



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**  
**ГОРОДА ПЕРЕСЛАВЛЯ – ЗАЛЕССКОГО**  
**ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**НА ПЕРИОД ДО 2032 ГОДА**  
**(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2018 ГОД)**

**КНИГА 10. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

## СОСТАВ ДОКУМЕНТОВ

Наименование документа	Шифр
Схема теплоснабжения города Переславля – Залесского Ярославской области на период до 2032 года (актуализация на 2018 год)	78405.СТ-ПСТ.000.000
<i>Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения города Переславля – Залесского Ярославской области на период до 2032 года (актуализация на 2018 год)</i>	
Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.001.000
Приложение 1. Значения потребления тепловой энергии потребителями	78405.ОМ-ПСТ.001.001
Приложение 2. Тепловые сети	78405.ОМ-ПСТ.001.002
Приложение 3. Оценка надежности теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.001.003
Приложение 4. Существующие гидравлические режимы тепловых сетей	78405.ОМ-ПСТ.001.004
Приложение 5. Графическая часть	78405.ОМ-ПСТ.001.005
Книга 2. Перспективное потребление тепловой энергии и теплоносителя на цели теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.002.000
Книга 3. Электронная модель системы теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.003.000
Приложение 1. Инструкция пользователя	78405.ОМ-ПСТ.003.001
Приложение 2. Руководство администратора	78405.ОМ-ПСТ.003.002
Приложение 3. Графическая часть	78405.ОМ-ПСТ.003.003
Книга 4. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	78405.ОМ-ПСТ.004.000
Приложение 1. Перспективные гидравлические режимы тепловых сетей	78405.ОМ-ПСТ.004.001
Книга 5. Мастер-план схемы теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.005.000
Книга 6. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	78405.ОМ-ПСТ.006.000

Наименование документа	Шифр
Приложение 1. Графическая часть	78405.ОМ-ПСТ.006.001
Книга 7. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них	78405.ОМ-ПСТ.007.000
Книга 8. Перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	78405.ОМ-ПСТ.008.000
Книга 9. Перспективные топливные балансы	78405.ОМ-ПСТ.009.000
Книга 10. Оценка надежности теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.010.000
Книга 11. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение	78405.ОМ-ПСТ.011.000
Книга 12. Обоснование предложений по определению единых теплоснабжающих организаций	78405.ОМ-ПСТ.012.000
Приложение 1. Графическая часть	78405.ОМ-ПСТ.012.001
Книга 13. Реестр проектов, рекомендуемых к включению в схему теплоснабжения	78405.ОМ-ПСТ.013.000
Книга 14. Сводный том изменений, выполненных при актуализации схемы теплоснабжения на 2018 год	78405.ОМ-ПСТ.014.000

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ.....	7
ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ .....	14
1 Общие положения .....	23
2 Методика расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей.....	25
2.1 Термины и определения.....	25
2.2 Методика расчета надежности теплоснабжения.....	27
3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей в зоне действия источников тепловой энергии муниципального образования города Переславля-Залесского Ярославской области на период до 2032 года .....	28
3.1 Общие положения.....	28
3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей для варианта №1 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области . 30	
3.2.1 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1).....	30
3.2.2 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2).....	38
3.2.3 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3).....	45
3.2.4 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4) .....	54
3.2.5 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5).....	65
3.2.6 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6).....	76
3.2.7 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1).....	87
3.2.8 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2) .....	92
3.2.9 Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1).....	97
3.2.10Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 1-3-2).....	102



3.2.11Теплопроводы зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 1-4-1).....	107
3.2.12Теплопроводы зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1).....	112
3.2.13Теплопроводы зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1).....	117
3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей для варианта №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области	122
3.3.1 Теплопроводы зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1).....	122
3.3.2 Теплопроводы зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1).....	127
3.3.3 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1) .....	134
3.3.4 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2).....	141
3.3.5 Теплопроводы зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) .....	148
3.3.6 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) .....	155
3.3.7 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2).....	162
3.3.8 Теплопроводы зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1).....	167
3.3.9 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) .....	174
3.3.10Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2) .....	179
3.3.11Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1).....	185
3.3.12Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2).....	190
3.3.13Теплопроводы зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1).....	195

3.3.14Теплопроводы зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1).....	200
3.3.15Теплопроводы зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1).....	205
3.4 Анализ результатов расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей при реализации вариантов №1 и №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области .....	210

## ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 3.1 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для варианта №1 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области.....	29
Таблица 3.2 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для варианта №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области.....	29
Таблица 3.3 – Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	34
Таблица 3.4 – Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	36
Таблица 3.5 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	41
Таблица 3.6 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	43
Таблица 3.7 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	48
Таблица 3.8 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	51
Таблица 3.9 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	57

Таблица 3.10 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	61
Таблица 3.11 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	68
Таблица 3.12 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	72
Таблица 3.13 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	79
Таблица 3.14 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	83
Таблица 3.15 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	90
Таблица 3.16 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	91
Таблица 3.17 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	95
Таблица 3.18 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	96

Таблица 3.19 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	100
Таблица 3.20 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	101
Таблица 3.21 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	105
Таблица 3.22 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ИТИП-002719» (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	106
Таблица 3.23 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	110
Таблица 3.24 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	111
Таблица 3.25 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	115
Таблица 3.26 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	116
Таблица 3.27 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	120

Таблица 3.28 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	121
Таблица 3.29 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	125
Таблица 3.30 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	126
Таблица 3.31 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	130
Таблица 3.32 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	132
Таблица 3.33 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	137
Таблица 3.34 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	139
Таблица 3.35 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	144
Таблица 3.36 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка»	

(расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	146
Таблица 3.37 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	151
Таблица 3.38 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	153
Таблица 3.39 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	158
Таблица 3.40 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2031 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	160
Таблица 3.41 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	165
Таблица 3.42 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	166
Таблица 3.43 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	170
Таблица 3.44 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	172

Таблица 3.45 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	177
Таблица 3.46 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	178
Таблица 3.47 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	183
Таблица 3.48 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	184
Таблица 3.49 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	188
Таблица 3.50 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	189
Таблица 3.51 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	193
Таблица 3.52 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ИТИП-002719» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	194
Таблица 3.53 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по	



состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	198
Таблица 3.54 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	199
Таблица 3.55 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	203
Таблица 3.56 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	204
Таблица 3.57 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	208
Таблица 3.58 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	209

## ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 3.1 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1) .....	32
Рисунок 3.2 – Вероятность безотказной работы (далее – ВБР) относительно ТК потребителя (ул. Менделеева, д. 2) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	33
Рисунок 3.3 – Вероятность безотказной работы относительно ТК потребителя (ул. Менделеева, д. 2) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	33
Рисунок 3.4 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2) .....	39
Рисунок 3.5 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Урицкого, д. 40) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	40
Рисунок 3.6 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Урицкого, д. 40) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	40
Рисунок 3.7 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3).....	46
Рисунок 3.8 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 1) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	47
Рисунок 3.9 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 1) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	47
Рисунок 3.10 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4).....	55

Рисунок 3.11 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	56
Рисунок 3.12 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	56
Рисунок 3.13 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5) .....	66
Рисунок 3.14 – ВБР относительно потребителя (ул. Кардовского, д. 27А) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	67
Рисунок 3.15 – ВБР относительно потребителя (ул. Кардовского, д. 27А) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	67
Рисунок 3.16 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6) .....	77
Рисунок 3.17 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Проездная, д. 21» теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	78
Рисунок 3.18 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Проездная, д. 21» теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	78
Рисунок 3.19 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1).....	88
Рисунок 3.20 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	89
Рисунок 3.21 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-1) по состоянию	

на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	89
Рисунок 3.22 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2).....	93
Рисунок 3.23 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	94
Рисунок 3.24 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	94
Рисунок 3.25 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1).....	98
Рисунок 3.26 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	99
Рисунок 3.27 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	99
Рисунок 3.28 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 1-3-2).....	103
Рисунок 3.29 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	104
Рисунок 3.30 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	104
Рисунок 3.31 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 1-4-1).....	108
Рисунок 3.32 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 1-4-1) по состоянию	

на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	109
Рисунок 3.33 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	109
Рисунок 3.34 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1).....	113
Рисунок 3.35 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	114
Рисунок 3.36 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	114
Рисунок 3.37 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1) .....	118
Рисунок 3.38 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	119
Рисунок 3.39 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	119
Рисунок 3.40 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 5; 6 мкр. до конечного перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1) .....	123
Рисунок 3.41 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	124
Рисунок 3.42 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	124

Рисунок 3.43 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 4 мкр. до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1).....	128
Рисунок 3.44 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	129
Рисунок 3.45 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	129
Рисунок 3.46 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)	135
Рисунок 3.47 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети...	136
Рисунок 3.48 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	136
Рисунок 3.49 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2) .....	142
Рисунок 3.50 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	143
Рисунок 3.51 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	143
Рисунок 3.52 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Больничный комплекс» до конечного перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) .....	149
Рисунок 3.53 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1)	

по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	150
Рисунок 3.54 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	150
Рисунок 3.55 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1).....	156
Рисунок 3.56 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	157
Рисунок 3.57 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	157
Рисунок 3.58 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2).....	163
Рисунок 3.59 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	164
Рисунок 3.60 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	164
Рисунок 3.61 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Валовое кольцо» до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1).....	168
Рисунок 3.62 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	169
Рисунок 3.63 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	169

Рисунок 3.64 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) .....	175
Рисунок 3.65 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	176
Рисунок 3.66 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	176
Рисунок 3.67 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2).....	181
Рисунок 3.68 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	182
Рисунок 3.69 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	182
Рисунок 3.70 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1).....	186
Рисунок 3.71 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	187
Рисунок 3.72 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	187
Рисунок 3.73 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2).....	191



Рисунок 3.74 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	192
Рисунок 3.75 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	192
Рисунок 3.76 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1).....	196
Рисунок 3.77 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	197
Рисунок 3.78 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	197
Рисунок 3.79 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1).....	201
Рисунок 3.80 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети .....	202
Рисунок 3.81 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	202
Рисунок 3.82 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) .....	206
Рисунок 3.83 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	207
Рисунок 3.84 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на	

2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети .....	207
Рисунок 3.85 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для варианта №1 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год .....	211
Рисунок 3.86 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для варианта №2 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год .....	212

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценка надежности теплоснабжения разрабатывается в соответствии с подпунктом «и» пункта 19 и пункта 46 Требований к схемам теплоснабжения. Нормативные требования к надёжности теплоснабжения установлены в СНиП 41.02.2003 «Тепловые сети» в части пунктов 6.27-6.31 раздела «Надежность».

В СНиП 41.02.2003 надежность теплоснабжения определяется по способности проектируемых и действующих источников тепловой энергии, тепловых сетей и в целом систем централизованного теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) обеспечивать нормативные показатели вероятности безотказной работы [P], коэффициент готовности [K<sub>г</sub>], живучести [Ж].

Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя. При этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника тепловой энергии  $P_{ит} = 0,97$ ;
- тепловых сетей  $P_{тс} = 0,9$ ;
- потребителя теплоты  $P_{пт} = 0,99$ ;
- СЦТ в целом  $P_{сцт} = 0,9 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,86$ .

Нормативные показатели безотказности тепловых сетей обеспечиваются следующими мероприятиями:

- установлением предельно допустимой длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- местом размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточностью диаметров выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах;
- необходимость замены на конкретных участках конструкций тепловых се-

тей и теплопроводов на более надежные, а также обоснованность перехода на надземную или тоннельную прокладку;

- очередность ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью утративших свой ресурс.

Готовность системы теплоснабжения к исправной работе в течение отопительного периода определяется по числу часов ожидания готовности: источника тепловой энергии, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также - числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.

Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе  $K_r$  принимается 0,97.

Нормативные показатели готовности систем теплоснабжения обеспечиваются следующими мероприятиями:

- готовностью СЦТ к отопительному сезону;
- достаточностью установленной (располагаемой) тепловой мощности источника тепловой энергии для обеспечения исправного функционирования СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- способностью тепловых сетей обеспечить исправное функционирование СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- организационными и техническими мерами, необходимые для обеспечения исправного функционирования СЦТ на уровне заданной готовности;
- максимально допустимым числом часов готовности для источника тепловой энергии.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на две категории:

Первая категория - потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже предусмотренных ГОСТ 30494.

Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.

Вторая категория - потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч:

- жилых и общественных зданий до  $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- промышленных зданий до  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

### **2.1 Термины и определения**

Термины и определения, используемые в данном разделе, соответствуют определениям ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике».

Надежность – свойство участка тепловой сети или элемента тепловой сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность обеспечивать передачу теплоносителя в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания. Надежность тепловой сети и системы теплоснабжения является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Безотказность – свойство тепловой сети непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Долговечность – свойство тепловой сети или объекта тепловой сети сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность – свойство элемента тепловой сети, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Исправное состояние – состояние элемента тепловой сети и тепловой сети в целом, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неисправное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособное состояние - состояние элемента тепловой сети, при котором

значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых тепловая сеть способна частично выполнять требуемые функции.

Предельное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Критерий предельного состояния - признак или совокупность признаков предельного состояния элемента тепловой сети, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией. В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же элемента тепловой сети могут быть установлены два и более критериев предельного состояния.

Дефект – по ГОСТ 15467.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния элемента тепловой сети или тепловой сети в целом.

Критерий отказа – признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния тепловой сети, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Для целей перспективной схемы теплоснабжения термин «отказ» будет использован в следующих интерпретациях:

- отказ участка тепловой сети – событие, приводящее к нарушению его работоспособного состояния (т.е. прекращению транспорта теплоносителя по этому участку в связи с нарушением герметичности этого участка);
- отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СНиП 41-02-2003. Тепловые сети).

При разработке схемы теплоснабжения для описания надежности термины «по-

вреждение» и «инцидент» будут употребляться только в отношении событий, к которым может быть применена процедура отложенного ремонта, потому что в соответствии с ГОСТ 27.002-89 эти события не приводят к нарушению работоспособности участка тепловой сети и, следовательно, не требуют выполнения незамедлительных ремонтных работ с целью восстановления его работоспособности. К таким событиям относятся зарегистрированные «свищи» на прямом или обратном теплопроводах тепловых сетей. Тем не менее, ремонтные работы по ликвидации свищей требуют прерывания теплоснабжения (если нет вариантов подключения резервных теплопроводов), и в этом смысле они аналогичны «отложенным» отказам.

В документе не употребляется термин «авария», так как это характеристика «тяжести» отказа и возможных последствий его устранения. Все упомянутые в этом абзаце термины устанавливают лишь градацию (шкалу) отказов.

## **2.2 Методика расчета надежности теплоснабжения**

Методика расчета надежности тепловых сетей муниципального образования города Переславля-Залесского Ярославской области для вычисления вероятности безотказной работы участков тепловой сети от источников тепловой энергии до наиболее удаленных конечных потребителей тепловой энергии представлена в документе «Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов», разработанном ОАО «Газпром промгаз» в 2013 году.

### **3 РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА ПЕРЕСЛАВЛЯ-ЗАЛЕССКОГО ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПЕРИОД ДО 2032 ГОДА**

#### **3.1 Общие положения**

Вероятности безотказной работы на нерезервируемых участках тепловой сети в модели первого уровня рассчитываются относительно тепловых камер, в которых к магистральным теплопроводам присоединены ответвления, обеспечивающие передачу тепловой энергии от магистрального теплопровода в городской район (микрорайон, планировочный квартал, кадастровый квартал).

Вероятности безотказной работы рассчитываются для всех теплопроводов (как не резервируемых), реестр которых установлен в электронной модели теплоснабжения города Переславля-Залесского, в которой представлены тепловые сети, находящиеся на обеспечении и обслуживании МУП «Спектр».

Чтобы выявить потребителей тепловой энергии с явно наименьшими значениями вероятности безотказной работы всех участков тепловой сети от источника тепловой энергии до конечной точки «пути» теплоносителя (тепловых узлов или пунктов зданий-потребителей), необходимо провести анализ на максимальные значения условной материальной характеристики всех участков с подземной прокладкой и с наиболее старыми годами прокладки участков тепловой сети. Значения вероятности безотказной работы участков тепловой сети с подземной прокладкой при прочих равных условиях окажутся ниже, чем для участков с надземной прокладкой, так как среднее время восстановления поврежденного участка с подземной прокладкой больше, чем надземной.

Таким образом, наименьшие значения вероятности безотказной работы участков тепловой сети будут иметь те потребители тепловой энергии, у которых суммарная условная материальная характеристика участков с подземной прокладкой окажется максимальной при наличии в «пути» теплоносителя участков с наиболее старыми годами прокладок. В случае, если вероятность безотказной работы участков тепловой сети таких потребителей будет не менее нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каж-



дого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ), можно будет сделать вывод об общей удовлетворительной вероятности безотказной работы всей рассматриваемой тепловой сети от источника до потребителей тепловой энергии.

Основные пути для расчета вероятности безотказной работы системы теплоснабжения для вариантов №1 и №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области приведены в таблицах 3.1 и 3.2 соответственно.

Таблица 3.1 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для варианта №1 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области

Расчетный путь для оценки надежности тепловых сетей		
№ расчетного пути	Начальная камера участка (источник тепловой энергии)	Конечная камера участка (потребитель)
<u>Котельная ООО «ПЭК»</u>		
1-1-1	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Менделеева, д. 2
1-1-2	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Урицкого, д. 40
1-1-3	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Строителей, д. 1
1-1-4	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Правая Набережная, д. 26
1-1-5	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Кардовского, д. 27А
1-1-6	Котельная ООО «ПЭК»	ул. Проездная, д. 21
<u>Котельная мкр. Чкаловский</u>		
1-2-1	Котельная мкр. Чкаловский	ул. Московская, д. 122
1-2-2	Котельная мкр. Чкаловский	пер. Музейный, д. 4
<u>Котельная пос. Сельхозтехника</u>		
1-3-1	Котельная пос. Сельхозтехника	ул. Московская, д. 117
1-3-2	Котельная пос. Сельхозтехника	пер. Почтовый, д. 11
<u>Котельная пос. Молодежный</u>		
1-4-1	Котельная пос. Молодежный	ПП_42_2017
<u>Котельная ул. Московская, д. 15</u>		
1-5-1	Котельная ул. Московская, д. 15	ул. Московская, д. 15
<u>Котельная ул. Зеленая</u>		
1-6-1	Котельная ул. Зеленая	ул. Кардовского, д. 53А

Таблица 3.2 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для варианта №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области

Расчетный путь для оценки надежности тепловых сетей		
№ расчетного пути	Начальная камера участка (источник тепловой энергии)	Конечная камера участка (потребитель)
<u>Новая котельная 5; 6 мкр.</u>		
2-1-1	Новая котельная 5; 6 мкр.	ПП_5_2018_ОТ
<u>Новая котельная 4 мкр.</u>		
2-2-1	Новая котельная 4 мкр.	ул. Строителей, д. 38
<u>Новая котельная ул. Свободы, 98 (Брембола)</u>		

Расчетный путь для оценки надежности тепловых сетей		
№ расчетного пути	Начальная камера участка (источник тепловой энергии)	Конечная камера участка (потребитель)
2-3-1	Новая котельная ул. Свободы, 98 (Брембола)	ул. Вокзальная, д. 33
2-3-2	Новая котельная ул. Свободы, 98 (Брембола)	Телецентр(жилые дома)+Телевышка
<u>Новая котельная «Больничный комплекс»</u>		
2-4-1	Новая котельная «Больничный комплекс»	ПП_8_2019
<u>Новая котельная «Фрегат»</u>		
2-5-1	Новая котельная «Фрегат»	ул. Правая Набережная, д. 26
2-5-2	Новая котельная «Фрегат»	Склад
<u>Новая котельная «Валовое кольцо»</u>		
2-6-1	Новая котельная «Валовое кольцо»	ул. Кардовского, д. 25
<u>Котельная мкр. Чкаловский / Новая котельная мкр. Чкаловский</u>		
2-7-1	Котельная мкр. Чкаловский / Новая котельная мкр. Чкаловский	ул. Московская, д. 122
2-7-2	Котельная мкр. Чкаловский / <u>Новая котельная мкр. Чкаловский</u>	пер. Музейный, д. 4
<u>Котельная пос. Сельхозтехника</u>		
2-8-1	Котельная пос. Сельхозтехника	ул. Московская, д. 117
2-8-2	Котельная пос. Сельхозтехника	пер. Почтовый, д. 11
<u>Котельная пос. Молодежный</u>		
2-9-1	Котельная пос. Молодежный	ПП_42_2017
<u>Котельная ул. Московская, д. 15</u>		
2-10-1	Котельная ул. Московская, д. 15	ул. Московская, д. 15
<u>Котельная ул. Зеленая</u>		
2-11-1	Котельная ул. Зеленая	ул. Кардовского, д. 53А

### 3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей для варианта №1 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области

#### 3.2.1 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1)

Теплопровод расчетного пути 1-1-1 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого здания по адресу ул. Менделеева, д. 2.

