

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДА МАГНИТОГОРСК ДО 2034 ГОДА
(актуализация на 2024 год)**

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

ГЛАВА 11

Оценка надежности теплоснабжения

СОСТАВ ПРОЕКТА

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения.

Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.

Часть 1. Функциональная структура теплоснабжения.

Часть 2. Источники тепловой энергии.

Часть 3. Тепловые сети, сооружения на них.

Часть 4. Зоны действия источников тепловой энергии.

Часть 5. Тепловые нагрузки потребителей тепловой энергии, групп потребителей тепловой энергии.

Часть 6. Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки.

Часть 7. Балансы теплоносителя.

Часть 8. Топливные балансы источников тепловой энергии и система обеспечения топливом.

Часть 9. Надежность теплоснабжения.

Часть 10. Техничко-экономические показатели теплоснабжающих и теплосетевых организаций.

Часть 11. Цены (тарифы) в сфере теплоснабжения.

Часть 12. Описание существующих технических и технологических проблем в системах теплоснабжения.

Часть 13. Экологическая безопасность теплоснабжения.

Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения.

Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения.

Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей.

Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения.

Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах.

Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии.

Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей.

Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения.

Глава 10. Перспективные топливные балансы.

Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения.

Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию.

Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения.

Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия.

Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций.

Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения.

Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения.

Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения.

Глава 19. Оценка экологической безопасности теплоснабжения.

Схема теплоснабжения.

Раздел 1. Показатели существующего и перспективного спроса на тепловую энергию (мощность) и теплоноситель в установленных границах территории города федерального значения.

Раздел 2. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей.

Раздел 3. Существующие и перспективные балансы теплоносителя.

Раздел 4. Основные положения мастер-плана развития систем теплоснабжения.

Раздел 5. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии.

Раздел 6. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей.

Раздел 7. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения.

Раздел 8. Перспективные топливные балансы.

Раздел 9. Инвестиции в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение.

Раздел 10. Решение об определении единой теплоснабжающей организации (организациям).

Раздел 11. Решения о распределении тепловой нагрузки между источниками тепловой энергии.

Раздел 12. Решения по бесхозяйным тепловым сетям.

Раздел 13. Синхронизация схемы теплоснабжения со схемой газоснабжения и газификации субъекта Российской Федерации и (или) поселения, схемой и программой развития электроэнергетических систем России, а также со схемой водоснабжения и водоотведения поселения, городского округа, города федерального значения.

Раздел 14. Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения.

Раздел 15. Ценовые (тарифные) последствия.

Раздел 16. Обеспечение экологической безопасности теплоснабжения.

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТАВ ПРОЕКТА.....	2
СОДЕРЖАНИЕ	4
СПИСОК ТАБЛИЦ.....	5
СПИСОК РИСУНКОВ	6
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	7
СОКРАЩЕНИЯ	9
Раздел 1. Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения	10
Раздел 2. Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения	12
Раздел 3. Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	13
3.1. Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов	13
3.2. Результаты расчета вероятности безотказной работы потребителей	82
Раздел 4. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	92
Раздел 5. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии..	94
Раздел 6. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения	96
6.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования.....	96
6.2. Установка резервного оборудования	96
6.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	96
6.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов города	97
6.5. Устройство резервных насосных станций.....	101
6.6. Установка баков-аккумуляторов	101
Раздел 7. Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них	103

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ пб до врезки на у.у.....	14
Таблица 2 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	20
Таблица 3 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)	24
Таблица 4 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	28
Таблица 5 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	33
Таблица 8 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ пб до врезки на у.у.....	47
Таблица 9 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	53
Таблица 10 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)	60
Таблица 11 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	64
Таблица 12 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	69
Таблица 15 Расчет вероятности безотказной работы потребителей.....	83
Таблица 16 Расчет вероятности безотказной работы потребителей.....	88
Таблица 17 Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	93
Таблица 18 Недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения.....	94
Таблица 19 Допустимое снижение подачи теплоты для потребителей второй и третьей категорий в % нормативной величины при аварийных режимах теплоснабжения	100

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.	13
Рисунок 2 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.	18
Рисунок 3 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	19
Рисунок 4 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	22
Рисунок 5 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70).....	23
Рисунок 6 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70).....	26
Рисунок 7 Путь движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	27
Рисунок 8 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	31
Рисунок 9 Путь движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	32
Рисунок 10 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	35
Рисунок 12 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома	40
Рисунок 13 Путь движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28).....	41
Рисунок 14 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)	45
Рисунок 15 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.	46
Рисунок 16 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.	51
Рисунок 17 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	52
Рисунок 18 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1	55
Рисунок 19 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70).....	59
Рисунок 20 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70).....	62
Рисунок 21 Путь движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	63
Рисунок 22 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84	67
Рисунок 23 Путь движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	68
Рисунок 24 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28).....	71
Рисунок 25 Путь движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома	72
Рисунок 29 Зоны ненормативной надежности ТЭЦ ПАО «ММК»	85
Рисунок 30 Зоны ненормативной надежности ЦЭС ПАО «ММК»	86
Рисунок 31 Зоны ненормативной надежности Пиковой котельной	86
Рисунок 32 Зоны ненормативной надежности Центральной котельной	87
Рисунок 33 Зоны ненормативной надежности ТЭЦ ПАО «ММК»	90
Рисунок 34 Зоны ненормативной надежности ЦЭС ПАО «ММК»	91
Рисунок 35 Зоны ненормативной надежности Пиковой котельной	91

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей главе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Термины	Определения
Теплоснабжение	Обеспечение потребителей тепловой энергии тепловой энергией, теплоносителем, в том числе поддержание мощности.
Система теплоснабжения	Совокупность источников тепловой энергии и теплопотребляющих установок, технологически соединенных тепловыми сетями.
Схема теплоснабжения	Документ, содержащий предпроектные материалы по обоснованию эффективного и безопасного функционирования системы теплоснабжения, ее развития с учетом правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности
Источник тепловой энергии	Устройство, предназначенное для производства тепловой энергии
Тепловая сеть	Совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок.
Потребитель топлива (далее потребитель)	Лицо, приобретающее топливо для использования на, принадлежащих ему на праве собственности или ином законном основании, топливопотребляющих установках
Теплоснабжающая организация	Организация, осуществляющая продажу потребителям и (или) теплоснабжающим организациям произведенных или приобретенных тепловой энергии (мощности), теплоносителя и владеющая на праве собственности или ином законном основании источниками тепловой энергии и (или) тепловыми сетями в системе теплоснабжения, посредством которой осуществляется теплоснабжение потребителей тепловой энергии (данное положение применяется к регулированию сходных отношений с участием индивидуальных предпринимателей).
Теплосетевая организация	Организация, оказывающая услуги по передаче тепловой энергии (данное положение применяется к регулированию сходных отношений с участием индивидуальных предпринимателей).
Зона действия системы теплоснабжения	Территория городского округа или ее часть, границы которой устанавливаются по наиболее удаленным точкам подключения потребителей к тепловым сетям, входящим в систему теплоснабжения.
Котельно-печное топливо	Любое топливо, которое используется организацией, кроме моторного топлива
Коэффициент использования тепла топлива	Коэффициент, который определяет эффективность преобразования внутренней энергии углеродного топлива в электрическую и тепловую энергию при сжигании топлива в котлах ТЭС
Установленная мощность источника тепловой энергии	Сумма номинальных тепловых мощностей всего принятого по акту ввода в эксплуатацию оборудования, предназначенного для отпуска тепловой энергии потребителям на собственные и хозяйственные нужды
Располагаемая мощность источника тепловой энергии	Величина, равная установленной мощности источника тепловой энергии за вычетом объемов мощности, не реализуемой по техническим причинам, в том числе по причине снижения тепловой мощности оборудования в результате эксплуатации на продленном техническом ресурсе (снижение параметров пара перед турбиной, отсутствие рециркуляции в пиковых водогрейных котлоагрегатах и др.)
Мощность источника тепловой энергии нетто	Величина, равная располагаемой мощности источника тепловой энергии за вычетом тепловой нагрузки на собственные и хозяйственные нужды
Топливоно-энергетический баланс	Документ, содержащий взаимосвязанные показатели количественного соответствия поставок энергетических ресурсов на территорию субъекта Российской Федерации или муниципального образования и их потребления, устанавливающий распределение энергетических ресурсов между системами теплоснабжения, потребителями, группами потребителей и позволяющий определить эффективность использования энергетических ресурсов
Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии	Режим работы теплоэлектростанций, при котором производство электрической энергии непосредственно связано с одновременным производством тепловой энергии
Неснижаемый нормативный запас топлива	Запас топлива, создаваемый на электростанциях и котельных организациях электроэнергетики для поддержания плюсовых температур в главном

Термины	Определения
	корпусе, вспомогательных зданиях и сооружениях в режиме "выживания" с минимальной расчетной электрической и тепловой нагрузкой по условиям самого холодного месяца года
Нормативный эксплуатационный запас топлива	Запас топлива, необходимый для надежной и стабильной работы электростанций и котельных, обеспечивающий плановую выработку электрической и (или) тепловой энергии
Общий нормативный запас основного и резервного видов топлива	Общий нормативный запас основного и резервного видов топлива, определяемый по сумме объемов неснижаемого нормативного запаса топлива и нормативного эксплуатационного запаса топлива
Условное топливо	Принятая при расчетах единица учета органического топлива, которая используется длячисления полезного действия различных видов топлива в их суммарном учете
Энергетический ресурс	Носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии)
Элемент территориального деления	Территория городского округа или ее часть, установленная по границам административно-территориальных единиц.
Расчетный элемент территориального деления	Территория городского округа или ее часть, принятая для целей разработки схемы теплоснабжения в неизменяемых границах на весь срок действия схемы теплоснабжения.
Технологическая зона	Единица укрупненного деления территории города по зонально-технологическому принципу, объединяющая несколько тепловых районов или совпадающая с границами теплового района.
Тепловой район	Единица территориального деления, в границах которой осуществляются технологические процессы производства, передачи и потребления тепловой энергии.
Централизованное теплоснабжение	Теплоснабжение потребителей от источников тепла через общую тепловую сеть.

СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей главе применяют следующие сокращения:

ВК – водогрейный котел;

ПВК – пиковая водогрейная котельная;

ПГУ – парогазовая установка;

ПСГ, ПСВ – подогреватель сетевой воды;

РОУ – редукиционно-охладительная установка;

РСО – ресурсоснабжающая организация;

СН – собственные нужды;

ХН – хозяйственные нужды;

ТСЖ – товарищество собственников жилья;

ТСО – теплоснабжающая организация;

ТС – тепловые сети;

ТФУ – теплофикационная установка;

ТЭ – тепловая энергия;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

ГВС – горячее водоснабжение;

ЕТО – единая теплоснабжающая организация;

ЖСК – жилищно-строительный кооператив;

ОИЭК – организации инженерно-энергетического комплекса;

МУП – муниципальное унитарное предприятие;

ЕГСТ – единая газотранспортная система;

КС – компрессорная станция;

МГ – магистральный газопровод;

АО – акционерное общество;

ОЗНТ – общий нормативный запас основного и резервного видов топлива;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ННЗТ – неснижаемый нормативный запас топлива;

НЭЗТ – нормативный эксплуатационный запас топлива;

ПХГ – подземное хранилище газа;

РТХ – резервное топливное хозяйство;

ТЭБ - топливно-энергетический баланс;

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;

ТЭС – тепловая электростанция;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

УРУТ – удельный расход условного топлива;

ЭС – электростанция;

ЭЭ – электрическая энергия.

Раздел 1. Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения

Подробная статистика повреждений тепловых сетей по каждому источнику централизованного теплоснабжения за период с 2018 г. по 2022 г. не была предоставлена.

Обобщенная статистика отказов (повреждений) тепловых сетей в зоне действия МП трест «Теплофикация» за 2018-2022 гг. в г. Магнитогорск приведена в таблице 1. Другие теплоснабжающие организации не предоставили информации по отказам тепловых сетей.

Таблица 1. Статистика отказов тепловых сетей по г. Магнитогорск в зоне действия МП трест «Теплофикация»

Год	Общее количество отказов в тепловых сетях МП трест «Теплофикация»
2018	170
2019	141
2020	177
2021	153
2022	143

Интенсивности отказов i -того участка тепловых сетей должны определяться в соответствии с формулой, 1/км/год (1/км/ч):

$$\lambda_i = \lambda_{\text{нач}} \left(0.1 \tau_i^{\text{эксп}} \right)^{\alpha_i - 1}$$

где, i - номер участка тепловой сети;

- интенсивность отказов i -того участка тепловой сети, 1/км/год;

$\lambda_{\text{нач}}$ - интенсивность отказов теплопровода, соответствующая начальному периоду эксплуатации, 1/км/год;

$\tau_i^{\text{эксп}}$ - продолжительность эксплуатации участка, лет;

α_i - коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации i -того участка теплопровода.

Значение начальной интенсивности отказов теплопровода $\lambda_{\text{нач}}$ должно приниматься равным $5,7 \times 10^{-6}$ 1/км/ч (0,05 1/км/год). Начальная интенсивность отказов должна соответствовать периоду нормальной эксплуатации нового теплопровода после периода приработки.

Коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации i -того участка теплопровода α_i , должен определяться по формуле:

$$\alpha_i = \begin{cases} 0.8 - \text{при } 0 < \tau_i^{\text{эксп}} \leq 3 \\ 1.0 - \text{при } 3 < \tau_i^{\text{эксп}} \leq 17 \\ 0.5 \exp\left(\tau_i^{\text{эксп}} / 20\right) - \text{при } \tau_i^{\text{эксп}} > 17 \end{cases}$$

Основная причина повреждений квартальных тепловых сетей от источников централизованного теплоснабжения - наружная коррозия, которую вызывают:

- подтопления каналов ливневыми и канализационными стоками, грунтовыми водами и водопроводной водой;
- непосредственным контактом трубопроводов с грунтом;

- пересечением с электрическими кабелями (отсутствует электрохимическая защита трубопроводов);
- нарушением гидроизоляции трубопроводов при бесканальной прокладке;
- разрушением каналов, в том числе нарушением и отсутствием гидроизоляции канала, отсутствием плит перекрытия и т. п.

Раздел 2. Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения

Статистика повреждений тепловых сетей по каждому источнику централизованного теплоснабжения за период с 2018 г. по 2022 г. не была предоставлена.

Среднее время до восстановления i -того участка теплопровода, содержащего ЗРА должно вычисляться по формуле ч:

$$z_i^B = a \times \left[1 + (b + cL_{\text{сз}})d_i^{1.2} \right]$$

где, $L_{\text{сз}}$ - расстояние между секционирующими задвижками, км;

d_i - диаметр i -того участка тепловой сети, м.

Значение коэффициентов:

$$a = 2,91;$$

$$b = 20,89;$$

$$c = -1,88$$

Значения коэффициентов формулы (3) получены на основе численных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров, рекомендуемых СП 124.13330-2012.

Раздел 3. Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам

3.1. Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов

3.1.1. Существующее состояние на 2023 г.

3.1.1.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ТЭЦ ПАО «ММК»

ТЭЦ ПАО «ММК» имеет четыре магистральных тепловых выводов:

- 2 вывода ТЭЦ пб;
- ТЭЦ Бетонострой;
- ТЭЦ - 1000.

Ниже представлен расчет по каждому из них.

На рисунке 1 приведена трассировка магистрального теплопровода ТЭЦ - 1000 от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$) благодаря наличию резервирующих перемычек между двумя тепломагистралями от ТЭЦ, по которым производится теплоснабжение города.

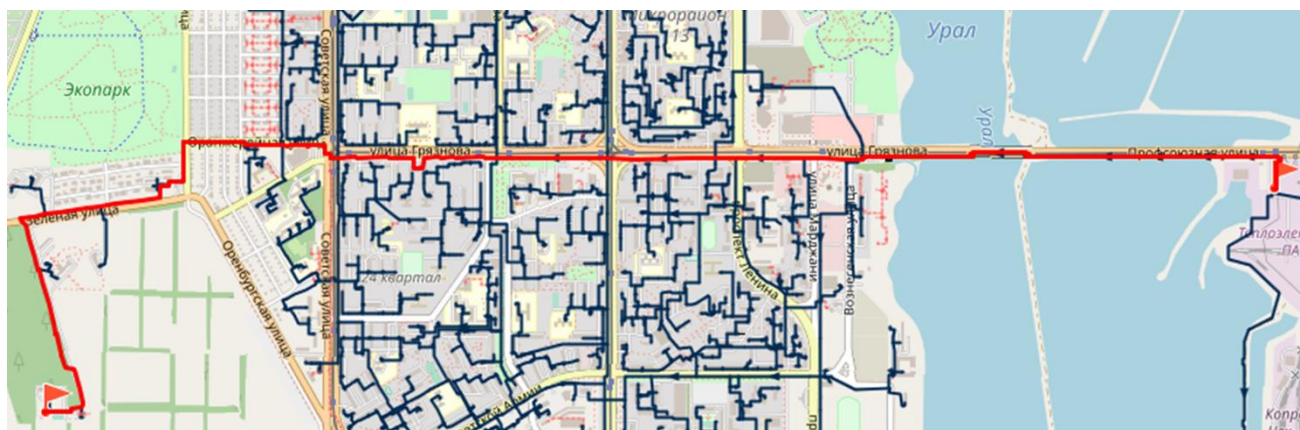


Рисунок 1 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

Таблица 2 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦпб	-	0,700	56	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000386	0,00003862	1,0000000
2	-	-	0,700	126	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000874	0,00012602	1,0000000
3	-	КНС2	0,700	170	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001180	0,00024405	1,0000000
4	КНС2	КНС3	0,700	179	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001242	0,00036823	1,0000000
5	КНС3	КНС4	0,700	202	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001399	0,00050814	1,0000000
6	КНС4	-	0,700	199	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001385	0,00064662	1,0000000
7	-	КНС	0,700	103	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000713	0,00071792	1,0000000
8	КНС	НО Ё7	0,700	96	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000664	0,00078432	1,0000000
9	НО Ё7	выход из канала	0,600	49	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000343	0,00081861	1,0000000
10	выход из канала	вход в канал	0,600	203	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0001411	0,00095969	1,0000000
11	вход в канал	НО Ё5	0,600	49	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000343	0,00099399	1,0000000
12	НО Ё5	ТК	0,600	107	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000743	0,00106825	1,0000000
13	ТК	НО Ё3	0,700	94	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000650	0,00113329	1,0000000
14	НО Ё3	КНС Ё8	0,700	108	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000751	0,00120843	1,0000000
15	КНС Ё8	стена КП2	0,700	96	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000664	0,00127480	1,0000000
16	стена КП2	врезка	0,700	6	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000040	0,00127879	1,0000000
17	врезка	задвижка	0,700	7	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000045	0,00128333	1,0000000
18	задвижка	врезка в коллектор	0,800	2	1980	2	43	0,000694	36,89	0,0000012	0,00128449	1,0000000
19	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	1	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000007	0,00128515	1,0000000
20	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	2	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000013	0,00128644	1,0000000
21	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	2	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000016	0,00128805	1,0000000
22	врезка в коллектор	-	0,800	3	1980	2	43	0,000694	36,89	0,0000022	0,00129027	1,0000000
23	-	1 (ТК-2)	0,800	59	1980	2	43	0,000694	36,89	0,0000412	0,00133150	1,0000000
24	1 (ТК-2)	переход	0,800	1	1980	2	43	0,000694	36,89	0,0000007	0,00133220	1,0000000
25	переход	2(КНС-3)	0,700	92	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000640	0,00139619	1,0000000
26	2(КНС-3)	3(ТК-4)	0,700	75	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000517	0,00144793	1,0000000
27	3(ТК-4)	4(ТК-5)	0,700	93	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000648	0,00151270	1,0000000

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока откатов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока откатов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	4(ТК-5)	5(ТК-6)	0,700	177	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001229	0,00163565	1,0000000
29	5(ТК-6)	задвижка с эл.приводом	0,700	79	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000546	0,00169028	1,0000000
30	задвижка с эл.приводом	6(ТК-1)	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000007	0,00169097	1,0000000
31	6(ТК-1)	задвижка с эл.приводом	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000007	0,00169167	1,0000000
32	задвижка с эл.приводом	7(ТК-7)	0,700	100	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000695	0,00176115	1,0000000
33	7(ТК-7)	8(ТК-8)	0,700	208	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001444	0,00190560	1,0000000
34	8(ТК-8)	9(ТК-21)	0,700	112	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000778	0,00198339	1,0000000
35	9(ТК-21)	затвор KMS	0,600	1	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000007	0,00198408	1,0000000
36	затвор KMS	10(ТК-9)	0,600	96	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000664	0,00205050	1,0000000
37	10(ТК-9)	11(ТК-10)	0,600	218	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0001510	0,00220153	1,0000000
38	11(ТК-10)	12(ТК-22)	0,600	120	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000833	0,00228487	1,0000000
39	12(ТК-22)	стена здания ТНС 5	0,500	365	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0002537	0,00253860	1,0000000
40	стена здания ТНС 5	задвижка	0,500	2	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000017	0,00254031	1,0000000
41	задвижка	врезка	0,500	3	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000022	0,00254249	1,0000000
42	врезка	задвижка	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000009	0,00254336	1,0000000
Не резервированный участок тепломагистрали												
43	задвижка	ТНС Ё 5	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000009	0,00254249	0,9999796
44	ТНС Ё 5	задвижка	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000009	0,00254336	0,9999591
45	задвижка	врезка	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000009	0,00254424	0,9999387
46	врезка	врезка на у.у.	0,500	3	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000018	0,00254511	0,9998975
47	врезка на у.у.	стена здания ТНС 5	0,500	2	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000016	0,00254599	0,9998595
48	стена здания ТНС 5	-	0,500	10	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000069	0,00254775	0,9996973
49	-	13(ТК-11)	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000007	0,00254937	0,9996811
50	13(ТК-11)	задвижка с эл.приводом	0,500	348	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0002414	0,00255632	0,9940419

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
51	задвижка с эл. приводом	14(ТК-23)	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000007	0,00255701	0,9940258
52	14(ТК-23)	задвижка с эл. приводом	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000007	0,00279845	0,9940097
53	задвижка с эл. приводом	-	0,500	28	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000194	0,00279914	0,9935582
54	-	16(ТК-1)	0,300	201	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0001399	0,00279984	0,9915500
55	16(ТК-1)	затвор	0,250	1	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000007	0,00281928	0,9915417
56	затвор	17(ТК-2)	0,250	62	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000428	0,00295916	0,9910275
57	17(ТК-2)	18(ТК-3)	0,250	154	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001066	0,00295986	0,9897459
58	18(ТК-3)	задвижка	0,250	1	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000007	0,00300262	0,9897375
59	задвижка	19(ТК-4)	0,250	276	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001915	0,00310926	0,9874385
60	19(ТК-4)	стена ТНС Ё7	0,250	250	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001735	0,00310995	0,9853603
61	стена ТНС Ё7	задвижка	0,250	1	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000008	0,00330149	0,9853510
62	задвижка	врезка	0,250	7	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000046	0,00347503	0,9852964
63	врезка	ТНС Ё 7 ул.Зеленая,4	0,250	4	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000031	0,00347581	0,9852595
64	ТНС Ё 7 ул.Зеленая,4	врезка	0,250	8	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000058	0,00348038	0,9851906
65	врезка	стена ТНС Ё7	0,250	5	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000034	0,00348346	0,9851495
66	стена ТНС Ё7	21(ТК-5/1)	0,250	294	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0002044	0,00348923	0,9827073
67	21(ТК-5/1)	задвижка	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00349267	0,9827019
68	задвижка	22	0,250	232	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001611	0,00369709	0,9807820
69	22	задвижка	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000008	0,00369778	0,9807743
70	задвижка	23	0,200	114	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000795	0,00385889	0,9800028
71	23	подъем наземной трассы	0,200	2	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000016	0,00385968	0,9799872
72	подъем наземной трассы	врезка 24	0,200	217	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0001508	0,00393915	0,9785244
73	врезка 24	врезка	0,150	1	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000005	0,00394076	0,9785204
74	врезка	опуск наземной трассы	0,150	272	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0001886	0,00409158	0,9770854
75	опуск наземной трассы	-	0,150	2	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000016	0,00409209	0,9770732

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) оттока участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока откозов теплоснабжения при откозе участка, 1/час	Параметр потока откозов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
76	-	26	0,150	2	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000014	0,00428065	0,9770626
77	26	подъем наземной трассы	0,125	2	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000014	0,00428226	0,9770535
78	подъем наземной трассы	-	0,125	2	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000016	0,00428365	0,9770429
79	-	опуск наземной трассы	0,125	80	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000557	0,00428503	0,9766743
80	опуск наземной трассы	-	0,125	2	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000016	0,00428664	0,9766638
81	-	подъем наземной трассы	0,125	4	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000028	0,00434237	0,9766454
82	подъем наземной трассы	-	0,125	2	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000016	0,00434397	0,9766349
83	-	опуск наземной трассы	0,125	240	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0001667	0,00434675	0,9755334
84	опуск наземной трассы	30(ТК)	0,125	2	1980	1	43	0,000694	7,48	0,0000016	0,00434834	0,9755229
85	30(ТК)	ТК-9	0,125	16	1980	2	43	0,000694	7,48	0,0000114	0,00451500	0,9754479
86	ТК-9	ТК-10	0,100	146	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0001016	0,00451660	0,9748733
87	ТК-10	стена бойлерной	0,100	17	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000118	0,00452796	0,9748066
88	стена бойлерной	теплосчетчик	0,100	2	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000011	0,00462958	0,9748007
89	теплосчетчик	Отель "Европа"-бойлерная	0,100	4	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000031	0,00464138	0,9747831
90	Отель "Европа"-бойлерная	врезка на у.у.	0,100	5	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000035	0,00464243	0,9747631

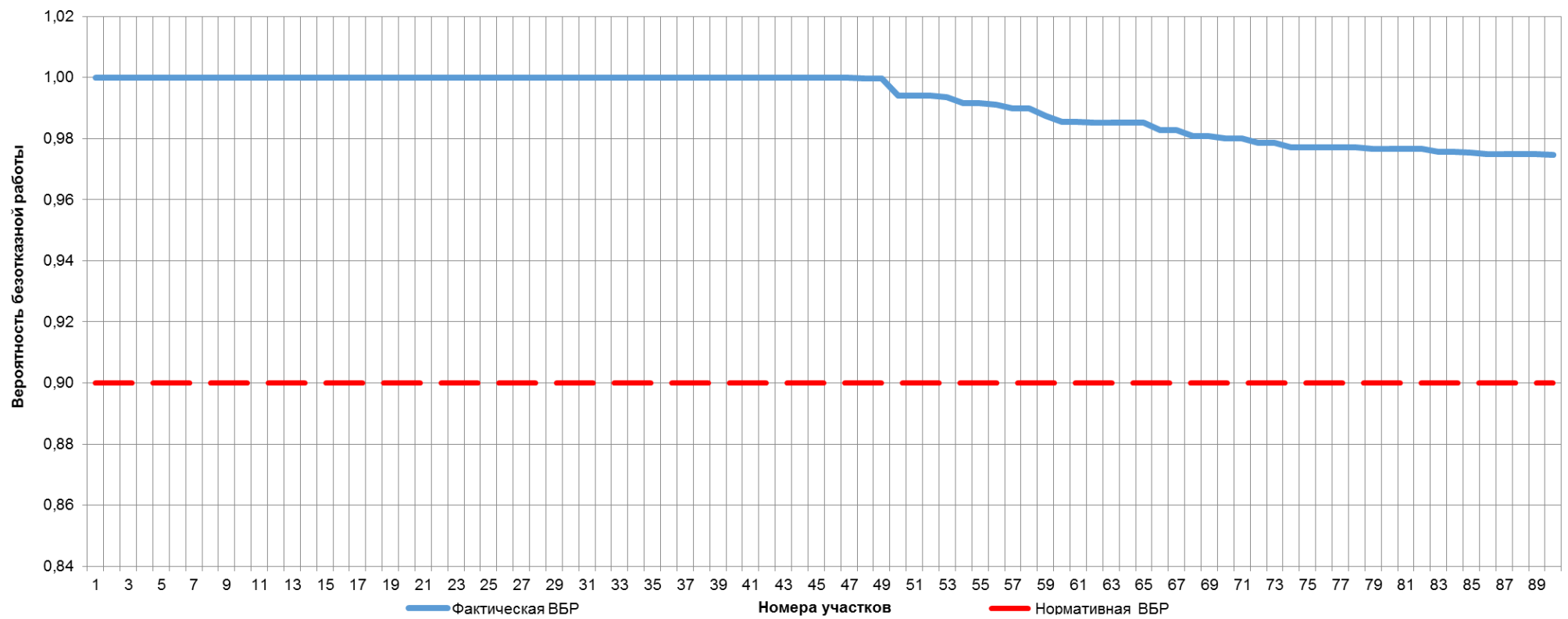


Рисунок 2 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).



