприятий) и привлечённые средства (кредиты).

При финансировании мероприятий за счёт собственных средств организаций водопроводно-канализационного хозяйства в полном объёме прогнозный тариф с учётом включения расходов на инвестиции не может превышать предельную максимальную величину тарифа на воду, устанавливаемого регулирующим органом. В случае превышения установленной величины предельного роста тарифа за счёт увеличения инвестиционной составляющей возможно использование механизма компенсации его роста за счёт бюджетных средств.

Финансовые потребности на реализацию мероприятий по строительству, реконструкции и техническому перевооружению головных сооружений водоснабжения и водопроводных сетей могут обеспечиваться (дотироваться) за счёт средств бюджетов всех уровней, предусмотренных федеральными, областными и муниципальными целевыми и адресными программами в установленном порядке в соответствии с действующим законодательством.

Финансирование мероприятий по обеспечению водоснабжением объектов перспективного строительства и территорий перспективной застройки осуществляется в основном за счёт платы за подключение и средств застройщиков на основании выданных технических условий.

Предложения по инвестированию средств в существующие объекты и/или инвестиции, предполагаемые для осуществления определёнными организациями, в схеме водоснабжения согласованы с лицами, владеющими на праве собственности или ином законном праве данными объектами, или соответствующими организациями на реализацию инвестиционных проектов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в выпускной квалификационной работе была предложена методика оценки эксплуатационных характеристик систем водоснабжения жилых зданий.

На основе данной методики были представлены мероприятия для повышения эксплуатационных характеристик сетей водоснабжения жилых зданий, расположенных в Metallургическом районе города Челябинск.

В работе была проведена оценка объемов капитальных вложений для реализации предложенных мероприятий для повышения эксплуатационных характеристик сетей водоснабжения жилых зданий, расположенных в Metallургическом районе города Челябинск.

Предлагаемая в работе методика оценки, немного сложнее имеющихся аналогов, однако при этом позволяет работать с большим объемом информации за значительно меньшее время при этом обеспечивая получение значительно большей информации, что позволит на практике повысить эксплуатационные характеристики системы водоснабжения за счет своевременной и точной диагностики степени износа трубопроводов.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МДК 3-02.2001 Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации.
2. Жмаков, Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / Г.Н. Жмаков. – М.: Инфра-М, 2007. – 237 с.
3. Салиев, Э.И. Надежность функционирования систем водоснабжения и водоотведения / Э.И. Салиев. – Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2014. – 184 с.
4. Воскобоев, В.Ф. Методика анализа влияния эксплуатационных характеристик системы водоснабжения / В.Ф. Воскобоев, А.Ю. Лебедев, Б.П. Смирнов. – М.: Недра, 2019. – 37 с.
5. Березин, В.Л. Вопросы эксплуатационной надежности систем водоснабжения и водоотведения / В.Л. Березин, А.А. Мацкин, А.Г. Гумеров. – М.: ЦНИИТ Энефтехим, 2013. – 67 с.
6. Березин, В.Л. Прочность и устойчивость трубопроводов / В.Л. Березин, В.Е. Шутов. – М.: Недра, 2013. – 200 с.
7. Фрог, Б.Н. Водоподготовка: учебное пособие для вузов / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
8. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учебное пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – 2-е изд. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.
9. Медведев, В.С. Система очистки поверхностного стока / В.С. Медведев, В.И. Затыльников, В.М. Хват, Л.П. Шевченко. – М.: Издательство МГУ, 2010. – 5 с.
10. Схема водоснабжения и водоотведения города Челябинск на период до 2027 года. Утверждаемая часть. ВиВ.74/2018-ВС.УЧ.
11. Демешко, А.Е. Контроль качества санитарно-технических и монтажных работ: руководство / А.Е. Демешко, В.М. Никитин, В.А. Шинкевич. – СПб.: Изд-во Дом KN+, 2003. – 411 с.
12. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – 6-е изд. – М.: Стройиздат, 1984. – 117 с.
13. Воскобоев, В.Ф. Методика анализа эксплуатационных характеристик системы водоснабжения муниципального образования / В.Ф. Воскобоев, А.Ю. Лебедев, Б.П. Смирнов. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2019. – 37 с.

14. Низамова, А.Х. Вопрос надежности водопроводных сетей / А.Х. Низамова, Н.С. Урмитова. – Краснодар: Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Институт стандартизации, сертификации и метрологии», 2018. – 63 с.
15. Макеева, Т.И. Анализ реализации инвестиционной программы коммунального предприятия / Т.И. Макеева. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. – 85 с.
16. Оборин, М.С. Взаимосвязь строительства и качества услуг жилищно-коммунального хозяйства / М.С. Оборин. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – 130 с.
17. Сайриддинов, С.Ш. Обеспечение технологической безопасности трубопроводов систем водоснабжения / С.Ш. Сайриддинов. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – 83 с.
18. Примин, О.Г. Надежность коммунальных трубопроводов и планирование их восстановления / О.Г. Примин, В.А. Орлов. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству, эксплуатации трубопроводов и объектов ТЭК, 2016. – 25 с.
19. Сайриддинов, С.Ш. Гидравлические и технологические основы эксплуатации систем водоснабжения / С.Ш. Сайриддинов. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2015. – 116 с.
20. Сайриддинов, С.Ш. Анализ проблем реконструкции сетей водоснабжения и обоснование ее решения программными методами / С.Ш. Сайриддинов, В.А. Селезнев, А.В. Селезнева. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2015. – 77 с.
21. Гленкова, Е.О. Методический подход к расчету эксплуатационных характеристик систем водоснабжения / Е.О. Гленкова, О.В. Лускатова, В.А. Шалова. – Пенза: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2017. – 574 с.
22. Соловьева, А.С. Аспекты повышения эксплуатационных характеристик сетей водоснабжения / А.С. Соловьева, И.А. Шепелева. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. – 287 с.
23. СП 75.13330.2011. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы. Актуализированная версия СНиП 3.05.05-84. -М.: Госстрой России, 2011. – 36 с.
24. СП 129.13330.2011. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Актуализированная версия СНиП 3.05.04-85\*. -М.: Минстрой России, 2011. – 77 с.
25. СП 40.102.2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования. -М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 47 с.

- 26.СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*. -М.: Минрегион России, 2012. – 145 с.
- 27.СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 26.09.2001 г. N 24.
- 28.СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 25.11.2002 г. N 40.
- 29.СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. (с Изменениями N 1, 2). -М.: Минстрой России, 2015. – 143 с.
- 30.СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями N 1, 2).