На рисунке 3.1 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-1-1).

В таблице 3.3 приведены данные расчета вероятности безотказной работы тепло-

провода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.2 и 3.3 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «ТК-13/М – см ТК»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.4 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

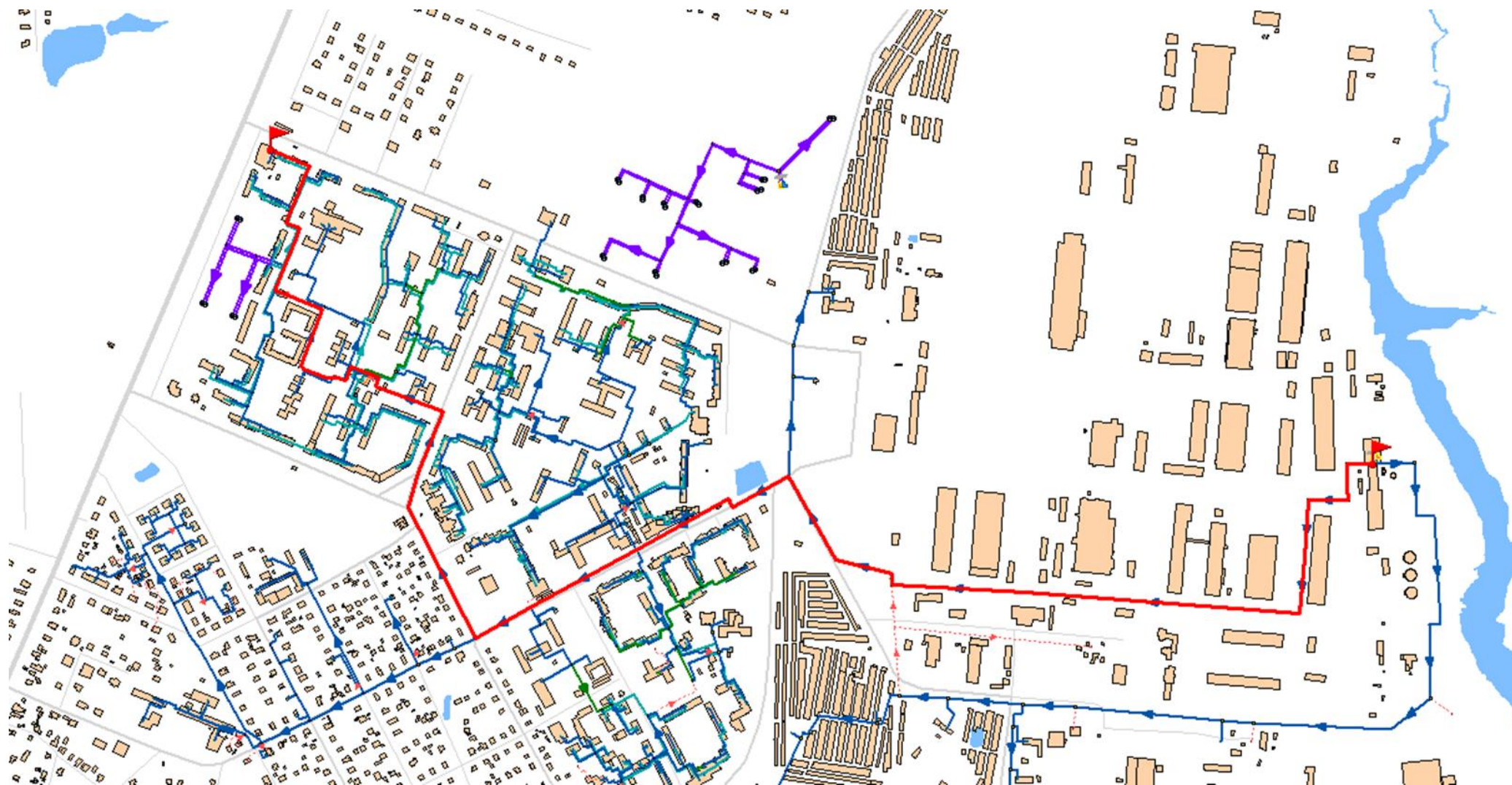


Рисунок 3.1 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1)

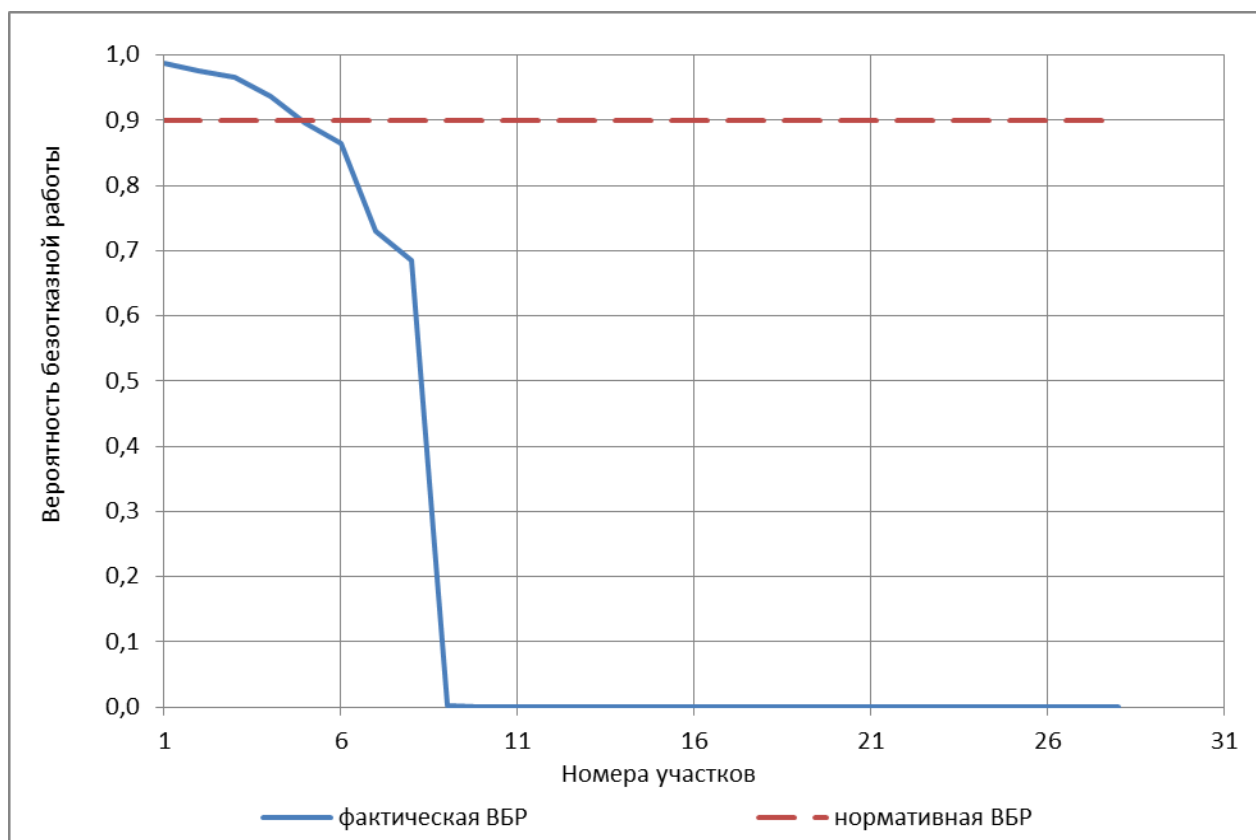


Рисунок 3.2 – Вероятность безотказной работы (далее – ВБР) относительно ТК потребителя (ул. Менделеева, д. 2) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

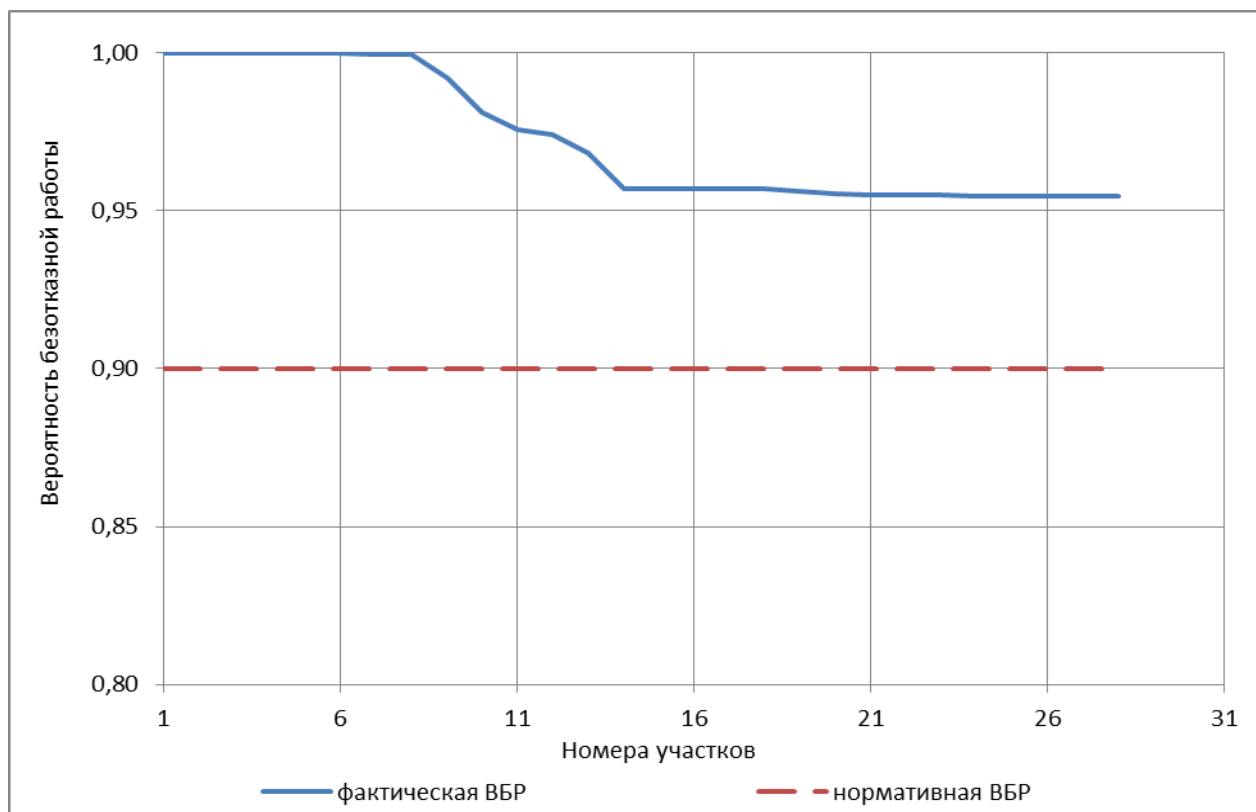


Рисунок 3.3 – Вероятность безотказной работы относительно ТК потребителя (ул. Менделеева, д. 2) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.3 – Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (М1)	У0	0,6	0,024	1988	1	44	1,75E-04	7,8	0,011803	0,011803	0,988266
2	У0	ТК-1	0,6	0,027	1988	1	44	1,97E-04	7,8	0,013278	0,025081	0,975231
3	ТК-1	ТК-2	0,5	0,031	1988	1	44	2,26E-04	7,3	0,008394	0,033475	0,967079
4	ТК-2	ТК-3	0,5	0,113	1988	1	44	8,23E-04	7,3	0,030597	0,064072	0,937937
5	ТК-3	ТК-4	0,5	0,168	1988	1	44	1,22E-03	7,3	0,045490	0,109562	0,896227
6	ТК-4	ТК-5	0,5	0,132	1988	1	44	9,61E-04	7,3	0,035742	0,145304	0,864760
7	ТК-5	ТК-6	0,5	0,627	1988	1	44	4,57E-03	7,3	0,169773	0,315077	0,729733
8	ТК-6	ТК-37	0,5	0,237	1988	1	44	1,73E-03	7,3	0,064173	0,379250	0,684375
9	ТК-37	ТК-10	0,5	0,3695	1988	2	44	2,69E-03	22,8	5,476144	5,855394	0,002864
10	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	1988	2	44	2,82E-03	22,8	5,735502	11,590895	0,000009
11	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	1975	2	57	6,57E+00	22,8	13375,32	13386,91	0,000000
12	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	1975	2	57	2,25E+00	22,8	4588,61	17975,52	0,000000
13	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	1975	2	57	7,99E+00	20,7	13973,51	31949,03	0,000000
14	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	1975	2	57	1,61E+01	20,7	28198,79	60147,82	0,000000
15	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	1987	1	45	1,69E-03	6,2	0,016613	60147,84	0,000000
16	1	2	0,25	0,447	1987	1	45	4,99E-03	6,0	0,034408	60147,87	0,000000
17	2	ЦТП-6	0,2	0,017	1987	1	45	1,90E-04	5,8	0,000731	60147,87	0,000000
18	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	1987	1	45	1,12E-05	5,8	0,000043	60147,87	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	1987	2	45	7,36E-04	15,9	0,826500	60148,70	0,000000
20	ТК-6/2	ТК-6/3	0,125	0,071	1987	2	45	7,92E-04	15,5	0,837417	60149,54	0,000000
21	ТК-6/3	УЗ-1-ТК-6/3	0,125	0,052	1987	2	45	5,80E-04	15,5	0,613319	60150,15	0,000000
22	УЗ-1-ТК-6/3	УЗ-5-ТК-6/3	0,125	0,055	1987	1	45	6,14E-04	5,4	0,000983	60150,15	0,000000
23	УЗ-5-ТК-6/3	УЗ-6-ТК-6/3	0,125	0,02	1987	1	45	2,23E-04	5,4	0,000357	60150,15	0,000000
24	УЗ-6-ТК-6/3	УЗ-10-ТК-6/3	0,1	0,02	1987	2	45	2,23E-04	15,1	0,221146	60150,37	0,000000
25	УЗ-10-ТК-6/3	УЗ-10.1-ТК-6/3	0,08	0,02	1987	1	45	2,23E-04	5,3	0,000202	60150,37	0,000000
26	УЗ-10.1-ТК-6/3	УЗ-11-ТК-6/3	0,08	0,034	1987	1	45	3,79E-04	5,3	0,000343	60150,37	0,000000
27	УЗ-11-ТК-6/3	УЗ-12-ТК-6/3	0,08	0,019	1987	1	45	2,12E-04	5,3	0,000192	60150,37	0,000000
28	УЗ-12-ТК-6/3	Менделеева ул., 2	0,08	0,001	1987	1	45	1,12E-05	5,3	0,000010	60150,37	0,000000

Таблица 3.4 – Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Менделеева, д. 2» (расчетный путь 1-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (М1)	У0	0,6	0,024	2020	1	12	2,40E-07	7,8	0,000016	0,000016	0,999984
2	У0	ТК-1	0,6	0,027	2020	1	12	2,70E-07	7,8	0,000018	0,000034	0,999966
3	ТК-1	ТК-2	0,5	0,031	2020	1	12	3,10E-07	7,3	0,000012	0,000046	0,999954
4	ТК-2	ТК-3	0,5	0,113	2020	1	12	1,13E-06	7,3	0,000042	0,000088	0,999912
5	ТК-3	ТК-4	0,5	0,168	2020	1	12	1,68E-06	7,3	0,000062	0,000150	0,999850
6	ТК-4	ТК-5	0,5	0,132	2020	1	12	1,32E-06	7,3	0,000049	0,000200	0,999800
7	ТК-5	ТК-6	0,5	0,627	2020	1	12	6,27E-06	7,3	0,000233	0,000433	0,999567
8	ТК-6	ТК-37	0,5	0,237	2020	1	12	2,37E-06	7,3	0,000088	0,000521	0,999479
9	ТК-37	ТК-10	0,5	0,3695	2024	2	8	3,70E-06	22,8	0,007521	0,008042	0,991990
10	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	2030	2	2	5,34E-06	22,8	0,010869	0,018911	0,981267
11	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	2019	2	13	2,74E-06	22,8	0,005577	0,024488	0,975810
12	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	2019	2	13	9,40E-07	22,8	0,001913	0,026401	0,973944
13	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	2019	2	13	3,33E-06	20,7	0,005827	0,032228	0,968286
14	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	2019	2	13	6,72E-06	20,7	0,011758	0,043986	0,956967
15	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	2020	1	12	1,52E-06	6,2	0,000015	0,044001	0,956953
16	1	2	0,25	0,447	2020	1	12	4,47E-06	6,0	0,000031	0,044032	0,956923
17	2	ЦТП-6	0,2	0,017	2020	1	12	1,70E-07	5,8	0,000001	0,044033	0,956923
18	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	2020	1	12	1,00E-08	5,8	0,000000	0,044033	0,956923



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	2020	2	12	6,60E-07	15,9	0,000741	0,044773	0,956214
20	ТК-6/2	ТК-6/3	0,125	0,071	2020	2	12	7,10E-07	15,5	0,000750	0,045524	0,955497
21	ТК-6/3	УЗ-1-ТК-6/3	0,125	0,052	2020	2	12	5,20E-07	15,5	0,000550	0,046073	0,954972
22	УЗ-1-ТК-6/3	УЗ-5-ТК-6/3	0,125	0,055	2020	1	12	5,50E-07	5,4	0,000001	0,046074	0,954971
23	УЗ-5-ТК-6/3	УЗ-6-ТК-6/3	0,125	0,02	2019	1	13	2,00E-07	5,4	0,000000	0,046075	0,954971
24	УЗ-6-ТК-6/3	УЗ-10-ТК-6/3	0,1	0,02	2019	2	13	2,00E-07	15,1	0,000198	0,046273	0,954781
25	УЗ-10-ТК-6/3	УЗ-10.1-ТК-6/3	0,08	0,02	2019	1	13	2,00E-07	5,3	0,000000	0,046273	0,954781
26	УЗ-10.1-ТК-6/3	УЗ-11-ТК-6/3	0,08	0,034	2019	1	13	3,40E-07	5,3	0,000000	0,046273	0,954781
27	УЗ-11-ТК-6/3	УЗ-12-ТК-6/3	0,08	0,019	2019	1	13	1,90E-07	5,3	0,000000	0,046273	0,954781
28	УЗ-12-ТК-6/3	Менделеева ул., 2	0,08	0,001	2019	1	13	1,00E-08	5,3	0,000000	0,046274	0,954781

### **3.2.2 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2)**

Теплопровод расчетного пути 1-1-2 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого дома по адресу ул. Урицкого, д. 40.

На рисунке 3.4 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-1-2).