Рисунок 3 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

Таблица 3 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистралей												
1	ТЭЦ(Бетонострой)	ТК	0,400	531	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0003685	0,00036848	0,9926531
2	ТК	-	0,200	60	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000418	0,00041023	0,9922108
3	-	ТК	0,200	103	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000718	0,00048208	0,9914502
4	ТК	ТК	0,200	5	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000035	0,00048555	0,9914135
5	ТК	ТК	0,200	43	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000299	0,00051540	0,9910977
6	ТК	-	0,200	127	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000882	0,00060361	0,9901649
7	-	врезка	0,200	5	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000035	0,00060708	0,9901282
8	врезка	опуск наземной трассы	0,200	146	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0001011	0,00070819	0,9890599
9	опуск наземной трассы	ТК-2	0,200	2	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000012	0,00070939	0,9890473
10	ТК-2	стена здания ТНС Ё12-БИС	0,200	69	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000479	0,00075728	0,9885419
11	стена здания ТНС Ё12-БИС	задвижка	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000007	0,00075798	0,9885345
12	задвижка	Ё 12-БИС	0,200	2	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000015	0,00075948	0,9885186
13	Ё 12-БИС	задвижка	0,200	2	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000015	0,00076101	0,9885025
14	задвижка	стена здания ТНС Ё12-БИС	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000008	0,00076186	0,9884936
15	стена здания ТНС Ё12-БИС	-	0,200	2	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000011	0,00076291	0,9884825
16	-	ТК-3	0,200	119	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000826	0,00084555	0,9876109
17	ТК-3	-	0,200	93	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000649	0,00091042	0,9869272
18	-	врезка	0,200	85	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000592	0,00096959	0,9863042
19	врезка	ТК-4	0,200	115	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000798	0,00104944	0,9854638
20	ТК-4	задвижка	0,200	1	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000004	0,00104987	0,9854592
21	задвижка	врезка	0,200	131	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000906	0,00114048	0,9845066
22	врезка	-	0,200	497	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0003453	0,00148577	0,9808792
23	-	ТК-7	0,150	2	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000014	0,00148716	0,9808678
24	ТК-7	ТК-8	0,150	20	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000139	0,00150104	0,9807536
25	ТК-8	ТК-9	0,150	64	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000446	0,00154559	0,9803873

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) оттока участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при оттоке участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
26	ТК-9	ТК-10	0,150	48	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000336	0,00157920	0,9801110
27	ТК-10	ТК-11	0,150	17	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000118	0,00159100	0,9800140
28	ТК-11	ТК-12	0,150	30	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000208	0,00161183	0,9798429
29	ТК-12	подъем подземной трассы	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000009	0,00161271	0,9798357
30	подъем подземной трассы	опуск наземной трассы	0,150	55	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000385	0,00165120	0,9795194
31	опуск наземной трассы	ТК-13	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000009	0,00165209	0,9795122
32	ТК-13	задвижка	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00165278	0,9795065
33	задвижка	ТК-1	0,150	47	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000326	0,00168541	0,9792385
34	ТК-1	подъем наземной трассы	0,150	2	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000013	0,00168674	0,9792276
35	подъем наземной трассы	подъем	0,150	131	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000907	0,00177745	0,9784828
36	подъем	подъем	0,150	1	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00177816	0,9784769
37	подъем	опуск	0,150	5	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000035	0,00178164	0,9784484
38	опуск	опуск	0,150	1	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00178235	0,9784426
39	опуск	врезка	0,150	17	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000121	0,00179441	0,9783436
40	врезка	задвижка	0,150	1	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00179510	0,9783379
41	задвижка	т.врезки	0,150	52	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000364	0,00183153	0,9780391
42	т.врезки	переход	0,150	85	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000587	0,00189026	0,9775575
43	переход	ТК-4	0,100	40	1980	1	43	0,000694	6,41	0,0000277	0,00191800	0,9773881
44	ТК-4	ТК-5	0,150	84	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000583	0,00197631	0,9769102
45	ТК-5	врезка	0,150	28	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000196	0,00199592	0,9767495
46	врезка	врезка	0,150	37	1980	1	43	0,000694	8,59	0,0000256	0,00202155	0,9765396
47	врезка	ТК	0,100	28	1980	1	43	0,000694	6,41	0,0000194	0,00204100	0,9764210
48	ТК	-	0,100	43	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000298	0,00207080	0,9762391
49	-	ТК-9	0,100	39	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000271	0,00209793	0,9760736
50	ТК-9	ТК-10	0,100	59	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000410	0,00213890	0,9758237
51	ТК-10	задвижка	0,050	1	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000007	0,00213959	0,9758208
52	задвижка	стена д.5	0,050	4	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000025	0,00214206	0,9758104
53	стена д.5	ул. Магнитная, д.1	0,050	3	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000021	0,00214415	0,9758016

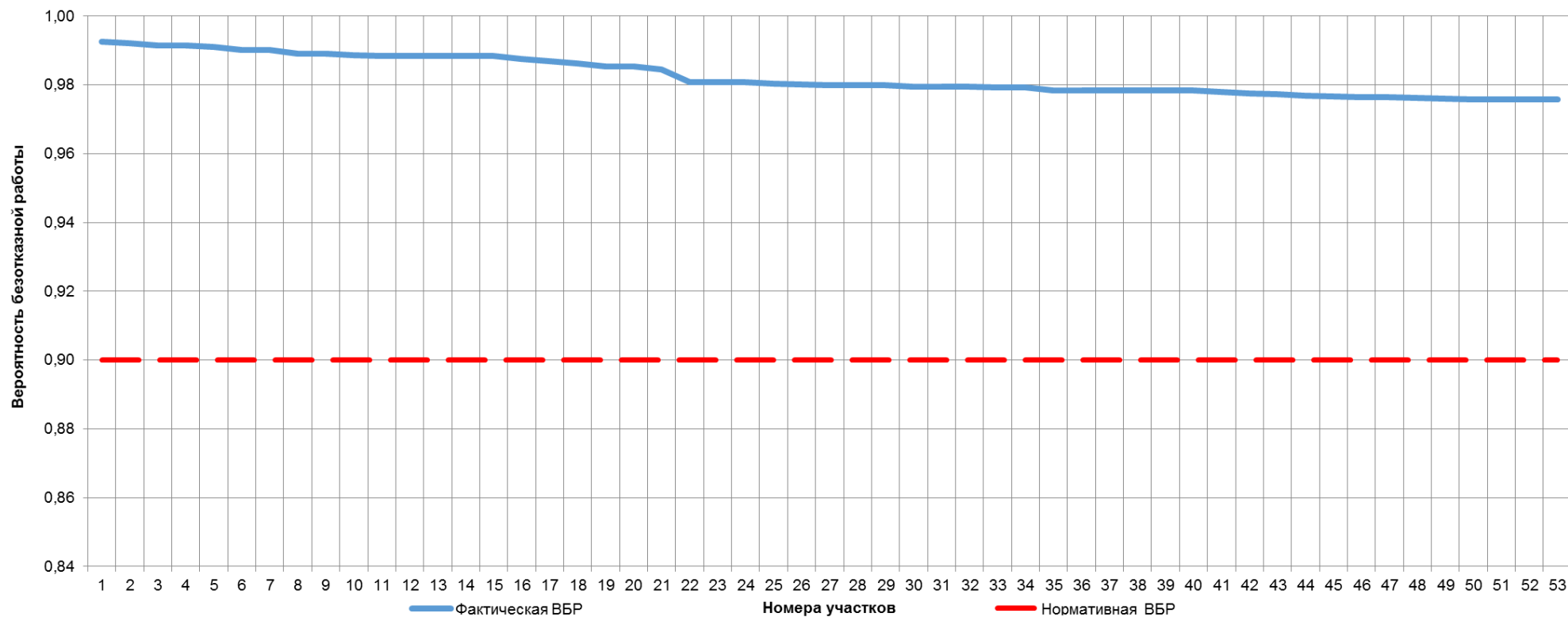


Рисунок 4 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

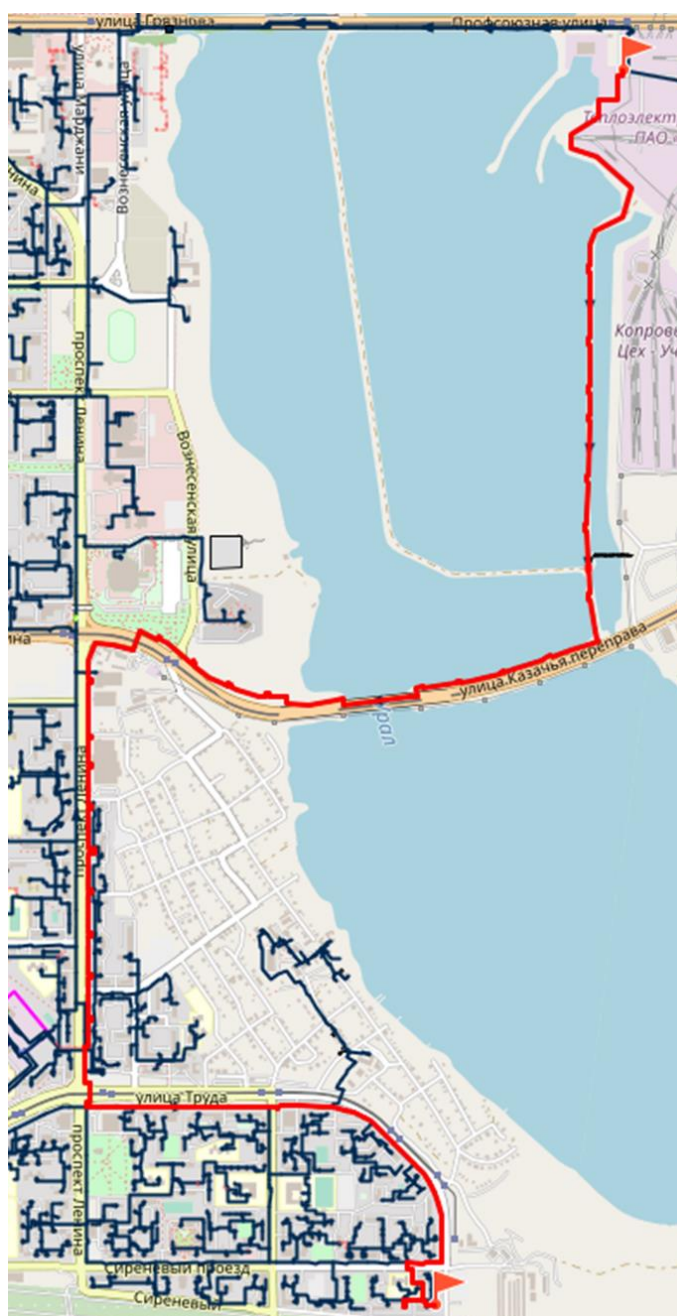


Рисунок 5 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)

Таблица 4 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр тру- бопровода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребите- ля
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦ (1000)	павильон 5	1,000	834	1990	1	33	0,000039	36,38	0,0000322	0,00003224	0,9989328
2	павильон 5	-	1,000	1420	1990	1	33	0,000039	36,38	0,0000549	0,00008716	0,9978667
3	-	задвижка	1,000	1	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000007	0,00008785	0,9960530
4	задвижка	-	1,000	680	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0004724	0,00056022	0,9960301
5	-	-	1,000	3	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000019	0,00056211	0,9804580
6	-	-	1,000	48	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000333	0,00059545	0,9803965
7	-	-	1,000	2	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000014	0,00059685	0,9793147
8	-	павильон 6	1,000	25	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000175	0,00061438	0,9792695
9	павильон 6	-	1,000	221	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0001533	0,00076767	0,9787011
10	-	-	1,000	3	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000019	0,00076957	0,9737357
11	-	УТ-1 правого берега	1,000	234	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0001625	0,00093211	0,9736746
12	УТ-1 пра- вого берега	УТ-2	1,000	611	1990	2	33	0,000039	36,38	0,0000236	0,00095572	0,9684363
13	УТ-2	УТ-3	1,000	66	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000458	0,00100149	0,9676796
14	УТ-3	СК-1	1,000	128	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000886	0,00109009	0,9662136
15	СК-1	СК-1	1,000	225	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0001565	0,00124663	0,9633802
16	СК-1	УТ-4	1,000	549	1990	2	33	0,000039	36,38	0,0000212	0,00126786	0,9583889
17	УТ-4	задвижка	1,000	1	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000007	0,00126856	0,9577154
18	задвижка	УТ-5	1,000	376	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0002610	0,00152960	0,9576934
19	УТ-5	УТ-6а	1,000	341	1990	2	33	0,000039	36,38	0,0000132	0,00154280	0,9494190
20	УТ-6а	ТК-98	0,700	24	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000166	0,00155941	0,9490042
21	ТК-98	СК-2	0,700	73	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000509	0,00161030	0,9485474
22	СК-2	-	0,700	17	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000115	0,00162175	0,9471482
23	-	ТК-99	0,700	20	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000138	0,00163553	0,9468337
24	ТК-99	ТК	0,700	28	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000198	0,00165529	0,9464554
25	ТК	задвижка	0,700	84	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000583	0,00171362	0,9459133
26	задвижка	ТК-100	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000007	0,00171431	0,9443141
Резервированный участок тепломагистрали												
27	ТК-100	ТК-100а	0,700	30	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000208	0,00173514	0,9443141
28	ТК-100а	задвижка	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000007	0,00173583	0,9443141

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр тру- бопровода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
29	задвижка	КНС-23а	0,700	123	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000851	0,00182096	0,9443141
30	КНС-23а	КНС-24	0,700	295	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0002047	0,00202569	0,9443141
31	КНС-24	ТК-101	0,700	156	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001082	0,00213385	0,9443141
32	ТК-101	ТК-101а	0,700	51	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000353	0,00216911	0,9443141
33	ТК-101а	КНС-25	0,700	61	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000424	0,00221151	0,9443141
34	КНС-25	УТ-1	0,700	109	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000756	0,00228715	0,9443141
35	УТ-1	КНС-26	0,700	40	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000278	0,00231499	0,9443141
36	КНС-26	КНС-27	0,700	67	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000468	0,00236183	0,9443141
37	КНС-27	УТ-102	0,700	34	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000235	0,00238528	0,9443141
38	УТ-102	КНС-28	0,700	103	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000715	0,00245679	0,9443141
39	КНС-28	УТ -103	0,700	92	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000636	0,00252036	0,9443141
40	УТ -103	КНС-29	0,700	86	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000597	0,00258007	0,9443141
41	КНС-29	КНС-30	0,700	76	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000528	0,00263283	0,9443141
42	КНС-30	УТ-104	0,700	192	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001331	0,00276594	0,9443141
43	УТ-104	задвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00276663	0,9443141
Нерезервированный участок тепломагистрали												
44	задвижка	УТ-104а	0,300	123	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000851	0,00285169	0,9431474
45	УТ-104а	задвижка	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000007	0,00285238	0,9431409
46	задвижка	стена х/б 66	0,200	247	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0001716	0,00302398	0,9415305
47	стена х/б 66	х/б Ё66, 137м-он	0,200	10	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000072	0,00303114	0,9414635
48	х/б Ё66, 137м-он	-	0,200	5	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000034	0,00303457	0,9414313
49	-	стена х/б 66	0,200	4	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000028	0,00303737	0,9414051
50	стена х/б 66	ТК-137-66-1	0,200	12	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000081	0,00304549	0,9413290
51	ТК-137-66-1	задвижка	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00304618	0,9413239
52	задвижка	ТК-137-66-4	0,150	77	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000533	0,00309949	0,9409315
53	ТК-137-66-4	-	0,080	1	1980	2	43	0,000694	5,59	0,0000007	0,00310019	0,9409282
54	-	стена д.18- 1-й ввод	0,080	16	1980	2	43	0,000694	5,59	0,0000110	0,00311116	0,9408757
55	стена д.18- 1-й ввод	врезка на у.у.	0,100	5	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000035	0,00311463	0,9408567
56	врезка на у.у.	здание скорой помощи (70)	0,050	25	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000174	0,00313208	0,9407905

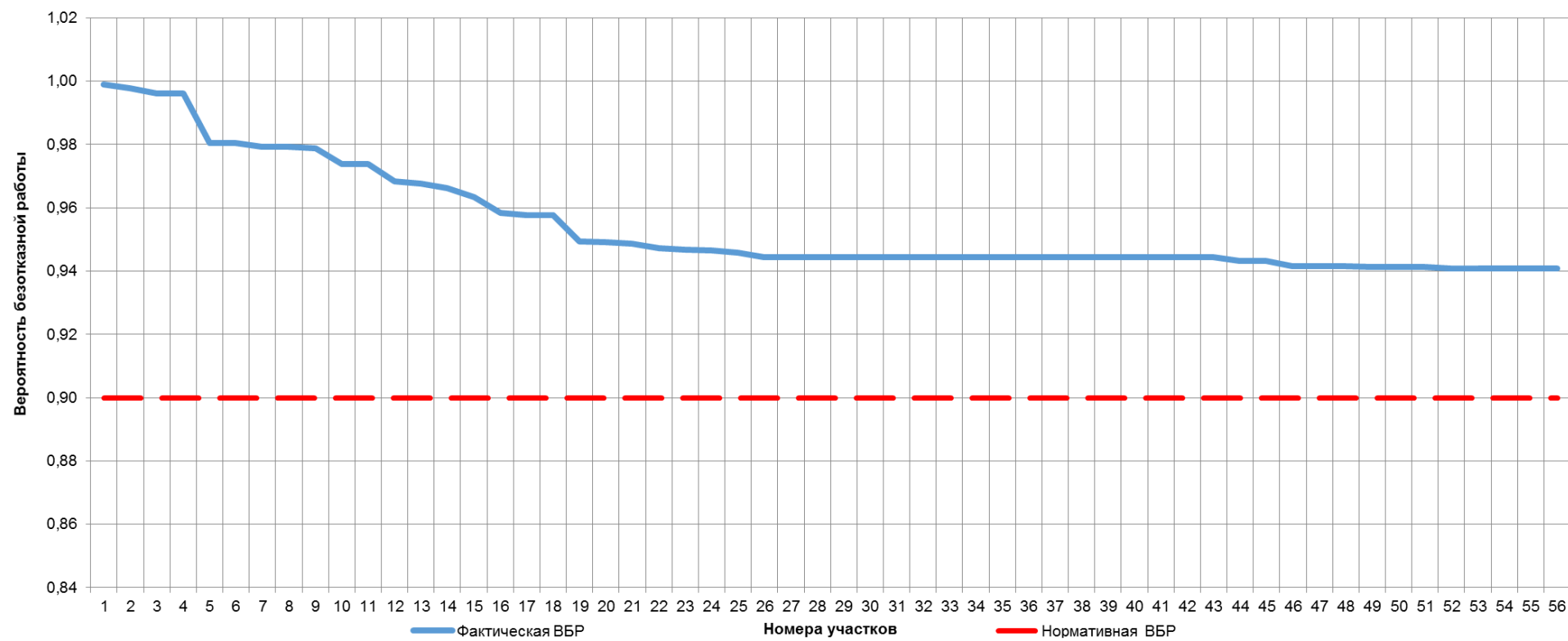


Рисунок 6 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)

3.1.1.2. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ЦЭС ПАО «ММК»

На рисунке Рисунок 7 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 5 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 8 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$) благодаря наличию резервного магистрального теплопровода.

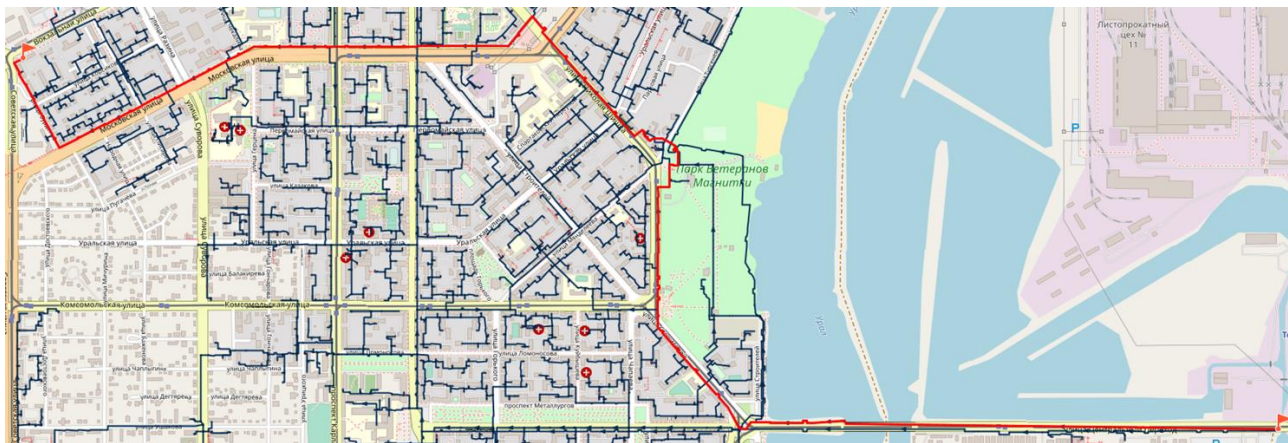


Рисунок 7 Путь движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

Таблица 5 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребит- еля
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ЦЭС пб	завдвижка	0,700	2002	1997	2	26	0,000013	31,86	0,0000253	0,00002534	1,0000000
2	завдвижка	-	0,700	2	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000011	0,00002644	1,0000000
3	-	врезка	0,700	3	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000021	0,00002854	1,0000000
4	врезка	завдвижка	0,500	2	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000016	0,00003018	1,0000000
5	завдвижка	ТК-10	0,500	216	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0001497	0,00017990	1,0000000
6	ТК-10	-	0,500	129	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000897	0,00026955	1,0000000
7	-	ТК-12	0,500	167	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0001162	0,00038580	1,0000000
8	ТК-12	ТК-13	0,400	77	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000531	0,00043893	1,0000000
9	ТК-13	завдвижка	0,400	1	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000007	0,00043962	1,0000000
10	завдвижка	ТК-13а	0,400	90	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000625	0,00050212	1,0000000
11	ТК-13а	ТК-14	0,400	90	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000622	0,00056436	1,0000000
12	ТК-14	врезка вТК- 15	0,400	383	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0002658	0,00083015	1,0000000
13	врезка вТК- 15	ТК-15/1	0,400	56	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0000391	0,00086924	1,0000000
14	ТК-15/1	завдвижка	0,400	1	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000007	0,00086994	1,0000000
15	завдвижка	завдвижка Ё1	0,400	91	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000633	0,00093324	1,0000000
16	завдвижка Ё1	ТК	0,400	2	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000016	0,00093482	1,0000000
17	ТК	завдвижка Ё1	0,400	4	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000029	0,00093771	1,0000000
18	завдвижка Ё1	ТК-9	0,400	6	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000039	0,00094159	1,0000000
19	ТК-9	завдвижка Ё1	0,600	3	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000019	0,00094346	1,0000000
20	завдвижка Ё1	ТК	0,700	2	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000016	0,00094504	1,0000000
21	ТК	завдвижка Ё1	0,700	2	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000016	0,00094665	1,0000000
22	завдвижка Ё1	-	0,700	67	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000464	0,00099306	1,0000000
23	-	ТКа	0,700	2	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000015	0,00099458	1,0000000
24	ТКа	ТК	0,700	38	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000267	0,00102129	1,0000000
25	-	стена ТНС Ё1-БИС	0,700	27	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000188	0,00104008	1,0000000
26	стена ТНС Ё1-БИС	завдвижка	0,700	5	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000038	0,00104385	1,0000000
27	-	врезка	0,600	5	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000033	0,00104713	1,0000000

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потреби- теля
28	врезка	ТНС Ё 1- БИС	0,300	5	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000036	0,00105072	1,0000000
29	-	частотный регулятор	0,300	3	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000023	0,00105303	1,0000000
30	частотный регулятор	врезка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000009	0,00105397	1,0000000
31	-	врезка	0,600	6	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000041	0,00105809	1,0000000
32	врезка	врезка	0,700	12	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000081	0,00106622	1,0000000
33	-	стена ТНС Ё1-БИС	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000009	0,00106709	1,0000000
34	стена ТНС Ё1-БИС	ТК-6	0,700	58	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000403	0,00110739	1,0000000
35	-	ТК-7	0,700	57	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000395	0,00114685	1,0000000
36	ТК-7	зadвижка	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000010	0,00114781	1,0000000
37	-	ТК-7А(ТК14)	0,700	112	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000777	0,00122552	1,0000000
38	ТК-7А(ТК14)	ТК-8	0,700	163	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001133	0,00133883	1,0000000
39	-	ТК-9	0,700	124	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000857	0,00142458	1,0000000
40	ТК-9	зadвижка	0,700	187	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001301	0,00155468	1,0000000
41	-	ТК-10 (КНС на Т1)	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000008	0,00155544	1,0000000
42	ТК-10 (КНС на Т1)	ТК-11	0,500	149	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0001033	0,00165877	1,0000000
43	-	ТК-11/1	0,500	48	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000332	0,00169198	1,0000000
44	ТК-11/1	ТК-12	0,500	70	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000486	0,00174058	1,0000000
45	-	ТК-12А	0,500	91	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000632	0,00180374	1,0000000
46	ТК-12А	ТК-13	0,500	110	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000766	0,00188035	1,0000000
47	-	зadвижка	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000007	0,00188104	1,0000000
48	зadвижка	зadвижка	0,500	16	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000109	0,00189193	1,0000000
49	-	ТК-27	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000008	0,00189270	1,0000000
50	ТК-27	ТК-14	0,500	101	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000700	0,00196268	1,0000000
51	-	зadвижка	0,500	235	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0001634	0,00212609	1,0000000
52	зadвижка	ТК-28	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000007	0,00212676	1,0000000
53	-	ТК-28а	0,500	5	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000036	0,00213037	1,0000000
Нерезервированный участок тепломагистрали												

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребит- еля
54	ТК-28а	ТК-15	0,500	117	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000810	0,00221139	0,9980473
55	-	ТК	0,500	3	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000018	0,00221320	0,9980039
56	ТК	ТК-16	0,300	305	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0002115	0,00242467	0,9948582
57	-	ТК-17	0,350	11	1980	2	43	0,000694	18,62	0,0000075	0,00243217	0,9947285
58	ТК-17	ТК-18	0,350	258	1980	2	43	0,000694	18,62	0,0001792	0,00261139	0,9916299
59	-	завдвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000008	0,00261217	0,9916184
60	завдвижка	ТК-19	0,300	109	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000754	0,00268756	0,9905041
61	-	завдвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00268826	0,9904939
62	завдвижка	завдвижка	0,200	359	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0002492	0,00293743	0,9879740
63	-	ТК-20	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000007	0,00293814	0,9879669
64	ТК-20	ТК-20а	0,200	62	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000428	0,00298097	0,9875349
65	-	ТК-21	0,200	127	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000884	0,00306935	0,9866437
66	ТК-21	ТК-22	0,200	44	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000303	0,00309968	0,9863382
67	-	завдвижка	0,125	1	1980	2	43	0,000694	7,48	0,0000007	0,00310037	0,9863334
68	завдвижка	ТК-69-2	0,125	108	1980	2	43	0,000694	7,48	0,0000750	0,00317539	0,9858169
69	-	завдвижка	0,065	1	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000007	0,00317608	0,9858137
70	завдвижка	стена д.84	0,065	72	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000496	0,00322572	0,9855855
71	-	теплосчет- чик	0,065	2	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000014	0,00322711	0,9855791

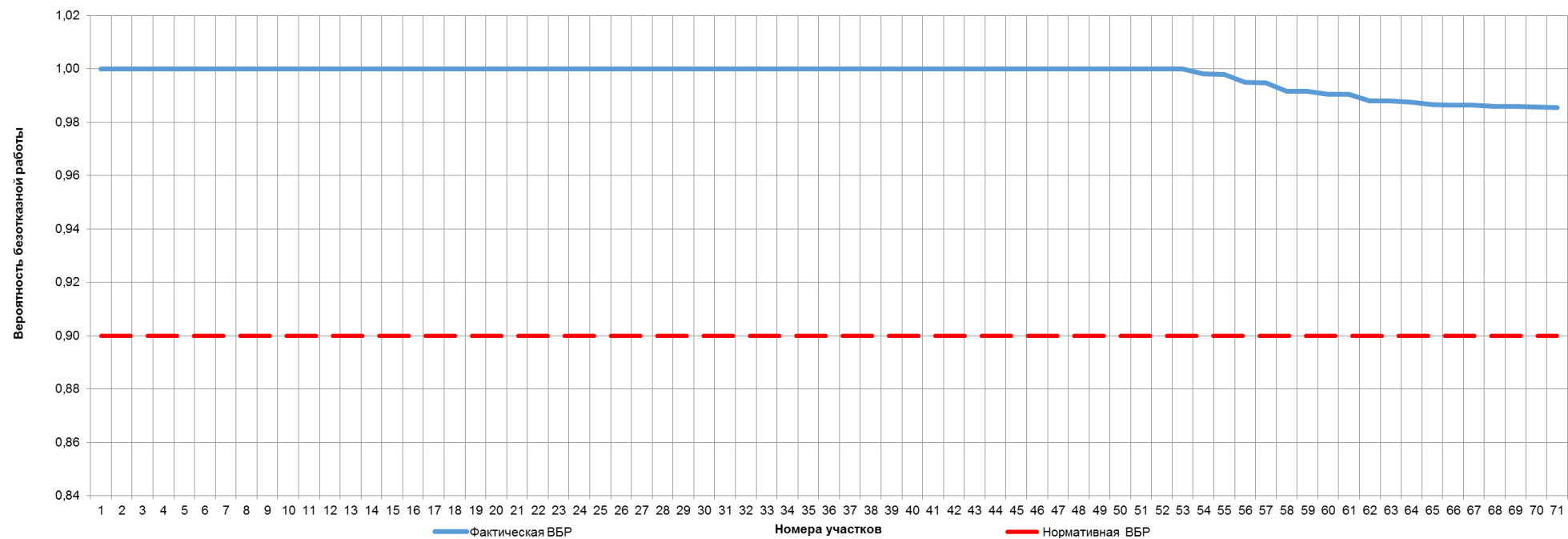


Рисунок 8 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

3.1.1.3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей Пиковой котельной

На рисунке Рисунок 9 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 6 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 10 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

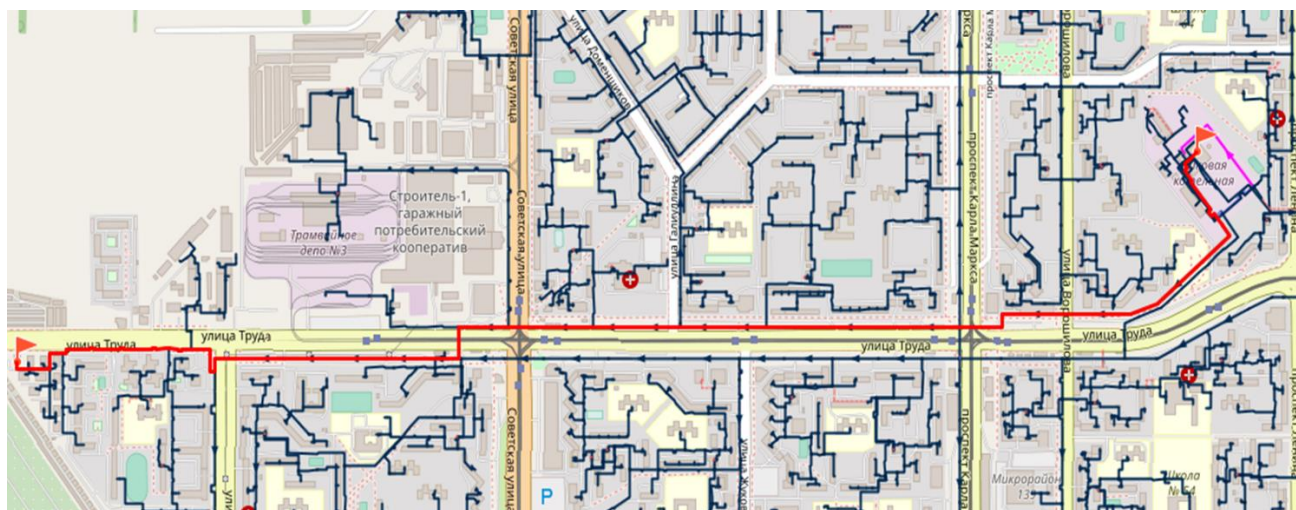


Рисунок 9 Путь движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

Таблица 6 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрالی												
1	ПК	врезка	1,000	15	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000103	0,00001034	0,9996470
2	врезка	-	1,000	3	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000023	0,00001264	0,9995683
3	-	стена павильона задвижек	1,000	8	1980	1	43	0,000694	36,38	0,0000056	0,00001821	0,9993782
4	стена павильона задвижек	врезка	1,000	5	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000035	0,00002167	0,9992600
5	врезка	врезка	1,000	11	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000075	0,00002917	0,9990041
Резервированный участок тепломагистрالی												
6	врезка	-	1,000	7	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000051	0,00003423	0,9990041
7	-	врезка	1,000	5	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000032	0,00003740	0,9990041
8	врезка	задвижка	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000008	0,00003823	0,9990041
9	задвижка	стена павильона задвижек	0,700	4	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000027	0,00004097	0,9990041
10	стена павильона задвижек	ТК-1	0,700	77	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000534	0,00009438	0,9990041
11	ТК-1	врезка	0,700	77	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000537	0,00014809	0,9990041
12	врезка	врезка	0,700	2	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000012	0,00014930	0,9990041
13	врезка	ТК-2	0,700	8	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000055	0,00015481	0,9990041
14	ТК-2	СК-1	0,700	21	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000143	0,00016912	0,9990041
15	СК-1	КНС-1	0,700	134	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000932	0,00026237	0,9990041
16	КНС-1	КНС-2	0,700	123	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000853	0,00034765	0,9990041
17	КНС-2	КНС-3	0,700	217	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001504	0,00049804	0,9990041
18	КНС-3	КНС-4	0,700	214	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0001484	0,00064645	0,9990041
19	КНС-4	задвижка	0,700	82	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000567	0,00070310	0,9990041
20	задвижка	ТК-26	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000008	0,00070391	0,9990041
21	ТК-26	задвижка	0,600	1	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000008	0,00070466	0,9990041
22	задвижка	-	0,600	139	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000966	0,00080127	0,9990041
23	-	КНС-6	0,600	260	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0001805	0,00098177	0,9990041
24	КНС-6	ТК-25	0,600	68	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000473	0,00102905	0,9990041
25	ТК-25	КНС-7	0,600	101	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000701	0,00109919	0,9990041
26	КНС-7	ТК-24	0,600	108	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000748	0,00117401	0,9990041
27	ТК-24	задвижка	0,600	1	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000007	0,00117468	0,9990041