В таблице 3.5 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.5 и 3.6 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «ТК-11М – ТК-12М»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-2, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.6 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

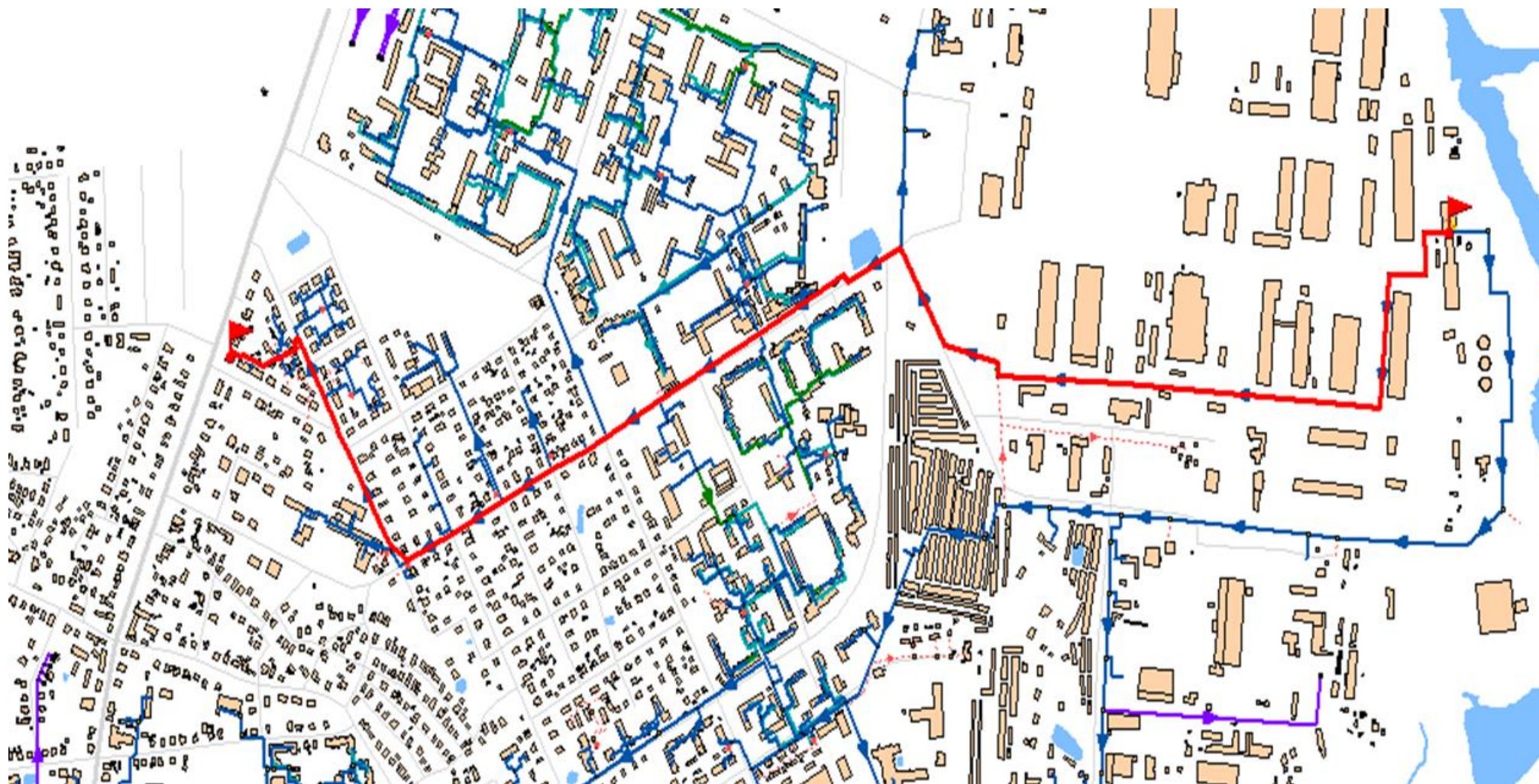


Рисунок 3.4 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2)

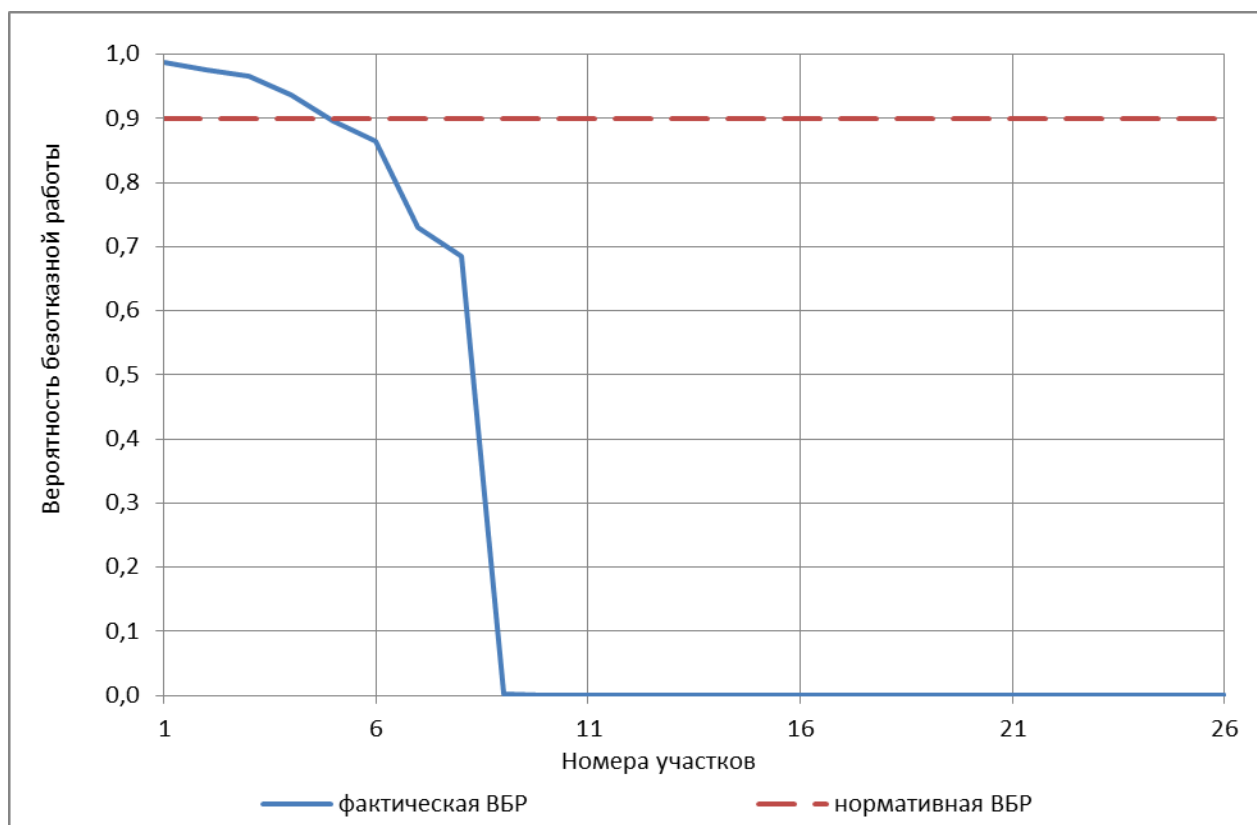


Рисунок 3.5 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Урицкого, д. 40) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

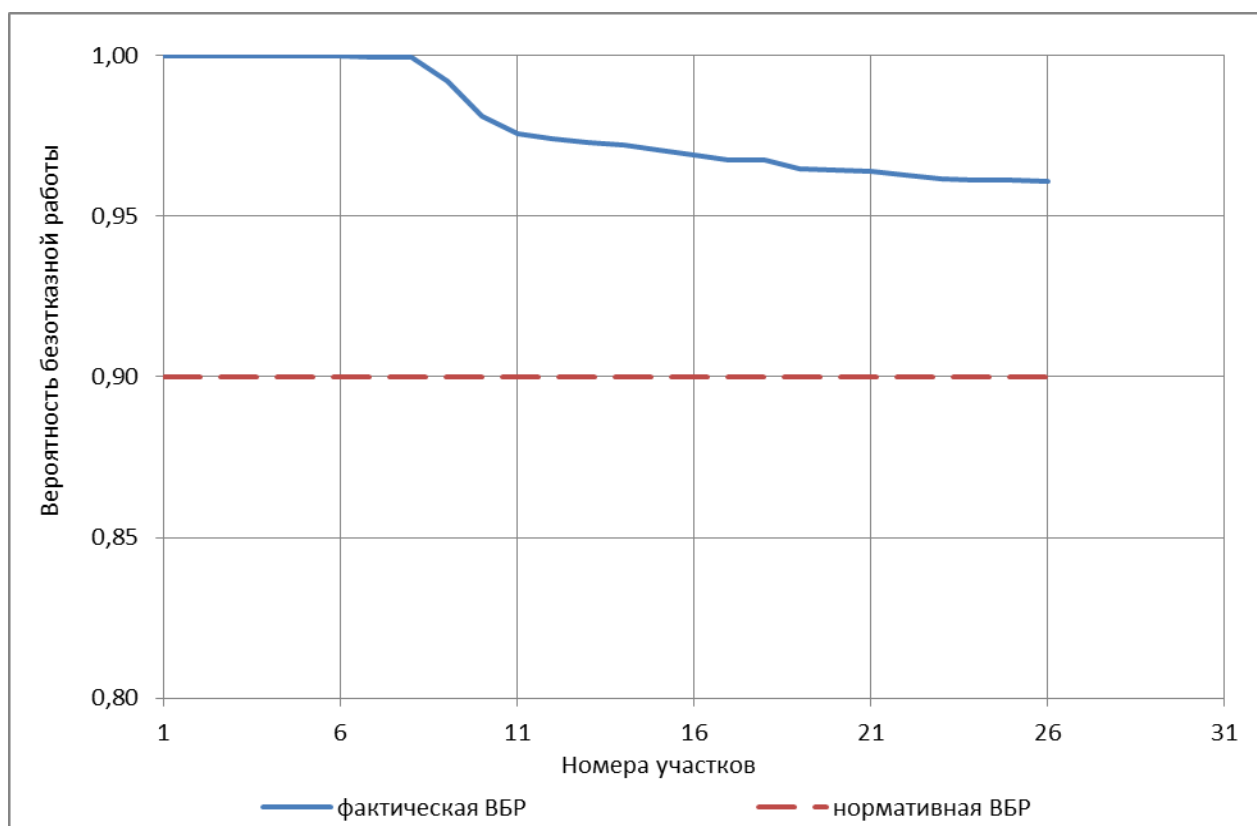


Рисунок 3.6 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Урицкого, д. 40) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.5 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (М1)	У0	0,6	0,024	1988	1	44	1,75E-04	7,8	0,011803	0,011803	0,988266
2	У0	ТК-1	0,6	0,027	1988	1	44	1,97E-04	7,8	0,013278	0,025081	0,975231
3	ТК-1	ТК-2	0,5	0,031	1988	1	44	2,26E-04	7,3	0,008394	0,033475	0,967079
4	ТК-2	ТК-3	0,5	0,113	1988	1	44	8,23E-04	7,3	0,030597	0,064072	0,937937
5	ТК-3	ТК-4	0,5	0,168	1988	1	44	1,22E-03	7,3	0,045490	0,109562	0,896227
6	ТК-4	ТК-5	0,5	0,132	1988	1	44	9,61E-04	7,3	0,035742	0,145304	0,864760
7	ТК-5	ТК-6	0,5	0,627	1988	1	44	4,57E-03	7,3	0,169773	0,315077	0,729733
8	ТК-6	ТК-37	0,5	0,237	1988	1	44	1,73E-03	7,3	0,064173	0,379250	0,684375
9	ТК-37	ТК-10	0,5	0,3695	1988	2	44	2,69E-03	22,8	5,476144	5,855394	0,002864
10	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	1988	2	44	2,82E-03	22,8	5,735502	11,590895	0,000009
11	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	1975	2	57	6,57E+00	22,8	13375,32	13386,91	0,000000
12	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	1975	2	57	2,25E+00	22,8	4588,61	17975,52	0,000000
13	ТК-13/М	ТК-13М/1а	0,15	0,088	1975	2	57	2,11E+00	15,9	2368,46	20343,98	0,000000
14	ТК-13М/1а	ТК-13М/1	0,15	0,085	1975	2	57	2,04E+00	15,9	2287,71	22631,69	0,000000
15	ТК-13М/1	ТК-13М/2	0,15	0,132	1975	2	57	3,17E+00	15,9	3552,68	26184,37	0,000000
16	ТК-13М/2	ТК-13М/3	0,2	0,142	1975	2	57	3,41E+00	16,8	4252,18	30436,55	0,000000
17	ТК-13М/3	ТК-13М/4	0,2	0,1105	1975	2	57	2,65E+00	16,8	3308,91	33745,47	0,000000
18	ЦТП-126 Гр/эл кв 126	У3-ЦТП-126	0,1	0,001	1988	2	44	7,28E-06	15,1	0,007215	33745,48	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	ТК-13М/4	ТК-13М/4-1	0,125	0,259	1988	2	44	1,89E-03	15,5	1,993304	33747,47	0,000000
20	ТК-13М/4-1	ТК-135/3	0,125	0,062	1988	2	44	4,51E-04	15,5	0,477162	33747,95	0,000000
21	ТК-135/3	ТК-135/4	0,1	0,049	1988	2	44	3,57E-04	15,1	0,353537	33748,30	0,000000
22	ТК-135/4	ТК-145/5	0,1	0,1175	1988	2	44	8,56E-04	15,1	0,847768	33749,15	0,000000
23	ТК-145/5	ЦТП-126 Гр/эл кв 126	0,1	0,09	1988	2	44	6,55E-04	15,1	0,649354	33749,80	0,000000
24	УЗ-ЦТП-126	ТК-126/2	0,08	0,051	1988	2	44	3,71E-04	14,8	0,348297	33750,15	0,000000
25	ТК-126/2	1	0,05	0,026	1988	2	44	1,89E-04	14,4	0,162762	33750,31	0,000000
26	1	Урицкого ул., 40	0,05	0,029	1988	2	44	2,11E-04	14,4	0,181542	33750,49	0,000000

Таблица 3.6 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Урицкого, д. 40» (расчетный путь 1-1-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (М1)	У0	0,6	0,024	2020	1	12	2,40E-07	7,8	0,000016	0,000016	0,999984
2	У0	ТК-1	0,6	0,027	2020	1	12	2,70E-07	7,8	0,000018	0,000034	0,999966
3	ТК-1	ТК-2	0,5	0,031	2020	1	12	3,10E-07	7,3	0,000012	0,000046	0,999954
4	ТК-2	ТК-3	0,5	0,113	2020	1	12	1,13E-06	7,3	0,000042	0,000088	0,999912
5	ТК-3	ТК-4	0,5	0,168	2020	1	12	1,68E-06	7,3	0,000062	0,000150	0,999850
6	ТК-4	ТК-5	0,5	0,132	2020	1	12	1,32E-06	7,3	0,000049	0,000200	0,999800
7	ТК-5	ТК-6	0,5	0,627	2020	1	12	6,27E-06	7,3	0,000233	0,000433	0,999567
8	ТК-6	ТК-37	0,5	0,237	2020	1	12	2,37E-06	7,3	0,000088	0,000521	0,999479
9	ТК-37	ТК-10	0,5	0,3695	2024	2	8	3,70E-06	22,8	0,007521	0,008042	0,991990
10	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	2030	2	2	5,34E-06	22,8	0,010869	0,018911	0,981267
11	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	2019	2	13	2,74E-06	22,8	0,005577	0,024488	0,975810
12	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	2019	2	13	9,40E-07	22,8	0,001913	0,026401	0,973944
13	ТК-13/М	ТК-13М/1а	0,15	0,088	2019	2	13	8,80E-07	15,9	0,000988	0,027389	0,972983
14	ТК-13М/1а	ТК-13М/1	0,15	0,085	2019	2	13	8,50E-07	15,9	0,000954	0,028343	0,972055
15	ТК-13М/1	ТК-13М/2	0,15	0,132	2019	2	13	1,32E-06	15,9	0,001481	0,029824	0,970616
16	ТК-13М/2	ТК-13М/3	0,2	0,142	2019	2	13	1,42E-06	16,8	0,001773	0,031597	0,968897
17	ТК-13М/3	ТК-13М/4	0,2	0,1105	2019	2	13	1,11E-06	16,8	0,001380	0,032977	0,967561
18	ЦТП-126 Гр/эл кв 126	У3-ЦТП-126	0,1	0,001	2029	2	3	1,00E-08	15,1	0,000010	0,032987	0,967551

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	ТК-13М/4	ТК-13М/4-1	0,125	0,259	2029	2	3	2,59E-06	15,5	0,002738	0,035725	0,964906
20	ТК-13М/4-1	ТК-135/3	0,125	0,062	2029	2	3	6,20E-07	15,5	0,000655	0,036380	0,964274
21	ТК-135/3	ТК-135/4	0,1	0,049	2028	2	4	4,90E-07	15,1	0,000486	0,036865	0,963806
22	ТК-135/4	ТК-145/5	0,1	0,1175	2029	2	3	1,18E-06	15,1	0,001164	0,038030	0,962684
23	ТК-145/5	ЦТП-126 Гр/эл кв 126	0,1	0,09	2029	2	3	9,00E-07	15,1	0,000892	0,038922	0,961826
24	УЗ-ЦТП-126	ТК-126/2	0,08	0,051	2029	2	3	5,10E-07	14,8	0,000478	0,039400	0,961366
25	ТК-126/2	1	0,05	0,026	2029	2	3	2,60E-07	14,4	0,000224	0,039624	0,961151
26	1	Урицкого ул., 40	0,05	0,029	2029	2	3	2,90E-07	14,4	0,000249	0,039873	0,960912



### **3.2.3 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3)**

Теплопровод расчетного пути 1-1-3 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого дома по адресу ул. Строителей, д. 1.

На рисунке 3.7 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-1-3).

В таблице 3.7 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.8 и 3.9 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «3//1 – 3//2»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-3, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.8 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