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока откатов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока откатов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	задвижка	КНС-8	0,600	124	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000859	0,00126056	0,9990041
29	КНС-8	ТК-31	0,600	85	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000589	0,00131950	0,9990041
30	ТК-31	КНС-9	0,600	143	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000996	0,00141908	0,9990041
31	КНС-9	ТК-32	0,600	20	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000139	0,00143297	0,9990041
32	ТК-32	ТК-33	0,600	43	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000298	0,00146281	0,9990041
33	ТК-33	ТК-33а	0,500	94	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000649	0,00152773	0,9990041
34	ТК-33а	задвижка	0,500	1	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000009	0,00152865	0,9990041
35	задвижка	ТК-33б	0,500	26	1980	2	43	0,000694	25,82	0,0000183	0,00154692	0,9990041
36	ТК-33б	задвижка	0,600	1	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000007	0,00154763	0,9990041
37	задвижка	задвижка	0,600	67	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000462	0,00159385	0,9990041
38	задвижка	ТК-59	0,600	1	1980	2	43	0,000694	26,97	0,0000007	0,00159454	0,9990041
39	ТК-59	задвижка	0,700	1	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000007	0,00159524	0,9990041
40	задвижка	КНС-10	0,700	90	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000625	0,00165772	0,9990041
41	КНС-10	СК-1	0,700	90	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000628	0,00172049	0,9990041
42	СК-1	СК-2	0,700	12	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000086	0,00172910	0,9990041
43	СК-2	КНС-11	0,700	116	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000807	0,00180980	0,9990041
44	КНС-11	КНС-12	0,700	101	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000701	0,00187992	0,9990041
45	КНС-12	КНС-13	0,700	117	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000812	0,00196115	0,9990041
46	КНС-13	СК-3	0,700	16	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000112	0,00197240	0,9990041
47	СК-3	УТ-1	0,700	76	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000526	0,00202499	0,9990041
48	УТ-1	-	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000007	0,00202568	0,9990041
49	-	ТК-142а-12	0,300	103	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000717	0,00209743	0,9990041
50	ТК-142а-12	задвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00209812	0,9990041
Нерезервированный участок тепломагистрали												
51	задвижка	ТК-142а-11(УТ4)	0,300	62	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000430	0,00214115	0,9983599
52	ТК-142а-11(УТ4)	задвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00214184	0,9983495
53	задвижка	-	0,250	281	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001950	0,00233687	0,9959000
54	-	задвижка	0,100	1	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000007	0,00233757	0,9958958
55	задвижка	УТ1а	0,100	38	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000263	0,00236385	0,9957385
56	УТ1а	врезка	0,100	26	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000181	0,00238199	0,9956298
57	врезка	ТК-142а-2 (УТ1)	0,100	1	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000005	0,00238251	0,9956267
58	ТК-142а-2 (УТ1)	задвижка	0,065	1	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000007	0,00238319	0,9956235
59	задвижка	ТК-142а-5 (УТ2)	0,065	53	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000365	0,00241966	0,9954532

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
60	ТК-142а-5 (УТ2)	здвижка	0,040	1	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000007	0,00242036	0,9954506
61	здвижка	ж/д ул.Труда,69	0,040	37	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000255	0,00244583	0,9953536
62	ж/д ул.Труда,69	теплосчетчик	0,040	2	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000014	0,00244722	0,9953483
63	теплосчетчик	индивидуальный ж/д (28)	0,040	3	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000022	0,00244940	0,9953400

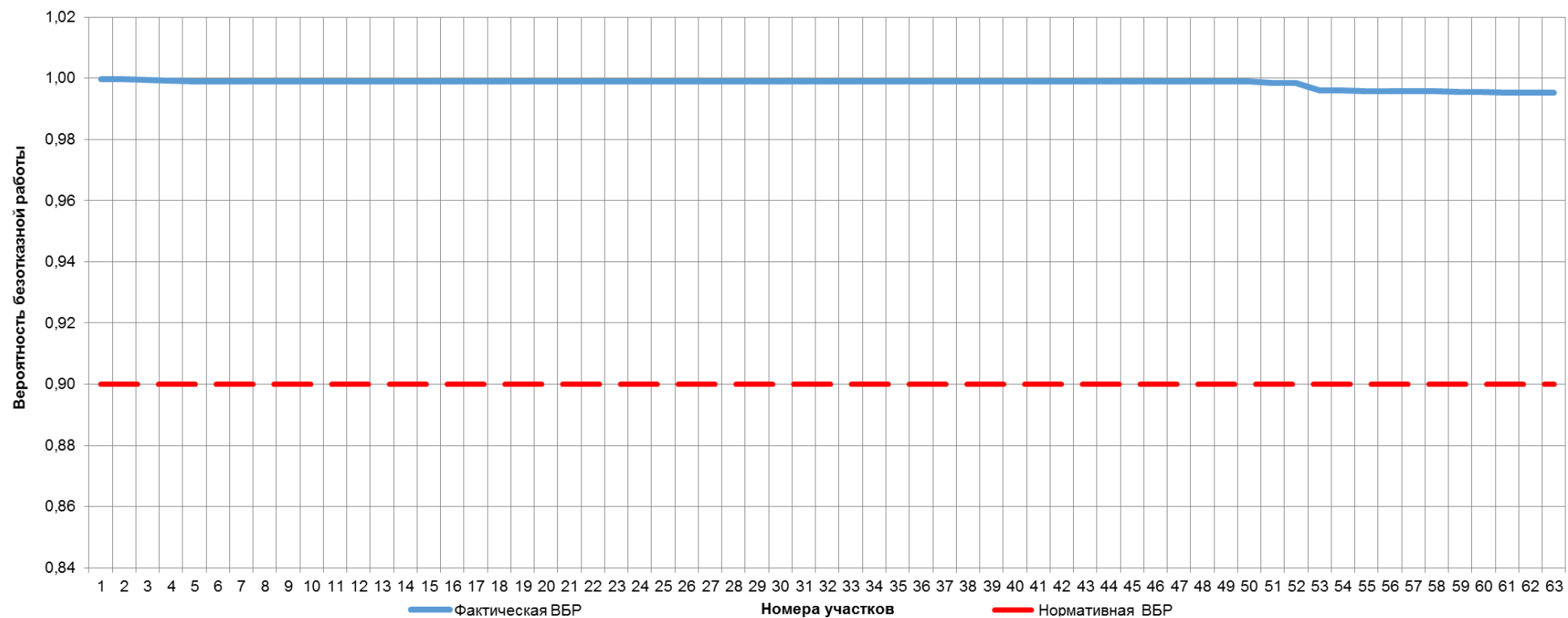


Рисунок 10 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

3.1.1.4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей Центральной котельной

На рисунке Рисунок 11 приведена трассировка магистрального теплопровода Центральной котельной от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 7 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 12 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

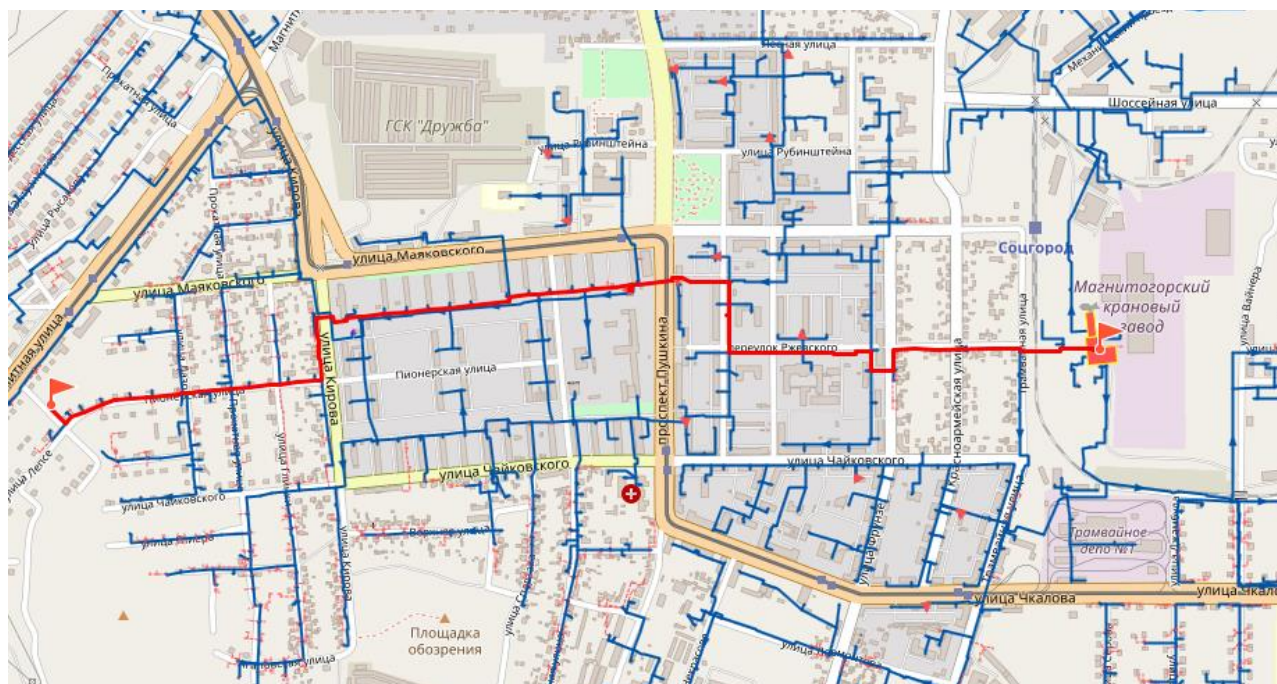


Рисунок 11. Путь движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома

Таблица 7. Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Центральной котельной до Индивидуального дома

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребите- ля
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ЦК	врезка	0,700	16	1980	1	43	0,000694	31,86	0,0000110	0,00001099	0,9996581
2	врезка	-	0,500	3	1980	1	43	0,000694	25,82	0,0000023	0,00001332	0,9996581
3	врезка	ТК	0,500	62	1980	1	43	0,000694	25,82	0,0000428	0,00005615	0,9996581
4	ТК	-	0,400	94	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0000654	0,00012160	0,9996581
5	опуск назем- ной трассы	ТК	0,400	2	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0000012	0,00012278	0,9996581
6	ТК	-	0,400	1	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000007	0,00012347	0,9996581
7	-	ТК	0,400	16	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000108	0,00013424	0,9996581
8	ТК	-	0,400	46	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000319	0,00016617	0,9996581
9	ТК	ТК	0,400	112	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000776	0,00024378	0,9996581
10	ТК	-	0,400	44	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000305	0,00027426	0,9996581
11	ТК	ТК	0,400	86	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000600	0,00033428	0,9996581
12	ТК	-	0,400	43	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000301	0,00036434	0,9996581
13	-	ТК	0,400	1	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000007	0,00036504	0,9996581
14	ТК	-	0,400	38	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000264	0,00039142	0,9996581
15	ТК	-	0,400	1	1980	2	43	0,000694	20,44	0,0000007	0,00039211	0,9996581
16	-	-	0,400	148	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0001030	0,00049510	0,9996581
17	ТК	опуск назем- ной трассы	0,400	160	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0001109	0,00060600	0,9996581
18	опуск назем- ной трассы	-	0,400	2	1980	1	43	0,000694	20,44	0,0000012	0,00060718	0,9996581
19	ТК	ТК	0,200	67	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000462	0,00065335	0,9996581
20	ТК	-	0,200	43	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000299	0,00068322	0,9996581
21	ТК	ТК	0,200	46	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000319	0,00071515	0,9996581
22	ТК	-	0,200	35	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000240	0,00073911	0,9996581
23	подъем назем- ной трассы	-	0,200	2	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000012	0,00074029	0,9996581
24	-	-	0,200	40	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000278	0,00076806	0,9996581
25	опуск назем- ной трассы	-	0,200	2	1980	1	43	0,000694	10,94	0,0000012	0,00076924	0,9996581
26	-	-	0,200	30	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000208	0,00079007	0,9996581
27	врезка	-	0,250	3	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000024	0,00079248	0,9996581

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
28	-	-	0,250	15	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000105	0,00080301	0,9996581
29	ТК	-	0,250	69	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000482	0,00085116	0,9996581
30	-	-	0,250	1	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000007	0,00085186	0,9996581
31	ТК	ТК	0,250	11	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000077	0,00085951	0,9996581
32	ТК	-	0,250	5	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000035	0,00086298	0,9996581
33	ТК	ТК	0,250	4	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000029	0,00086589	0,9996581
34	ТК	-	0,250	4	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000027	0,00086857	0,9996581
35	стена бойлер- ной	бойлерная	0,250	3	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000023	0,00087091	0,9996581
36	бойлерная	-	0,250	4	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000025	0,00087345	0,9996581
37	стена бойлер- ной	-	0,250	13	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000091	0,00088256	0,9996581
38	-	-	0,250	36	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000250	0,00090756	0,9996581
39	ТК	ТК	0,250	45	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000312	0,00093880	0,9996581
40	ТК	-	0,250	17	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000120	0,00095077	0,9996581
41	ТК	ТК	0,250	25	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000175	0,00096832	0,9996581
42	ТК	-	0,250	45	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000311	0,00099946	0,9996581
43	ТК	ТК	0,250	25	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0000174	0,00101682	0,9996581
44	ТК	-	0,150	19	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000131	0,00102993	0,9996581
45	ТК	ТК	0,150	41	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000286	0,00105850	0,9996581
46	ТК	-	0,150	89	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000617	0,00112024	0,9996581
47	ТК	ТК	0,150	44	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000305	0,00115079	0,9996581
48	ТК	-	0,150	45	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000312	0,00118203	0,9996581
49	ТК	ТК	0,150	45	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000312	0,00121328	0,9996581
50	ТК	-	0,150	45	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000312	0,00124452	0,9996581
51	ТК	-	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00124521	0,9996581
52	-	ТК	0,150	50	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000347	0,00127993	0,9996581
53	ТК	врезка	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000006	0,00128056	0,9996581
Нерезервированный участок тепломагистрали												
54	врезка	ТК	0,150	26	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000181	0,00129867	0,9995063
55	ТК	-	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000181	0,00129936	0,9995004
56	-	ТК	0,150	79	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00135395	0,9990426
57	ТК	-	0,150	134	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000546	0,00144708	0,9982619

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
58	-	ТК	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000931	0,00144767	0,9982570
59	ТК	ТК	0,150	13	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000006	0,00145670	0,9981814
60	ТК	ТК	0,150	58	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000090	0,00149683	0,9978452
61	ТК	ТК	0,150	18	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000401	0,00150933	0,9977406
62	ТК	ТК	0,150	19	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000125	0,00152270	0,9976286
63	ТК	ТК	0,150	43	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000134	0,00155256	0,9973787
64	ТК	ТК	0,150	38	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000299	0,00157897	0,9971577
65	ТК	ТК	0,150	69	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000264	0,00162691	0,9967566
66	ТК	О	0,150	19	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000479	0,00164010	0,9966462
67	О	ТК	0,150	1	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000132	0,00164080	0,9966404
68	ТК	ТК	0,150	6	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000007	0,00164531	0,9966027
69	ТК	ТК	0,150	9	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000045	0,00165121	0,9965533
70	ТК	О	0,070	11	1980	2	43	0,000694	8,59	0,0000059	0,00165852	0,9965164
71	О	ТК	0,070	54	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000073	0,00169577	0,9963284
72	ТК	ТК	0,070	44	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000372	0,00172624	0,9961746
73	ТК	ТК	0,070	34	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000305	0,00174952	0,9960571
74	ТК	ТК	0,070	25	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000233	0,00176664	0,9959707
75	ТК	ТК	0,070	43	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000171	0,00179669	0,9958191
76	ТК	ТК	0,050	26	1980	2	43	0,000694	5,19	0,0000301	0,00181503	0,9957400
77	ТК	ТК	0,050	18	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000183	0,00182785	0,9956848
78	ТК	ТК	0,050	49	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000128	0,00186158	0,9955394
79	ТК	инд.дом	0,050	4	1980	2	43	0,000694	4,43	0,0000337	0,00186432	0,9955277

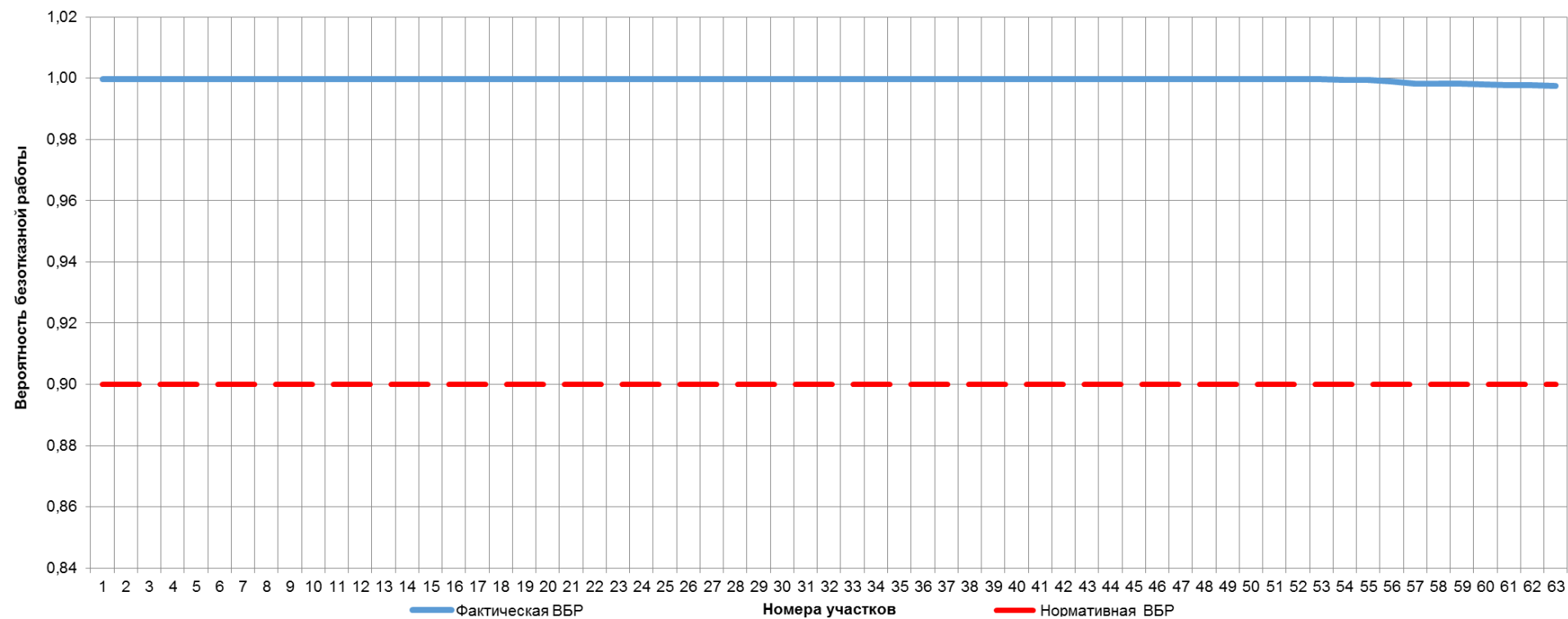


Рисунок 12 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома

3.1.1.5. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей котельной Железнодорожников

На рисунке Рисунок 13 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 8 Таблица 6 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 14 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

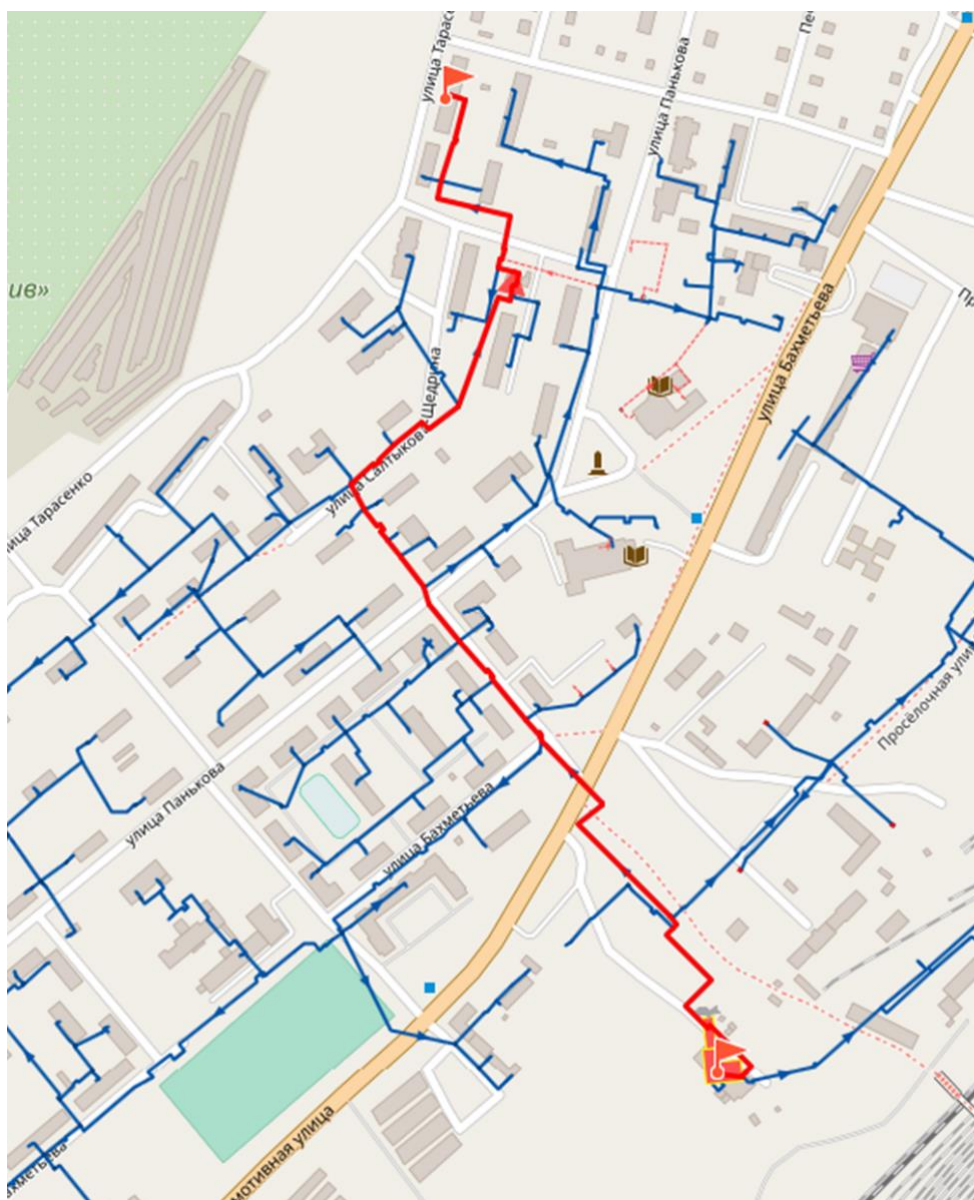


Рисунок 13 Путь движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

Таблица 8 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	Кот. Железнодорожников	стена здания котельной	20,320	1	1980	2	43	0,000694	1245,00	0,0000003	0,00000035	0,9995824
2	стена здания котельной	-	1,780	1	1980	2	43	0,000694	69,77	0,0000003	0,00000069	0,9995590
3	-	-	2,980	1	1980	2	43	0,000694	126,99	0,0000003	0,00000104	0,9995164
4	-	УТ-2	0,720	1	1980	2	43	0,000694	32,86	0,0000003	0,00000139	0,9995054
5	УТ-2	подъем наземной трассы	1,700	1	1980	2	43	0,000694	66,18	0,0000003	0,00000174	0,9994832
6	подъем наземной трассы	-	184,470	1	1980	1	43	0,000694	17531,86	0,0000003	0,00000208	0,9936056
7	-	врезка	12,810	1	1980	1	43	0,000694	716,92	0,0000003	0,00000243	0,9933666
8	врезка	опуск наземной трассы	132,740	0	1980	1	43	0,000694	11812,83	0,0000003	0,00000271	0,9902178
9	опуск наземной трассы	УТ-4	1,700	0	1980	1	43	0,000694	66,18	0,0000003	0,00000299	0,9902002
10	УТ-4	-	1,000	0	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000003	0,00000326	0,9901905
11	-	УТ-5	71,000	0	1980	2	43	0,000694	5576,76	0,0000003	0,00000354	0,9887087
12	УТ-5	-	1,120	0	1980	2	43	0,000694	41,26	0,0000002	0,00000375	0,9887005
13	-	УТ-6	24,880	0	1980	2	43	0,000694	1586,58	0,0000002	0,00000396	0,9883848
14	УТ-6	УТ-7	41,980	0	1980	2	43	0,000694	2969,76	0,0000002	0,00000417	0,9877940
15	УТ-7	УТ-8	46,040	0	1980	2	43	0,000694	3317,33	0,0000002	0,00000437	0,9871346
16	УТ-8	УТ-9	40,000	0	1980	2	43	0,000694	2802,65	0,0000002	0,00000458	0,9865778
17	УТ-9	УТ-10	14,000	0	1980	2	43	0,000694	797,24	0,0000002	0,00000479	0,9864195
18	УТ-10	УТ-11	32,020	0	1980	2	43	0,000694	2146,55	0,0000002	0,00000496	0,9860643
19	УТ-11	УТ-12	17,000	0	1980	2	43	0,000694	1005,64	0,0000002	0,00000514	0,9858980
20	УТ-12	УТ-13	37,000	0	1980	2	43	0,000694	2552,60	0,0000002	0,00000531	0,9854760
21	УТ-13	УТ-14	24,000	0	1980	2	43	0,000694	1519,61	0,0000002	0,00000548	0,9852248
22	УТ-14	-	1,000	0	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000002	0,00000566	0,9852188
23	-	УТ-15	50,990	0	1980	2	43	0,000694	3749,42	0,0000002	0,00000583	0,9845993
24	УТ-15	УТ-17	69,930	0	1980	2	43	0,000694	5476,11	0,0000002	0,00000601	0,9836950
25	УТ-17	ТК	114,580	0	1980	2	43	0,000694	9901,55	0,0000002	0,00000618	0,9820614
26	ТК	бойлерная	2,500	0	1980	2	43	0,000694	103,41	0,0000002	0,00000635	0,9820444

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
27	бойлерная	ТК	2,500	0	1980	2	43	0,000694	103,41	0,0000001	0,00000649	0,9820308
28	ТК	ТК	2,910	0	1980	2	43	0,000694	123,50	0,0000001	0,00000660	0,9820186
29	ТК	УТ-22	26,000	0	1980	2	43	0,000694	1672,51	0,0000001	0,00000670	0,9818533
30	УТ-22	подъем наземной трассы	1,700	0	1980	2	43	0,000694	66,18	0,0000000	0,00000675	0,9818502
31	подъем наземной трассы	-	6,600	0	1980	1	43	0,000694	325,09	0,0000000	0,00000680	0,9818352
32	-	ТК	1,380	0	1980	1	43	0,000694	52,17	0,0000000	0,00000685	0,9818328
33	ТК	подъем наземной трассы	1,700	0	1980	2	43	0,000694	66,18	0,0000001	0,00000691	0,9818285
34	подъем наземной трассы	опуск наземной трассы	9,680	0	1980	1	43	0,000694	513,06	0,0000001	0,00000698	0,9817947
35	опуск наземной трассы	-	1,700	0	1980	1	43	0,000694	66,18	0,0000001	0,00000705	0,9817903
36	-	переход d 108-133	5,400	0	1980	2	43	0,000694	256,14	0,0000001	0,00000712	0,9817735
37	переход d 108-133	УТ-10.7	98,140	0	1980	2	43	0,000694	8222,69	0,0000001	0,00000721	0,9810965
38	УТ-10.7	УТ-10.8	73,980	0	1980	2	43	0,000694	5858,66	0,0000001	0,00000727	0,9807880
39	УТ-10.8	-	1,000	0	1980	2	43	0,000694	36,38	0,0000001	0,00000732	0,9807861
40	-	стена д.18	13,000	0	1980	2	43	0,000694	729,65	0,0000001	0,00000738	0,9807477
41	стена д.18	жилой дом	8,000	0	1980	2	43	0,000694	408,75	0,0000001	0,00000743	0,9807262
42	СК-1	СК-2	0,700	12	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000086	0,00001604	0,9804662
43	СК-2	КНС-11	0,700	116	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000807	0,00009674	0,9780300
44	КНС-11	КНС-12	0,700	101	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000701	0,00016686	0,9759185
45	КНС-12	КНС-13	0,700	117	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000812	0,00024809	0,9734778
46	КНС-13	СК-3	0,700	16	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000112	0,00025934	0,9731407
47	СК-3	УТ-1	0,700	76	1980	2	43	0,000694	31,86	0,0000526	0,00031193	0,9715650
48	УТ-1	задвижка	0,200	1	1980	2	43	0,000694	10,94	0,0000007	0,00031262	0,9715578
49	задвижка	ТК-142а-12	0,300	103	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000717	0,00038437	0,9704824
50	ТК-142а-12	задвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00038506	0,9704720
51	задвижка	ТК-142а-11(УТ4)	0,300	62	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000430	0,00042809	0,9698278

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
52	ТК-142а-11(УТ4)	задвижка	0,300	1	1980	2	43	0,000694	15,97	0,0000007	0,00042878	0,9698174
53	задвижка	ТК-142а-6(УТ8)	0,250	281	1980	2	43	0,000694	13,40	0,0001950	0,00062381	0,9673679
54	ТК-142а-6(УТ8)	задвижка	0,100	1	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000007	0,00062451	0,9673638
55	задвижка	УТ1а	0,100	38	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000263	0,00065079	0,9672064
56	УТ1а	врезка	0,100	26	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000181	0,00066893	0,9670978
57	врезка	ТК-142а-2(УТ1)	0,100	1	1980	2	43	0,000694	6,41	0,0000005	0,00066945	0,9670947
58	ТК-142а-2(УТ1)	задвижка	0,065	1	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000007	0,00067013	0,9670915
59	задвижка	ТК-142а-5(УТ2)	0,065	53	1980	2	43	0,000694	5,00	0,0000365	0,00070660	0,9669212
60	ТК-142а-5(УТ2)	задвижка	0,040	1	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000007	0,00070730	0,9669186
61	задвижка	ж/д ул.Труда,69	0,040	37	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000255	0,00073277	0,9668216
62	ж/д ул.Труда,69	теплосчетчик	0,040	2	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000014	0,00073416	0,9668163
63	теплосчетчик	индивидуальный ж/д (28)	0,040	3	1980	2	43	0,000694	4,08	0,0000022	0,00073634	0,9668080

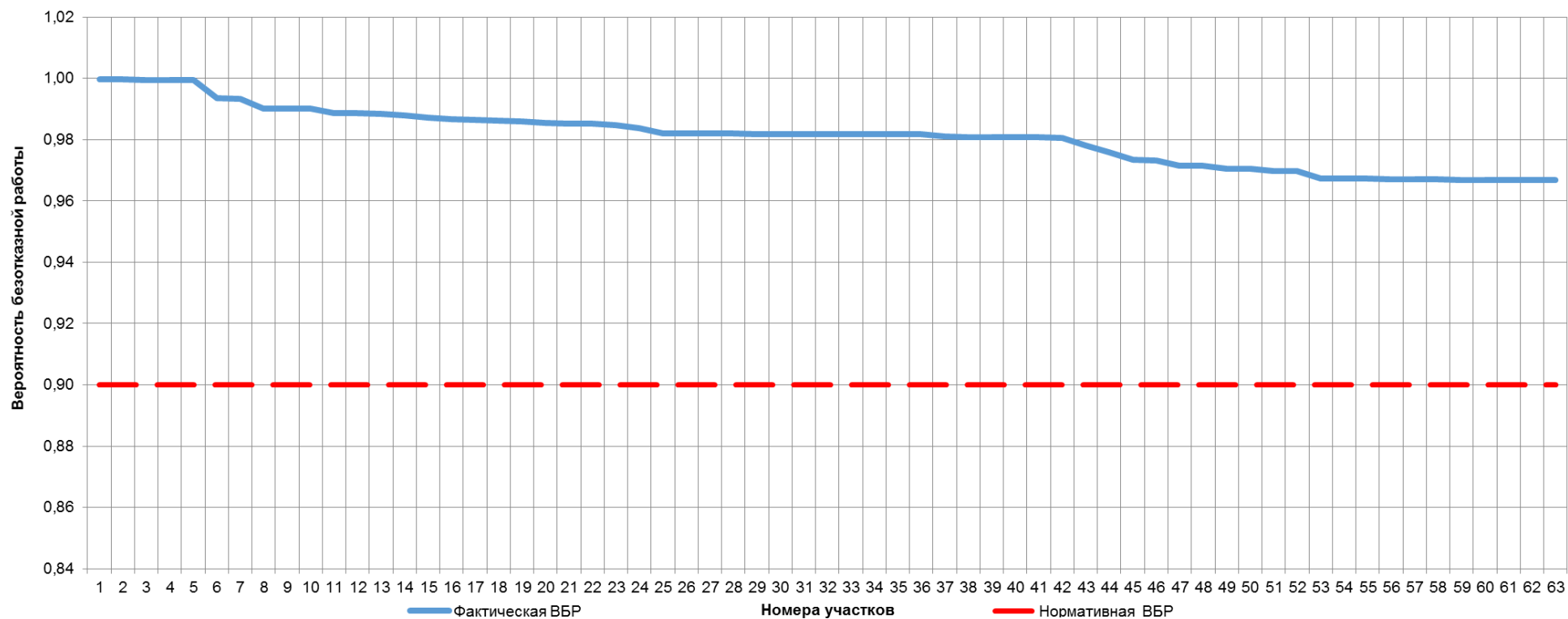


Рисунок 14 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

3.1.2. Перспективное состояние на 2034 г.

3.1.2.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ТЭЦ ПАО «ММК»

ТЭЦ ПАО «ММК» имеет три магистральных тепловых выводов:

- ТЭЦ пб;
- ТЭЦ Бетонострой;
- ТЭЦ - 1000.

Ниже представлен расчет по каждому из них.

На рисунке Рисунок 15 приведена трассировка магистрального теплопровода ТЭЦ - 1000 от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 9 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 16 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

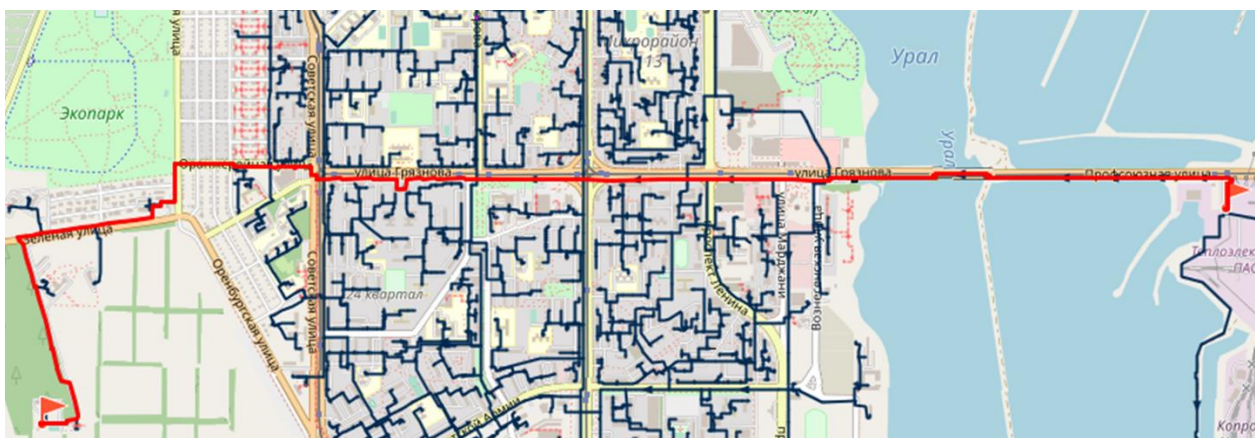


Рисунок 15 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

Таблица 9 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрالی												
1	ТЭЦпб	-	0,700	56	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0006458	0,00064581	1,0000000
2	-	-	0,700	126	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0014615	0,00210726	1,0000000
3	-	КНС2	0,700	170	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0019735	0,00408079	1,0000000
4	КНС2	КНС3	0,700	179	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0020765	0,00615729	1,0000000
5	КНС3	КНС4	0,700	202	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0023394	0,00849674	1,0000000
6	КНС4	-	0,700	199	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0023156	0,01081238	1,0000000
7	-	КНС	0,700	103	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011921	0,01200451	1,0000000
8	КНС	НО Ё7	0,700	96	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011103	0,01311479	1,0000000
9	НО Ё7	выход из канала	0,600	49	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0005735	0,01368828	1,0000000
10	выход из канала	вход в канал	0,600	203	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0023589	0,01604723	1,0000000
11	вход в канал	НО Ё5	0,600	49	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0005735	0,01662071	1,0000000
12	НО Ё5	ТК	0,600	107	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0012418	0,01786252	1,0000000
13	ТК	НО Ё3	0,700	94	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010875	0,01895005	1,0000000
14	НО Ё3	КНС Ё8	0,700	108	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0012564	0,02020650	1,0000000
15	КНС Ё8	стена КП2	0,700	96	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011098	0,02131632	1,0000000
16	стена КП2	врезка	0,700	6	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000668	0,02138307	1,0000000
17	врезка	задвижка	0,700	7	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000758	0,02145887	1,0000000
18	задвижка	врезка в коллектор	0,800	2	1985	2	49	0,011609	36,89	0,0000195	0,02147838	1,0000000
19	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	1	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000110	0,02148941	1,0000000
20	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	2	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000215	0,02151088	1,0000000
21	врезка в коллектор	врезка в коллектор	1,000	2	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000269	0,02153781	1,0000000
22	врезка в коллектор	-	0,800	3	1985	2	49	0,011609	36,89	0,0000371	0,02157496	1,0000000
23	-	1 (ТК-2)	0,800	59	1985	2	49	0,011609	36,89	0,0006895	0,02226442	1,0000000
24	1 (ТК-2)	переход	0,800	1	1985	2	49	0,011609	36,89	0,0000116	0,02227603	1,0000000
25	переход	2(КНС-3)	0,700	92	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010700	0,02334603	1,0000000
26	2(КНС-3)	3(ТК-4)	0,700	75	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0008652	0,02421125	1,0000000
27	3(ТК-4)	4(ТК-5)	0,700	93	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010831	0,02529437	1,0000000

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	4(ТК-5)	5(ТК-6)	0,700	177	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0020557	0,02735009	1,0000000
29	5(ТК-6)	задвижка с эл.приводом	0,700	79	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0009135	0,02826360	1,0000000
30	задвижка с эл.приводом	6(ТК-1)	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000116	0,02827521	1,0000000
31	6(ТК-1)	задвижка с эл.приводом	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000116	0,02828682	1,0000000
32	задвижка с эл.приводом	7(ТК-7)	0,700	100	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011619	0,02944876	1,0000000
33	7(ТК-7)	8(ТК-8)	0,700	208	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0024154	0,03186413	1,0000000
34	8(ТК-8)	9(ТК-21)	0,700	112	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0013007	0,03316480	1,0000000
35	9(ТК-21)	затвор KMS	0,600	1	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000116	0,03317641	1,0000000
36	затвор KMS	10(ТК-9)	0,600	96	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0011106	0,03428704	1,0000000
37	10(ТК-9)	11(ТК-10)	0,600	218	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0025254	0,03681246	1,0000000
38	11(ТК-10)	12(ТК-22)	0,600	120	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0013934	0,03820589	1,0000000
39	12(ТК-22)	стена здания ТНС 5	0,500	365	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0042427	0,04244863	1,0000000
40	стена здания ТНС 5	задвижка	0,500	2	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000287	0,04247730	1,0000000
41	задвижка	врезка	0,500	3	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000363	0,04251364	1,0000000
42	врезка	задвижка	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000146	0,04252827	1,0000000
Не резервированный участок тепломагистрали												
43	задвижка	ТНС Ё 5	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000146	0,04251364	0,9998516
44	ТНС Ё 5	задвижка	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000146	0,04252827	0,9997031
45	задвижка	врезка	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000146	0,04254289	0,9995547
46	врезка	врезка на у.у.	0,500	3	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000295	0,04255752	0,9992556
47	врезка на у.у.	стена здания ТНС 5	0,500	2	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000272	0,04257215	0,9989802
48	стена здания ТНС 5	-	0,500	10	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0001161	0,04260163	0,9978032
49	-	13(ТК-11)	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000116	0,04262880	0,9976857
50	13(ТК-11)	задвижка с эл.приводом	0,500	348	2030*	2	4	0,000006	25,82	0,0000020	0,04274489	0,9976656

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
51	задвижка с эл. приводом	14(ТК-23)	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000116	0,04275650	0,9975481
52	14(ТК-23)	задвижка с эл. приводом	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000116	0,04275848	0,9974306
53	задвижка с эл. приводом	-	0,500	28	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0003251	0,04277009	0,9941403
54	-	16(ТК-1)	0,300	201	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0023391	0,04278170	0,9795465
55	16(ТК-1)	затвор	0,250	1	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000116	0,04310675	0,9794866
56	затвор	17(ТК-2)	0,250	62	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0007150	0,04544585	0,9757975
57	17(ТК-2)	18(ТК-3)	0,250	154	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0017831	0,04545746	0,9666320
58	18(ТК-3)	задвижка	0,250	1	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000116	0,04617245	0,9665729
59	задвижка	19(ТК-4)	0,250	276	2030*	2	4	0,000006	13,40	0,0000016	0,04795559	0,9665649
60	19(ТК-4)	стена ТНС Ё7	0,250	250	2030*	2	4	0,000006	13,40	0,0000014	0,04796720	0,9665576
61	стена ТНС Ё7	задвижка	0,250	1	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000130	0,04796878	0,9664914
62	задвижка	врезка	0,250	7	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000765	0,04797020	0,9661019
63	врезка	ТНС Ё 7 ул.Зеленая,4	0,250	4	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000515	0,04798320	0,9658396
64	ТНС Ё 7 ул.Зеленая,4	врезка	0,250	8	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000965	0,04805971	0,9653488
65	врезка	стена ТНС Ё7	0,250	5	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000575	0,04811125	0,9650566
66	стена ТНС Ё7	21(ТК-5/1)	0,250	294	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0034182	0,04820772	0,9476804
67	21(ТК-5/1)	задвижка	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,04826518	0,9476432
68	задвижка	22	0,250	232	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0026939	0,05168334	0,9341960
69	22	задвижка	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000132	0,05169495	0,9341429
70	задвижка	23	0,200	114	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0013289	0,05438881	0,9288061
71	23	подъем наземной трассы	0,200	2	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000269	0,05440205	0,9286986
72	подъем наземной трассы	врезка 24	0,200	217	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0025218	0,05573093	0,9186302
73	врезка 24	врезка	0,150	1	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000086	0,05575786	0,9186035
74	врезка	опуск наземной трассы	0,150	272	2030*	1	4	0,000006	8,59	0,0000015	0,05827968	0,9185987
75	опуск наземной трассы	-	0,150	2	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000268	0,05828827	0,9185155

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) оттока участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при оттоке участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
76	-	26	0,150	2	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000232	0,05828982	0,9184434
77	26	подъем наземной трассы	0,125	2	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000232	0,05831664	0,9183807
78	подъем наземной трассы	-	0,125	2	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000268	0,05833986	0,9183084
79	-	опуск наземной трассы	0,125	80	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0009320	0,05836307	0,9157928
80	опуск наземной трассы	-	0,125	2	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000267	0,05838989	0,9157209
81	-	подъем наземной трассы	0,125	4	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000464	0,05932186	0,9155959
82	подъем наземной трассы	-	0,125	2	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000267	0,05934856	0,9155241
83	-	опуск наземной трассы	0,125	240	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0027867	0,05939500	0,9080249
84	опуск наземной трассы	30(ТК)	0,125	2	1985	1	49	0,011609	7,48	0,0000267	0,05942170	0,9079536
85	30(ТК)	ТК-9	0,125	16	1985	2	49	0,011609	7,48	0,0001900	0,06220844	0,9074464
86	ТК-9	ТК-10	0,100	146	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0016991	0,06223514	0,9035645
87	ТК-10	стена бойлерной	0,100	17	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0001974	0,06242518	0,9031155
88	стена бойлерной	теплосчетчик	0,100	2	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000176	0,06412427	0,9030754
89	теплосчетчик	Отель "Европа"-бойлерная	0,100	4	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000520	0,06432162	0,9029571
90	Отель "Европа"-бойлерная	врезка на у.у.	0,100	5	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000592	0,06433927	0,9028225

Примечание: *на данных участках тепловых сетей предлагается выполнить реконструкцию без изменения диаметра с целью повышения показателей надежности теплоснабжения. Срок реализации и объем мероприятий может быть скорректирован при последующих актуализациях схемы теплоснабжения

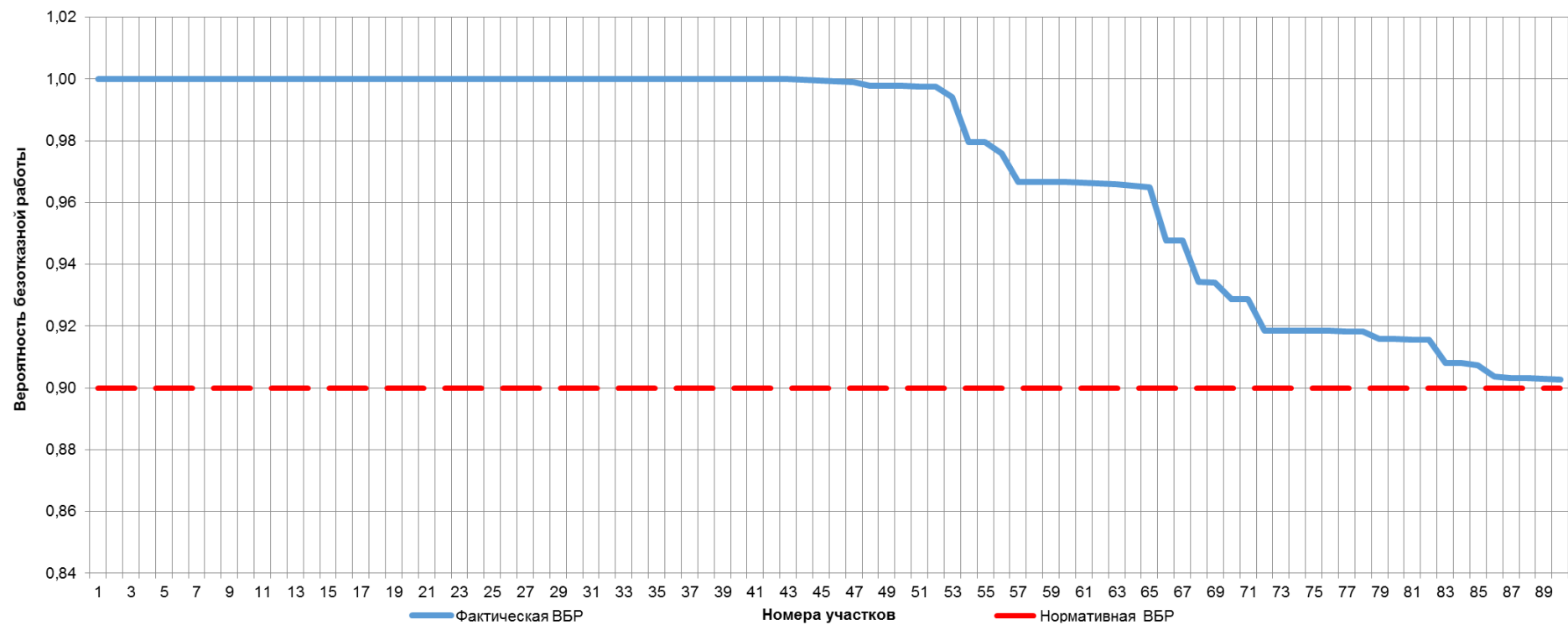


Рисунок 16 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ пб до врезки на у.у.

На рисунке 17 приведена трассировка магистрального теплопровода ТЭЦ Бетонострой от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 10 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 18 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).



Рисунок 17 Путь движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

Таблица 10 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистралей												
1	ТЭЦ(Бетонострой)	ТК	0,400	531	2030*	1	4	0,000006	20,44	0,0000030	0,00000303	0,9999440
2	ТК	-	0,200	60	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000003	0,00000337	0,9999406
3	-	ТК	0,200	103	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000006	0,00000396	0,9999347
4	ТК	ТК	0,200	5	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000580	0,00006200	0,9993595
5	ТК	ТК	0,200	43	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0004992	0,00056119	0,9944157
6	ТК	-	0,200	127	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000007	0,00056191	0,9944086
7	-	врезка	0,200	5	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000580	0,00061996	0,9938366
8	врезка	опуск наземной трассы	0,200	146	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000008	0,00062079	0,9938284
9	опуск наземной трассы	ТК-2	0,200	2	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000200	0,00064076	0,9936317
10	ТК-2	стена здания ТНС Е12-БИС	0,200	69	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0008009	0,00144166	0,9857452
11	стена здания ТНС Е12-БИС	задвижка	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000116	0,00145327	0,9856318
12	задвижка	Е 12-БИС	0,200	2	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000252	0,00147846	0,9853858
13	Е 12-БИС	задвижка	0,200	2	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000255	0,00150400	0,9851364
14	задвижка	стена здания ТНС Е12-БИС	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000142	0,00151816	0,9849981
15	стена здания ТНС Е12-БИС	-	0,200	2	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000176	0,00153581	0,9848258
16	-	ТК-3	0,200	119	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000007	0,00153649	0,9848192
17	ТК-3	-	0,200	93	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000005	0,00153702	0,9848140
18	-	врезка	0,200	85	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0009893	0,00252634	0,9751587
19	врезка	ТК-4	0,200	115	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000007	0,00252699	0,9751523
20	ТК-4	задвижка	0,200	1	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000073	0,00253431	0,9750817
21	задвижка	врезка	0,200	131	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000007	0,00253505	0,9750745
22	врезка	-	0,200	497	2030*	1	4	0,000006	10,94	0,0000028	0,00253789	0,9750471
23	-	ТК-7	0,150	2	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000231	0,00256099	0,9748717
24	ТК-7	ТК-8	0,150	20	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0002322	0,00279317	0,9731090
25	ТК-8	ТК-9	0,150	64	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0007449	0,00353812	0,9674638

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ремонта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребите- ля
26	ТК-9	ТК-10	0,150	48	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005620	0,00410011	0,9632298
27	ТК-10	ТК-11	0,150	17	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0001974	0,00429746	0,9617494
28	ТК-11	ТК-12	0,150	30	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0003483	0,00464573	0,9591410
29	ТК-12	подъем подзем- ной трассы	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000146	0,00466036	0,9590318
30	подъем подзем- ной трассы	опуск наземной трассы	0,150	55	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0006437	0,00530408	0,9542243
31	опуск наземной трассы	ТК-13	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000147	0,00531882	0,9541147
32	ТК-13	задвижка	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,00533043	0,9540285
33	задвижка	ТК-1	0,150	47	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005456	0,00587605	0,9499748
34	ТК-1	подъем назем- ной трассы	0,150	2	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000222	0,00589823	0,9498108
35	подъем назем- ной трассы	подъем	0,150	131	2030*	1	4	0,000007	8,59	0,0000009	0,00589917	0,9498038
36	подъем	подъем	0,150	1	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000120	0,00591113	0,9497153
37	подъем	опуск	0,150	5	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000580	0,00596918	0,9492860
38	опуск	опуск	0,150	1	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000120	0,00598113	0,9491976
39	опуск	врезка	0,150	17	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0002016	0,00618278	0,9477071
40	врезка	задвижка	0,150	1	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,00619439	0,9476214
41	задвижка	т.врезки	0,150	52	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0006091	0,00680351	0,9431264
42	т.врезки	переход	0,150	85	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0009820	0,00778552	0,9359141
43	переход	ТК-4	0,100	40	1985	1	49	0,011609	6,41	0,0004638	0,00824930	0,9333949
44	ТК-4	ТК-5	0,150	84	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0009750	0,00922434	0,9263076
45	ТК-5	врезка	0,150	28	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0003280	0,00955229	0,9239419
46	врезка	врезка	0,150	37	1985	1	49	0,011609	8,59	0,0004286	0,00998089	0,9208581
47	врезка	ТК	0,100	28	1985	1	49	0,011609	6,41	0,0003252	0,01030606	0,9191202
48	ТК	-	0,100	43	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0004984	0,01080444	0,9164616
49	-	ТК-9	0,100	39	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0004536	0,01125800	0,9140491
50	ТК-9	ТК-10	0,100	59	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0006850	0,01194305	0,9104149
51	ТК-10	задвижка	0,050	1	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0000116	0,01195466	0,9103725
52	задвижка	стена д.5	0,050	4	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0000413	0,01199598	0,9102214
53	стена д.5	ул. Магнитная, д.1	0,050	3	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0000348	0,01203081	0,9100940

Примечание: *на данных участках тепловых сетей предлагается выполнить реконструкцию без изменения диаметра с целью повышения показателей надежности теплоснабжения. Срок реализации и объем мероприятий может быть скорректирован при последующих актуализациях схемы теплоснабжения

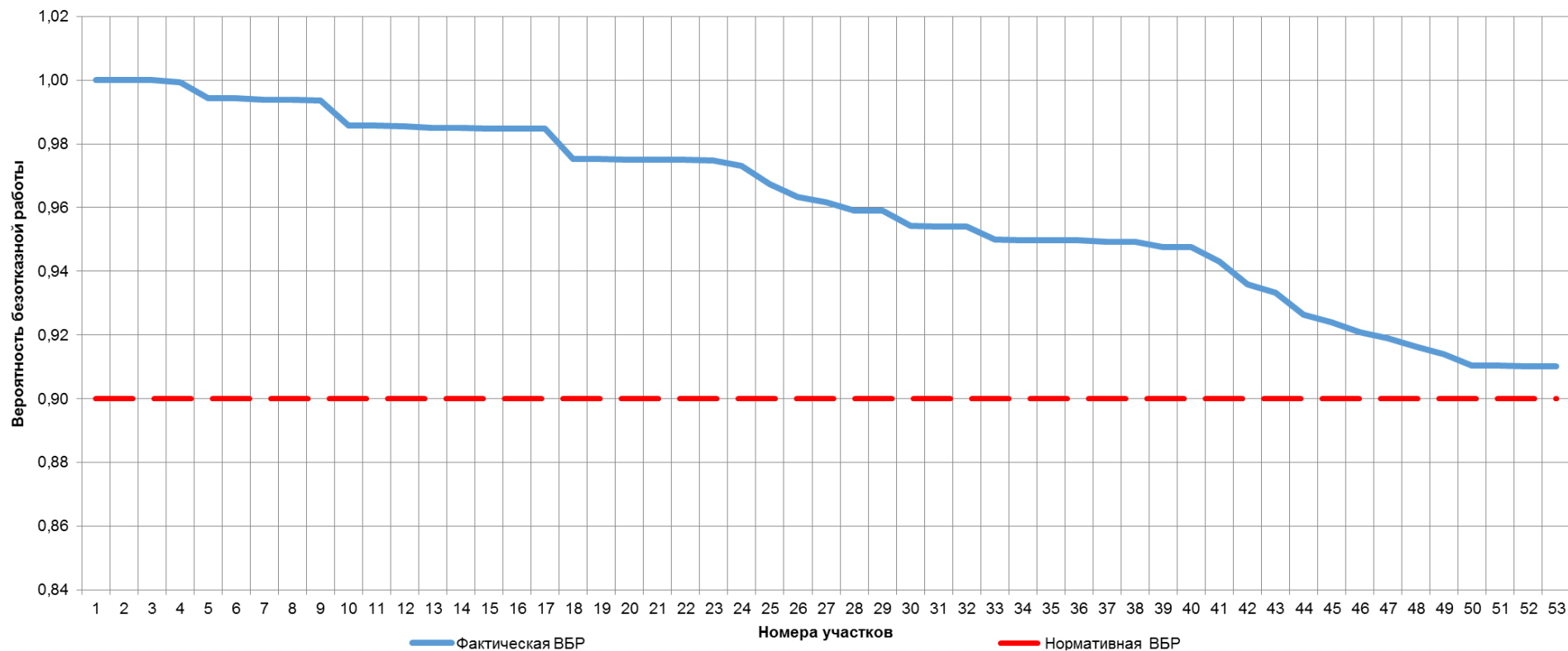


Рисунок 18 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ Бетонострой до ул. Магнитная, д.1

На рисунке 19 приведена трассировка магистрального теплопровода ТЭЦ 1000 от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 11 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке

участок пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки и ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦ (1000)	павильон 5	1,000	834	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000048	0,00000475	0,9999002
2	павильон 5	-	1,000	1420	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000081	0,00001285	0,9998004
3	-	задвижка	1,000	1	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000116	0,00002446	0,9996305
4	задвижка	-	1,000	680	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000039	0,00002834	0,9993869
5	-	-	1,000	3	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000317	0,00006003	0,9993056
6	-	-	1,000	48	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000003	0,00006030	0,9998408
7	-	-	1,000	2	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000233	0,00008364	0,9998350
8	-	павильон 6	1,000	25	1985	1	49	0,011609	36,38	0,00002932	0,00007688	0,9998459
9	павильон 6	-	1,000	221	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,00007814	0,9992017
10	-	-	1,000	3	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000317	0,00000983	0,9991755
11	-	УТ-1 правого берега	1,000	234	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,00001117	0,9991156
12	УТ-1 правого берега	УТ-2	1,000	611	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000035	0,00001465	0,99912878
13	УТ-2	УТ-3	1,000	66	1985	2	49	0,011609	36,38	0,00007654	0,000118003	0,99912154
14	УТ-3	СК-1	1,000	128	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000007	0,000118075	0,9752902
15	СК-1	СК-1	1,000	225	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,000118204	0,9752753
16	СК-1	УТ-4	1,000	549	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000031	0,000118517	0,9752490
17	УТ-4	задвижка	1,000	1	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000116	0,000119678	0,9751849