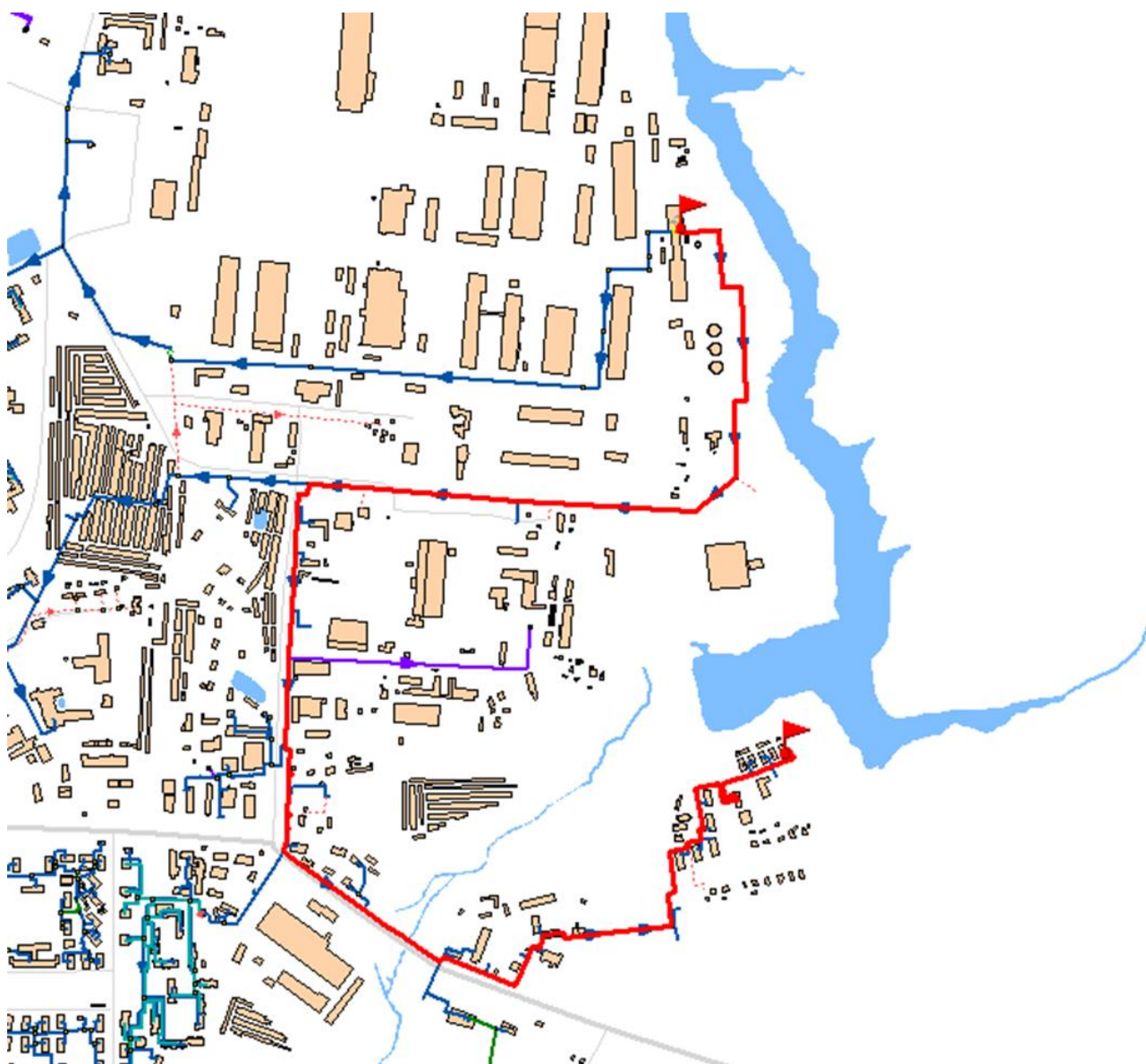
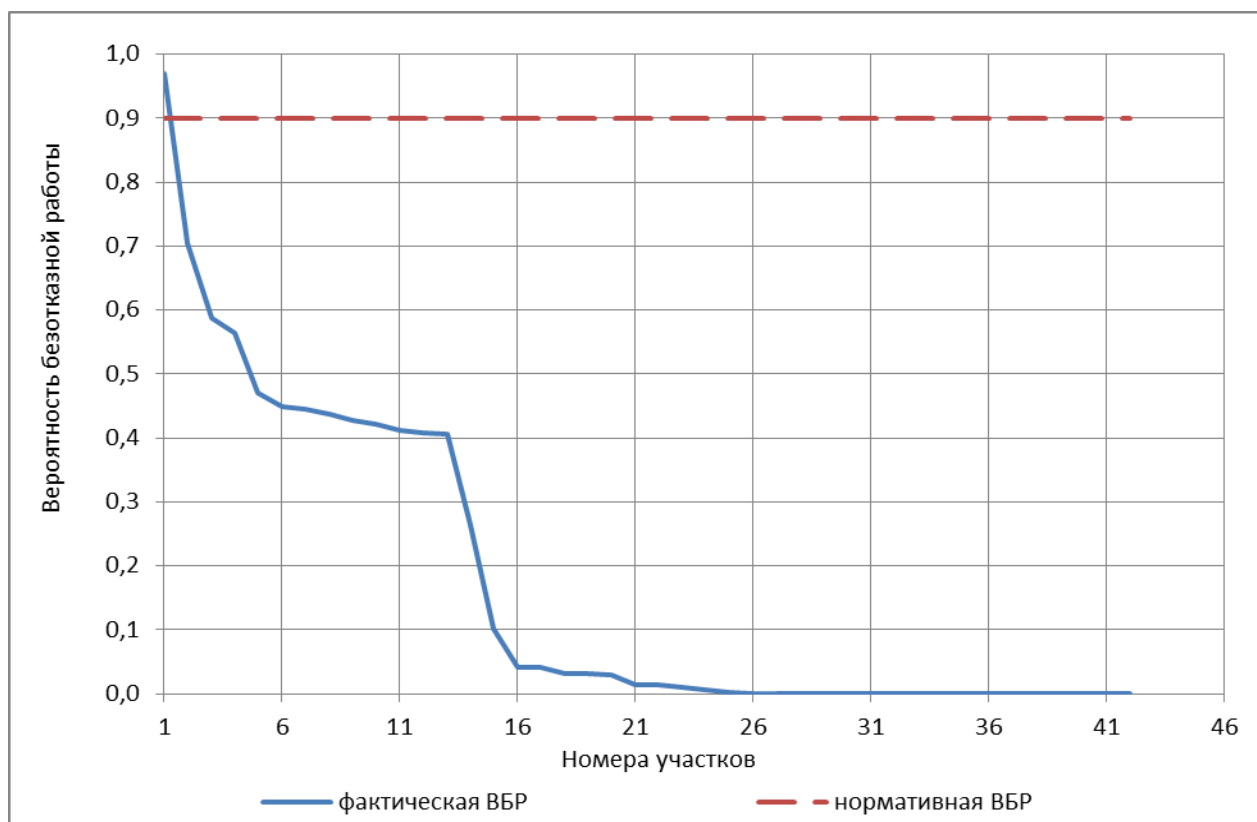
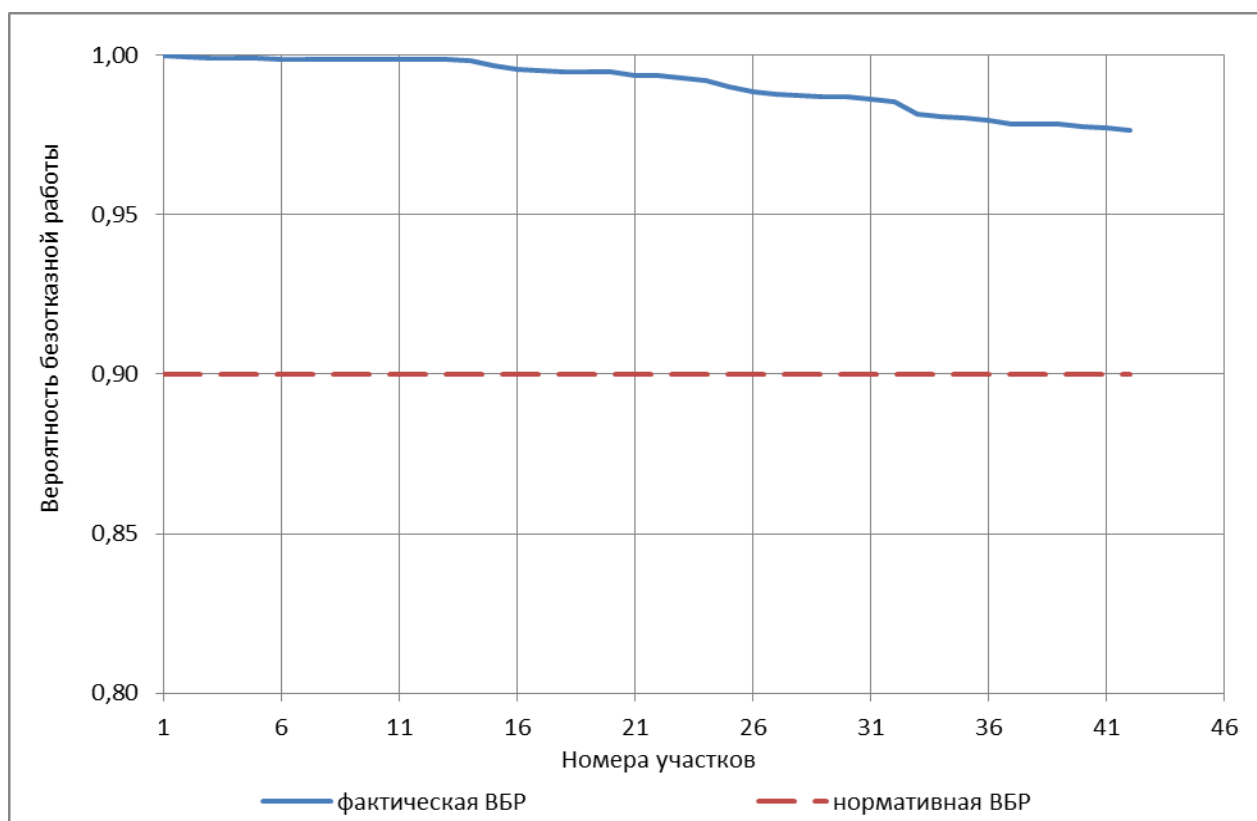


Рисунок 3.7 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3)



**Рисунок 3.8 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 1) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети**



**Рисунок 3.9 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 1) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети**

Таблица 3.7 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	1988	1	44	4,37E-04	7,8	0,029507	0,029507	0,970924
2	3//1	3//2	0,6	0,651	1988	1	44	4,74E-03	7,8	0,320154	0,349662	0,704927
3	3//2	3//3	0,6	0,37	1988	1	44	2,69E-03	7,8	0,181962	0,531623	0,587650
4	3//3	3//4	0,6	0,082	1988	1	44	5,97E-04	7,8	0,040327	0,571950	0,564424
5	3//4	3//5	0,6	0,372	1988	1	44	2,71E-03	7,8	0,182945	0,754895	0,470060
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	1988	1	44	6,84E-04	7,8	0,046228	0,801124	0,448824
7	3//6(П-3)	3//6-2(ТК-16)	0,4	0,039	1988	1	44	2,84E-04	6,7	0,006340	0,807464	0,445988
8	3//6-2(ТК-16)	3//6-3	0,4	0,128	1988	1	44	9,32E-04	6,7	0,020809	0,828273	0,436803
9	3//6-3	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,128	1988	1	44	9,32E-04	6,7	0,020809	0,849081	0,427808
10	3//6-4(ТК-36)	3//6-5(ТК-46)	0,4	0,089	1988	1	44	6,48E-04	6,7	0,014469	0,863550	0,421663
11	3//6-5(ТК-46)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,141	1988	1	44	1,03E-03	6,7	0,022922	0,886472	0,412107
12	3//6-6(ТК-56)	3//6-7(ТК66)	0,4	0,071	1988	1	44	5,17E-04	6,7	0,011542	0,898014	0,407378
13	3//6-7(ТК66)	У-3//6-7	0,4	0,016	1988	1	44	1,16E-04	6,7	0,002601	0,900616	0,406319
14	У-3//6-7	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,034	1988	2	44	2,48E-04	20,7	0,433159	1,333774	0,263481
15	3//6-8(ТК-76)	3//6-9(ТК-86)	0,4	0,074	1988	2	44	5,39E-04	20,7	0,942757	2,276532	0,102640
16	3//6-9(ТК-86)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,086	1988	2	44	6,26E-04	18,7	0,926666	3,203198	0,040632
17	3//6-10(ТК-96)	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,033	2016	2	16	1,32E-06	18,7	0,001953	3,205151	0,040553
18	3/6--10 (ТК-106)	Павильон	0,3	0,023	1988	2	44	1,67E-04	18,7	0,247829	3,452980	0,031651

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	Павильон	3/6-11-1	0,4	0,1765	1988	1	44	1,29E-03	6,7	0,028693	3,481674	0,030756
20	3/6-11-1	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,4	0,077	1988	1	44	5,61E-04	6,7	0,012518	3,494191	0,030373
21	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-3	0,3	0,0755	1988	2	44	5,50E-04	18,7	0,813526	4,307718	0,013464
22	3/6-11-3	3/6-11-4	0,3	0,108	1988	1	44	7,86E-04	6,2	0,007728	4,315445	0,013361
23	3/6-11-4	3/6-11-41	0,2	0,03	1988	2	44	2,18E-04	16,8	0,272742	4,588187	0,010171
24	3/6-11-41	3/6-11-5	0,25	0,05	1988	2	44	3,64E-04	17,7	0,498050	5,086237	0,006181
25	3/6-11-5	3/6-11-6	0,25	0,08	1988	2	44	5,82E-04	17,7	0,796880	5,883117	0,002786
26	3/6-11-6	3/6-11-7	0,25	0,098	1988	2	44	7,14E-04	17,7	0,976178	6,859295	0,001050
27	3/6-11-7	У-3/6-11-7	0,25	0,0345	1988	2	44	2,51E-04	17,7	0,343654	7,202949	0,000744
28	У-3/6-11-7	3/6-11-8	0,2	0,006	1988	2	44	4,37E-05	16,8	0,054548	7,257497	0,000705
29	3/6-11-8	3/6-11-9	0,2	0,024	1988	2	44	1,75E-04	16,8	0,218193	7,475691	0,000567
30	3/6-11-9	1	0,15	0,03	1988	1	44	2,18E-04	5,5	0,000435	7,476126	0,000566
31	1	3/6-11-10	0,15	0,07	1988	2	44	5,10E-04	15,9	0,571989	8,048115	0,000320
32	3/6-11-10	3/6-11-11	0,15	0,03	1988	2	44	2,18E-04	15,9	0,245138	8,293253	0,000250
33	3/6-11-11	3/6-11-12	0,15	0,241	1988	2	44	1,75E-03	15,9	1,969276	10,262529	0,000035
34	3/6-11-12	3/6-11-12-1	0,125	0,033	1988	2	44	2,40E-04	15,5	0,253973	10,516502	0,000027
35	3/6-11-12-1	3/6-11-12-2	0,1	0,036	1988	2	44	2,62E-04	15,1	0,259742	10,776244	0,000021
36	3/6-11-12-2	3/6-11-12-3	0,1	0,046	1988	2	44	3,35E-04	15,1	0,331892	11,108136	0,000015
37	3/6-11-12-3	3/6-11-12-4	0,1	0,079	1988	2	44	5,75E-04	15,1	0,569989	11,678125	0,000008

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3/6-11-12-4	2	0,05	0,032	1988	2	44	2,33E-04	14,4	0,200323	11,878448	0,000007
39	2	3	0,05	0,01	1988	1	44	7,28E-05	5,1	0,000033	11,878481	0,000007
40	3	3/6-11-12-5	0,08	0,0482	1988	2	44	3,51E-04	14,8	0,329175	12,207656	0,000005
41	3/6-11-12-5	3/6-11-12-6	0,08	0,043	1988	2	44	3,13E-04	14,8	0,293662	12,501318	0,000004
42	3/6-11-12-6	Строителей ул., 1	0,05	0,062	1988	2	44	4,51E-04	14,4	0,388125	12,889443	0,000003

Таблица 3.8 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Строителей, д. 1» (расчетный путь 1-1-3) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	2020	1	12	6,00E-07	7,8	0,000041	0,000041	0,999959
2	3//1	3//2	0,6	0,651	2021	1	11	6,51E-06	7,8	0,000440	0,000480	0,999520
3	3//2	3//3	0,6	0,37	2020	1	12	3,70E-06	7,8	0,000250	0,000730	0,999270
4	3//3	3//4	0,6	0,082	2020	1	12	8,20E-07	7,8	0,000055	0,000786	0,999215
5	3//4	3//5	0,6	0,372	2021	1	11	3,72E-06	7,8	0,000251	0,001037	0,998964
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	2021	1	11	9,40E-07	7,8	0,000063	0,001100	0,998900
7	3//6(П-3)	3//6-2(ТК-16)	0,4	0,039	2024	1	8	3,90E-07	6,7	0,000009	0,001109	0,998892
8	3//6-2(ТК-16)	3//6-3	0,4	0,128	2024	1	8	1,28E-06	6,7	0,000029	0,001138	0,998863
9	3//6-3	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,128	2024	1	8	1,28E-06	6,7	0,000029	0,001166	0,998835
10	3//6-4(ТК-36)	3//6-5(ТК-46)	0,4	0,089	2024	1	8	8,90E-07	6,7	0,000020	0,001186	0,998815
11	3//6-5(ТК-46)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,141	2024	1	8	1,41E-06	6,7	0,000031	0,001218	0,998783
12	3//6-6(ТК-56)	3//6-7(ТК66)	0,4	0,071	2024	1	8	7,10E-07	6,7	0,000016	0,001233	0,998767
13	3//6-7(ТК66)	У-3//6-7	0,4	0,016	2024	1	8	1,60E-07	6,7	0,000004	0,001237	0,998764
14	У-3//6-7	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,034	2024	2	8	3,40E-07	20,7	0,000595	0,001832	0,998170
15	3//6-8(ТК-76)	3//6-9(ТК-86)	0,4	0,074	2024	2	8	7,40E-07	20,7	0,001295	0,003127	0,996878
16	3//6-9(ТК-86)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,086	2024	2	8	8,60E-07	18,7	0,001273	0,004399	0,995610
17	3//6-10(ТК-96)	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,033	2016	2	16	3,30E-07	18,7	0,000488	0,004888	0,995124
18	3/6--10 (ТК-106)	Павильон	0,3	0,023	2024	2	8	2,30E-07	18,7	0,000340	0,005228	0,994786

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	Павильон	3/6-11-1	0,4	0,1765	2024	1	8	1,77E-06	6,7	0,000039	0,005268	0,994746
20	3/6-11-1	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,4	0,077	2024	1	8	7,70E-07	6,7	0,000017	0,005285	0,994729
21	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-3	0,3	0,0755	2024	2	8	7,55E-07	18,7	0,001117	0,006402	0,993618
22	3/6-11-3	3/6-11-4	0,3	0,108	2024	1	8	1,08E-06	6,2	0,000011	0,006413	0,993608
23	3/6-11-4	3/6-11-41	0,2	0,03	2031	2	1	4,75E-07	16,8	0,000594	0,007006	0,993018
24	3/6-11-41	3/6-11-5	0,25	0,05	2031	2	1	7,92E-07	17,7	0,001084	0,008090	0,991942
25	3/6-11-5	3/6-11-6	0,25	0,08	2031	2	1	1,27E-06	17,7	0,001735	0,009825	0,990223
26	3/6-11-6	3/6-11-7	0,25	0,098	2030	2	2	1,35E-06	17,7	0,001850	0,011675	0,988393
27	3/6-11-7	У-3/6-11-7	0,25	0,0345	2031	2	1	5,47E-07	17,7	0,000748	0,012423	0,987654
28	У-3/6-11-7	3/6-11-8	0,2	0,006	2030	2	2	8,28E-08	16,8	0,000103	0,012526	0,987552
29	3/6-11-8	3/6-11-9	0,2	0,024	2030	2	2	3,31E-07	16,8	0,000413	0,012940	0,987144
30	3/6-11-9	1	0,15	0,03	2030	1	2	4,14E-07	5,5	0,000001	0,012941	0,987143
31	1	3/6-11-10	0,15	0,07	2030	2	2	9,66E-07	15,9	0,001084	0,014025	0,986073
32	3/6-11-10	3/6-11-11	0,15	0,03	2030	2	2	4,14E-07	15,9	0,000465	0,014489	0,985615
33	3/6-11-11	3/6-11-12	0,15	0,241	2031	2	1	3,82E-06	15,9	0,004287	0,018776	0,981399
34	3/6-11-12	3/6-11-12-1	0,125	0,033	2031	2	1	5,23E-07	15,5	0,000553	0,019329	0,980857
35	3/6-11-12-1	3/6-11-12-2	0,1	0,036	2031	2	1	5,71E-07	15,1	0,000565	0,019894	0,980303
36	3/6-11-12-2	3/6-11-12-3	0,1	0,046	2031	2	1	7,29E-07	15,1	0,000722	0,020616	0,979595
37	3/6-11-12-3	3/6-11-12-4	0,1	0,079	2030	2	2	1,09E-06	15,1	0,001080	0,021696	0,978537



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3/6-11-12-4	2	0,08	0,032	2018	2	14	3,20E-07	14,8	0,000300	0,021997	0,978244
39	2	3	0,05	0,01	2030	1	2	1,38E-07	5,1	0,000000	0,021997	0,978243
40	3	3/6-11-12-5	0,08	0,0482	2030	2	2	6,65E-07	14,8	0,000624	0,022620	0,977633
41	3/6-11-12-5	3/6-11-12-6	0,08	0,043	2030	2	2	5,93E-07	14,8	0,000556	0,023177	0,977090
42	3/6-11-12-6	Строителей ул., 1	0,05	0,062	2030	2	2	8,55E-07	14,4	0,000735	0,023912	0,976371

### **3.2.4 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4)**

Теплопровод расчетного пути 1-1-4 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого здания по адресу ул. Правая Набережная, д. 26.

На рисунке 3.10 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-1-4).