участ ка пути	Началь ная ка мера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубо- провода на участк е, м	Длина трубо- провода на участк е, м	Год про- кладк и ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзе- мная; 2 - подзе- мная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капита- льного ре- монта (рекон- струкции), лет	Частота (интен- сивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восста- новления участка, ч	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения при отка- зе участк а, 1/час	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения накоплен- ным ито- гом, 1/ч	Вероят- ность безотказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
18	за- движка	УТ-5	1,000	376	2030*	2	4	0,0000 06	36,38	0,0000 021	0,0011 9892	0,9749 473
19	УТ-5	УТ-6а	1,000	341	2030*	2	4	0,0000 06	36,38	0,0000 019	0,0012 0087	0,9749 034
20	УТ-6а	ТК-98	0,700	24	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0002 777	0,0014 7855	0,9748 636
21	ТК-98	СК-2	0,700	73	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0008 509	0,0023 2949	0,9698 868
22	СК-2	-	0,700	17	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0001 915	0,0025 2104	0,9547 140
23	-	ТК-99	0,700	20	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0002 304	0,0027 5148	0,9513 519
24	ТК-99	ТК	0,700	28	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0003 304	0,0030 8187	0,9473 216
25	ТК	задвижка	0,700	84	2030*	2	4	0,0000 09	31,86	0,0000 008	0,0030 8263	0,9415 675
26	за- движка	ТК-100	0,700	1	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0000 116	0,0030 9424	0,9415 544
Резервированный участок тепломагистрали												
27	ТК-100	ТК-100а	0,700	30	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0003 483	0,0034 4251	0,9415 544
28	ТК- 100а	задвижка	0,700	1	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0000 116	0,0034 5412	0,9415 544
29	за- движка	КНС-23а	0,700	123	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0014 234	0,0048 7750	0,9415 544
30	КНС- 23а	КНС-24	0,700	295	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0034 234	0,0083 0087	0,9415 544
31	КНС-24	ТК-101	0,700	156	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0018 086	0,0101 0944	0,9415 544
32	ТК-101	ТК-101а	0,700	51	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0005 896	0,0106 9906	0,9415 544
33	ТК- 101а	КНС-25	0,700	61	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0007 091	0,0114 0814	0,9415 544
34	КНС-25	УТ-1	0,700	109	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0012 647	0,0126 7282	0,9415 544
35	УТ-1	КНС-26	0,700	40	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0004 655	0,0131 3834	0,9415 544
36	КНС-26	КНС-27	0,700	67	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0007 833	0,0139 2160	0,9415 544
37	КНС-27	УТ-102	0,700	34	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0003 922	0,0143 1375	0,9415 544
38	УТ-102	КНС-28	0,700	103	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0011 957	0,0155 0948	0,9415 544
39	КНС-28	УТ -103	0,700	92	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0010 630	0,0165 7251	0,9415 544
40	УТ -103	КНС-29	0,700	86	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0009 984	0,0175 7089	0,9415 544

участок пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки и ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплонабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплонабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
41	КНС-29	КНС-30	0,700	76	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0008 822	0,0184 5305	0,9415 544
42	КНС-30	УТ-104	0,700	192	1985	2	49	0,0116 09	31,86	0,0022 258	0,0206 7884	0,9415 544
43	УТ-104	задвижка	0,300	1	1985	2	49	0,0116 09	15,97	0,0000 116	0,0206 9045	0,9415 544
Нерезервированный участок тепломагистрали												
44	задвижка	УТ-104а	0,300	123	1985	2	49	0,0116 09	15,97	0,0014 222	0,0221 1267	0,9292 177
45	УТ-104а	задвижка	0,200	1	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0000 116	0,0221 2428	0,9291 496
46	задвижка	стена х/б 66	0,200	247	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0028 693	0,0249 9356	0,9123 250
47	стена х/б 66	х/б Ё66, 137м-он	0,200	10	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0001 197	0,0251 1325	0,9116 359
48	х/б Ё66, 137м-он	-	0,200	5	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0000 575	0,0251 7071	0,9113 053
49	-	стена х/б 66	0,200	4	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0000 468	0,0252 1750	0,9110 362
50	стена х/б 66	ТК-137-66-1	0,200	12	1985	2	49	0,0116 09	10,94	0,0001 357	0,0253 5321	0,9102 559
51	ТК-137-66-1	задвижка	0,150	1	1985	2	49	0,0116 09	8,59	0,0000 116	0,0253 6481	0,9102 035
52	задвижка	ТК-137-66-4	0,150	77	1985	2	49	0,0116 09	8,59	0,0008 915	0,0262 5627	0,9061 797
53	ТК-137-66-4	-	0,080	1	1985	2	49	0,0116 09	5,59	0,0000 116	0,0262 6788	0,9061 458
54	-	стена д.18- 1-й ввод	0,080	16	1985	2	49	0,0116 09	5,59	0,0001 835	0,0264 5142	0,9056 099
55	стена д.18- 1-й ввод	врезка на у.у.	0,100	5	1985	2	49	0,0116 09	6,41	0,0000 580	0,0265 0946	0,9054 156
56	врезка на у.у.	здание скорой помощи (70)	0,050	25	1985	2	49	0,0116 09	4,43	0,0002 917	0,0268 0120	0,9047 400

представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

В актуализированной схеме теплоснабжения г. Магнитогорск к 2034 г. предлагается произвести перекладку тепловых сетей тепловой магистрали ТМ-3 для повышения

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

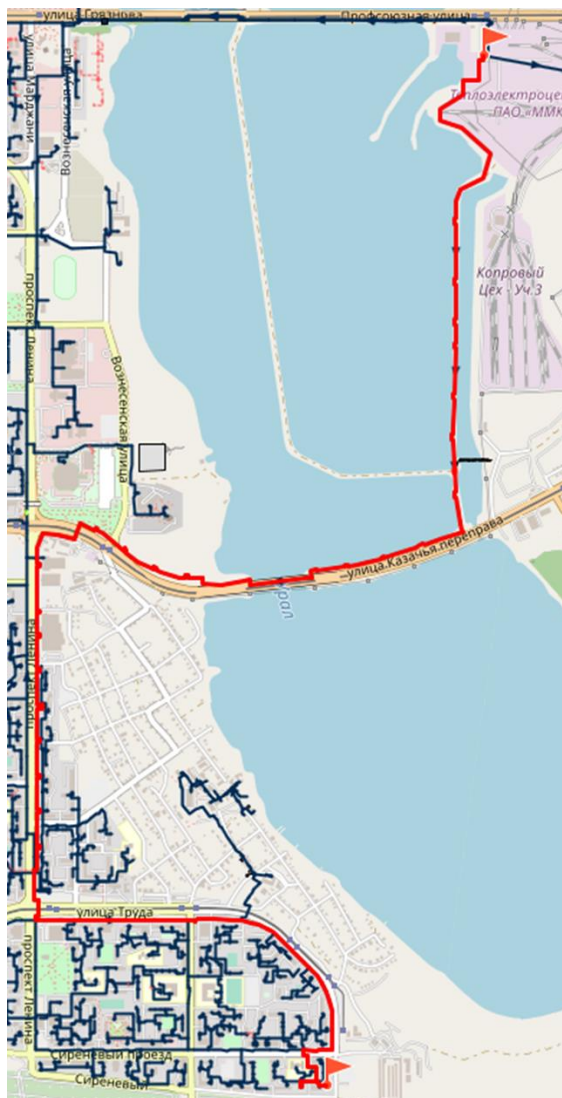


Таблица 11 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребите- ля
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦ (1000)	павильон 5	1,000	834	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000048	0,00000475	0,9999002
2	павильон 5	-	1,000	1420	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000081	0,00001285	0,9998004
3	-	задвигка	1,000	1	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000116	0,00002446	0,9996305
4	задвигка	-	1,000	680	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000039	0,00002834	0,9993869
5	-	-	1,000	3	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000317	0,00006003	0,9993056
6	-	-	1,000	48	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000003	0,00006030	0,9986408
7	-	-	1,000	2	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000233	0,00008364	0,9986350
8	-	павильон 6	1,000	25	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0002932	0,00037688	0,9981459
9	павильон 6	-	1,000	221	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,00037814	0,9920017
10	-	-	1,000	3	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000317	0,00040983	0,9919755
11	-	УТ-1 правого бе- рега	1,000	234	2030*	1	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,00041117	0,9913156
12	УТ-1 пра- вого берега	УТ-2	1,000	611	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000035	0,00041465	0,9912878
13	УТ-2	УТ-3	1,000	66	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0007654	0,00118003	0,9912154
14	УТ-3	СК-1	1,000	128	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000007	0,00118075	0,9752902
15	СК-1	СК-1	1,000	225	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000013	0,00118204	0,9752753
16	СК-1	УТ-4	1,000	549	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000031	0,00118517	0,9752490
17	УТ-4	задвигка	1,000	1	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000116	0,00119678	0,9751849
18	задвигка	УТ-5	1,000	376	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000021	0,00119892	0,9749473
19	УТ-5	УТ-6а	1,000	341	2030*	2	4	0,000006	36,38	0,0000019	0,00120087	0,9749034
20	УТ-6а	ТК-98	0,700	24	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0002777	0,00147855	0,9748636
21	ТК-98	СК-2	0,700	73	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0008509	0,00232949	0,9698868
22	СК-2	-	0,700	17	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0001915	0,00252104	0,9547140
23	-	ТК-99	0,700	20	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0002304	0,00275148	0,9513519
24	ТК-99	ТК	0,700	28	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0003304	0,00308187	0,9473216
25	ТК	задвигка	0,700	84	2030*	2	4	0,000009	31,86	0,0000008	0,00308263	0,9415675
26	задвигка	ТК-100	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000116	0,00309424	0,9415544
Резервированный участок тепломагистрали												
27	ТК-100	ТК-100а	0,700	30	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0003483	0,00344251	0,9415544
28	ТК-100а	задвигка	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000116	0,00345412	0,9415544

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
29	задвижка	КНС-23а	0,700	123	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0014234	0,00487750	0,9415544
30	КНС-23а	КНС-24	0,700	295	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0034234	0,00830087	0,9415544
31	КНС-24	ТК-101	0,700	156	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0018086	0,01010944	0,9415544
32	ТК-101	ТК-101а	0,700	51	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0005896	0,01069906	0,9415544
33	ТК-101а	КНС-25	0,700	61	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0007091	0,01140814	0,9415544
34	КНС-25	УТ-1	0,700	109	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0012647	0,01267282	0,9415544
35	УТ-1	КНС-26	0,700	40	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0004655	0,01313834	0,9415544
36	КНС-26	КНС-27	0,700	67	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0007833	0,01392160	0,9415544
37	КНС-27	УТ-102	0,700	34	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0003922	0,01431375	0,9415544
38	УТ-102	КНС-28	0,700	103	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011957	0,01550948	0,9415544
39	КНС-28	УТ -103	0,700	92	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010630	0,01657251	0,9415544
40	УТ -103	КНС-29	0,700	86	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0009984	0,01757089	0,9415544
41	КНС-29	КНС-30	0,700	76	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0008822	0,01845305	0,9415544
42	КНС-30	УТ-104	0,700	192	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0022258	0,02067884	0,9415544
43	УТ-104	задвижка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000116	0,02069045	0,9415544
Нерезервированный участок тепломагистрали												
44	задвижка	УТ-104а	0,300	123	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0014222	0,02211267	0,9292177
45	УТ-104а	задвижка	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000116	0,02212428	0,9291496
46	задвижка	стена х/б 66	0,200	247	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0028693	0,02499356	0,9123250
47	стена х/б 66	х/б Ё66, 137м-он	0,200	10	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0001197	0,02511325	0,9116359
48	х/б Ё66, 137м-он	-	0,200	5	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000575	0,02517071	0,9113053
49	-	стена х/б 66	0,200	4	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000468	0,02521750	0,9110362
50	стена х/б 66	ТК-137-66-1	0,200	12	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0001357	0,02535321	0,9102559
51	ТК-137-66-1	задвижка	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,02536481	0,9102035
52	задвижка	ТК-137-66-4	0,150	77	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0008915	0,02625627	0,9061797
53	ТК-137-66-4	-	0,080	1	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0000116	0,02626788	0,9061458
54	-	стена д.18- 1-й ввод	0,080	16	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0001835	0,02645142	0,9056099
55	стена д.18- 1-й ввод	врезка на у.у.	0,100	5	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000580	0,02650946	0,9054156
56	врезка на у.у.	здание скорой помощи (70)	0,050	25	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0002917	0,02680120	0,9047400

Примечание: *на данных участках тепловых сетей предлагается выполнить реконструкцию без изменения диаметра с целью повышения показателей надежности теплоснабжения. Срок реализации и объем мероприятий может быть скорректирован при последующих актуализациях схемы теплоснабжения

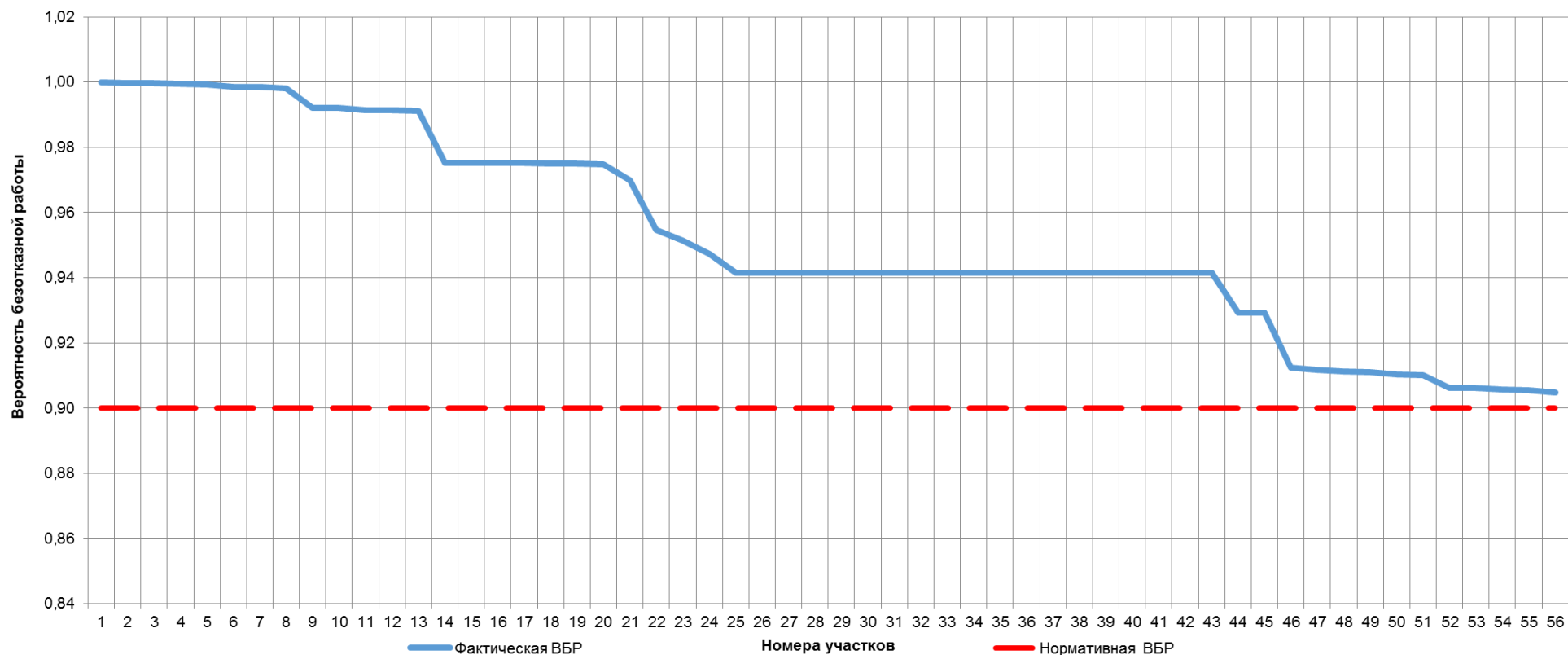


Рисунок 20 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ 1000 до здания скорой помощи (70)

3.1.2.2. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ЦЭС ПАО «ММК»

На рисунке 21 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице 12 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 22 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$) благодаря наличию резервного магистрального теплопровода.

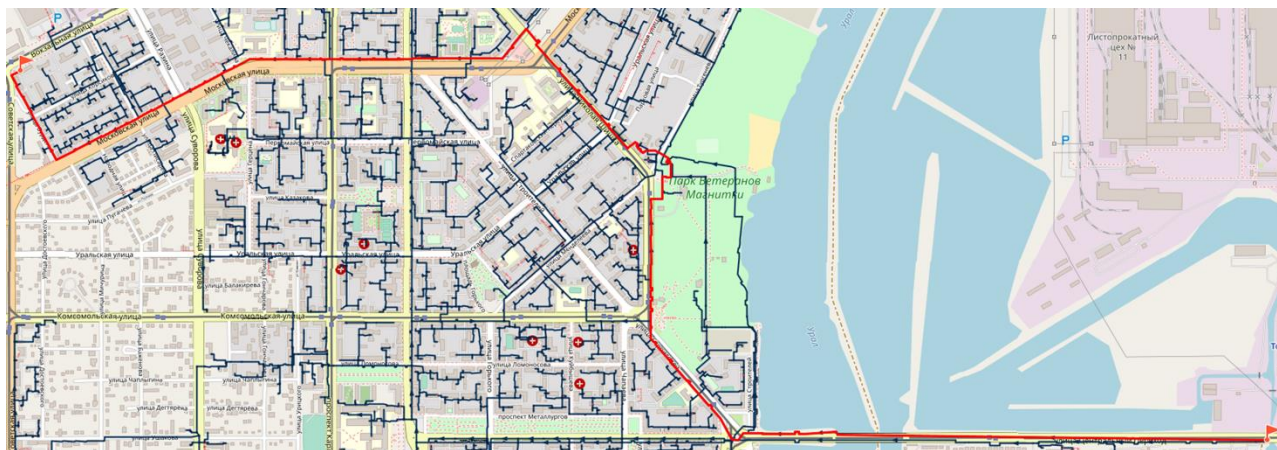


Рисунок 21 Путь движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

Таблица 12 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ЦЭС пб	задвижка	0,700	2002	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0232434	0,02324341	1,0000000
2	задвижка	-	0,700	2	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000185	0,02326187	1,0000000
3	-	врезка	0,700	3	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000351	0,02329693	1,0000000
4	врезка	задвижка	0,500	2	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000275	0,02332444	1,0000000
5	задвижка	ТК-10	0,500	216	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0025035	0,02582792	1,0000000
6	ТК-10	-	0,500	129	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0014991	0,02732699	1,0000000
7	-	ТК-12	0,500	167	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0019438	0,02927080	1,0000000
8	ТК-12	ТК-13	0,400	77	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0008884	0,03015923	1,0000000
9	ТК-13	задвижка	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,03017084	1,0000000
10	задвижка	ТК-13а	0,400	90	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0010449	0,03121577	1,0000000
11	ТК-13а	ТК-14	0,400	90	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0010407	0,03225651	1,0000000
12	ТК-14	врезка вТК-15	0,400	383	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0044445	0,03670102	1,0000000
13	врезка вТК-15	ТК-15/1	0,400	56	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0006536	0,03735460	1,0000000
14	ТК-15/1	задвижка	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,03736621	1,0000000
15	задвижка	задвижка Ё1	0,400	91	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0010585	0,03842472	1,0000000
16	задвижка Ё1	ТК	0,400	2	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000265	0,03845119	1,0000000
17	ТК	задвижка Ё1	0,400	4	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000483	0,03849948	1,0000000
18	задвижка Ё1	ТК-9	0,400	6	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000649	0,03856438	1,0000000
19	ТК-9	задвижка Ё1	0,600	3	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000312	0,03859560	1,0000000
20	задвижка Ё1	ТК	0,700	2	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000265	0,03862207	1,0000000
21	ТК	задвижка Ё1	0,700	2	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000268	0,03864889	1,0000000
22	задвижка Ё1	-	0,700	67	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0007761	0,03942495	1,0000000
23	-	ТКа	0,700	2	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000254	0,03945037	1,0000000
24	ТКа	ТК	0,700	38	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0004467	0,03989709	1,0000000
25	-	стена ТНС Ё1-БИС	0,700	27	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0003141	0,04021123	1,0000000
26	стена ТНС Ё1-БИС	задвижка	0,700	5	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000630	0,04027426	1,0000000
27	-	врезка	0,600	5	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000549	0,04032917	1,0000000

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребит- еля
28	врезка	ТНС Ё 1- БИС	0,300	5	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000600	0,04038919	1,0000000
29	-	частотный регулятор	0,300	3	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000385	0,04042773	1,0000000
30	частотный регулятор	врезка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000157	0,04044341	1,0000000
31	-	врезка	0,600	6	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000690	0,04051236	1,0000000
32	врезка	врезка	0,700	12	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0001359	0,04064831	1,0000000
33	-	стена ТНС Ё1-БИС	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000146	0,04066293	1,0000000
34	стена ТНС Ё1-БИС	ТК-6	0,700	58	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0006738	0,04133672	1,0000000
35	-	ТК-7	0,700	57	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0006599	0,04199657	1,0000000
36	ТК-7	задвижка	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000160	0,04201259	1,0000000
37	-	ТК-7А(ТК14)	0,700	112	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0012995	0,04331210	1,0000000
38	ТК-7А(ТК14)	ТК-8	0,700	163	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0018946	0,04520669	1,0000000
39	-	ТК-9	0,700	124	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0014338	0,04664052	1,0000000
40	ТК-9	задвижка	0,700	187	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0021754	0,04881593	1,0000000
41	-	ТК-10 (КНС на Т1)	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000128	0,04882870	1,0000000
42	ТК-10 (КНС на Т1)	ТК-11	0,500	149	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0017278	0,05055646	1,0000000
43	-	ТК-11/1	0,500	48	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0005554	0,05111184	1,0000000
44	ТК-11/1	ТК-12	0,500	70	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0008126	0,05192447	1,0000000
45	-	ТК-12А	0,500	91	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0010561	0,05298054	1,0000000
46	ТК-12А	ТК-13	0,500	110	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0012811	0,05426159	1,0000000
47	-	задвижка	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000116	0,05427320	1,0000000
48	задвижка	задвижка	0,500	16	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0001820	0,05445523	1,0000000
49	-	ТК-27	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000129	0,05446811	1,0000000
50	ТК-27	ТК-14	0,500	101	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0011702	0,05563830	1,0000000
51	-	задвижка	0,500	235	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0027324	0,05837071	1,0000000
52	задвижка	ТК-28	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000113	0,05838197	1,0000000
53	-	ТК-28а	0,500	5	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000604	0,05844234	1,0000000
Нерезервированный участок тепломагистрали												

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итоном, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребит- еля
54	ТК-28а	ТК-15	0,500	117	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0013548	0,05979711	0,9880171
55	-	ТК	0,500	3	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000302	0,05982729	0,9877533
56	ТК	ТК-16	0,300	305	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0035361	0,06336339	0,9686481
57	-	ТК-17	0,350	11	1985	2	49	0,011609	18,62	0,0001254	0,06348877	0,9678734
58	ТК-17	ТК-18	0,350	258	1985	2	49	0,011609	18,62	0,0029969	0,06648563	0,9493717
59	-	завдвижка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000130	0,06649863	0,9493042
60	завдвижка	ТК-19	0,300	109	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0012606	0,06775925	0,9427583
61	-	завдвижка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000116	0,06777086	0,9426984
62	завдвижка	завдвижка	0,200	359	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0041665	0,07193733	0,9279814
63	-	ТК-20	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000118	0,07194917	0,9279403
64	ТК-20	ТК-20а	0,200	62	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0007162	0,07266533	0,9254502
65	-	ТК-21	0,200	127	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0014779	0,07414327	0,9203253
66	ТК-21	ТК-22	0,200	44	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0005071	0,07465035	0,9185766
67	-	завдвижка	0,125	1	1985	2	49	0,011609	7,48	0,0000116	0,07466196	0,9185493
68	завдвижка	ТК-69-2	0,125	108	1985	2	49	0,011609	7,48	0,0012544	0,07591631	0,9155976
69	-	завдвижка	0,065	1	1985	2	49	0,011609	5,00	0,0000116	0,07592792	0,9155794
70	завдвижка	стена д.84	0,065	72	1985	2	49	0,011609	5,00	0,0008300	0,07675796	0,9142788
71	-	теплосчет- чик	0,065	2	1985	2	49	0,011609	5,00	0,0000232	0,07678118	0,9142425

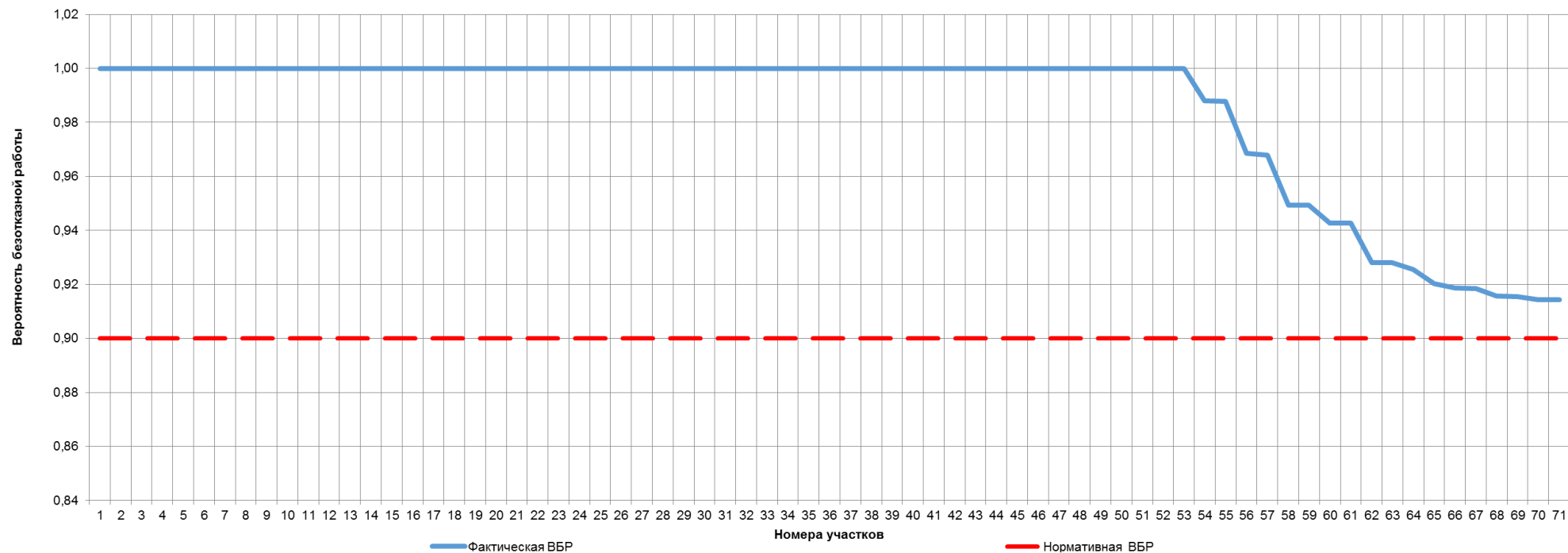


Рисунок 22 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ЦЭС ПАО «ММК» до теплосчетчика д.84

3.1.2.3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей Пиковой котельной

На рисунке Рисунок 23 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице Таблица 13 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 24 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

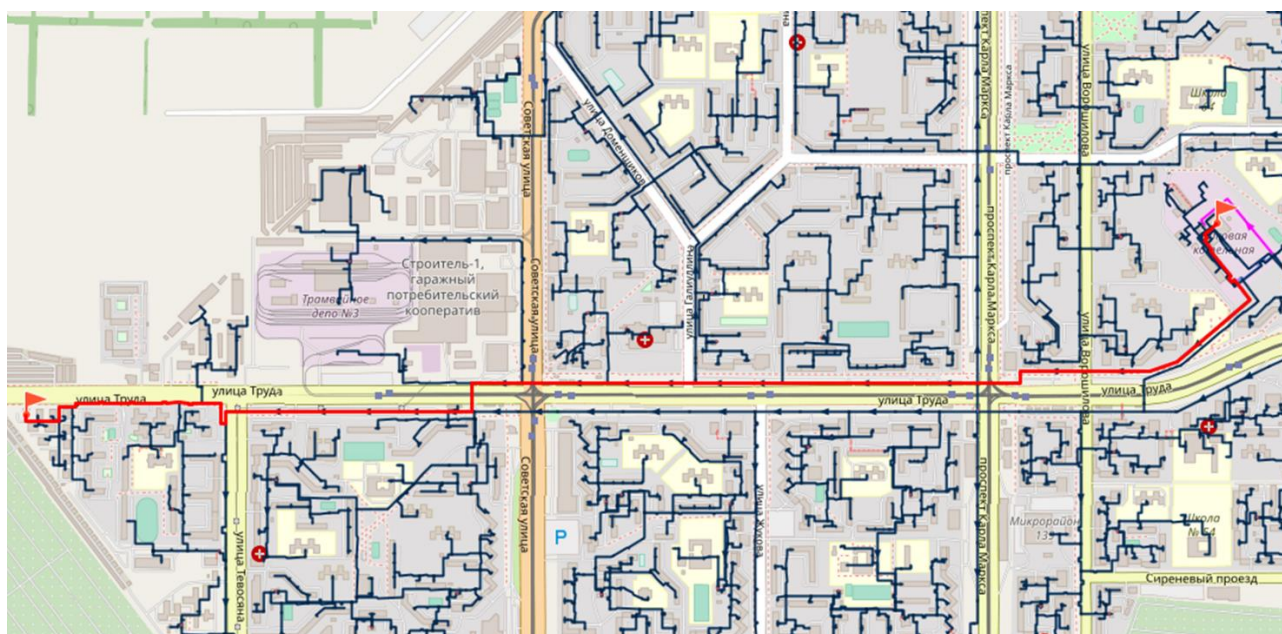


Рисунок 23 Путь движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

Таблица 13 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистралей												
1	ПК	врезка	1,000	15	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0001729	0,00017286	0,9969941
2	врезка	-	1,000	3	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000385	0,00021140	0,9963259
3	-	стена павильона задвижек	1,000	8	1985	1	49	0,011609	36,38	0,0000931	0,00030450	0,9947128
4	стена павильона задвижек	врезка	1,000	5	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000579	0,00036243	0,9937107
5	врезка	врезка	1,000	11	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0001254	0,00048781	0,9915442
Резервированный участок тепломагистралей												
6	врезка	-	1,000	7	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000845	0,00057232	0,9915442
7	-	врезка	1,000	5	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000531	0,00062538	0,9915442
8	врезка	задвижка	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000139	0,00063931	0,9915442
9	задвижка	стена павильона задвижек	0,700	4	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000457	0,00068505	0,9915442
10	стена павильона задвижек	ТК-1	0,700	77	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0008931	0,00157813	0,9915442
11	ТК-1	врезка	0,700	77	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0008981	0,00247620	0,9915442
12	врезка	врезка	0,700	2	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0000203	0,00249651	0,9915442
13	врезка	ТК-2	0,700	8	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0000922	0,00258869	0,9915442
14	ТК-2	СК-1	0,700	21	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0002393	0,00282795	0,9915442
15	СК-1	КНС-1	0,700	134	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0015592	0,00438715	0,9915442
16	КНС-1	КНС-2	0,700	123	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0014260	0,00581320	0,9915442
17	КНС-2	КНС-3	0,700	217	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0025147	0,00832794	0,9915442
18	КНС-3	КНС-4	0,700	214	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0024815	0,01080948	0,9915442
19	КНС-4	задвижка	0,700	82	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0009473	0,01175677	0,9915442
20	задвижка	ТК-26	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000135	0,01177024	0,9915442
21	ТК-26	задвижка	0,600	1	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000127	0,01178289	0,9915442
22	задвижка	-	0,600	139	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0016154	0,01339829	0,9915442
23	-	КНС-6	0,600	260	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0030182	0,01641651	0,9915442
24	КНС-6	ТК-25	0,600	68	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0007906	0,01720708	0,9915442
25	ТК-25	КНС-7	0,600	101	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0011729	0,01837994	0,9915442
26	КНС-7	ТК-24	0,600	108	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0012511	0,01963104	0,9915442
27	ТК-24	задвижка	0,600	1	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000111	0,01964218	0,9915442

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	задвижка	КНС-8	0,600	124	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0014360	0,02107821	0,9915442
29	КНС-8	ТК-31	0,600	85	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0009855	0,02206370	0,9915442
30	ТК-31	КНС-9	0,600	143	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0016651	0,02372878	0,9915442
31	КНС-9	ТК-32	0,600	20	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0002323	0,02396108	0,9915442
32	ТК-32	ТК-33	0,600	43	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0004990	0,02446003	0,9915442
33	ТК-33	ТК-33а	0,500	94	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0010856	0,02554559	0,9915442
34	ТК-33а	задвижка	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000153	0,02556091	0,9915442
35	задвижка	ТК-33б	0,500	26	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0003055	0,02586646	0,9915442
36	ТК-33б	задвижка	0,600	1	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000118	0,02587830	0,9915442
37	задвижка	задвижка	0,600	67	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0007729	0,02665123	0,9915442
38	задвижка	ТК-59	0,600	1	1985	2	49	0,011609	26,97	0,0000116	0,02666284	0,9915442
39	ТК-59	задвижка	0,700	1	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0000116	0,02667445	0,9915442
40	задвижка	КНС-10	0,700	90	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010448	0,02771925	0,9915442
41	КНС-10	СК-1	0,700	90	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0010496	0,02876882	0,9915442
42	СК-1	СК-2	0,700	12	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0001440	0,02891278	0,9915442
43	СК-2	КНС-11	0,700	116	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0013494	0,03026220	0,9915442
44	КНС-11	КНС-12	0,700	101	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0011725	0,03143471	0,9915442
45	КНС-12	КНС-13	0,700	117	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0013583	0,03279296	0,9915442
46	КНС-13	СК-3	0,700	16	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0001881	0,03298103	0,9915442
47	СК-3	УТ-1	0,700	76	1985	2	49	0,011609	31,86	0,0008794	0,03386041	0,9915442
48	УТ-1	-	0,200	1	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000116	0,03387202	0,9915442
49	-	ТК-142а-12	0,300	103	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0011997	0,03507169	0,9915442
50	ТК-142а-12	задвижка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000116	0,03508330	0,9915442
Нерезервированный участок тепломагистрали												
51	задвижка	ТК-142а-11(УТ4)	0,300	62	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0007194	0,03580271	0,9861001
52	ТК-142а-11(УТ4)	задвижка	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000116	0,03581432	0,9860128
53	задвижка	-	0,250	281	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0032612	0,03907552	0,9654144
54	-	задвижка	0,100	1	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000116	0,03908713	0,9653801
55	задвижка	УТ1а	0,100	38	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0004394	0,03952653	0,9640813
56	УТ1а	врезка	0,100	26	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0003033	0,03982987	0,9631859
57	врезка	ТК-142а-2 (УТ1)	0,100	1	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000087	0,03983858	0,9631602
58	ТК-142а-2 (УТ1)	задвижка	0,065	1	1985	2	49	0,011609	5,00	0,0000114	0,03984995	0,9631340
59	задвижка	ТК-142а-5 (УТ2)	0,065	53	1985	2	49	0,011609	5,00	0,0006099	0,04045989	0,9617313

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
60	ТК-142а-5 (УТ2)	здвижка	0,040	1	1985	2	49	0,011609	4,08	0,0000116	0,04047150	0,9617095
61	здвижка	ж/д ул.Труда,69	0,040	37	1985	2	49	0,011609	4,08	0,0004259	0,04089743	0,9609115
62	ж/д ул.Труда,69	теплосчетчик	0,040	2	1985	2	49	0,011609	4,08	0,0000232	0,04092065	0,9608681
63	теплосчетчик	индивидуальный ж/д (28)	0,040	3	1985	2	49	0,011609	4,08	0,0000365	0,04095710	0,9607998

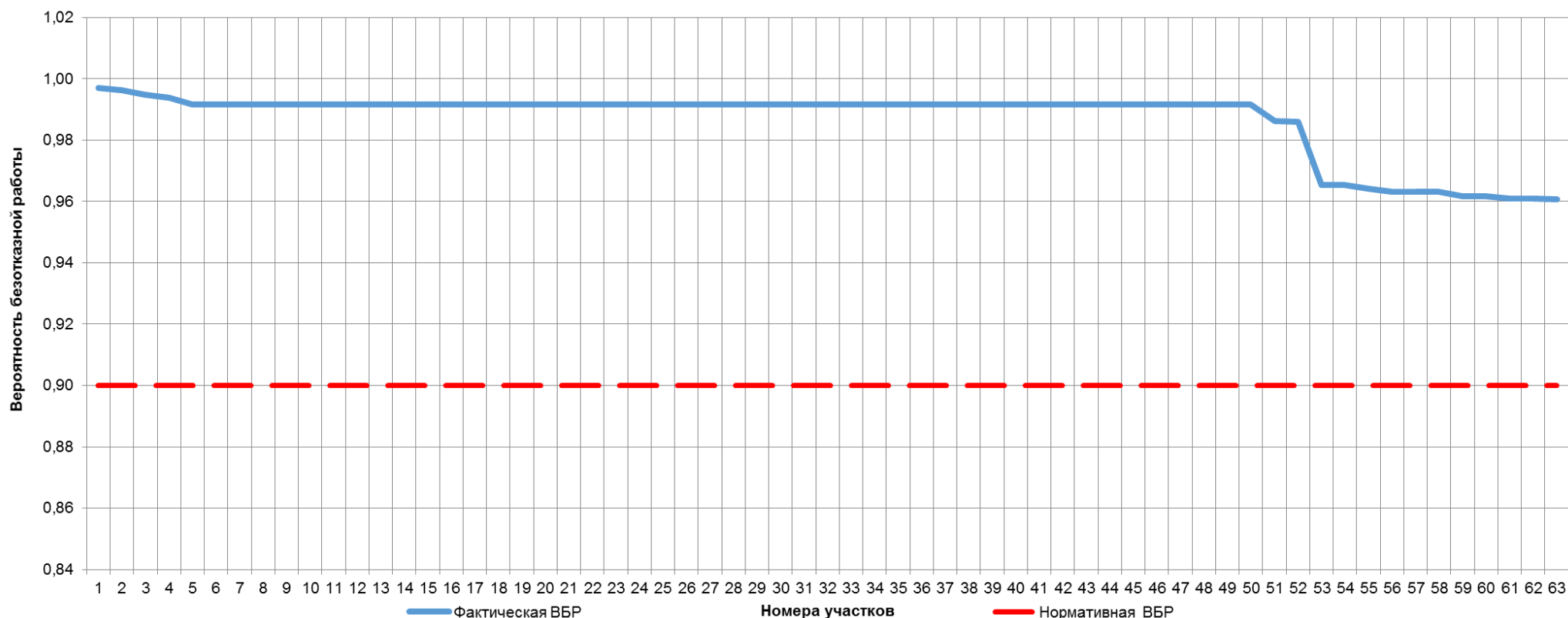


Рисунок 24 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Пиковой котельной до индивидуального ж/д (28)

3.1.2.4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей Центральной котельной

На рисунке Рисунок 25 приведена трассировка магистрального теплопровода Центральной котельной от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице Таблица 14 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 26 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

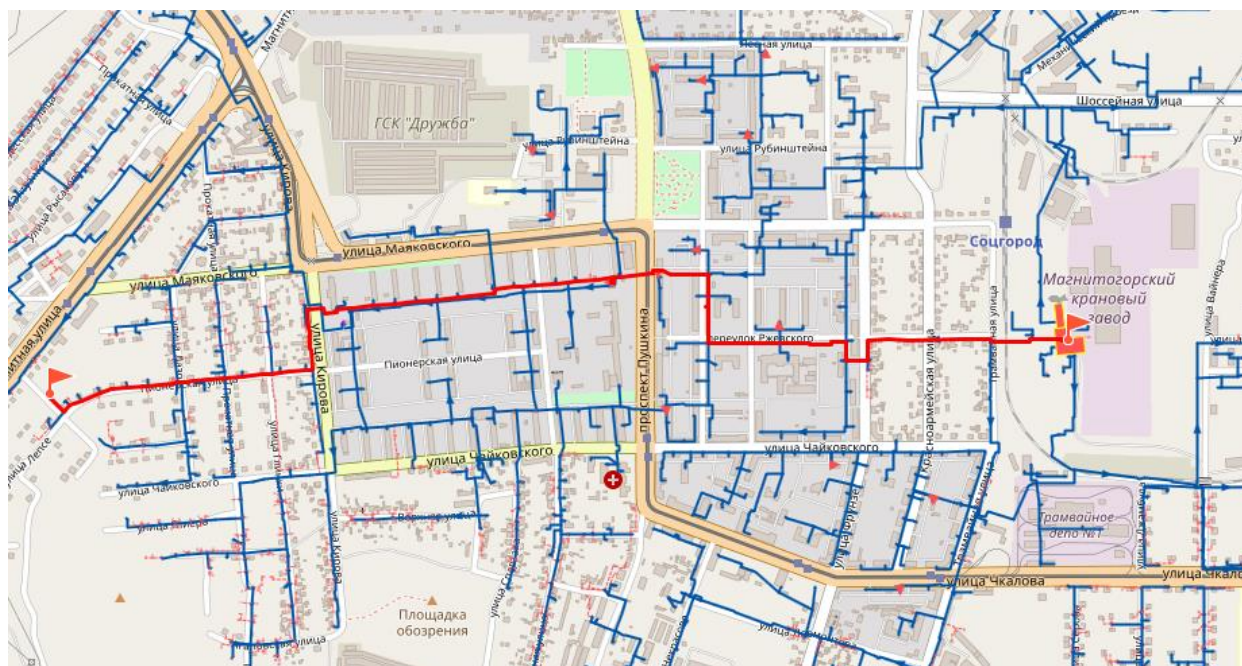


Рисунок 25 Путь движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома

Таблица 14 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от Центральной котельной до Индивидуального дома

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребите- ля
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ЦК	врезка	0,700	16	1985	1	49	0,011609	31,86	0,0001838	0,00018377	0,9958375
2	врезка	-	0,500	3	1985	1	49	0,011609	25,82	0,0000390	0,00022278	0,9958375
3	врезка	ТК	0,500	62	1985	1	49	0,011609	25,82	0,0007162	0,00093894	0,9958375
4	ТК	-	0,400	94	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0010944	0,00203331	0,9958375
5	опуск назем- ной трассы	ТК	0,400	2	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0000197	0,00205305	0,9958375
6	ТК	-	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,00206466	0,9958375
7	-	ТК	0,400	16	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0001799	0,00224460	0,9958375
8	ТК	-	0,400	46	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0005340	0,00277861	0,9958375
9	ТК	ТК	0,400	112	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0012978	0,00407638	0,9958375
10	ТК	-	0,400	44	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0005095	0,00458590	0,9958375
11	ТК	ТК	0,400	86	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0010037	0,00558961	0,9958375
12	ТК	-	0,400	43	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0005027	0,00609228	0,9958375
13	-	ТК	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,00610389	0,9958375
14	ТК	-	0,400	38	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0004411	0,00654503	0,9958375
15	ТК	-	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,00655664	0,9958375
16	-	-	0,400	148	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0017221	0,00827872	0,9958375
17	ТК	опуск назем- ной трассы	0,400	160	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0018544	0,01013314	0,9958375
18	опуск назем- ной трассы	-	0,400	2	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0000197	0,01015288	0,9958375
19	ТК	ТК	0,200	67	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0007720	0,01092487	0,9958375
20	ТК	-	0,200	43	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0004994	0,01142429	0,9958375
21	ТК	ТК	0,200	46	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0005340	0,01195831	0,9958375
22	ТК	-	0,200	35	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0004005	0,01235882	0,9958375
23	подъем назем- ной трассы	-	0,200	2	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000197	0,01237855	0,9958375
24	-	-	0,200	40	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0004644	0,01284291	0,9958375
25	опуск назем- ной трассы	-	0,200	2	1985	1	49	0,011609	10,94	0,0000197	0,01286265	0,9958375
26	-	-	0,200	30	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0003484	0,01321103	0,9958375
27	врезка	-	0,250	3	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000402	0,01325120	0,9958375

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребителя
28	-	-	0,250	15	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0001761	0,01342731	0,9958375
29	ТК	-	0,250	69	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0008052	0,01423251	0,9958375
30	-	-	0,250	1	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000116	0,01424412	0,9958375
31	ТК	ТК	0,250	11	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0001280	0,01437216	0,9958375
32	ТК	-	0,250	5	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000580	0,01443021	0,9958375
33	ТК	ТК	0,250	4	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000486	0,01447885	0,9958375
34	ТК	-	0,250	4	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000447	0,01452355	0,9958375
35	стена бойлер- ной	бойлерная	0,250	3	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000391	0,01456267	0,9958375
36	бойлерная	-	0,250	4	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000425	0,01460516	0,9958375
37	стена бойлер- ной	-	0,250	13	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0001524	0,01475758	0,9958375
38	-	-	0,250	36	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0004179	0,01517551	0,9958375
39	ТК	ТК	0,250	45	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0005224	0,01569791	0,9958375
40	ТК	-	0,250	17	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0002003	0,01589817	0,9958375
41	ТК	ТК	0,250	25	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0002934	0,01619153	0,9958375
42	ТК	-	0,250	45	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0005208	0,01671231	0,9958375
43	ТК	ТК	0,250	25	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0002902	0,01700253	0,9958375
44	ТК	-	0,150	19	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0002192	0,01722171	0,9958375
45	ТК	ТК	0,150	41	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0004778	0,01769953	0,9958375
46	ТК	-	0,150	89	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0010324	0,01873192	0,9958375
47	ТК	ТК	0,150	44	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005108	0,01924272	0,9958375
48	ТК	-	0,150	45	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005224	0,01976512	0,9958375
49	ТК	ТК	0,150	45	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005224	0,02028753	0,9958375
50	ТК	-	0,150	45	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005224	0,02080993	0,9958375
51	ТК	-	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,02082154	0,9958375
52	-	ТК	0,150	50	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0005804	0,02140199	0,9958375
53	ТК	врезка	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000107	0,02141267	0,9958375
Нерезервированный участок тепломагистрали												
54	врезка	ТК	0,150	26	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0003028	0,02171543	0,9939954
55	ТК	-	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0003028	0,02172704	0,9939249
56	-	ТК	0,150	79	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000116	0,02263986	0,9883816
57	ТК	-	0,150	134	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0009128	0,02419709	0,9789778

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надзем- ная; 2 - подзем- ная)	Продолжи- тельность эксплуата- ции участка без капи- тального ремонта (реконструк- ции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становле- ния участка, ч	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния при от- казе участка, 1/час	Параметр потока от- казов теп- лоснабже- ния накоп- ленным итогом, 1/ч	Вероят- ность без- отказной работы пути отно- сительно конечного потребля- теля
58	-	ТК	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0015572	0,02420695	0,9789188
59	ТК	ТК	0,150	13	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000099	0,02435787	0,9780161
60	ТК	ТК	0,150	58	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0001509	0,02502899	0,9740059
61	ТК	ТК	0,150	18	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0006711	0,02523795	0,9727623
62	ТК	ТК	0,150	19	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0002090	0,02546154	0,9714335
63	ТК	ТК	0,150	43	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0002236	0,02596072	0,9684706
64	ТК	ТК	0,150	38	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0004992	0,02640245	0,9658569
65	ТК	ТК	0,150	69	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0004417	0,02720405	0,9611265
66	ТК	О	0,150	19	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0008016	0,02742462	0,9598312
67	О	ТК	0,150	1	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0002206	0,02743634	0,9597625
68	ТК	ТК	0,150	6	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000117	0,02751169	0,9593206
69	ТК	ТК	0,150	9	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000753	0,02761036	0,9587423
70	ТК	О	0,070	11	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000987	0,02773261	0,9583099
71	О	ТК	0,070	54	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0001222	0,02835543	0,9561081
72	ТК	ТК	0,070	44	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0006228	0,02886495	0,9543110
73	ТК	ТК	0,070	34	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0005095	0,02925420	0,9529407
74	ТК	ТК	0,070	25	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0003892	0,02954047	0,9519344
75	ТК	ТК	0,070	43	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0002863	0,03004303	0,9501696
76	ТК	ТК	0,050	26	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0005026	0,03034962	0,9492515
77	ТК	ТК	0,050	18	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0003066	0,03056392	0,9486105
78	ТК	ТК	0,050	49	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0002143	0,03112800	0,9469242
79	ТК	инд.дом	0,050	4	1985	2	49	0,011609	4,43	0,0005641	0,03117374	0,9467878

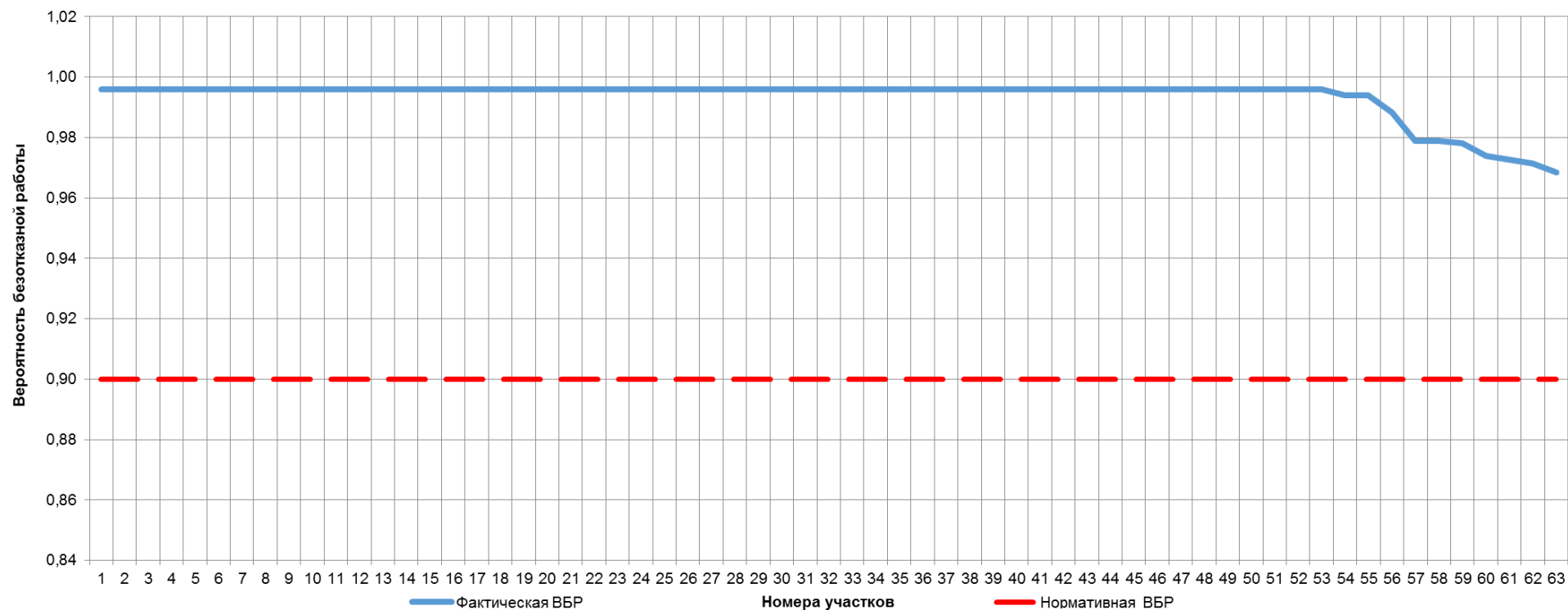


Рисунок 26 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от Центральной котельной до Индивидуального дома

3.1.2.5. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей котельной Железнодорожников

На рисунке Рисунок 27 Рисунок 9 приведена трассировка магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В таблице Таблица 15 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

На рисунке 28 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

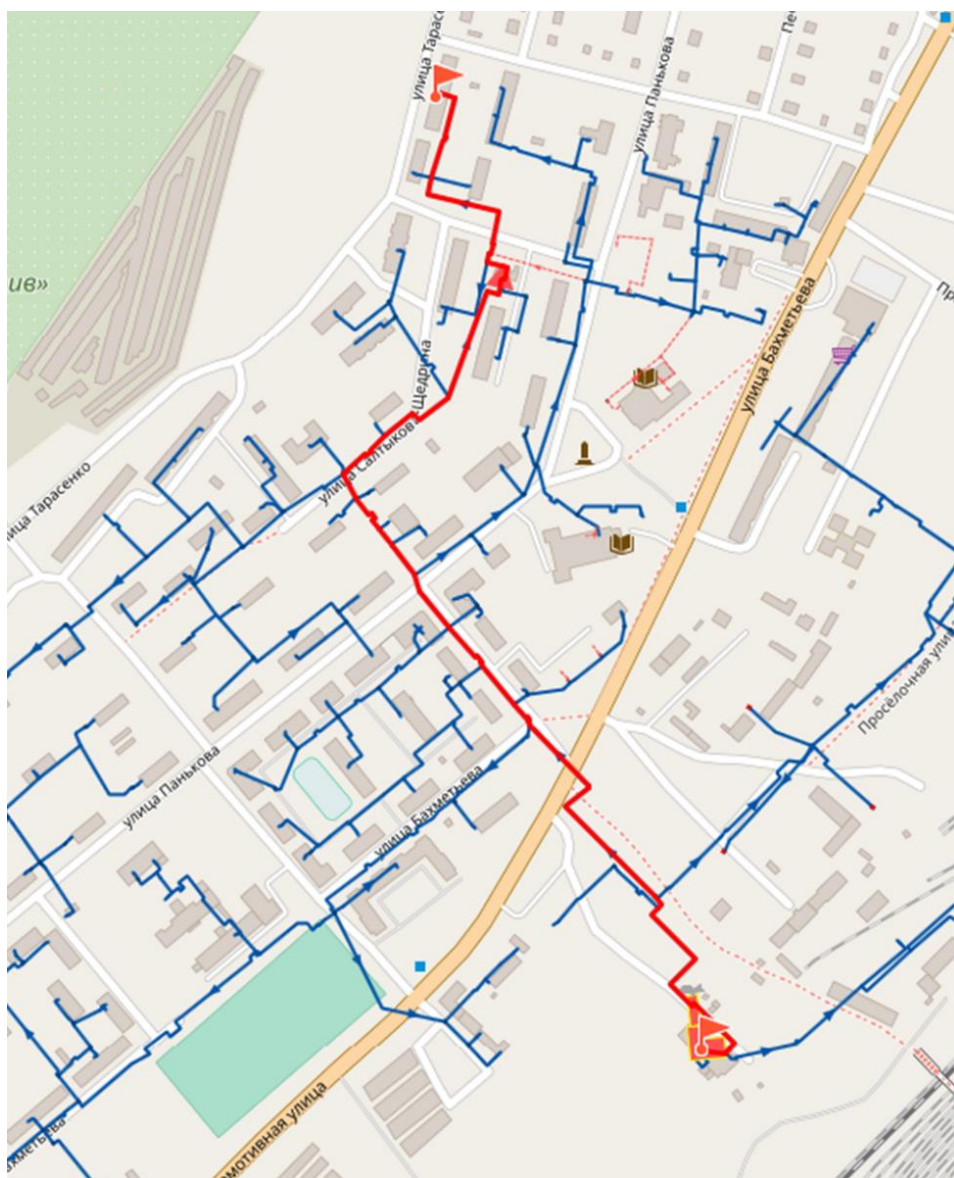


Рисунок 27 Путь движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

Таблица 15 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	Кот. Железнодорожников	стена здания котельной	0,500	20	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0002359	0,00023589	0,9945304
2	стена здания котельной	-	0,500	2	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000207	0,00025656	0,9940539
3	-	-	0,500	3	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000346	0,00029115	0,9932565
4	-	УТ-2	0,500	1	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000084	0,00029951	0,9930640
5	УТ-2	подъем наземной трассы	0,500	2	1985	2	49	0,011609	25,82	0,0000197	0,00031925	0,9926096
6	подъем наземной трассы	-	0,500	184	2030*	1	4	0,000006	25,82	0,0000011	0,00032030	0,9925854
7	-	врезка	0,500	13	1985	1	49	0,011609	25,82	0,0001487	0,00046901	0,9891628
8	врезка	опуск наземной трассы	0,400	133	2030*	1	4	0,000006	20,44	0,0000008	0,00046977	0,9891491
9	опуск наземной трассы	УТ-4	0,400	2	1985	1	49	0,011609	20,44	0,0000197	0,00048950	0,9887908
10	УТ-4	-	0,400	1	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0000116	0,00050111	0,9885801
11	-	УТ-5	0,400	71	1985	2	49	0,011609	20,44	0,0008242	0,00132535	0,9736247
12	УТ-5	-	0,300	1	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0000130	0,00133835	0,9734432
13	-	УТ-6	0,300	25	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0002888	0,00162718	0,9694116
14	УТ-6	УТ-7	0,300	42	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0004873	0,00211453	0,9626373
15	УТ-7	УТ-8	0,300	46	2030*	2	4	0,000006	15,97	0,0000003	0,00211479	0,9626337
16	УТ-8	УТ-9	0,300	40	2030*	2	4	0,000006	15,97	0,0000002	0,00211502	0,9626305
17	УТ-9	УТ-10	0,300	14	1985	2	49	0,011609	15,97	0,0001625	0,00227754	0,9603872
18	УТ-10	УТ-11	0,250	32	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0003717	0,00264926	0,9560906
19	УТ-11	УТ-12	0,250	17	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0001974	0,00284662	0,9538197
20	УТ-12	УТ-13	0,250	37	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0004295	0,00327615	0,9488889
21	УТ-13	УТ-14	0,250	24	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0002786	0,00355477	0,9457071
22	УТ-14	-	0,250	1	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000116	0,00356638	0,9455749
23	-	УТ-15	0,250	51	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0005919	0,00415832	0,9388385
24	УТ-15	УТ-17	0,250	70	2030*	2	4	0,000006	13,40	0,0000004	0,00415872	0,9388340
25	УТ-17	ТК	0,250	115	2030*	2	4	0,000006	13,40	0,0000007	0,00415937	0,9388266
26	ТК	бойлерная	0,250	3	1985	2	49	0,011609	13,40	0,0000290	0,00418839	0,9384987

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
27	бойлерная	ТК	0,200	3	1985	2	49	0,011609	10,94	0,0000290	0,00421741	0,9382311
28	ТК	ТК	0,150	3	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0000338	0,00425120	0,9379865
29	ТК	УТ-22	0,150	26	1985	2	49	0,011609	8,59	0,0003018	0,00455303	0,9358013
30	УТ-22	подъем наземной трассы	0,070	2	1985	2	49	0,011609	5,19	0,0000197	0,00457277	0,9357152
31	подъем наземной трассы	-	0,070	7	1985	1	49	0,011609	5,19	0,0000766	0,00464938	0,9353811
32	-	ТК	0,070	1	1985	1	49	0,011609	5,19	0,0000160	0,00466541	0,9353112
33	ТК	подъем наземной трассы	0,100	2	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000197	0,00468514	0,9352051
34	подъем наземной трассы	опуск наземной трассы	0,100	10	1985	1	49	0,011609	6,41	0,0001124	0,00479752	0,9346005
35	опуск наземной трассы	-	0,100	2	1985	1	49	0,011609	6,41	0,0000197	0,00481725	0,9344944
36	-	переход d 108-133	0,100	5	1985	2	49	0,011609	6,41	0,0000627	0,00487994	0,9341574
37	переход d 108-133	УТ-10.7	0,125	98	1985	2	49	0,011609	7,48	0,0011393	0,00601925	0,9270099
38	УТ-10.7	УТ-10.8	0,080	74	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0008588	0,00687808	0,9230168
39	УТ-10.8	-	0,080	1	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0000116	0,00688969	0,9229630
40	-	стена д.18	0,080	13	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0001509	0,00704061	0,9222644
41	стена д.18	жилой дом	0,080	8	1985	2	49	0,011609	5,59	0,0000929	0,00713348	0,9218348
42	СК-1	СК-2	12,400	1	1985	2	49	0,011609	689,59	0,0000081	0,00714160	0,9171958
43	СК-2	КНС-11	116,240	1	2030*	2	4	0,000006	10073,89	0,0000000	0,00714161	0,9171627
44	КНС-11	КНС-12	101,000	1	2030*	2	4	0,000006	8510,97	0,0000000	0,00714161	0,9171347
45	КНС-12	КНС-13	117,000	1	2030*	2	4	0,000006	10152,96	0,0000000	0,00714162	0,9171014
46	КНС-13	СК-3	16,200	1	1985	2	49	0,011609	949,29	0,0000081	0,00714974	0,9107481
47	СК-3	УТ-1	75,750	1	2030*	2	4	0,000007	6027,18	0,0000000	0,00714975	0,9107231
48	УТ-1	задвижка	1,000	0	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000023	0,00715207	0,9106540
49	задвижка	ТК-142а-12	103,340	0	2030*	2	4	0,000007	8748,06	0,0000000	0,00715207	0,9106384
50	ТК-142а-12	задвижка	1,000	0	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000035	0,00715555	0,9105348
51	задвижка	ТК-142а-11(УТ4)	61,970	0	2030*	2	4	0,000008	4737,29	0,0000000	0,00715556	0,9105257

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отката участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при откате участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
52	ТК-142а-11(УТ4)	задвижка	1,000	0	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000035	0,00715904	0,9104221
53	задвижка	ТК-142а-6(УТ8)	280,920	0	2030*	2	4	0,000009	29039,40	0,0000000	0,00715904	0,9103685
54	ТК-142а-6(УТ8)	задвижка	1,000	0	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000012	0,00716020	0,9103339
55	задвижка	УТ1а	37,850	0	1985	2	49	0,011609	2623,05	0,0000012	0,00716136	0,9078446
56	УТ1а	врезка	26,130	0	1985	2	49	0,011609	1682,54	0,0000012	0,00716252	0,9062521
57	врезка	ТК-142а-2(УТ1)	0,750	0	1985	2	49	0,011609	34,36	0,0000012	0,00716368	0,9062197
58	ТК-142а-2(УТ1)	задвижка	0,980	0	1985	2	49	0,011609	35,58	0,0000008	0,00716444	0,9061978
59	задвижка	ТК-142а-5(УТ2)	52,540	0	1985	2	49	0,011609	3886,50	0,0000008	0,00716519	0,9038112
60	ТК-142а-5(УТ2)	задвижка	1,000	0	1985	2	49	0,011609	36,38	0,0000005	0,00716566	0,9037975
61	задвижка	ж/д ул.Труда,69	36,690	0	1985	2	49	0,011609	2526,99	0,0000005	0,00716612	0,9028451
62	ж/д ул.Труда,69	теплосчетчик	2,000	0	1985	2	49	0,011609	79,80	0,0000005	0,00716659	0,9028151
63	теплосчетчик	индивидуальный ж/д (28)	3,140	0	1985	2	49	0,011609	135,03	0,0000005	0,00716705	0,9027642

Примечание: *на данных участках тепловых сетей предлагается выполнить реконструкцию без изменения диаметра с целью повышения показателей надежности теплоснабжения. Срок реализации и объем мероприятий может быть скорректирован при последующих актуализациях схемы теплоснабжения

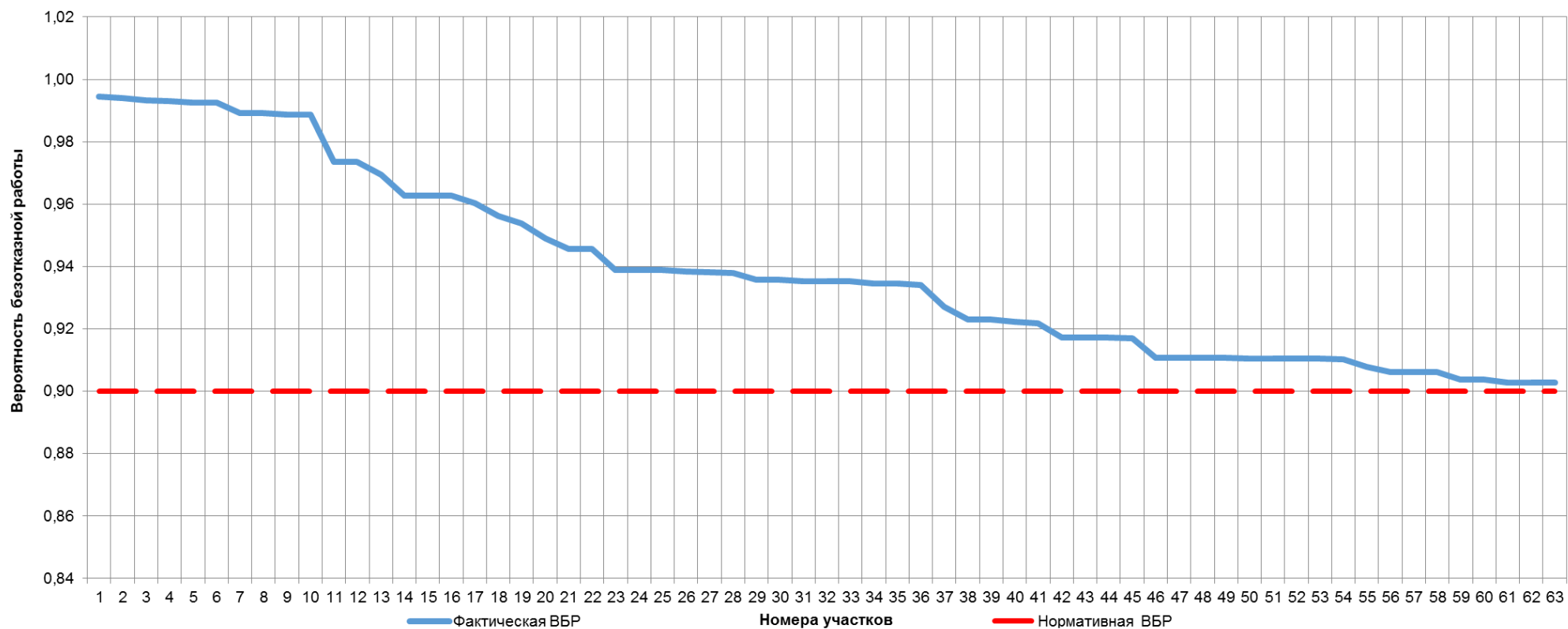


Рисунок 28 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Железнодорожников до индивидуального ж/д (28)

3.1.3. Выводы по результатам расчета вероятности безотказной работы теплопроводов

Результаты расчетов показывают, что несмотря на превышение нормативного срока эксплуатации тепловых сетей (более 30 лет) вероятности безотказной работы теплопроводов выше нормативного значения, что объясняется наличием резервирующих тепломагистралей.