В таблице 3.9 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.11 и 3.12 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «3//1 – 3//2»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-4, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.10 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

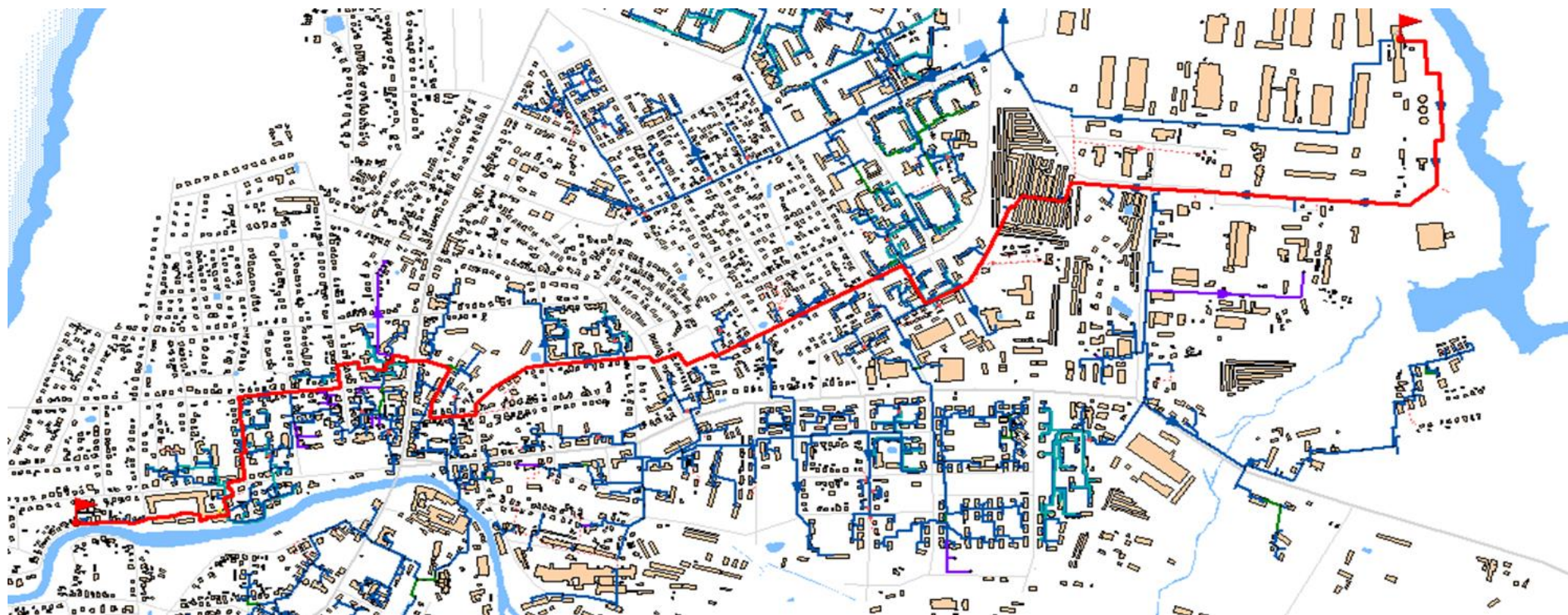


Рисунок 3.10 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4)

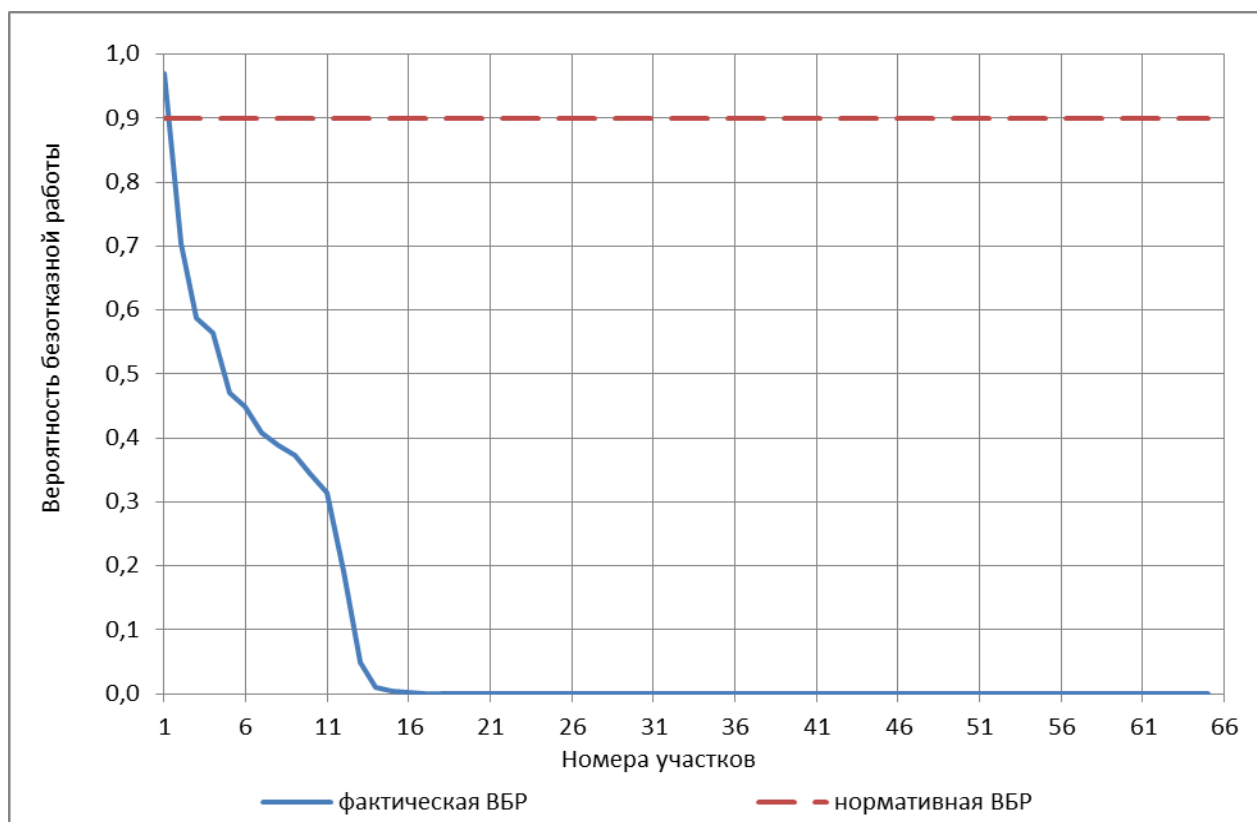


Рисунок 3.11 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

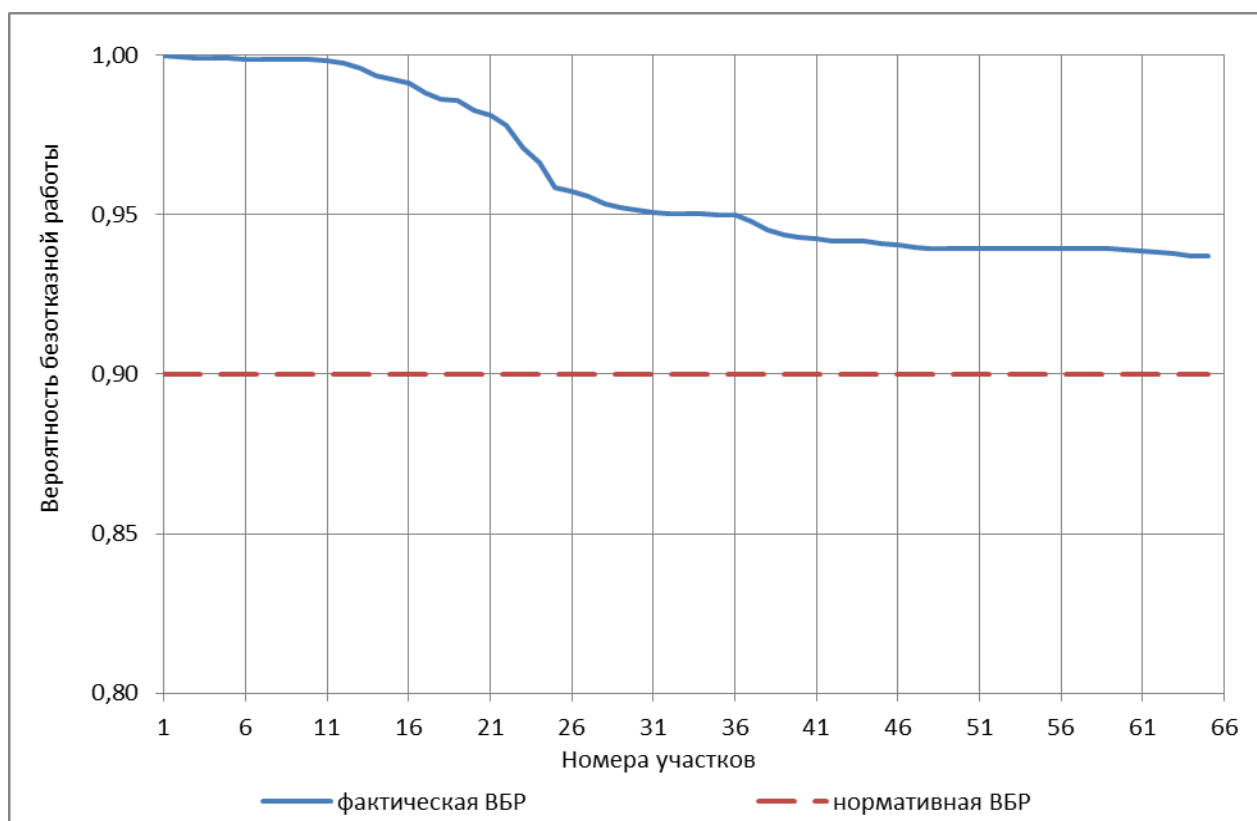


Рисунок 3.12 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.9 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	1988	1	44	4,37E-04	7,8	0,029507	0,029507	0,970924
2	3//1	3//2	0,6	0,651	1988	1	44	4,74E-03	7,8	0,320154	0,349662	0,704927
3	3//2	3//3	0,6	0,37	1988	1	44	2,69E-03	7,8	0,181962	0,531623	0,587650
4	3//3	3//4	0,6	0,082	1988	1	44	5,97E-04	7,8	0,040327	0,571950	0,564424
5	3//4	3//5	0,6	0,372	1988	1	44	2,71E-03	7,8	0,182945	0,754895	0,470060
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	1988	1	44	6,84E-04	7,8	0,046228	0,801124	0,448824
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	1988	1	44	1,38E-03	7,8	0,093440	0,894563	0,408786
8	3//7	3//8	0,6	0,106	1988	1	44	7,72E-04	7,8	0,052130	0,946693	0,388022
9	3//8	3//9	0,6	0,081	1988	1	44	5,90E-04	7,8	0,039835	0,986528	0,372869
10	3//9	3//10	0,6	0,17	1988	1	44	1,24E-03	7,8	0,083604	1,070132	0,342963
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	1988	1	44	1,29E-03	7,8	0,087047	1,157178	0,314372
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	1988	2	44	2,18E-04	25,0	0,498367	1,655545	0,190988
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	1988	2	44	6,77E-04	22,8	1,378299	3,033844	0,048130
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	1988	2	44	7,79E-04	22,8	1,585785	4,619629	0,009856
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	1988	2	44	3,71E-04	22,8	0,755841	5,375470	0,004629
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	6,383258	0,001690
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	1988	2	44	1,05E-03	22,8	2,134140	8,517398	0,000200
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	1988	2	44	7,28E-04	22,8	1,482042	9,999440	0,000045

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	1988	2	44	1,67Е-04	22,8	0,340870	10,340310	0,000032
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	1988	2	44	1,19Е-03	22,8	2,430548	12,770858	0,000003
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	1988	2	44	4,73Е-04	22,8	0,963327	13,734185	0,000001
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	1988	2	44	1,27Е-03	22,8	2,578753	16,312938	0,000000
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	1988	2	44	2,44Е-03	22,8	4,964840	21,277778	0,000000
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	1988	2	44	1,81Е-03	22,8	3,690284	24,968062	0,000000
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	1988	2	44	2,85Е-03	22,8	5,809604	30,777665	0,000000
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95Е-04	22,8	1,007788	31,785454	0,000000
27	3//24(ТК-16)	3//25(ТК-16/1)	0,3	0,114	1997	2	35	4,79Е-05	18,7	0,070889	31,856343	0,000000
28	3//25(ТК-16/1)	3//26(ТК-16/2)	0,3	0,158	1997	2	35	6,64Е-05	18,7	0,098249	31,954592	0,000000
29	3//26(ТК-16/2)	3//27(ТК-16/4)	0,3	0,073	1997	2	35	3,07Е-05	18,7	0,045394	31,999986	0,000000
30	3//27(ТК-16/4)	У-3//28-1	0,3	0,058	1997	2	35	2,44Е-05	18,7	0,036066	32,036052	0,000000
31	У-3//28-1	3//28(ТК-14/2)	0,3	0,05	1997	2	35	2,10Е-05	18,7	0,031092	32,067143	0,000000
32	3//28(ТК-14/2)	3//29(ТК-14/1)	0,3	0,04	1997	2	35	1,68Е-05	18,7	0,024873	32,092017	0,000000
33	3//29(ТК-14/1)	ЦТП "Фрегат"	0,3	0,008	1997	2	35	3,36Е-06	18,7	0,004975	32,096991	0,000000
34	ЦТП "Фрегат"	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	0,3	1Е-05	1997	2	35	4,20Е-09	18,7	0,000006	32,096998	0,000000
35	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	3/31 (ТК-14/3)	0,3	0,014	1997	2	35	5,88Е-06	18,7	0,008706	32,105703	0,000000
36	3/31 (ТК-14/3)	У3/31	0,3	0,013	1997	2	35	5,46Е-06	18,7	0,008084	32,113787	0,000000
37	У3/31	3//32	0,25	0,15	1988	2	44	1,09Е-03	17,7	1,494150	33,607937	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3//32	3//33 (ТК-14/22)	0,2	0,218	1988	2	44	1,59E-03	16,8	1,981923	35,589859	0,000000
39	3//33 (ТК-14/22)	3//34(ТК-15/13)	0,2	0,152	1988	2	44	1,11E-03	16,8	1,381891	36,971750	0,000000
40	3//34(ТК-15/13)	3//35(ТК-15/12)	0,2	0,045	1988	2	44	3,28E-04	16,8	0,409112	37,380863	0,000000
41	3//35(ТК-15/12)	3//36(ТК-15/11)	0,2	0,04	1988	2	44	2,91E-04	16,8	0,363656	37,744518	0,000000
42	3//36(ТК-15/11)	3//37(ТК-15/10)	0,2	0,058	1988	2	44	4,22E-04	16,8	0,527301	38,271819	0,000000
43	3//37(ТК-15/10)	3//38(ТК-15/19)	0,2	0,015	1988	2	44	1,09E-04	16,8	0,136371	38,408190	0,000000
44	3//38(ТК-15/19)	3//39(ТК-15/18)	0,2	0,01	1988	2	44	7,28E-05	16,8	0,090914	38,499104	0,000000
45	3//39(ТК-15/18)	3//40(ТК-15/14)	0,2	0,036	1988	2	44	2,62E-04	16,8	0,327290	38,826394	0,000000
46	3//40(ТК-15/14)	3//40--1	0,2	0,055	2015	2	17	2,20E-06	16,8	0,002747	38,829141	0,000000
47	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	17	2,20E-06	16,8	0,002747	38,831888	0,000000
48	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	1988	2	44	2,62E-04	16,8	0,327290	39,159178	0,000000
49	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	1988	1	44	2,58E-04	5,8	0,000996	39,160173	0,000000
50	ТК-15/17	У-15/17	0,2	0,045	1988	1	44	3,28E-04	5,8	0,001262	39,161435	0,000000
51	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	1988	2	44	3,64E-05	16,8	0,045457	39,206892	0,000000
52	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	1988	1	44	3,64E-05	5,8	0,000140	39,207033	0,000000
53	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	1988	1	44	4,59E-04	5,5	0,000914	39,207946	0,000000
54	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	1988	1	44	1,35E-04	5,3	0,000163	39,208110	0,000000
55	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	1988	1	44	4,37E-05	5,3	0,000053	39,208163	0,000000
56	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	1988	1	44	3,93E-04	5,3	0,000477	39,208639	0,000000
57	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	1988	2	44	8,01E-05	15,1	0,079366	39,288005	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
58	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	1988	1	44	5,10E-04	5,3	0,000618	39,288623	0,000000
59	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	1988	1	44	9,47E-05	5,3	0,000115	39,288738	0,000000
60	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	1988	2	44	3,28E-04	15,1	0,324677	39,613415	0,000000
61	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	1988	2	44	1,89E-04	15,1	0,187591	39,801006	0,000000
62	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	1988	2	44	2,55E-04	15,1	0,252527	40,053533	0,000000
63	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	1988	2	44	2,84E-04	14,7	0,258867	40,312399	0,000000
64	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	1988	2	44	6,33E-04	14,7	0,577472	40,889871	0,000000
65	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	1988	2	44	2,55E-04	14,2	0,212680	41,102551	0,000000



Таблица 3.10 – Результаты расчета ВБР тепловых сетей зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 1-1-4) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	2020	1	12	6,00E-07	7,8	0,000041	0,000041	0,999959
2	3//1	3//2	0,6	0,651	2021	1	11	6,51E-06	7,8	0,000440	0,000480	0,999520
3	3//2	3//3	0,6	0,37	2020	1	12	3,70E-06	7,8	0,000250	0,000730	0,999270
4	3//3	3//4	0,6	0,082	2020	1	12	8,20E-07	7,8	0,000055	0,000786	0,999215
5	3//4	3//5	0,6	0,372	2021	1	11	3,72E-06	7,8	0,000251	0,001037	0,998964
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	2021	1	11	9,40E-07	7,8	0,000063	0,001100	0,998900
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	2021	1	11	1,90E-06	7,8	0,000128	0,001229	0,998772
8	3//7	3//8	0,6	0,106	2021	1	11	1,06E-06	7,8	0,000072	0,001300	0,998701
9	3//8	3//9	0,6	0,081	2021	1	11	8,10E-07	7,8	0,000055	0,001355	0,998646
10	3//9	3//10	0,6	0,17	2021	1	11	1,70E-06	7,8	0,000115	0,001470	0,998531
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	2022	1	10	1,77E-06	7,8	0,000120	0,001589	0,998412
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	2022	2	10	3,00E-07	25,0	0,000684	0,002274	0,997729
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	2022	2	10	9,30E-07	22,8	0,001893	0,004167	0,995842
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	2027	2	5	1,07E-06	22,8	0,002178	0,006345	0,993675
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	2027	2	5	5,10E-07	22,8	0,001038	0,007383	0,992644
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	2027	2	5	6,80E-07	22,8	0,001384	0,008767	0,991271
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	2027	2	5	1,44E-06	22,8	0,002931	0,011698	0,988370
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	2027	2	5	1,00E-06	22,8	0,002035	0,013734	0,986360

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	2025	2	7	2,30E-07	22,8	0,000468	0,014202	0,985899
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	2025	2	7	1,64E-06	22,8	0,003338	0,017540	0,982613
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	2022	2	10	6,50E-07	22,8	0,001323	0,018863	0,981314
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	2022	2	10	1,74E-06	22,8	0,003542	0,022405	0,977844
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	2022	2	10	3,35E-06	22,8	0,006819	0,029224	0,971199
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	2022	2	10	2,49E-06	22,8	0,005068	0,034292	0,966289
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	2023	2	9	3,92E-06	22,8	0,007979	0,042271	0,958610
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	2022	2	10	6,80E-07	22,8	0,001384	0,043655	0,957284
27	3//24(ТК-16)	3//25(ТК-16/1)	0,3	0,114	2023	2	9	1,14E-06	18,7	0,001687	0,045342	0,955670
28	3//25(ТК-16/1)	3//26(ТК-16/2)	0,3	0,158	2023	2	9	1,58E-06	18,7	0,002338	0,047681	0,953438
29	3//26(ТК-16/2)	3//27(ТК-16/4)	0,3	0,073	2023	2	9	7,30E-07	18,7	0,001080	0,048761	0,952409
30	3//27(ТК-16/4)	У-3//28-1	0,3	0,058	2023	2	9	5,80E-07	18,7	0,000858	0,049619	0,951592
31	У-3//28-1	3//28(ТК-14/2)	0,3	0,05	2023	2	9	5,00E-07	18,7	0,000740	0,050359	0,950888
32	3//28(ТК-14/2)	3//29(ТК-14/1)	0,3	0,04	2023	2	9	4,00E-07	18,7	0,000592	0,050951	0,950325
33	3//29(ТК-14/1)	ЦТП "Фрегат"	0,3	0,008	2023	2	9	8,00E-08	18,7	0,000118	0,051070	0,950213
34	ЦТП "Фрегат"	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	0,3	1E-05	2023	2	9	1,00E-10	18,7	0,000000	0,051070	0,950212
35	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	3/31 (ТК-14/3)	0,3	0,014	2023	2	9	1,40E-07	18,7	0,000207	0,051277	0,950016
36	3/31 (ТК-14/3)	У3/31	0,3	0,013	2023	2	9	1,30E-07	18,7	0,000192	0,051469	0,949833
37	У3/31	3//32	0,25	0,15	2024	2	8	1,50E-06	17,7	0,002052	0,053521	0,947886

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3//32	3//33 (ТК-14/22)	0,2	0,218	2025	2	7	2,18E-06	16,8	0,002722	0,056243	0,945309
39	3//33 (ТК-14/22)	3//34(ТК-15/13)	0,2	0,152	2024	2	8	1,52E-06	16,8	0,001898	0,058141	0,943517
40	3//34(ТК-15/13)	3//35(ТК-15/12)	0,2	0,045	2024	2	8	4,50E-07	16,8	0,000562	0,058703	0,942987
41	3//35(ТК-15/12)	3//36(ТК-15/11)	0,2	0,04	2024	2	8	4,00E-07	16,8	0,000499	0,059203	0,942516
42	3//36(ТК-15/11)	3//37(ТК-15/10)	0,2	0,058	2024	2	8	5,80E-07	16,8	0,000724	0,059927	0,941833
43	3//37(ТК-15/10)	3//38(ТК-15/19)	0,2	0,015	2024	2	8	1,50E-07	16,8	0,000187	0,060114	0,941657
44	3//38(ТК-15/19)	3//39(ТК-15/18)	0,2	0,01	2024	2	8	1,00E-07	16,8	0,000125	0,060239	0,941539
45	3//39(ТК-15/18)	3//40(ТК-15/14)	0,2	0,036	2024	2	8	3,60E-07	16,8	0,000450	0,060689	0,941116
46	3//40(ТК-15/14)	3//40--1	0,2	0,055	2015	2	17	5,50E-07	16,8	0,000687	0,061375	0,940470
47	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	17	5,50E-07	16,8	0,000687	0,062062	0,939824
48	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	2024	2	8	3,60E-07	16,8	0,000450	0,062512	0,939402
49	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	2024	1	8	3,55E-07	5,8	0,000001	0,062513	0,939401
50	ТК-15/17	У-15/17	0,2	0,045	2024	1	8	4,50E-07	5,8	0,000002	0,062515	0,939399
51	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	2024	2	8	5,00E-08	16,8	0,000062	0,062577	0,939341
52	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	2024	1	8	5,00E-08	5,8	0,000000	0,062577	0,939340
53	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	2024	1	8	6,30E-07	5,5	0,000001	0,062579	0,939339
54	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	2024	1	8	1,85E-07	5,3	0,000000	0,062579	0,939339
55	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	2024	1	8	6,00E-08	5,3	0,000000	0,062579	0,939339
56	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	2024	1	8	5,40E-07	5,3	0,000001	0,062580	0,939338
57	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	2024	2	8	1,10E-07	15,1	0,000109	0,062689	0,939236

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
58	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	2024	1	8	7,00E-07	5,3	0,000001	0,062689	0,939235
59	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	2024	1	8	1,30E-07	5,3	0,000000	0,062690	0,939235
60	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	2024	2	8	4,50E-07	15,1	0,000446	0,063136	0,938816
61	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	2024	2	8	2,60E-07	15,1	0,000258	0,063393	0,938574
62	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	2024	2	8	3,50E-07	15,1	0,000347	0,063740	0,938249
63	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	2024	2	8	3,90E-07	14,7	0,000356	0,064096	0,937915
64	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	2024	2	8	8,70E-07	14,7	0,000793	0,064889	0,937172
65	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	2024	2	8	3,50E-07	14,2	0,000292	0,065181	0,936898

### **3.2.5 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5)**

Теплопровод расчетного пути 1-1-5 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого дома по адресу ул. Кардовского, д. 27А.