Для повышения показателей надежности теплоснабжения потребителей в период до 2034 года предлагается рассмотреть возможность включения в инвестиционную программу МП трест "Теплофикация" перечня мероприятий по реконструкции существующих тепловых сетей без изменения диаметра (Таблица 16).

Таблица 16. Перечень участков тепловых сетей, предлагаемых к реконструкции без изменения диаметра для повышения надежности теплоснабжения потребителей в г. Магнитогорск

№ п/п	Источник	Начало участка	Конец участка	Диаметр, м	Длина, м	Тип прокладки
1	ТЭЦ (пб)	13(ТК-11)	задвижка с эл. приводом	0,500	347,76	Подземная
2		задвижка	19(ТК-4)	0,25	275,89	Подземная
3		19(ТК-4)	стена ТНС Ё7	0,25	249,96	Подземная
4		врезка	опуск наземной трассы	0,15	271,6	Надземная
5	ТЭЦ(Бетон-строй)	ТЭЦ(Бетон-строй)	ТК	0,4	530,75	Надземная
6		ТК	теплосчетчик	0,2	60,14	Надземная
7		теплосчетчик	ТК	0,2	103,48	Надземная
8		ТК	врезка	0,200	127,05	Надземная
9		врезка	опуск наземной трассы	0,2	145,64	Надземная
10		-	ТК-3	0,200	119,03	Надземная
11		ТК-3	-	0,200	93,44	Надземная
12		врезка	ТК-4	0,200	115,01	Надземная
13		задвижка	врезка	0,200	130,50	Надземная
14		врезка	опуск наземной трассы	0,200	497,36	Надземная
15		подъем наземной трассы	подъем	0,150	130,66	Надземная
16	ТЭЦ (1000)	ТЭЦ (1000)	павильон 5	1,000	833,97	Надземная
17		павильон 5	УТ-1 л/б	1,000	1420,29	Надземная
18		задвижка	-	1,000	680,38	Надземная
19		-	-	1,000	48,02	Надземная
20		павильон 6	-	1,000	220,79	Надземная
21		-	УТ-1 правого берега	1,000	234,13	Надземная
22		УТ-1 правого берега	УТ-2	1,000	610,56	Надземная
23		УТ-3	СК-1	1,000	127,62	Подземная
24		СК-1	СК-1	1,000	225,47	Подземная
25		СК-1	УТ-4	1,000	549,14	Подземная
26		задвижка	УТ-5	1,000	376,00	Подземная
27		УТ-5	УТ-6а	1,000	341,37	Подземная
28		ТК	задвижка	0,700	84,01	Подземная
29	кот. Железнодорожников	подъем наземной трассы	-	0,500	184,47	Надземная
30		врезка	опуск наземной трассы	0,400	132,74	Надземная

№ п/п	Источник	Начало участка	Конец участка	Диаметр, м	Длина, м	Тип прокладки
31		УТ-7	УТ-8	0,300	46,04	Подземная
32		УТ-8	УТ-9	0,300	40,00	Подземная
33		УТ-15	УТ-17	0,250	69,93	Подземная
34		УТ-17	ТК	0,250	114,58	Подземная
35		СК-2	КНС-11	116,240	0,70	Подземная
36		КНС-11	КНС-12	101,000	0,70	Подземная
37		КНС-12	КНС-13	117,000	0,70	Подземная
38		СК-3	УТ-1	75,750	0,70	Подземная
39		задвижка	ТК-142а-12	103,340	0,30	Подземная
40		задвижка	ТК-142а-11(УТ4)	61,970	0,30	Подземная
41		задвижка	ТК-142а-6(УТ8)	280,920	0,25	Подземная

3.2. Результаты расчета вероятности безотказной работы потребителей

3.2.1. Существующее состояние на 2023 г.

Расчет показателя надежности потребителей производился в программном комплексе Zulu Thermo 8.0.

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы, определяемыми для каждого потребителя и представляющими собой вероятности того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице 17. В таблице представлены минимальные и максимальные показатели вероятности безотказной работы потребителя для каждого источника тепловой энергии, а также количество потребителей, для которых данный показатель ниже нормированного.

На рисунках 29-32 показаны зоны ненормативной надежности теплоснабжения потребителей, выделенные красным цветом.

Таблица 17 Расчет вероятности безотказной работы потребителей

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
1	ТЭЦ ПАО «ММК»	0.671232	1	459
2	ЦЭС ПАО «ММК»	0.556088	1	376
3	ПСЦ (котельная №5)	-	-	-
4	Пиковая котельная	0.435881	0.993358	284
5	Центральная котельная	0.870872	1	7
6	Котельная пос. «Железнодорожников»	0.900236	0.999854	0
7	Котельная «Западная»	0.998636	1	0
8	Блочно-модульная котельная пос. «Цементный»	0.991262	1	0
9	Локальная котельная в 71 квартале	1	1	0
10	Котельная Левобережных очистных сооружений	0.964891	1	0
11	Локальная котельная пос. Приуральский	0.969332	1	0

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснаб- жения потребителей		Количество потреби- телей, значение вероят- ности безотказного теп- лоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
12	Котельная Правобережных очистных сооружений	0.998849	1	0
13	Котельная «Восточная»	1	1	0
14	Котельная «Школьная»	1	1	0
15	Котельная МДОУ «Д/с №28»	1	1	0
16	Котельная «Заготовительная»	1	1	0
17	Котельная МУ "КСАГ"	1	1	0
18	Котельная УП ЖБИ ООО «Трест Магнитострой» (вывод из эксплуатации — 2023г.)	0.916171	0.956515	0
19	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая 93/1 стр. 1	-	-	-
20	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая, 93/9	-	-	-
21	Котельная «Магнитогорского психоневрологического интерната (МПНИ)»	-	-	-
22	Котельная АО «МКХП-Ситно»	-	-	-
23	Котельная ООО «Магнитогорский элеватор»	-	-	-
24	Котельная ООО «Магнитогорский завод пиво-безалкогольных напитков»	-	-	-
25	Котельная ООО «ПК Макинтош»	-	-	-
26	Котельная ООО «Фабрика кухонной мебели»	-	-	-
27	Котельная АО «Группа Компаний "Российское Молоко"»	-	-	-
28	Котельная ООО «Магнитогорский штамповочный завод»	-	-	-
29	Котельная СУПРН ОАО «Спецавтотранс»ОАО «ГАЗПРОМ»	-	-	-
30	Котельные ООО «Банно-прачечное хозяйство»	-	-	-
31	Котельная ООО «Алькор»	-	-	-
32	Котельная ФКУ ИК-18 ГУФСИН России	-	-	-
33	Котельная ООО «МагХолод»	-	-	-

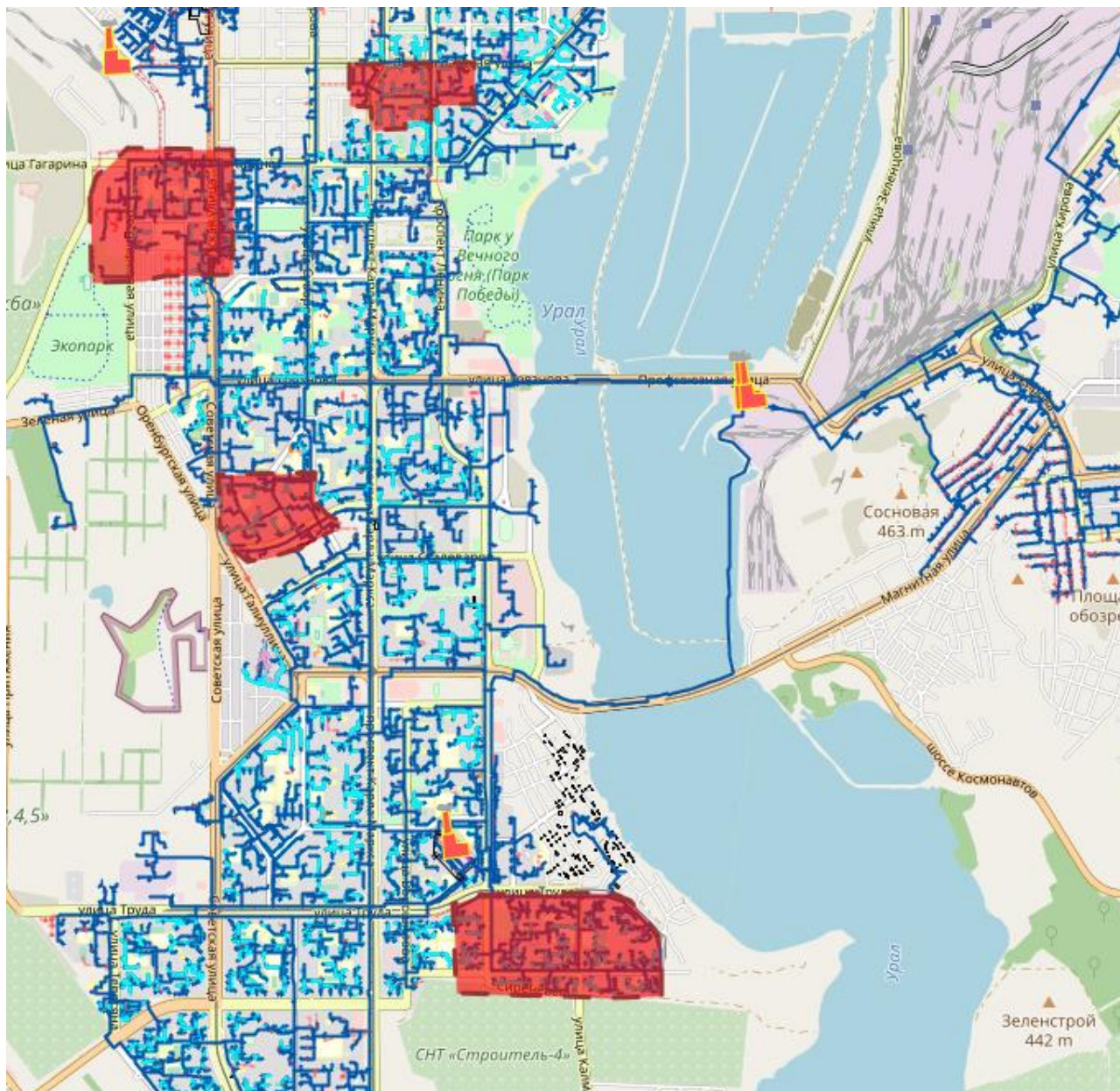


Рисунок 29 Зоны ненормативной надежности ТЭЦ ПАО «ММК»

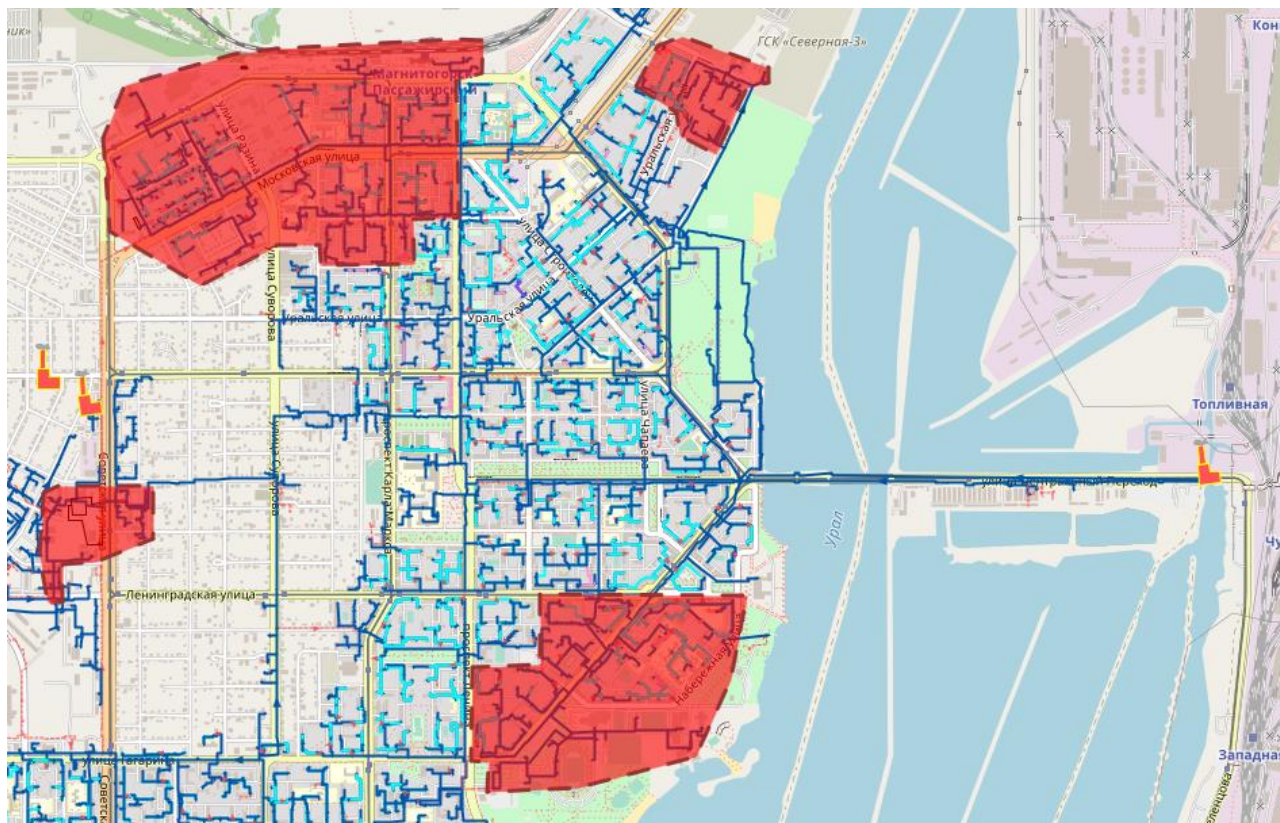


Рисунок 30 Зоны ненормативной надежности ЦЭС ПАО «ММК»

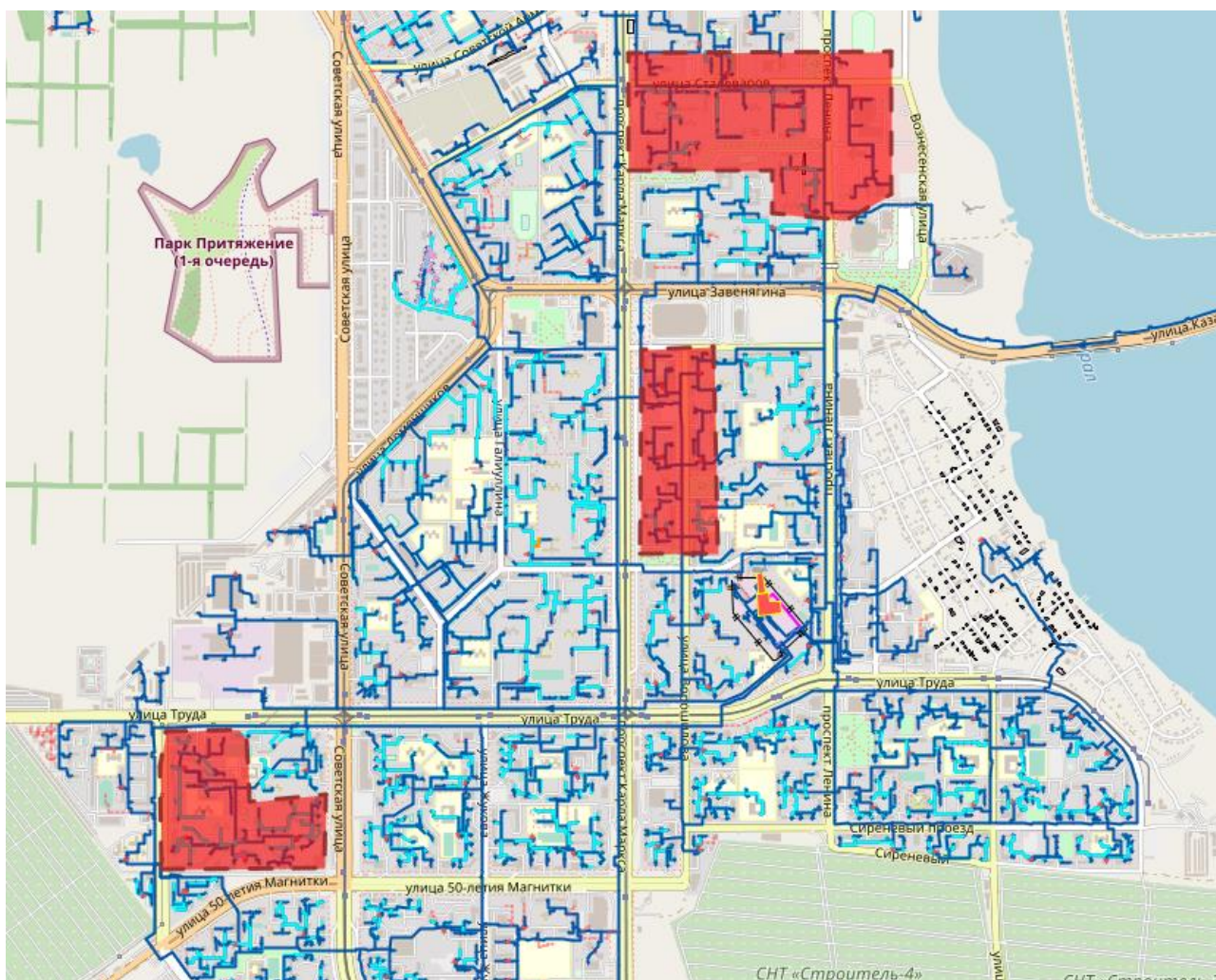


Рисунок 31 Зоны ненормативной надежности Пиковой котельной

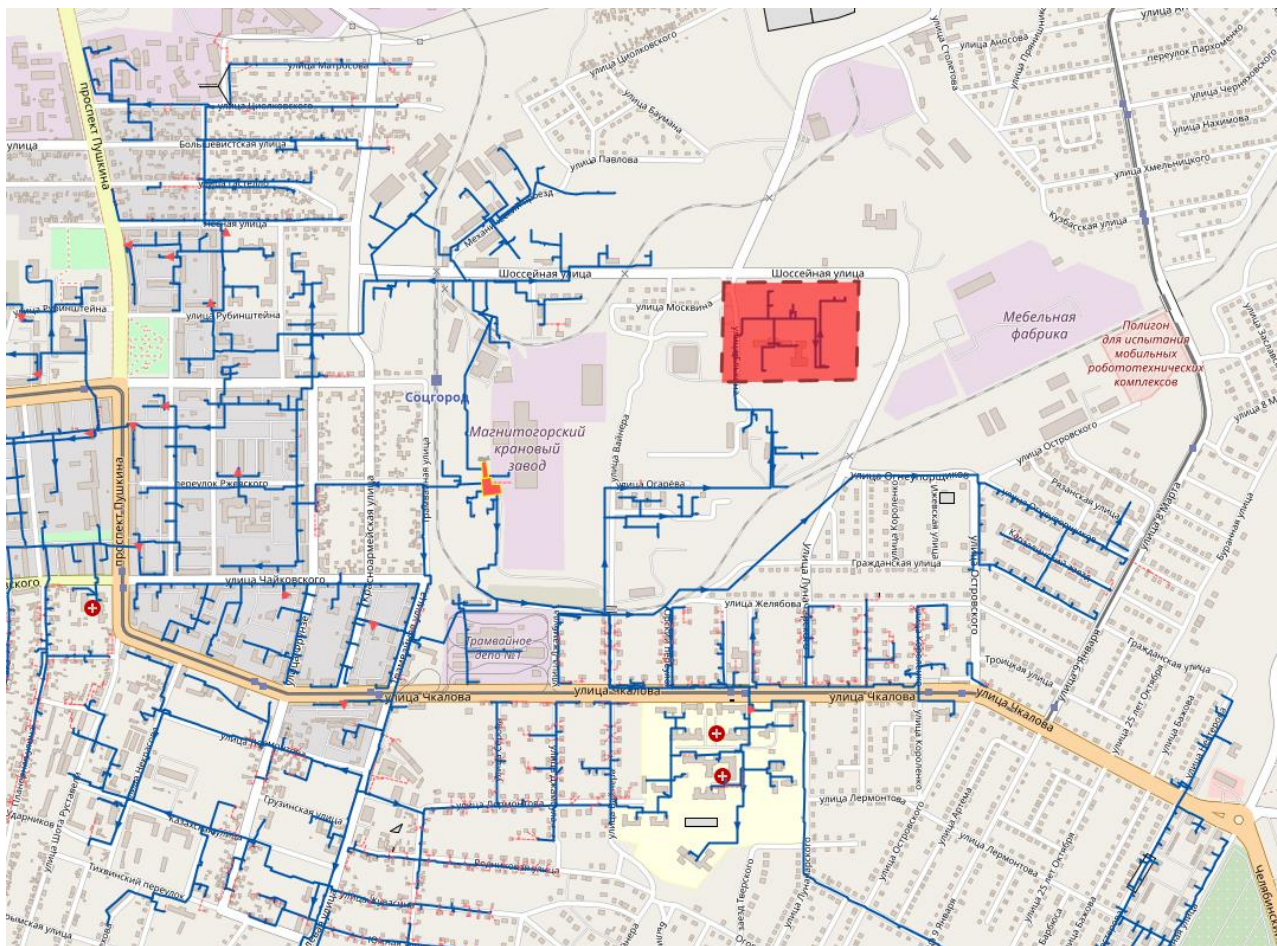


Рисунок 32 Зоны ненормативной надежности Центральной котельной

3.2.2. Перспективное состояние на 2034 г.

Расчет показателя надежности потребителей производился в программном комплексе Zulu Thermo 8.0.

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы, определяемыми для каждого потребителя и представляющими собой вероятности того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице 18. В таблице представлены минимальные и максимальные показатели вероятности безотказной работы потребителя для каждого источника тепловой энергии, а также количество потребителей, для которых данный показатель ниже нормированного.

На рисунках 33-35 показаны зоны ненормативной надежности теплоснабжения потребителей, выделенные красным цветом.