На рисунке 3.13 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого потребителя (расчетный путь 1-1-5).

В таблице 3.11 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.14 и 3.15 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «3//1 – 3//2»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-5, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.12 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

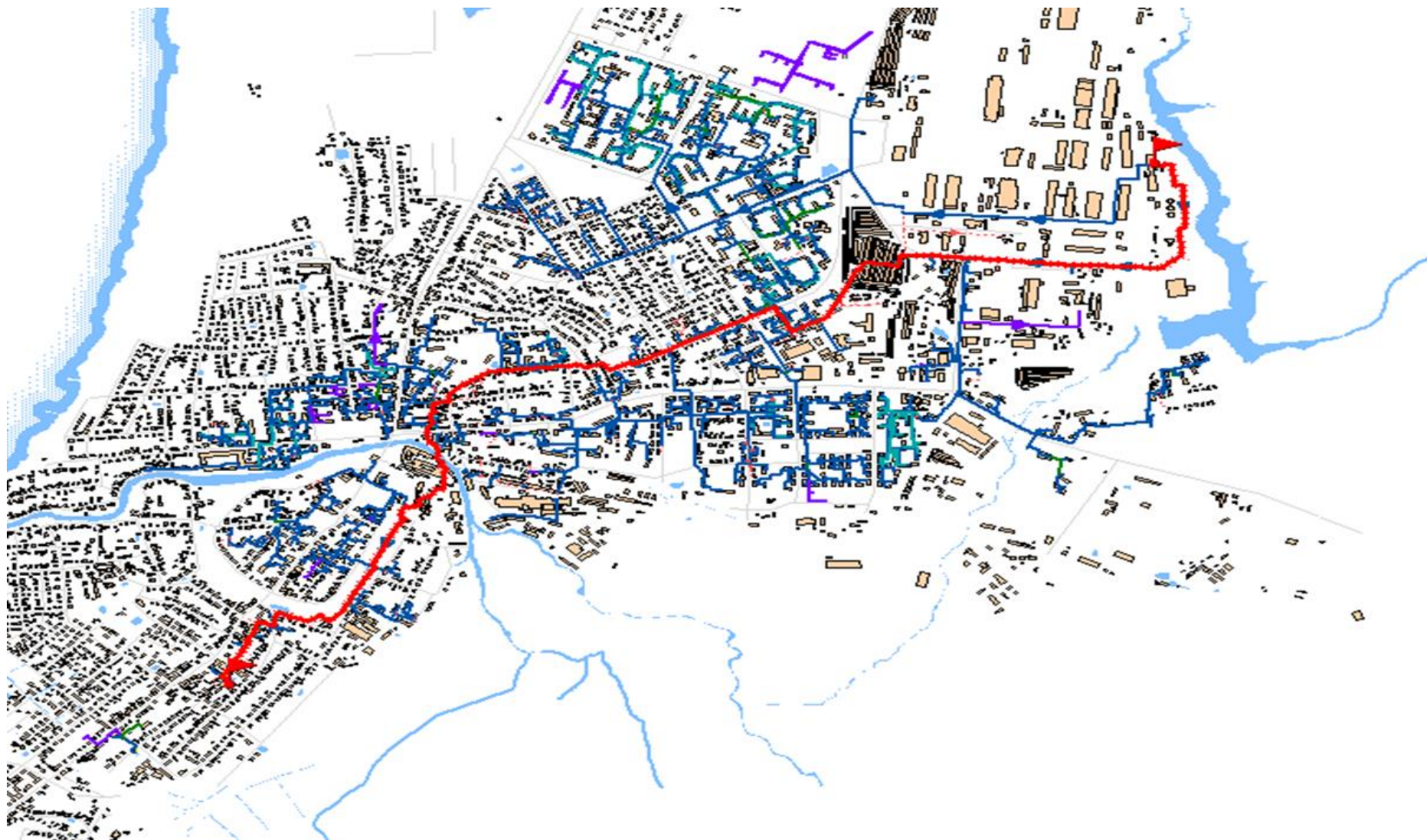


Рисунок 3.13 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5)

78405.OM-ПСТ.010.000

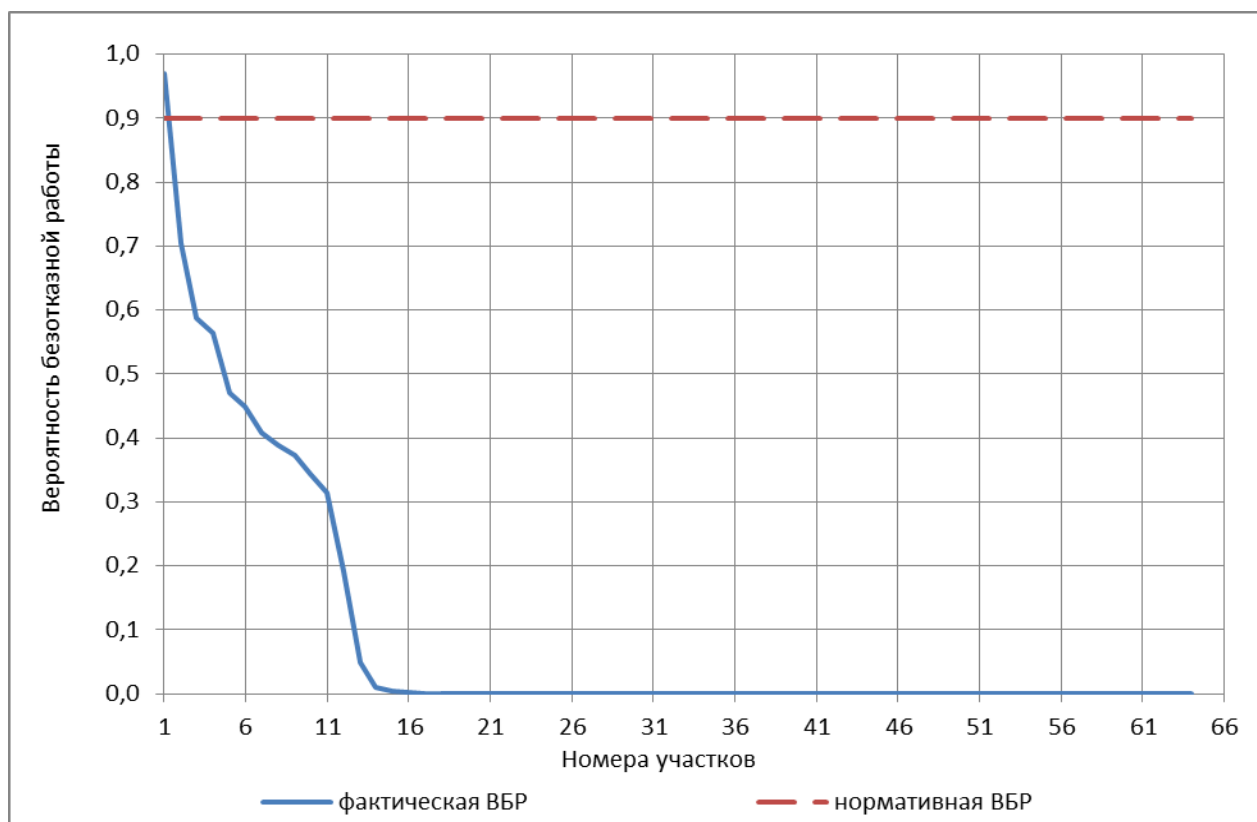


Рисунок 3.14 – ВБР относительно потребителя (ул. Кардовского, д. 27А) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

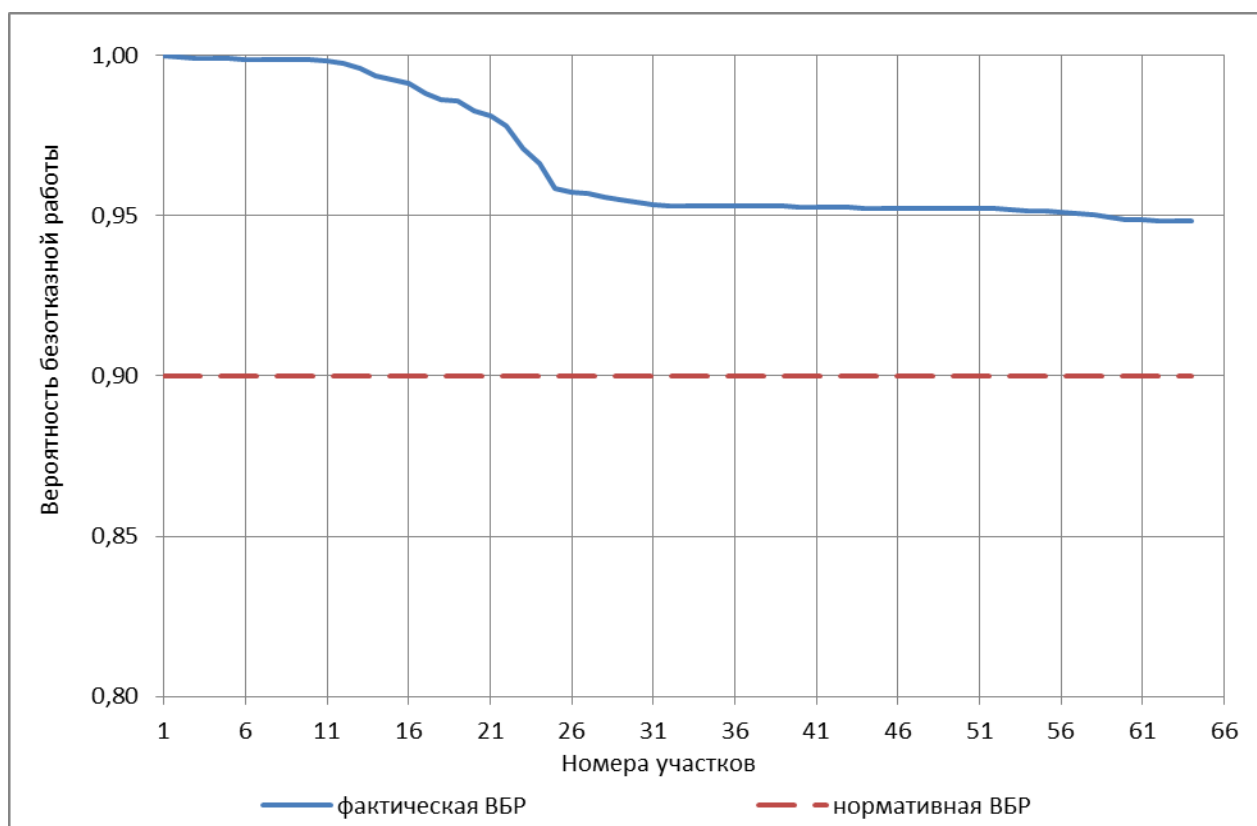


Рисунок 3.15 – ВБР относительно потребителя (ул. Кардовского, д. 27А) теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.11 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	1988	1	44	4,37E-04	7,8	0,029507	0,029507	0,970924
2	3//1	3//2	0,6	0,651	1988	1	44	4,74E-03	7,8	0,320154	0,349662	0,704927
3	3//2	3//3	0,6	0,37	1988	1	44	2,69E-03	7,8	0,181962	0,531623	0,587650
4	3//3	3//4	0,6	0,082	1988	1	44	5,97E-04	7,8	0,040327	0,571950	0,564424
5	3//4	3//5	0,6	0,372	1988	1	44	2,71E-03	7,8	0,182945	0,754895	0,470060
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	1988	1	44	6,84E-04	7,8	0,046228	0,801124	0,448824
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	1988	1	44	1,38E-03	7,8	0,093440	0,894563	0,408786
8	3//7	3//8	0,6	0,106	1988	1	44	7,72E-04	7,8	0,052130	0,946693	0,388022
9	3//8	3//9	0,6	0,081	1988	1	44	5,90E-04	7,8	0,039835	0,986528	0,372869
10	3//9	3//10	0,6	0,17	1988	1	44	1,24E-03	7,8	0,083604	1,070132	0,342963
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	1988	1	44	1,29E-03	7,8	0,087047	1,157178	0,314372
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	1988	2	44	2,18E-04	25,0	0,498367	1,655545	0,190988
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	1988	2	44	6,77E-04	22,8	1,378299	3,033844	0,048130
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	1988	2	44	7,79E-04	22,8	1,585785	4,619629	0,009856
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	1988	2	44	3,71E-04	22,8	0,755841	5,375470	0,004629
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	6,383258	0,001690
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	1988	2	44	1,05E-03	22,8	2,134140	8,517398	0,000200
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	1988	2	44	7,28E-04	22,8	1,482042	9,999440	0,000045



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	1988	2	44	1,67E-04	22,8	0,340870	10,340310	0,000032
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	1988	2	44	1,19E-03	22,8	2,430548	12,770858	0,000003
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	1988	2	44	4,73E-04	22,8	0,963327	13,734185	0,000001
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	1988	2	44	1,27E-03	22,8	2,578753	16,312938	0,000000
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	1988	2	44	2,44E-03	22,8	4,964840	21,277778	0,000000
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	1988	2	44	1,81E-03	22,8	3,690284	24,968062	0,000000
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	1988	2	44	2,85E-03	22,8	5,809604	30,777665	0,000000
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	31,785454	0,000000
27	3//24(ТК-16)	3/24--1(ТК-13/8)	0,3	0,01	1988	2	44	7,28E-05	18,7	0,107752	31,893206	0,000000
28	3/24--1(ТК-13/8)	3/24--2(ТК-13/6)	0,3	0,1	1988	2	44	7,28E-04	18,7	1,077519	32,970724	0,000000
29	3/24--2(ТК-13/6)	3/24--3(ТК-13/5)	0,3	0,05	1988	2	44	3,64E-04	18,7	0,538759	33,509483	0,000000
30	3/24--3(ТК-13/5)	3/24--4(ТК-13/4)	0,25	0,06	1988	2	44	4,37E-04	17,7	0,597660	34,107143	0,000000
31	3/24--4(ТК-13/4)	3/24--5(ТК-13/2)	0,3	0,052	1988	2	44	3,79E-04	18,7	0,560310	34,667453	0,000000
32	3/24--5(ТК-13/2)	3/24--6	0,3	0,024	1988	2	44	1,75E-04	18,7	0,258604	34,926057	0,000000
33	3/24--6	3/24--7(ТК-13/1)	0,3	0,0165	1988	2	44	1,20E-04	18,7	0,177791	35,103848	0,000000
34	3/24--7(ТК-13/1)	3/24--8	0,25	0,056	1988	1	44	4,08E-04	6,0	0,002813	35,106661	0,000000
35	3/24--8	3/24--9	0,3	0,283	1988	1	44	2,06E-03	6,2	0,020249	35,126910	0,000000
36	3/24--9	3/24--10	0,3	0,014	1988	1	44	1,02E-04	6,2	0,001002	35,127912	0,000000
37	3/24--10	3/24--10-1	0,3	0,03	1988	1	44	2,18E-04	6,2	0,002147	35,130058	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3/24--10-1	3/24--11	0,15	0,005	1988	1	44	3,64E-05	5,5	0,000073	35,130131	0,000000
39	3/24--11	3/24--12-1	0,2	0,033	1988	1	44	2,40E-04	5,8	0,000926	35,131056	0,000000
40	3/24--12-1	3/24--12	0,2	0,024	1988	2	44	1,75E-04	16,8	0,218193	35,349249	0,000000
41	3/24--12	3/24--121	0,15	0,031	1988	1	44	2,26E-04	5,5	0,000450	35,349699	0,000000
42	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	1988	1	44	2,53E-03	6,2	0,024828	35,374527	0,000000
43	3/24--13	3/24--13-2	0,3	0,001	1988	1	44	7,28E-06	6,2	0,000072	35,374599	0,000000
44	3/24--13-2	3/24--13-1	0,3	0,02	1988	2	44	1,46E-04	18,7	0,215504	35,590103	0,000000
45	3/24--13-1	3/24--14	0,3	0,204	1988	1	44	1,49E-03	6,2	0,014597	35,604699	0,000000
46	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	1988	1	44	3,09E-04	6,2	0,003041	35,607740	0,000000
47	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	3/24--16(ТК-Р1)	0,15	0,119	1988	1	44	8,66E-04	5,5	0,001726	35,609466	0,000000
48	3/24--15	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	0,15	0,001	1988	1	44	7,28E-06	5,5	0,000015	35,609480	0,000000
49	3/24--16(ТК-Р1)	3/24--17(ТК-Р2)	0,15	0,066	1988	1	44	4,81E-04	5,5	0,000957	35,610437	0,000000
50	3/24--17(ТК-Р2)	3/24--18	0,15	0,064	1988	1	44	4,66E-04	5,5	0,000928	35,611365	0,000000
51	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	1988	1	44	1,16E-04	5,4	0,000187	35,611552	0,000000
52	3/24--19	3/24--20	0,1	0,039	1988	1	44	2,84E-04	5,3	0,000344	35,611896	0,000000
53	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	1988	2	44	2,84E-04	15,5	0,300150	35,912046	0,000000
54	3/24--21	3/24--22(ТК-Р3)	0,125	0,026	1988	2	44	1,89E-04	15,5	0,200100	36,112146	0,000000
55	3/24--22(ТК-Р3)	3/24--23(ТК-Р4)	0,125	0,012	1988	2	44	8,74E-05	15,5	0,092354	36,204500	0,000000
56	3/24--23(ТК-Р4)	3/24--24(ТК-Р5)	0,1	0,033	1988	2	44	2,40E-04	15,1	0,238097	36,442597	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
57	3/24--24(ТК-Р5)	3/24--25(ТК-Р6)	0,1	0,042	1988	2	44	3,06E-04	15,1	0,303032	36,745629	0,000000
58	3/24--25(ТК-Р6)	3/24--26(ТК-Р7)	0,1	0,035	1988	2	44	2,55E-04	15,1	0,252527	36,998156	0,000000
59	3/24--26(ТК-Р7)	3/24--27(ТК-Р8)	0,1	0,095	1988	2	44	6,92E-04	15,1	0,685430	37,683585	0,000000
60	3/24--27(ТК-Р8)	3/24--28(ТК-Р9)	0,1	0,064	1988	2	44	4,66E-04	15,1	0,461763	38,145348	0,000000
61	3/24--28(ТК-Р9)	3/24--29(ТК-Р10)	0,1	0,027	1988	2	44	1,97E-04	15,1	0,194806	38,340154	0,000000
62	3/24--29(ТК-Р10)	3/24--30(ТК-Р11)	0,1	0,022	1988	2	44	1,60E-04	15,1	0,158731	38,498886	0,000000
63	3/24--30(ТК-Р11)	3/24—31f	0,1	0,0725	1988	1	44	5,28E-04	5,3	0,000640	38,499526	0,000000
64	3/24—31f	Кардовского ул., 27А	0,1	0,045	1988	1	44	3,28E-04	5,3	0,000397	38,499923	0,000000