Таблица 18 Расчет вероятности безотказной работы потребителей

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
1	ТЭЦ ПАО «ММК»	0.670246	1	230
2	ЦЭС ПАО «ММК»	0.747946	1	215
3	ПСЦ (котельная №5)	-	-	-
4	Пиковая котельная	0.780943	0.997241	96
5	Центральная котельная	0.967309	1	0
6	Котельная пос. «Железнодорожников»	0.900236	0.999854	0
7	Котельная «Западная»	0.998636	1	0
8	Блочно-модульная котельная пос. «Цементный»	0.991262	1	0
9	Локальная котельная в 71 квартале	1	1	0
10	Котельная Левобережных очистных сооружений	0.964891	1	0
11	Локальная котельная пос. Приуральский	0.969332	1	0
12	Котельная Правобережных очистных сооружений	0.998849	1	0
13	Котельная «Восточная»	1	1	0
14	Котельная «Школьная»	1	1	0
15	Котельная МДОУ «Д/с №28»	1	1	0
16	Котельная «Заготовительная»	1	1	0
17	Котельная МУ "КСАГ"	1	1	0
18	Котельная УП ЖБИ ООО «Трест Магнитострой» (вывод из эксплуатации — 2023г.)	-	-	-
19	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая 93/1 стр. 1	-	-	-

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
20	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая, 93/9	-	-	-
21	Котельная «Магнитогорского психоневрологического интерната (МПНИ)»	-	-	-
22	Котельная АО «МКХП-Ситно»	-	-	-
23	Котельная ООО «Магнитогорский элеватор»	-	-	-
24	Котельная ООО «Магнитогорский завод пиво-безалкогольных напитков»	-	-	-
25	Котельная ООО «ПК Макинтош»	-	-	-
26	Котельная ООО «Фабрика кухонной мебели»	-	-	-
27	Котельная АО «Группа Компаний "Российское Молоко" филиал» Магнитогорский молочный комбинат	-	-	-
28	Котельная ООО «Магнитогорский штамповочный завод»	-	-	-
29	Котельная СУПРН ОАО «Спецавтотранс»ОАО «ГАЗПРОМ»	-	-	-
30	Котельные ООО «Банно-прачечное хозяйство»	-	-	-
31	Котельная ООО «Алькор»	-	-	-
32	Котельная ФКУ ИК-18 ГУФСИН России	-	-	-
33	Котельная ООО «МагХолод»	-	-	-

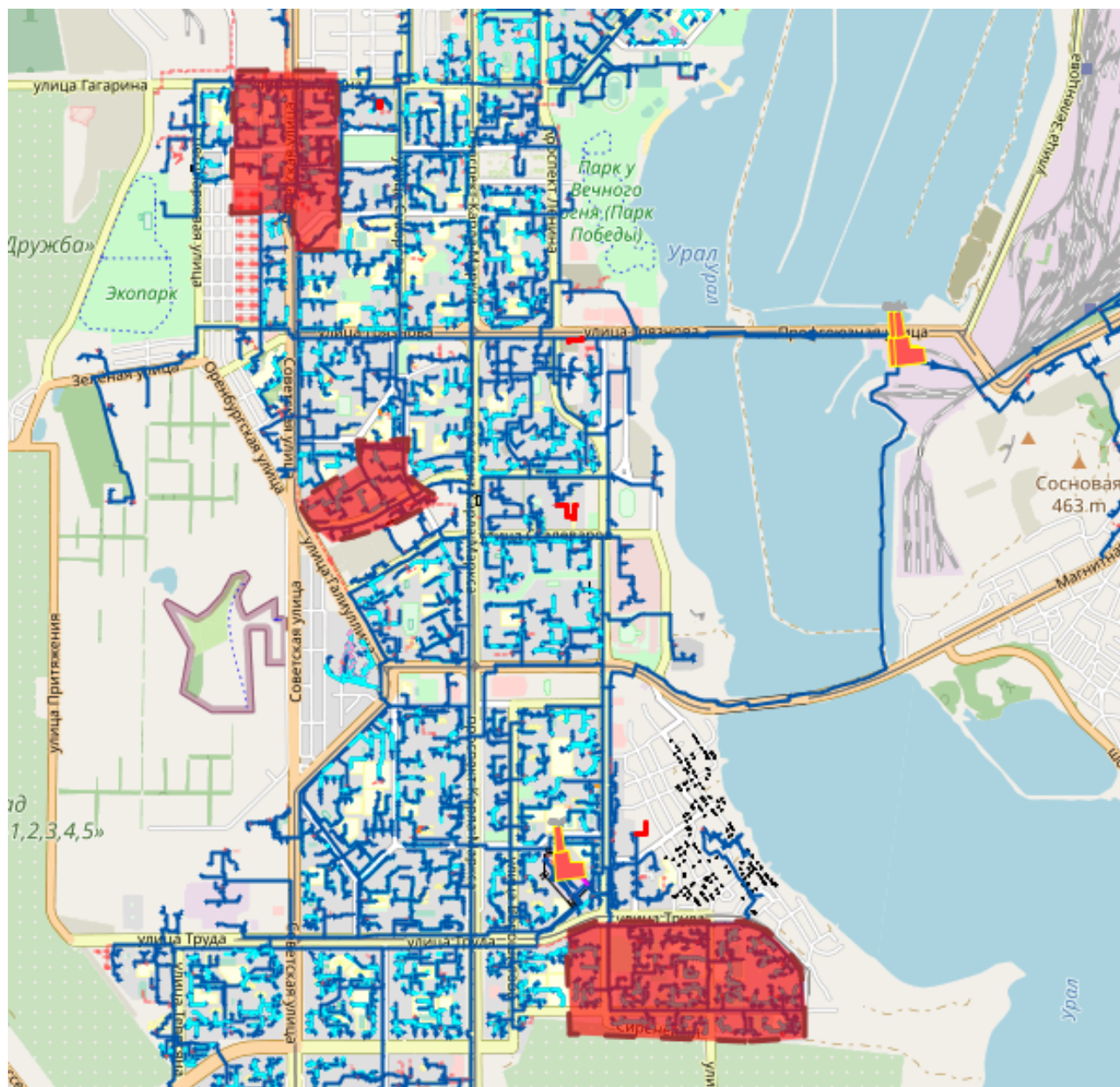
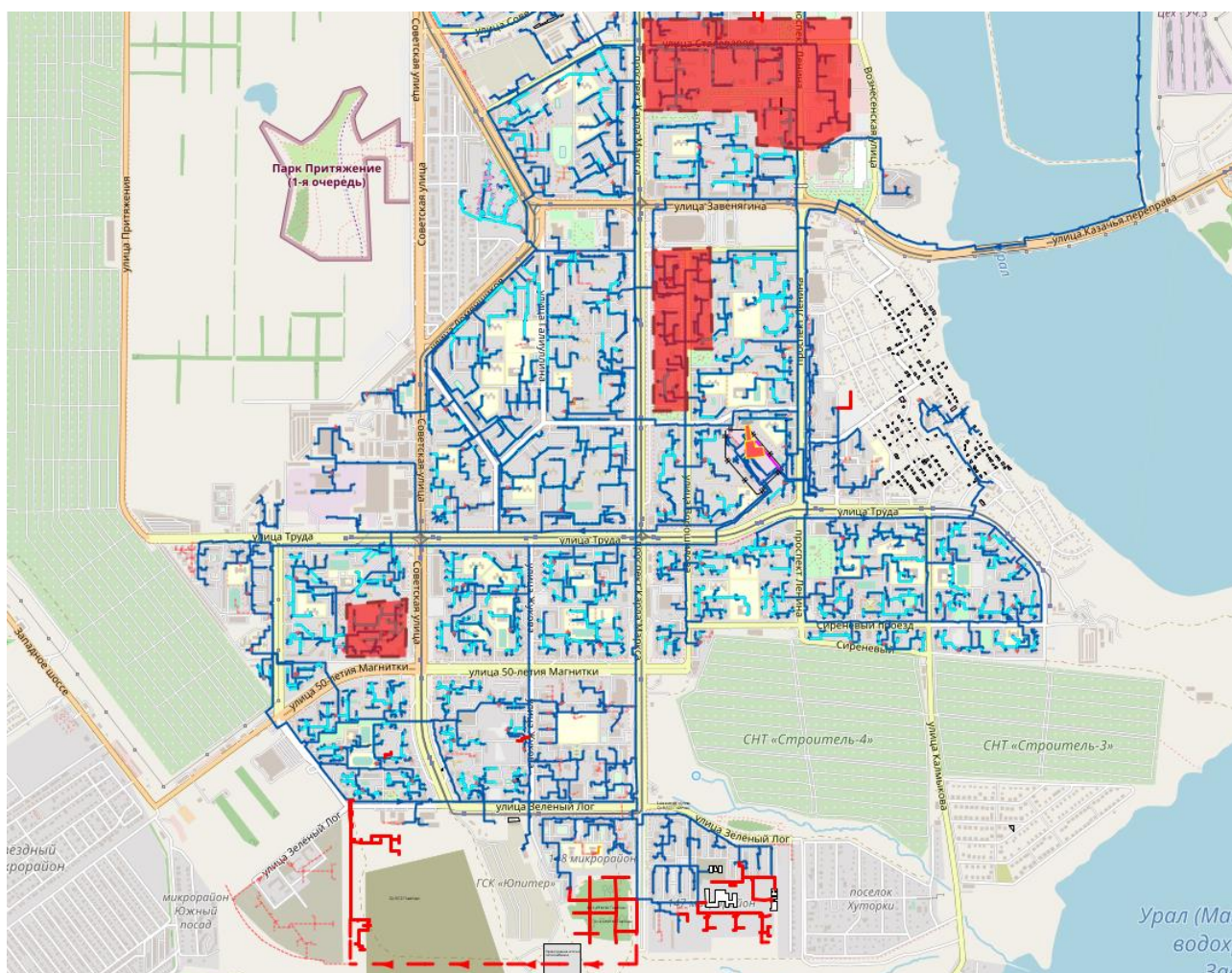
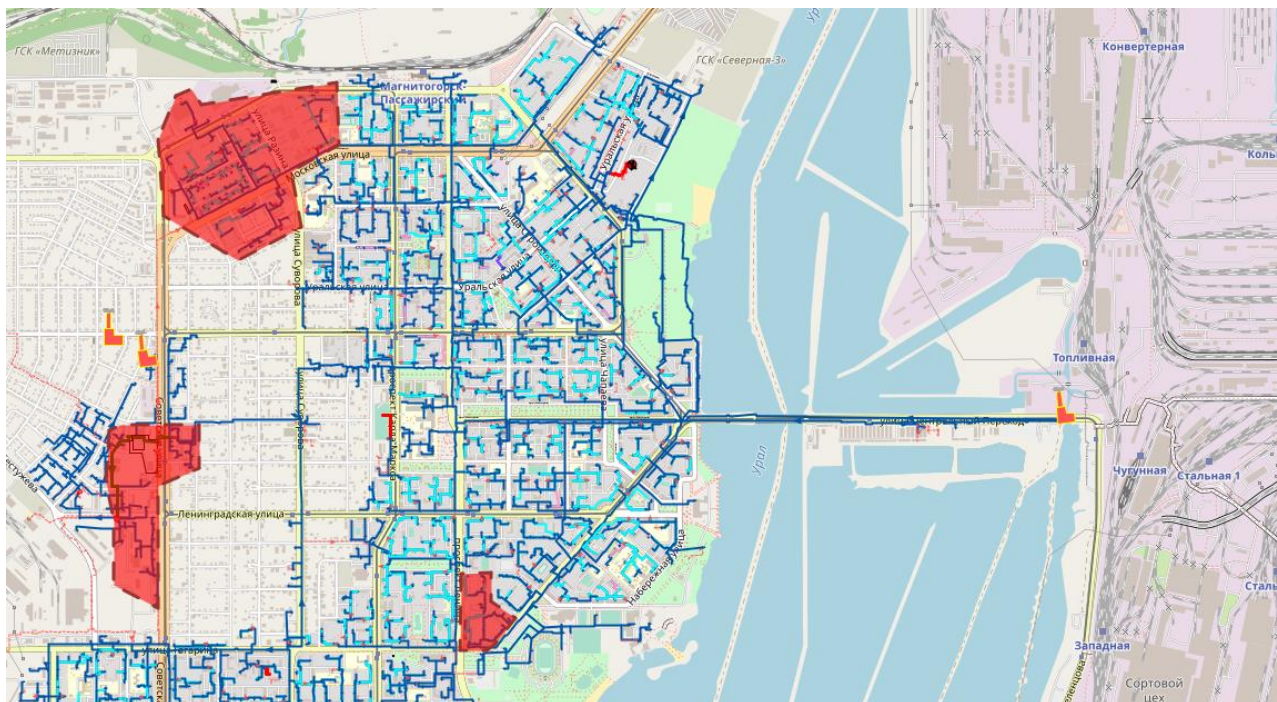


Рисунок 33 Зоны ненормативной надежности ТЭЦ ПАО «ММК»



Раздел 4. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

Надежность расчетного уровня теплоснабжения потребителей оценивается коэффициентом готовности K_j , представляющим собой вероятность того, что в произвольный момент времени будет обеспечен расчетный уровень теплоснабжения j -го потребителя (среднее значение доли отопительного сезона, в течение которой теплоснабжение j -го потребителя не нарушается).

В ТС без резервирования величина K_j имеет наибольшее значение по сравнению с резервированной сетью, а P_j наименьшее. Введение в сеть минимальной структурной избыточности и дальнейшее увеличение объема резервирования ведут к повышению надежности обеспечения пониженного уровня теплоснабжения (значение P_j растет), что обусловлено увеличением временного резерва потребителей при отказах элементов резервированной части сети.

Однако одновременно уменьшается надежность обеспечения расчетного уровня, т.е. значение K_j (при норме аварийной подачи тепла меньше единицы по отношению к расчетной, что чаще всего имеет место). Это связано с тем, что в резервированной сети расчетное теплоснабжение потребителя нарушается не только при отказах элементов, входящих в путь его теплоснабжения, но и элементов кольцевой части сети, гидравлически связанной с этим потребителем.

Таким образом, если в тупиковой сети значения P_j удовлетворяют нормативному значению, резервирования сети не требуется. В противном случае должен быть определен такой объем резервирования, при котором значения P_j удовлетворяют своему нормативу, а значения K_j своего норматива не нарушат.

Если в сети без резервирования величина показателя K_j меньше нормативного значения, это значит, что масштабы системы завышены и необходимо уменьшить радиус действия и общую длину сети от данного источника.

То же самое необходимо сделать, если при увеличении объема резервирования ТС величина показателя K_j становится меньше нормативного значения, а показатель P_j еще не достиг своего нормативного значения.

В программно-расчетном комплексе ZuluThermo 8.0 с помощью модуля «Надежность» были рассчитаны показатели надежности, в том числе, коэффициенты готовности. Результаты расчета приведены в таблице 19.

В зависимости от полученных показателей надежности системы теплоснабжения с точки зрения надежности могут быть оценены как:

- высоконадежные - более 0,9;
- надежные - 0,75 - 0,89;
- малонадежные - 0,5 - 0,74;
- ненадежные - менее 0,5.

По результатам оценки коэффициентов готовности тепловых сетей можно сделать вывод, что все системы теплоснабжения в городе Магнитогорск к 2034 г. будут высоконадежными.

Таблица 19 Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

№ п/п	Наименование системы теплоснабжения	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	
		2022 г.	2034 г.
1	ТЭЦ ПАО «ММК»	0,928149	0,940193
2	ЦЭС ПАО «ММК»	0,880858	0,929966
3	ПСЦ (котельная №5)	-	-
4	Пиковая котельная	0,828168	0,933330
5	Центральная котельная	0,949529	0,973516
6	Котельная пос. «Железнодорожников»	0,987010	0,951377
7	Котельная «Западная»	0,998402	0,959240
8	Блочно-модульная котельная пос. «Цементный»	0,996712	0,919453
9	Локальная котельная в 71 квартале	0,999791	0,994471
10	Котельная Левобережных очистных сооружений	0,995156	0,991243
11	Локальная котельная пос. Приуральский	0,997079	0,927824
12	Котельная Правобережных очистных сооружений	0,998231	0,955065
13	Котельная «Восточная»	0,999694	0,991944
14	Котельная «Школьная»	0,999822	0,993138
15	Котельная МДОУ «Д/с №28»	0,999995	0,999874
16	Котельная «Заготовительная»	0,999897	0,997270
17	Котельная МУ "КСАГ"	0,999984	0,999570
18	Котельная УП ЖБИ ООО «Трест Магнитострой» (вывод из эксплуатации — 2023г.)	0,993314	-
19	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая 93/1 стр. 1	-	-
20	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая, 93/9	-	-
21	Котельная «Магнитогорского психоневрологического интерната (МПНИ)»	-	-
22	Котельная АО «МКХП-Ситно»	-	-
23	Котельная ООО «Магнитогорский элеватор»	-	-
24	Котельная ООО «Магнитогорский завод пиво-безалкогольных напитков»	-	-
25	Котельная ООО «ПК Макинтош»	-	-
26	Котельная ООО «Фабрика кухонной мебели»	-	-
27	Котельная АО «Группа Компаний "Российское Молоко" филиал» Магнитогорский молочный комбинат	-	-
28	Котельная ООО «Магнитогорский штамповочный завод»	-	-
29	Котельная СУПРН ОАО «Спецавтотранс»ОАО «ГАЗПРОМ»	-	-
30	Котельные ООО «Банно-прачечное хозяйство»	-	-
31	Котельная ООО «Алькор»	-	-
32	Котельная ФКУ ИК-18 ГУФСИН России	-	-
33	Котельная ООО «МагХолод»	-	-

Раздел 5. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии

Показатели недоотпуска тепловой энергии по причине отказов и простоев тепловых сетей по источникам теплоснабжения г. Магнитогорск за последние 5 лет работы приведены в таблице 20.

Средний суммарный недоотпуск тепловой энергии j -тому потребителю в течение отопительного периода должен определяться по формуле, Гкал:

$$\bar{Q}_j = \left(\theta_j^p - \sum_{f=0} p_f q_{i,j} \right) \times (\tau_1^p - \tau_2^p) \times \frac{t_j^{в.р} - t^{н.ср}}{t_j^{в.р} - t^{н.р}} \tau^{от}$$

где,

θ_j^p - расчетный при $t^{н.р}$ часовой расход теплоносителя у j -того потребителя, т/ч;

$\theta_{i,j}$ - часовой расход теплоносителя у j -того потребителя при отказе f -того участка тепловой сети, т/ч;

τ_1^p - расчетная температура теплоносителя при температуре наружного воздуха равной $t^{н.р}$ в подающем теплопроводе тепловой сети, °С;

τ_2^p - расчетная температура теплоносителя при температуре наружного воздуха равной $t^{н.р}$ в обратном теплопроводе тепловой сети, °С.

Таблица 20 Недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от. период
1	ТЭЦ ПАО «ММК»	49152.01
2	ЦЭС ПАО «ММК»	41400.85
3	ПСЦ (котельная №5)	-
4	Пиковая котельная	115256,64
5	Центральная котельная	5730,56
6	Котельная пос. «Железнодорожников»	471,33
7	Котельная «Западная»	7,83
8	Блочно-модульная котельная пос. «Цементный»	28,42
9	Локальная котельная в 71 квартале	0,42
10	Котельная Левобережных очистных сооружений	27,00
11	Локальная котельная пос. Приуральский	27,86
12	Котельная Правобережных очистных сооружений	2,99
13	Котельная «Восточная»	0,71
14	Котельная «Школьная»	0,22
15	Котельная МДОУ «Д/с №28»	0,01
16	Котельная «Заготовительная»	0,03
17	Котельная МУ "КСАГ"	0,01
18	Котельная УП ЖБИ ООО «Трест Магнитострой» (вывод из эксплуатации — 2023г.)	103,75
19	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая 93/1 стр. 1	-
20	Котельная ООО "Домовой-тепло" по ул. Лесопарковая, 93/9	-
21	Котельная «Магнитогорского психоневрологического интерната (МПНИ)»	-
22	Котельная АО «МКХП-Ситно»	-

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от. период
23	Котельная ООО «Магнитогорский элеватор»	-
24	Котельная ООО «Магнитогорский завод пиво-безалкогольных напитков»	-
25	Котельная ООО «ПК Макинтош»	-
26	Котельная ООО «Фабрика кухонной мебели»	-
27	Котельная АО «Группа Компаний "Российское Молоко" филиал» Магнитогорский молочный комбинат	-
28	Котельная ООО «Магнитогорский штамповочный завод»	-
29	Котельная СУПРН ОАО «Спецавтотранс»ОАО «ГАЗПРОМ»	-
30	Котельные ООО «Банно-прачечное хозяйство»	-
31	Котельная ООО «Алькор»	-
32	Котельная ФКУ ИК-18 ГУФСИН России	-
33	Котельная ООО «МагХолод»	-

Раздел 6. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

6.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования

Применение рациональных тепловых схем, с дублированными связями, обеспечивающих готовность энергетического оборудования источников теплоты, выполняется на этапе их проектирования. При этом топливо-, электро- и водоснабжение источников теплоты, обеспечивающих теплоснабжение потребителей первой категории, предусматривается по двум независимым вводам от разных источников, а также использование запасов резервного топлива. Источники теплоты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей второй и третьей категории, обеспечиваются электро- и водоснабжением по двум независимым вводам от разных источников и запасами резервного топлива. Кроме того, для теплоснабжения потребителей первой категории устанавливаются местные резервные (аварийные) источники теплоты (стационарные или передвижные). При этом допускается резервирование, обеспечивающее в аварийных ситуациях 100%-ную подачу теплоты от других тепловых сетей. При резервировании теплоснабжения промышленных предприятий, как правило, используются местные резервные (аварийные) источники теплоты.

6.2. Установка резервного оборудования

Установка резервного оборудования значительно увеличивает надежность системы теплоснабжения. В разработанной схеме теплоснабжения г. Магнитогорск предусмотрен комплекс мероприятий по замене физически и морально устаревшего оборудования источников теплоснабжения. Подробное описание данных мероприятий приведено в Главе 7. Установка резервного оборудования не требуется.

6.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

Организация совместной работы нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть позволяет, в случае аварии на одном из источников, частично обеспечивать единые тепловые нагрузки за счет других источников теплоты. Прокладка резервных трубопроводных связей обеспечивает непрерывное теплоснабжение потребителей со значительным снижением недоотпуска теплоты во время аварий. Количество и диаметры перемычек определяются, исходя из нормальных и аварийных режимов работы сети, с учетом снижения расхода теплоносителя. Места размещения резервных трубопроводных соединений между смежными теплопроводами и их количество определяется расчетным путем с использованием в качестве критерия такого показателя надежности как вероятность безотказной работы. При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;

- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла. В системах теплоснабжения от источников теплоты устраиваются узлы распределения с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивающим в случае аварии подачу тепла через перемычки между магистралями, а в идеальном случае - путем подключения к двум магистралям. Наличие в тепловой сети узлов распределения позволяет получить управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников - возможность изменения режима работы сети в широких пределах. Подключение центральных тепловых пунктов к распределительным тепловым сетям может выполняться аналогичным образом, то есть с двухсторонним подключением ЦТП и устройством соответствующих перемычек.

6.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов города

В соответствии со СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» в системах теплоснабжения используются следующие способы резервирования:

- на источниках теплоты применяются рациональные тепловые схем, обеспечивающие заданный уровень готовности энергетического оборудования;
- на источниках теплоты устанавливается необходимое резервное оборудование;
- организуется совместная работа нескольких источников теплоты в единой системе транспортирования теплоты;
- прокладываются резервные трубопроводные связи, как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города;
- устанавливаются резервные насосы и насосные станции;
- устанавливаются баки-аккумуляторы.

Применение рациональных тепловых схем, обеспечивающих заданный уровень готовности энергетического оборудования источников теплоты, выполняется на этапе их проектирования. При этом топливо-, электро- и водоснабжение источников теплоты, обеспечивающих теплоснабжение потребителей первой категории, предусматривается по двум независимым вводам от разных источников, а также использование запасов резервного топлива. Источники теплоты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей второй и третьей категории, обеспечиваются электро- и водоснабжением по двум независимым вводам от разных источников и запасами резервного топлива. Кроме того, для теплоснабжения потребителей первой категории устанавливаются местные резервные (аварийные) источники теплоты (стационарные или передвижные). При этом допускается резервирование,

обеспечивающее в аварийных ситуациях 100%-ную подачу теплоты от других тепловых сетей. При резервировании теплоснабжения промышленных предприятий, как правило, используются местные резервные (аварийные) источники теплоты.

При реализации плана ликвидации мелких котельных, замене их крупными источниками теплоты мелкие котельные, находящиеся в технически исправном состоянии, как правило, оставляются в резерве.

Повышение надежности систем теплоснабжения может быть достигнуто путем использования передвижных котельных, которые при аварии на тепловой сети должны применяться в качестве резервных (аварийных) источников теплоты, обеспечивая подачу тепла как целым кварталам (через центральные тепловые пункты), так и отдельным зданиям, в первую очередь потребителям первой категории. Для целей аварийного теплоснабжения каждая теплоснабжающая организация должна иметь как минимум одну передвижную котельную. Подключение передвижной котельной к центральному тепловому пункту или тепловому пункту здания (потребителя первой категории) осуществляется через специальные вводы с фланцами, выведенными за пределы здания и отключаемыми от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри здания.

Кроме этого, указанные объекты оборудуются вводами для подключения передвижных котельных к источнику электроэнергии мощностью 10-50 кВт (в зависимости от типа котельной).

При авариях в системе электроснабжения надежность теплоснабжения потребителей значительно повышается при использовании в качестве резервных и аварийных источников передвижных электрических станций. Электрическая мощность станций соответствует мощности электрооборудования, включенного для обеспечения рабочего режима котельной и тепловой сети.

Основным преимуществом передвижных котельных при ликвидации аварий является быстрота ввода установок в работу, что в зимний период является решающим фактором. Время присоединения передвижной котельной к системе отопления и топливно-энергетическим коммуникациям бригадой из 4 человек (два слесаря, электрик, сварщик) составляет примерно 4-8 ч.

Необходимую теплопроизводительность мобильной котельной, применяемой для поддержания в помещениях минимально допустимой температуры воздуха, можно определить из выражений, Гкал/ч:

$$Q = q_x \cdot Q_p$$

или

$$Q = G_p \cdot c \cdot \rho \cdot (t_1^p - t_2^p) \cdot q_x \cdot 10^{-6}$$

где G_p - расчетный расход теплоносителя в системе отопления, м^3 ; c - теплоемкость воды, $\text{ккал}/(\text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$; ρ - плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$; q_x - относительный расход тепла, необходимый для поддержания минимально допустимой температуры воздуха в помещениях; t_1^p , t_2^p - расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления ($t_1^p = 95^\circ\text{C}$; $t_2^p = 70^\circ\text{C}$); Q_p - расчетный (максимальный) расход тепла в системе отопления, Гкал/ч.

Гидродинамические давления, создаваемое насосами мобильных котельных, не должны превышать допустимых значений давлений в системе отопления (не более 0,6 МПа по условиям сохранности отопительных приборов).

Мобильную котельную целесообразно подключать непосредственно к системе отопления здания (к патрубкам подающего и обратного трубопроводов после элеватора или подогревателя).

Для обеспечения требуемых температурных условий в зданиях при недостаточной подаче тепла от внешней сети либо при перерывах в подаче, вызванных аварийными ситуациями или плановой остановкой сети на профилактический ремонт, в тепловых пунктах могут устанавливаться пиковые теплоисточники. Используются, следующие способы их подключения:

- подключение в тепловых пунктах зданий пиковых газовых котлов, догревающих воду, подаваемую в систему отопления,
- установка в тепловых пунктах зданий пиковых электрических емкостных (теплоаккумулирующих) водоподогревателей, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию). Тепловая энергия, накапливаемая в аккумуляторе, выдается в систему отопления в нужное время, обеспечивая дополнительный нагрев теплоносителя. Такое включение способствует выравниванию суточного режима электропотребления;
- установка непосредственно в отапливаемых помещениях электрических теплоинерционных доводчиков, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию);
- установка в тепловых пунктах тепловых насосов, повышающих температуру подаваемого теплоносителя за счет охлаждения теплоносителя, возвращаемого из абонентской установки.

Однако, возникают сложности с размещением газовых котлов в существующих зданиях. Наиболее приемлемый вариант технического решения - крышные котельные, меняющие архитектурный облик здания. Массовое внедрение данной схемы ограничивается лимитом пропускной возможности газовых сетей.

Использование проточных водоподогревательных установок сдерживается отсутствием резервных мощностей электроэнергии. Применение емкостных электрообогревателей влечет за собой увеличение потребления электроэнергии на 5÷10% за счёт увеличения тепловых потерь. Также резервы аккумулирования тепла ограничены размерами самого аккумулятора. Применение схем с тепловыми насосами (по сравнению с прямым электроподогревом) снижает потребление электроэнергии, но в этом случае наступает ограничение по теплосъему (температуре обратной воды тепловой сети) и по режимам работы тепловых насосов.

Нарушения в снабжении энергоносителями или нарушение работоспособности технологического оборудования приводят, как правило, только к частичным отказам источников теплоты, которые проявляются в виде снижения температуры или расхода теплоносителя. В случае снижения температуры теплоносителя гидравлические режимы тепловых сетей не изменяются (при условии отсутствия управляющих воздействий со

стороны обслуживающего персонала и отсутствии внешних возмущающих воздействий на систему со стороны населения). При этом пропорционально недоотпуску тепла снижается температура в отапливаемых помещениях всех потребителей. Уменьшение же расхода теплоносителя приводит к разрегулировке тепловой сети.

Для предотвращения разрегулировки тепловой сети в аварийных ситуациях устанавливается лимитированная подача теплоносителя всем взаимно резервируемым потребителям. Лимиты подачи теплоносителя определяются по результатам сопоставления трех параметров: времени остывания представительного помещения здания до допустимой температуры, величины допустимого снижения температуры и длительности ремонта головного элемента тепловой сети - теплопровода, поскольку он имеет наибольшую длительность восстановления. При отказе элемента магистральной сети на всех ЦТП, гидравлически связанных с аварийным участком, автоматические регуляторы расхода, установленные на входных тепломагистралях, перестраивают подачу теплоносителя в сеть на лимитированную. Кроме того, для предотвращения гидравлической разрегулировки распределительных тепловых сетей и систем отопления на ЦТП включаются подмешивающие насосы, которые при снижении температуры теплоносителя доводят его расход в этих сетях до расчетного значения. В этот период отключение нагрузки горячего водоснабжения в ЦТП может поддерживать температуру теплоносителя на расчетном или близком к нему уровне. Для потребителей первой категории предусматривается индивидуальная регулировка в их местных тепловых пунктах. Организация совместной работы нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть позволяет в случае аварии на одном из источников частично обеспечивать единые тепловые нагрузки за счет других источников теплоты. Расчет тепловых и гидравлических аварийных режимов тепловой сети выполняется разработчиком Схемы теплоснабжения, а их реализация - теплоснабжающими организациями.

Прокладка резервных трубопроводных связей как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города обеспечивает непрерывное теплоснабжение потребителей со значительным снижением недоотпуска теплоты во время аварий. Количество и диаметры перемычек определяются, исходя из нормальных и аварийных режимов работы сети, с учетом снижения расхода теплоносителя в соответствии с данными, представленными в таблице 21. Места размещения резервных трубопроводных соединений между смежными теплопроводами и их количество определяется расчетным путем с использованием в качестве критерия такого показателя надежности как вероятность безотказной работы.

Таблица 21 Допустимое снижение подачи теплоты для потребителей второй и третьей категорий в % нормативной величины при аварийных режимах теплоснабжения

Показатель	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления*, °С				
	-10	-20	-30	-40	-50
Допустимое снижение подачи теплоты, %, до	78	84	87	89	91

Примечание: *таблица соответствует температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла.

В системах теплоснабжения от крупных источников теплоты (мощностью 300 Гкал/ч и более) устраиваются узлы распределения с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивающим в случае аварии подачу тепла через перемычки между магистралями, а в идеальном случае - путем подключения к двум магистралям. Наличие в тепловой сети узлов распределения позволяет получить управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников – возможность изменения режима работы сети в широких пределах. Подключение центральных тепловых пунктов к распределительным тепловым сетям может выполняться аналогичным образом, то есть с двухсторонним подключением ЦТП и устройством соответствующих перемычек.

Структурное резервирование разветвленных тупиковых тепловых сетей осуществляется делением последовательно соединенных участков теплопроводов секционирующими задвижками. К полному отказу тупиковой тепловой сети приводят лишь отказы головного участка и головной задвижки теплосети. Отказы других элементов основного ствола и головных элементов основных ответвлений теплосети приводят к существенным нарушениям ее работы, но при этом остальная часть потребителей получает тепло в необходимых количествах. Отказы на участках небольших ответвлений приводят только к незначительным нарушениям теплоснабжения, и отражается на обеспечении теплом небольшого количества потребителей. Возможность подачи тепла неотключенным потребителям в аварийных ситуациях обеспечивается использованием секционирующих задвижек. Задвижки устанавливаются по ходу теплоносителя в начале участка после ответвления к потребителю. Такое расположение позволяет подавать теплоноситель потребителю по этому ответвлению при отказе последующего участка теплопровода.

6.5. Устройство резервных насосных станций

Установка резервных насосных станций не требуется.

6.6. Установка баков-аккумуляторов

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение теплогидроаккумулирующих установок, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также

использовать аккумулирующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях.

Размещение баков-аккумуляторов горячей воды возможно как на источнике теплоты, так и в районах теплopotребления. При этом на источнике теплоты предусматриваются баки-аккумуляторы вместимостью не менее 25 % общей расчетной вместимости системы. Внутренняя поверхность баков защищается от коррозии, а вода в них – от аэрации, при этом предусматривается непрерывное обновление воды в баках.

Для открытых систем теплоснабжения, а также при отдельных тепловых сетях на горячее водоснабжение предусматриваются баки-аккумуляторы химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды расчетной вместимостью, равной десятикратной величине среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение.

В закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более предусматривается установка баков запаса химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды вместимостью 3 % объема воды в системе теплоснабжения, при этом обеспечивается обновление воды в баках.

Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50 % рабочего объема.

В системах центрального теплоснабжения (СЦТ) с теплопроводами любой протяженности от источника теплоты до районов теплopotребления допускается использование теплопроводов в качестве аккумулирующих емкостей.

Таким образом, структура систем теплоснабжения должна соответствовать их масштабности и сложности. Если надежность небольших систем обеспечивается при радиальных схемах тепловых сетей, не имеющих резервирования и узлов управления, то тепловые сети крупных систем теплоснабжения должны быть резервированными, а в местах сопряжения резервируемой и нерезервируемой частей тепловых сетей должны иметь автоматизированные узлы управления. Это позволяет преодолеть противоречие между «ненадежной» структурой тепловых сетей и требованиями к их надежности и обеспечить управляемость системы в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах, а также подачу потребителям необходимых количеств тепловой энергии во время аварийных ситуаций.

Раздел 7. Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них

В утвержденной Схема теплоснабжения города Магнитогорска до 2034 года (актуализация на 2023 год) не были проведены расчеты показателей надежности теплоснабжения. По этой причине не представляется возможным произвести описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них.