Таблица 3.12 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Кардовского, д. 27А» (расчетный путь 1-1-5) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	2020	1	12	6,00E-07	7,8	0,000041	0,000041	0,999959
2	3//1	3//2	0,6	0,651	2021	1	11	6,51E-06	7,8	0,000440	0,000480	0,999520
3	3//2	3//3	0,6	0,37	2020	1	12	3,70E-06	7,8	0,000250	0,000730	0,999270
4	3//3	3//4	0,6	0,082	2020	1	12	8,20E-07	7,8	0,000055	0,000786	0,999215
5	3//4	3//5	0,6	0,372	2021	1	11	3,72E-06	7,8	0,000251	0,001037	0,998964
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	2021	1	11	9,40E-07	7,8	0,000063	0,001100	0,998900
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	2021	1	11	1,90E-06	7,8	0,000128	0,001229	0,998772
8	3//7	3//8	0,6	0,106	2021	1	11	1,06E-06	7,8	0,000072	0,001300	0,998701
9	3//8	3//9	0,6	0,081	2021	1	11	8,10E-07	7,8	0,000055	0,001355	0,998646
10	3//9	3//10	0,6	0,17	2021	1	11	1,70E-06	7,8	0,000115	0,001470	0,998531
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	2022	1	10	1,77E-06	7,8	0,000120	0,001589	0,998412
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	2022	2	10	3,00E-07	25,0	0,000684	0,002274	0,997729
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	2022	2	10	9,30E-07	22,8	0,001893	0,004167	0,995842
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	2027	2	5	1,07E-06	22,8	0,002178	0,006345	0,993675
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	2027	2	5	5,10E-07	22,8	0,001038	0,007383	0,992644
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	2027	2	5	6,80E-07	22,8	0,001384	0,008767	0,991271
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	2027	2	5	1,44E-06	22,8	0,002931	0,011698	0,988370
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	2027	2	5	1,00E-06	22,8	0,002035	0,013734	0,986360

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	2025	2	7	2,30E-07	22,8	0,000468	0,014202	0,985899
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	2025	2	7	1,64E-06	22,8	0,003338	0,017540	0,982613
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	2022	2	10	6,50E-07	22,8	0,001323	0,018863	0,981314
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	2022	2	10	1,74E-06	22,8	0,003542	0,022405	0,977844
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	2022	2	10	3,35E-06	22,8	0,006819	0,029224	0,971199
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	2022	2	10	2,49E-06	22,8	0,005068	0,034292	0,966289
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	2023	2	9	3,92E-06	22,8	0,007979	0,042271	0,958610
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	2022	2	10	6,80E-07	22,8	0,001384	0,043655	0,957284
27	3//24(ТК-16)	3/24--1(ТК-13/8)	0,3	0,01	2025	2	7	1,00E-07	18,7	0,000148	0,043803	0,957142
28	3/24--1(ТК-13/8)	3/24--2(ТК-13/6)	0,3	0,1	2025	2	7	1,00E-06	18,7	0,001480	0,045283	0,955727
29	3/24--2(ТК-13/6)	3/24--3(ТК-13/5)	0,3	0,05	2025	2	7	5,00E-07	18,7	0,000740	0,046023	0,955020
30	3/24--3(ТК-13/5)	3/24--4(ТК-13/4)	0,25	0,06	2015	2	17	6,00E-07	17,7	0,000821	0,046844	0,954236
31	3/24--4(ТК-13/4)	3/24--5(ТК-13/2)	0,3	0,052	2025	2	7	5,20E-07	18,7	0,000770	0,047613	0,953502
32	3/24--5(ТК-13/2)	3/24--6	0,3	0,024	2025	2	7	2,40E-07	18,7	0,000355	0,047969	0,953164
33	3/24--6	3/24--7(ТК-13/1)	0,3	0,0165	2023	2	9	1,65E-07	18,7	0,000244	0,048213	0,952931
34	3/24--7(ТК-13/1)	3/24--8	0,25	0,056	2023	1	9	5,60E-07	6,0	0,000004	0,048217	0,952927
35	3/24--8	3/24--9	0,3	0,283	2023	1	9	2,83E-06	6,2	0,000028	0,048245	0,952901
36	3/24--9	3/24--10	0,3	0,014	2023	1	9	1,40E-07	6,2	0,000001	0,048246	0,952899
37	3/24--10	3/24--10-1	0,3	0,03	2023	1	9	3,00E-07	6,2	0,000003	0,048249	0,952897

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
38	3/24--10-1	3/24--11	0,25	0,005	2018	1	14	5,00E-08	6,0	0,000000	0,048249	0,952896
39	3/24--11	3/24--12-1	0,25	0,033	2018	1	14	3,30E-07	6,0	0,000002	0,048251	0,952894
40	3/24--12-1	3/24--12	0,25	0,024	2018	2	14	2,40E-07	17,7	0,000328	0,048580	0,952581
41	3/24--12	3/24--121	0,25	0,031	2026	1	6	3,10E-07	6,0	0,000002	0,048582	0,952579
42	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	2026	1	6	3,47E-06	6,2	0,000034	0,048616	0,952547
43	3/24--13	3/24--13-2	0,3	0,001	2026	1	6	1,00E-08	6,2	0,000000	0,048616	0,952547
44	3/24--13-2	3/24--13-1	0,3	0,02	2026	2	6	2,00E-07	18,7	0,000296	0,048912	0,952265
45	3/24--13-1	3/24--14	0,3	0,204	2026	1	6	2,04E-06	6,2	0,000020	0,048932	0,952246
46	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	2026	1	6	4,25E-07	6,2	0,000004	0,048936	0,952242
47	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	3/24--16(ТК-Р1)	0,15	0,119	2026	1	6	1,19E-06	5,5	0,000002	0,048939	0,952239
48	3/24--15	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	0,15	0,001	2026	1	6	1,00E-08	5,5	0,000000	0,048939	0,952239
49	3/24--16(ТК-Р1)	3/24--17(ТК-Р2)	0,15	0,066	2026	1	6	6,60E-07	5,5	0,000001	0,048940	0,952238
50	3/24--17(ТК-Р2)	3/24--18	0,15	0,064	2026	1	6	6,40E-07	5,5	0,000001	0,048941	0,952237
51	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	2026	1	6	1,60E-07	5,4	0,000000	0,048942	0,952237
52	3/24--19	3/24--20	0,125	0,039	2026	1	6	3,90E-07	5,4	0,000001	0,048942	0,952236
53	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	2026	2	6	3,90E-07	15,5	0,000412	0,049354	0,951844
54	3/24--21	3/24--22(ТК-Р3)	0,125	0,026	2026	2	6	2,60E-07	15,5	0,000275	0,049629	0,951582
55	3/24--22(ТК-Р3)	3/24--23(ТК-Р4)	0,125	0,012	2026	2	6	1,20E-07	15,5	0,000127	0,049756	0,951461
56	3/24--23(ТК-Р4)	3/24--24(ТК-Р5)	0,125	0,033	2026	2	6	3,30E-07	15,5	0,000349	0,050105	0,951130

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
57	3/24--24(ТК-Р5)	3/24--25(ТК-Р6)	0,125	0,042	2026	2	6	4,20E-07	15,5	0,000444	0,050549	0,950707
58	3/24--25(ТК-Р6)	3/24--26(ТК-Р7)	0,1	0,035	2026	2	6	3,50E-07	15,1	0,000347	0,050896	0,950378
59	3/24--26(ТК-Р7)	3/24--27(ТК-Р8)	0,1	0,095	2026	2	6	9,50E-07	15,1	0,000941	0,051837	0,949484
60	3/24--27(ТК-Р8)	3/24--28(ТК-Р9)	0,1	0,064	2026	2	6	6,40E-07	15,1	0,000634	0,052471	0,948882
61	3/24--28(ТК-Р9)	3/24--29(ТК-Р10)	0,1	0,027	2026	2	6	2,70E-07	15,1	0,000268	0,052739	0,948628
62	3/24--29(ТК-Р10)	3/24--30(ТК-Р11)	0,1	0,022	2026	2	6	2,20E-07	15,1	0,000218	0,052957	0,948421
63	3/24--30(ТК-Р11)	3/24—31f	0,1	0,0725	2026	1	6	7,25E-07	5,3	0,000001	0,052958	0,948420
64	3/24—31f	Кардовского ул., 27А	0,1	0,045	2026	1	6	4,50E-07	5,3	0,000001	0,052958	0,948420

### **3.2.6 Теплопроводы зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6)**

Теплопровод расчетного пути 1-1-6 начинается от котельной ООО «ПЭК» до жилого дома по адресу ул. Проездная, д. 21.

На рисунке 3.16 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-1-6).

В таблице 3.13 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.17 и 3.18 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «3//1 – 3//2»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-1-6, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.14 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



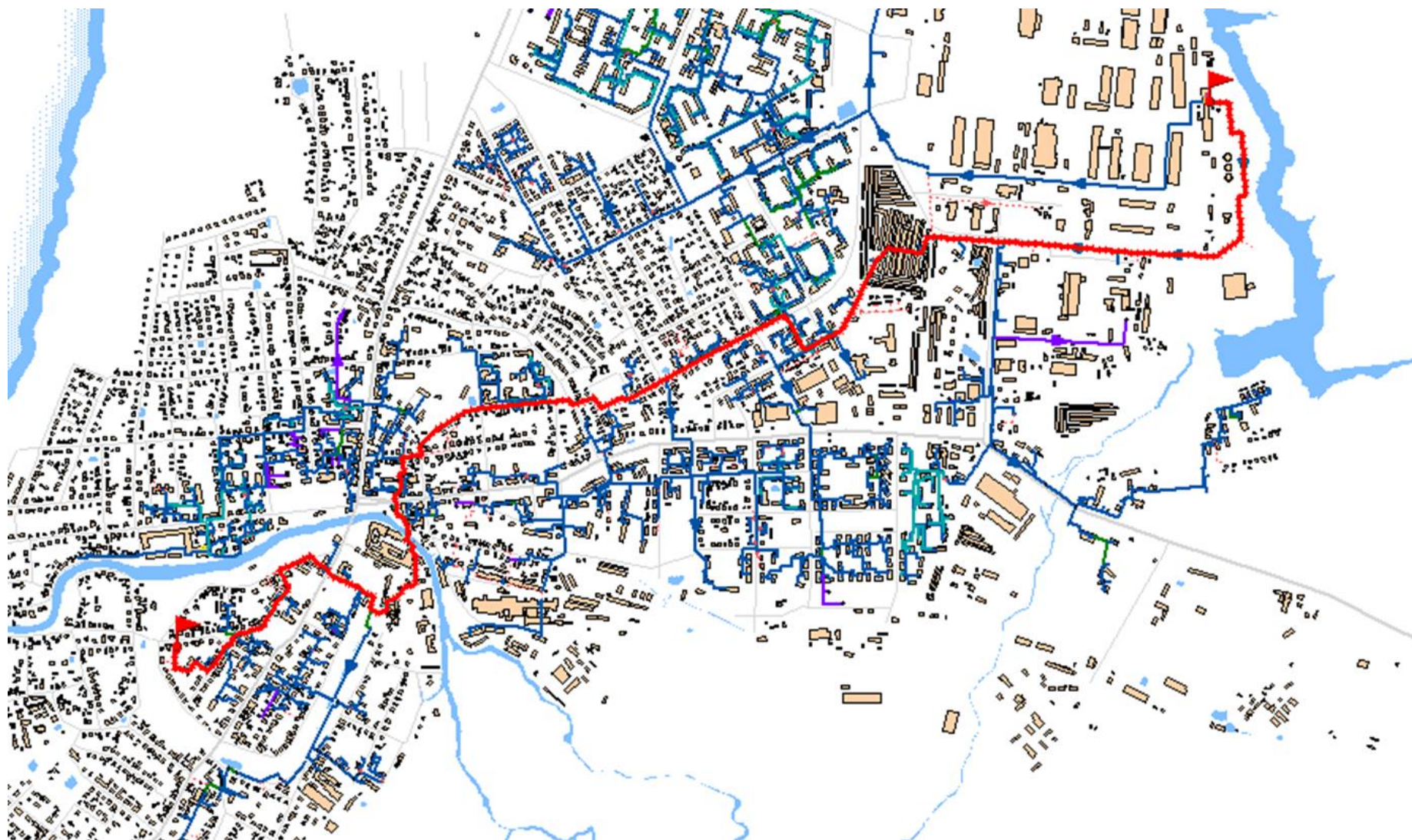


Рисунок 3.16 – Трассировка теплопровода от котельной ООО «ПЭК» до конечного потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6)

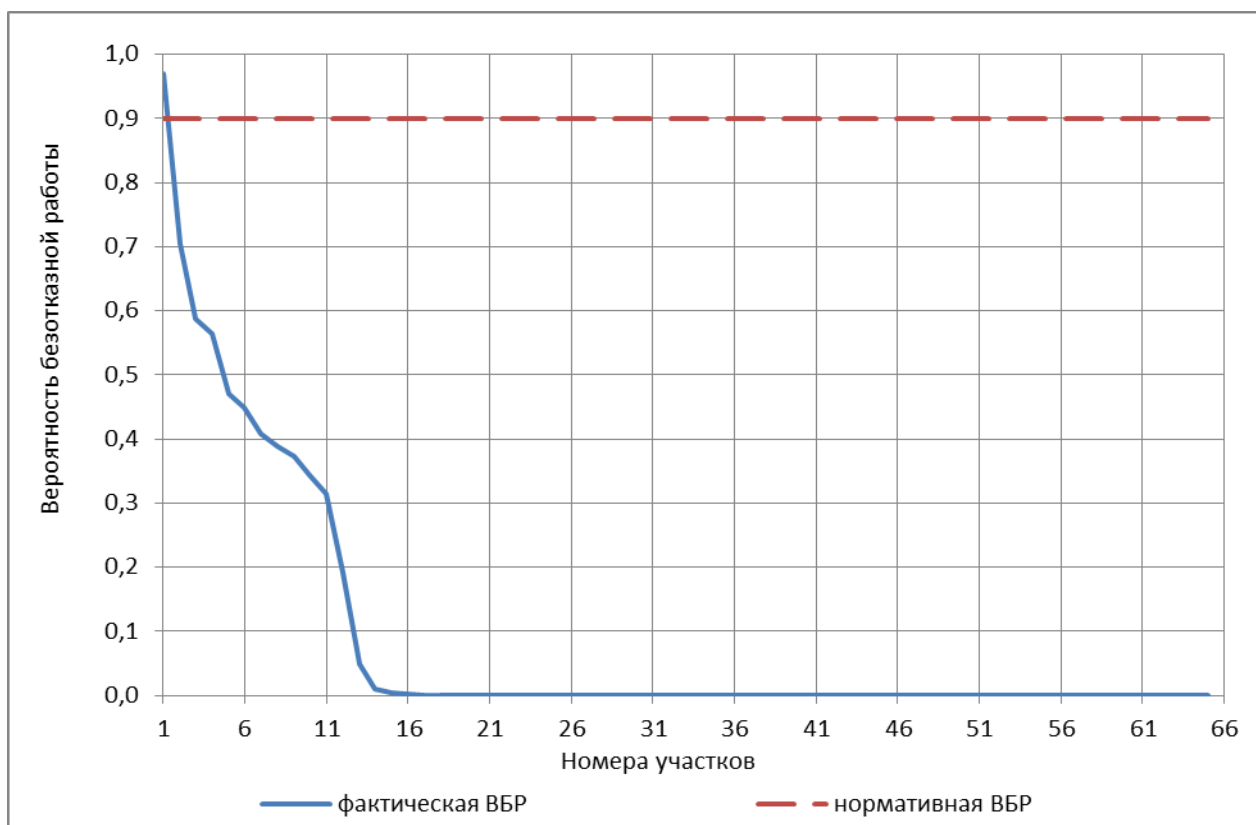


Рисунок 3.17 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Проездная, д. 21» теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

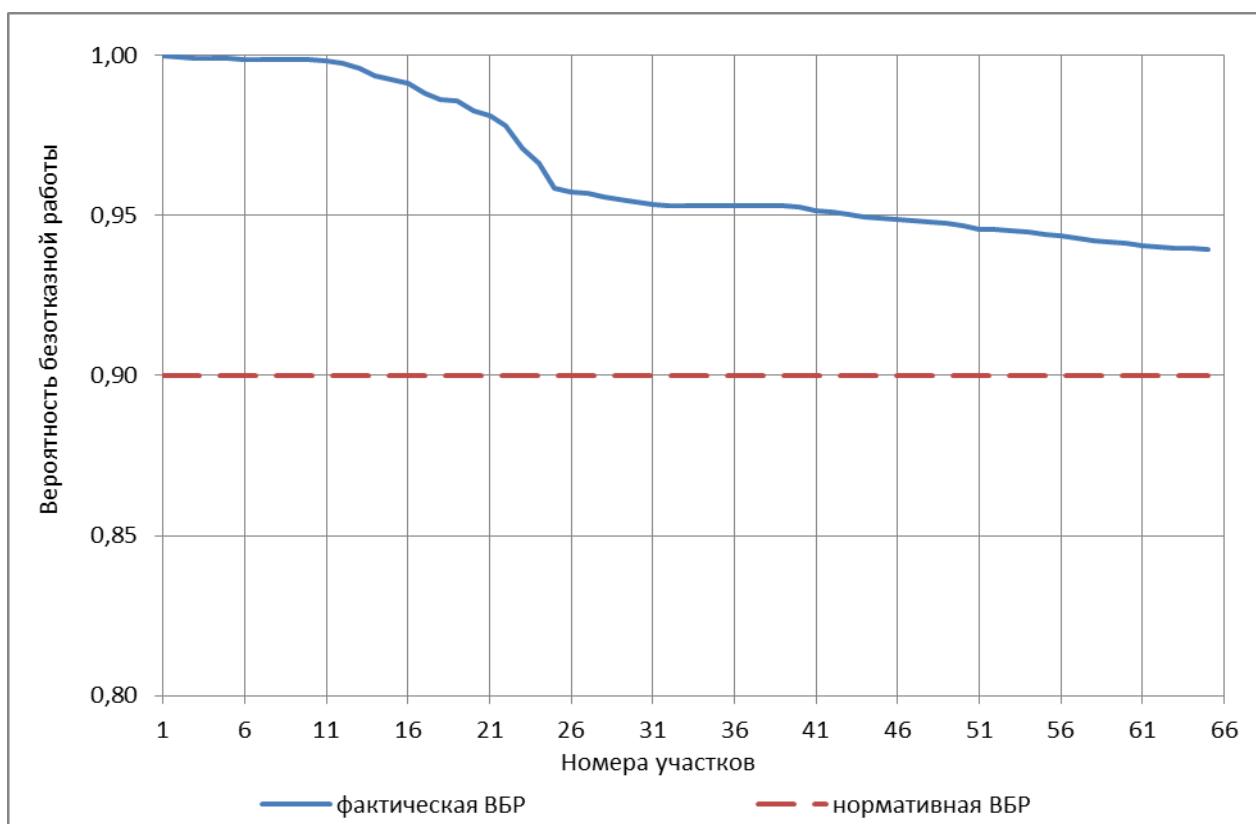


Рисунок 3.18 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Проездная, д. 21» теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.13 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	1988	1	44	4,37E-04	7,8	0,029507	0,029507	0,970924
2	3//1	3//2	0,6	0,651	1988	1	44	4,74E-03	7,8	0,320154	0,349662	0,704927
3	3//2	3//3	0,6	0,37	1988	1	44	2,69E-03	7,8	0,181962	0,531623	0,587650
4	3//3	3//4	0,6	0,082	1988	1	44	5,97E-04	7,8	0,040327	0,571950	0,564424
5	3//4	3//5	0,6	0,372	1988	1	44	2,71E-03	7,8	0,182945	0,754895	0,470060
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	1988	1	44	6,84E-04	7,8	0,046228	0,801124	0,448824
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	1988	1	44	1,38E-03	7,8	0,093440	0,894563	0,408786
8	3//7	3//8	0,6	0,106	1988	1	44	7,72E-04	7,8	0,052130	0,946693	0,388022
9	3//8	3//9	0,6	0,081	1988	1	44	5,90E-04	7,8	0,039835	0,986528	0,372869
10	3//9	3//10	0,6	0,17	1988	1	44	1,24E-03	7,8	0,083604	1,070132	0,342963
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	1988	1	44	1,29E-03	7,8	0,087047	1,157178	0,314372
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	1988	2	44	2,18E-04	25,0	0,498367	1,655545	0,190988
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	1988	2	44	6,77E-04	22,8	1,378299	3,033844	0,048130
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	1988	2	44	7,79E-04	22,8	1,585785	4,619629	0,009856
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	1988	2	44	3,71E-04	22,8	0,755841	5,375470	0,004629
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	6,383258	0,001690
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	1988	2	44	1,05E-03	22,8	2,134140	8,517398	0,000200

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	1988	2	44	7,28E-04	22,8	1,482042	9,999440	0,000045
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	1988	2	44	1,67E-04	22,8	0,340870	10,340310	0,000032
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	1988	2	44	1,19E-03	22,8	2,430548	12,770858	0,000003
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	1988	2	44	4,73E-04	22,8	0,963327	13,734185	0,000001
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	1988	2	44	1,27E-03	22,8	2,578753	16,312938	0,000000
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	1988	2	44	2,44E-03	22,8	4,964840	21,277778	0,000000
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	1988	2	44	1,81E-03	22,8	3,690284	24,968062	0,000000
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	1988	2	44	2,85E-03	22,8	5,809604	30,777665	0,000000
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	31,785454	0,000000
27	3//24(ТК-16)	3/24--1(ТК-13/8)	0,3	0,01	1988	2	44	7,28E-05	18,7	0,107752	31,893206	0,000000
28	3/24--1(ТК-13/8)	3/24--2(ТК-13/6)	0,3	0,1	1988	2	44	7,28E-04	18,7	1,077519	32,970724	0,000000
29	3/24--2(ТК-13/6)	3/24--3(ТК-13/5)	0,3	0,05	1988	2	44	3,64E-04	18,7	0,538759	33,509483	0,000000
30	3/24--3(ТК-13/5)	3/24--4(ТК-13/4)	0,25	0,06	1988	2	44	4,37E-04	17,7	0,597660	34,107143	0,000000
31	3/24--4(ТК-13/4)	3/24--5(ТК-13/2)	0,3	0,052	1988	2	44	3,79E-04	18,7	0,560310	34,667453	0,000000
32	3/24--5(ТК-13/2)	3/24--6	0,3	0,024	1988	2	44	1,75E-04	18,7	0,258604	34,926057	0,000000
33	3/24--6	3/24--7(ТК-13/1)	0,3	0,0165	1988	2	44	1,20E-04	18,7	0,177791	35,103848	0,000000
34	3/24--7(ТК-13/1)	3/24--8	0,25	0,056	1988	1	44	4,08E-04	6,0	0,002813	35,106661	0,000000
35	3/24--8	3/24--9	0,3	0,283	1988	1	44	2,06E-03	6,2	0,020249	35,126910	0,000000
36	3/24--9	3/24--10	0,3	0,014	1988	1	44	1,02E-04	6,2	0,001002	35,127912	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
37	3/24--10	3/24--10-1	0,3	0,03	1988	1	44	2,18E-04	6,2	0,002147	35,130058	0,000000
38	3/24--10-1	3/24--11	0,15	0,005	1988	1	44	3,64E-05	5,5	0,000073	35,130131	0,000000
39	3/24--11	3/24--12-1	0,2	0,033	1988	1	44	2,40E-04	5,8	0,000926	35,131056	0,000000
40	3/24--12-1	3/24--12	0,2	0,024	1988	2	44	1,75E-04	16,8	0,218193	35,349249	0,000000
41	3/24--12	ПНС_Советская ул., 3 (обр.)	0,2	0,106	1988	2	44	7,72E-04	16,8	0,963687	36,312937	0,000000
42	ПНС_Советская ул., 3 (обр.)	3/24-12-1 (ТК-Н2)	0,2	0,032	1988	2	44	2,33E-04	16,8	0,290924	36,603861	0,000000
43	3/24-12-1 (ТК-Н2)	ТК-Н6	0,2	0,063	1988	2	44	4,59E-04	16,8	0,572757	37,176619	0,000000
44	ТК-Н6	ТК-см	0,2	0,06	1988	2	44	4,37E-04	16,8	0,545483	37,722102	0,000000
45	ТК-см	ТК-Н7	0,2	0,016	1988	2	44	1,16E-04	16,8	0,145462	37,867564	0,000000
46	ТК-Н7	ТК-Н9	0,2	0,034	1988	2	44	2,48E-04	16,8	0,309107	38,176671	0,000000
47	ТК-Н9	1	0,2	0,032	1988	2	44	2,33E-04	16,8	0,290924	38,467596	0,000000
48	1	ТК-Н10	0,15	0,065	1988	2	44	4,73E-04	15,9	0,531133	38,998728	0,000000
49	ТК-Н10	ТК-Н11	0,15	0,033	1988	2	44	2,40E-04	15,9	0,269652	39,268380	0,000000
50	ТК-Н11	ТК-Н12	0,15	0,055	1988	2	44	4,00E-04	15,9	0,449420	39,717800	0,000000
51	ТК-Н12	ТК-Н15	0,2	0,094	1988	2	44	6,84E-04	16,8	0,854591	40,572391	0,000000
52	ТК-Н15	ТК-Н19	0,2	0,008	1988	2	44	5,82E-05	16,8	0,072731	40,645122	0,000000
53	ТК-Н19	ТК-Н20	0,2	0,02	1988	2	44	1,46E-04	16,8	0,181828	40,826950	0,000000
54	ТК-Н20	ТК-Н21	0,2	0,054	1988	2	44	3,93E-04	16,8	0,490935	41,317885	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
55	ТК-Н21	ТК-Н22	0,2	0,055	1988	2	44	4,00E-04	16,8	0,500026	41,817911	0,000000
56	ТК-Н22	ТК-Н23	0,2	0,047	1988	2	44	3,42E-04	16,8	0,427295	42,245206	0,000000
57	ТК-Н23	ТК-Н24	0,2	0,055	1988	2	44	4,00E-04	16,8	0,500026	42,745233	0,000000
58	ТК-Н24	ТК-Н28	0,15	0,064	1997	2	35	2,69E-05	15,9	0,030180	42,775412	0,000000
59	ТК-Н28	ТК-Н29	0,1	0,06	1997	2	35	2,52E-05	15,1	0,024983	42,800395	0,000000
60	ТК-Н29	ТК-Н29-1	0,1	0,036	1988	2	44	2,62E-04	15,1	0,259742	43,060137	0,000000
61	ТК-Н29-1	ТК-Н30-1	0,1	0,078	1988	2	44	5,68E-04	15,1	0,562774	43,622911	0,000000
62	ТК-Н30-1	ТК-Н32	0,1	0,033	1988	2	44	2,40E-04	15,1	0,238097	43,861007	0,000000
63	ТК-Н32	ТК-Н33	0,07	0,063	1988	2	44	4,59E-04	14,7	0,418169	44,279176	0,000000
64	ТК-Н33	2	0,032	0,055	1988	1	44	4,00E-04	5,1	0,000081	44,279258	0,000000
65	2	Проездная ул., 21	0,032	0,043	1988	2	44	3,13E-04	14,1	0,255156	44,534413	0,000000

Таблица 3.14 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ООО «ПЭК» до потребителя «ул. Проездная, д. 21» (расчетный путь 1-1-6) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная ООО "ПЭК" (МЗ)	3//1	0,6	0,06	2020	1	12	6,00E-07	7,8	0,000041	0,000041	0,999959
2	3//1	3//2	0,6	0,651	2021	1	11	6,51E-06	7,8	0,000440	0,000480	0,999520
3	3//2	3//3	0,6	0,37	2020	1	12	3,70E-06	7,8	0,000250	0,000730	0,999270
4	3//3	3//4	0,6	0,082	2020	1	12	8,20E-07	7,8	0,000055	0,000786	0,999215
5	3//4	3//5	0,6	0,372	2021	1	11	3,72E-06	7,8	0,000251	0,001037	0,998964
6	3//5	3//6(П-3)	0,6	0,094	2021	1	11	9,40E-07	7,8	0,000063	0,001100	0,998900
7	3//6(П-3)	3//7	0,6	0,19	2021	1	11	1,90E-06	7,8	0,000128	0,001229	0,998772
8	3//7	3//8	0,6	0,106	2021	1	11	1,06E-06	7,8	0,000072	0,001300	0,998701
9	3//8	3//9	0,6	0,081	2021	1	11	8,10E-07	7,8	0,000055	0,001355	0,998646
10	3//9	3//10	0,6	0,17	2021	1	11	1,70E-06	7,8	0,000115	0,001470	0,998531
11	3//10	3//10а	0,6	0,177	2022	1	10	1,77E-06	7,8	0,000120	0,001589	0,998412
12	3//10а	3//11(ТК-1М)	0,6	0,03	2022	2	10	3,00E-07	25,0	0,000684	0,002274	0,997729
13	3//11(ТК-1М)	3//12(ТК-2М)	0,5	0,093	2022	2	10	9,30E-07	22,8	0,001893	0,004167	0,995842
14	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	2027	2	5	1,07E-06	22,8	0,002178	0,006345	0,993675
15	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	2027	2	5	5,10E-07	22,8	0,001038	0,007383	0,992644
16	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	2027	2	5	6,80E-07	22,8	0,001384	0,008767	0,991271
17	3//15(ТК-6М)	3//16(ТК-7М)	0,5	0,144	2027	2	5	1,44E-06	22,8	0,002931	0,011698	0,988370

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3//16(ТК-7М)	3//17(ТК-8М)-1	0,5	0,1	2027	2	5	1,00E-06	22,8	0,002035	0,013734	0,986360
19	3//17(ТК-8М)-1	3//17(ТК-8М)	0,5	0,023	2025	2	7	2,30E-07	22,8	0,000468	0,014202	0,985899
20	3//17(ТК-8М)	3//18(ТК-9М)	0,5	0,164	2025	2	7	1,64E-06	22,8	0,003338	0,017540	0,982613
21	3//18(ТК-9М)	3//19(ТК-8)	0,5	0,065	2022	2	10	6,50E-07	22,8	0,001323	0,018863	0,981314
22	3//19(ТК-8)	3//20(ТК-9)	0,5	0,174	2022	2	10	1,74E-06	22,8	0,003542	0,022405	0,977844
23	3//20(ТК-9)	3//21(ТК-10)	0,5	0,335	2022	2	10	3,35E-06	22,8	0,006819	0,029224	0,971199
24	3//21(ТК-10)	3//22(ТК-12)	0,5	0,249	2022	2	10	2,49E-06	22,8	0,005068	0,034292	0,966289
25	3//22(ТК-12)	3//23	0,5	0,392	2023	2	9	3,92E-06	22,8	0,007979	0,042271	0,958610
26	3//23	3//24(ТК-16)	0,5	0,068	2022	2	10	6,80E-07	22,8	0,001384	0,043655	0,957284
27	3//24(ТК-16)	3/24--1(ТК-13/8)	0,3	0,01	2025	2	7	1,00E-07	18,7	0,000148	0,043803	0,957142
28	3/24--1(ТК-13/8)	3/24--2(ТК-13/6)	0,3	0,1	2025	2	7	1,00E-06	18,7	0,001480	0,045283	0,955727
29	3/24--2(ТК-13/6)	3/24--3(ТК-13/5)	0,3	0,05	2025	2	7	5,00E-07	18,7	0,000740	0,046023	0,955020
30	3/24--3(ТК-13/5)	3/24--4(ТК-13/4)	0,25	0,06	2015	2	17	6,00E-07	17,7	0,000821	0,046844	0,954236
31	3/24--4(ТК-13/4)	3/24--5(ТК-13/2)	0,3	0,052	2025	2	7	5,20E-07	18,7	0,000770	0,047613	0,953502
32	3/24--5(ТК-13/2)	3/24--6	0,3	0,024	2025	2	7	2,40E-07	18,7	0,000355	0,047969	0,953164
33	3/24--6	3/24--7(ТК-13/1)	0,3	0,0165	2023	2	9	1,65E-07	18,7	0,000244	0,048213	0,952931
34	3/24--7(ТК-13/1)	3/24--8	0,25	0,056	2023	1	9	5,60E-07	6,0	0,000004	0,048217	0,952927
35	3/24--8	3/24--9	0,3	0,283	2023	1	9	2,83E-06	6,2	0,000028	0,048245	0,952901
36	3/24--9	3/24--10	0,3	0,014	2023	1	9	1,40E-07	6,2	0,000001	0,048246	0,952899



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
37	3/24--10	3/24--10-1	0,3	0,03	2023	1	9	3,00E-07	6,2	0,000003	0,048249	0,952897
38	3/24--10-1	3/24--11	0,25	0,005	2018	1	14	5,00E-08	6,0	0,000000	0,048249	0,952896
39	3/24--11	3/24--12-1	0,25	0,033	2018	1	14	3,30E-07	6,0	0,000002	0,048251	0,952894
40	3/24--12-1	3/24--12	0,25	0,024	2018	2	14	2,40E-07	17,7	0,000328	0,048580	0,952581
41	3/24--12	ПНС_Советская ул., 3 (обр.)	0,2	0,106	2026	2	6	1,06E-06	16,8	0,001324	0,049903	0,951321
42	ПНС_Советская ул., 3 (обр.)	3/24-12-1 (ТК-Н2)	0,2	0,032	2026	2	6	3,20E-07	16,8	0,000400	0,050303	0,950941
43	3/24-12-1 (ТК-Н2)	ТК-Н6	0,2	0,063	2026	2	6	6,30E-07	16,8	0,000787	0,051090	0,950194
44	ТК-Н6	ТК-см	0,2	0,06	2026	2	6	6,00E-07	16,8	0,000749	0,051839	0,949482
45	ТК-см	ТК-Н7	0,2	0,016	2026	2	6	1,60E-07	16,8	0,000200	0,052039	0,949292
46	ТК-Н7	ТК-Н9	0,2	0,034	2026	2	6	3,40E-07	16,8	0,000425	0,052463	0,948889
47	ТК-Н9	1	0,2	0,032	2026	2	6	3,20E-07	16,8	0,000400	0,052863	0,948510
48	1	ТК-Н10	0,15	0,065	2026	2	6	6,50E-07	15,9	0,000729	0,053592	0,947819
49	ТК-Н10	ТК-Н11	0,15	0,033	2026	2	6	3,30E-07	15,9	0,000370	0,053962	0,947468
50	ТК-Н11	ТК-Н12	0,15	0,055	2026	2	6	5,50E-07	15,9	0,000617	0,054580	0,946883
51	ТК-Н12	ТК-Н15	0,2	0,094	2026	2	6	9,40E-07	16,8	0,001174	0,055753	0,945772
52	ТК-Н15	ТК-Н19	0,2	0,008	2026	2	6	8,00E-08	16,8	0,000100	0,055853	0,945678
53	ТК-Н19	ТК-Н20	0,2	0,02	2026	2	6	2,00E-07	16,8	0,000250	0,056103	0,945442
54	ТК-Н20	ТК-Н21	0,2	0,054	2026	2	6	5,40E-07	16,8	0,000674	0,056777	0,944804

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
55	ТК-Н21	ТК-Н22	0,2	0,055	2026	2	6	5,50E-07	16,8	0,000687	0,057464	0,944156
56	ТК-Н22	ТК-Н23	0,2	0,047	2026	2	6	4,70E-07	16,8	0,000587	0,058051	0,943602
57	ТК-Н23	ТК-Н24	0,2	0,055	2026	2	6	5,50E-07	16,8	0,000687	0,058738	0,942954
58	ТК-Н24	ТК-Н28	0,15	0,064	2022	2	10	6,40E-07	15,9	0,000718	0,059456	0,942277
59	ТК-Н28	ТК-Н29	0,1	0,06	2022	2	10	6,00E-07	15,1	0,000595	0,060051	0,941717
60	ТК-Н29	ТК-Н29-1	0,1	0,036	2026	2	6	3,60E-07	15,1	0,000357	0,060407	0,941381
61	ТК-Н29-1	ТК-Н30-1	0,1	0,078	2026	2	6	7,80E-07	15,1	0,000773	0,061180	0,940654
62	ТК-Н30-1	ТК-Н32	0,1	0,033	2026	2	6	3,30E-07	15,1	0,000327	0,061507	0,940346
63	ТК-Н32	ТК-Н33	0,07	0,063	2026	2	6	6,30E-07	14,7	0,000574	0,062082	0,939806
64	ТК-Н33	2	0,032	0,055	2026	1	6	5,50E-07	5,1	0,000000	0,062082	0,939806
65	2	Проездная ул., 21	0,032	0,043	2026	2	6	4,30E-07	14,1	0,000350	0,062432	0,939477

### **3.2.7 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1)**

Теплопровод расчетного пути 1-3-1 начинается от котельной мкр. Чкаловский до жилого здания по адресу ул. Московская, д. 122.

На рисунке 3.19 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-2-1).

В таблице 3.15 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.20 и 3.21 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «узел на в/ч №62681 – ТК-6 (У6а)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-2-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.16 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

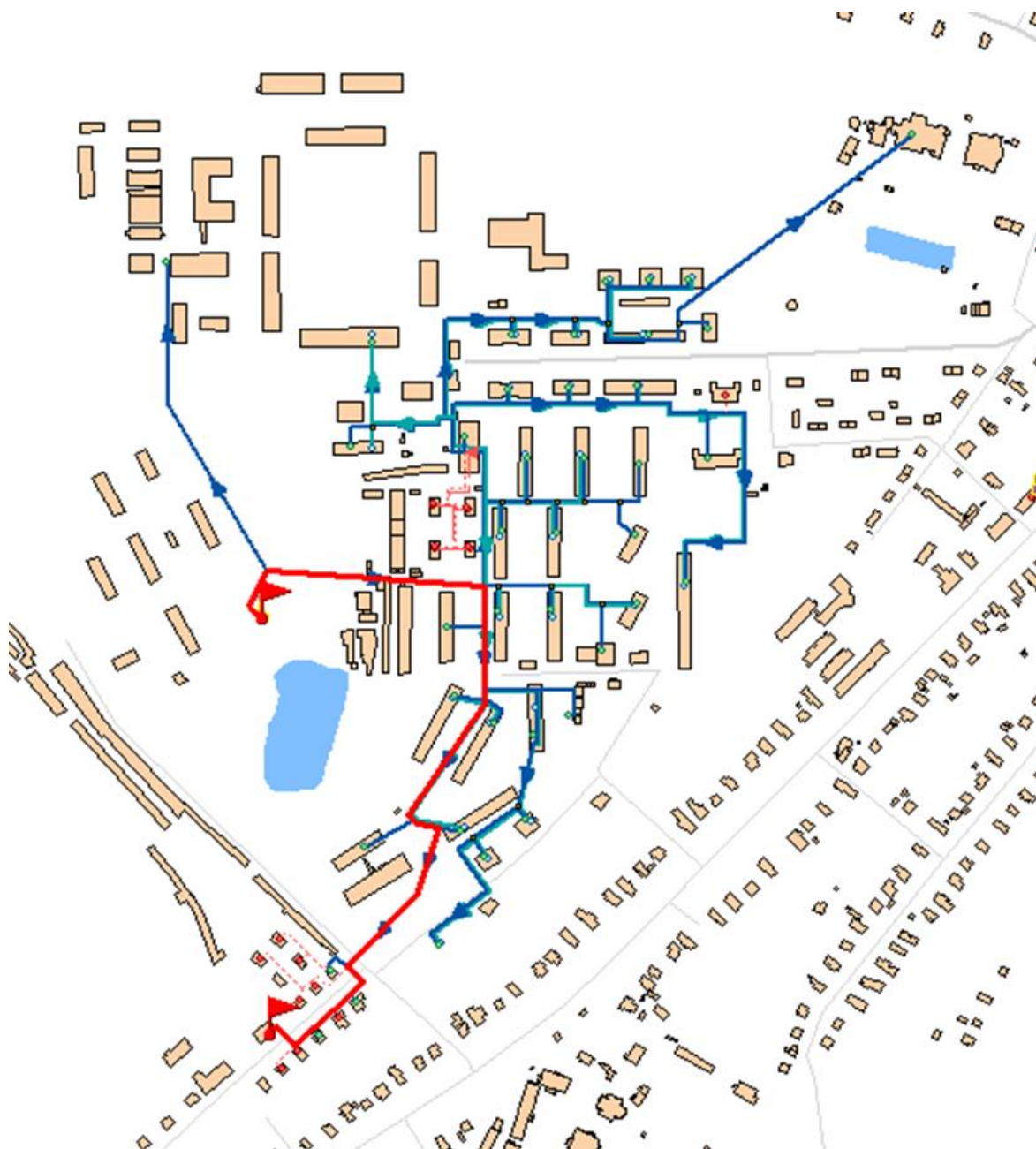


Рисунок 3.19 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1)

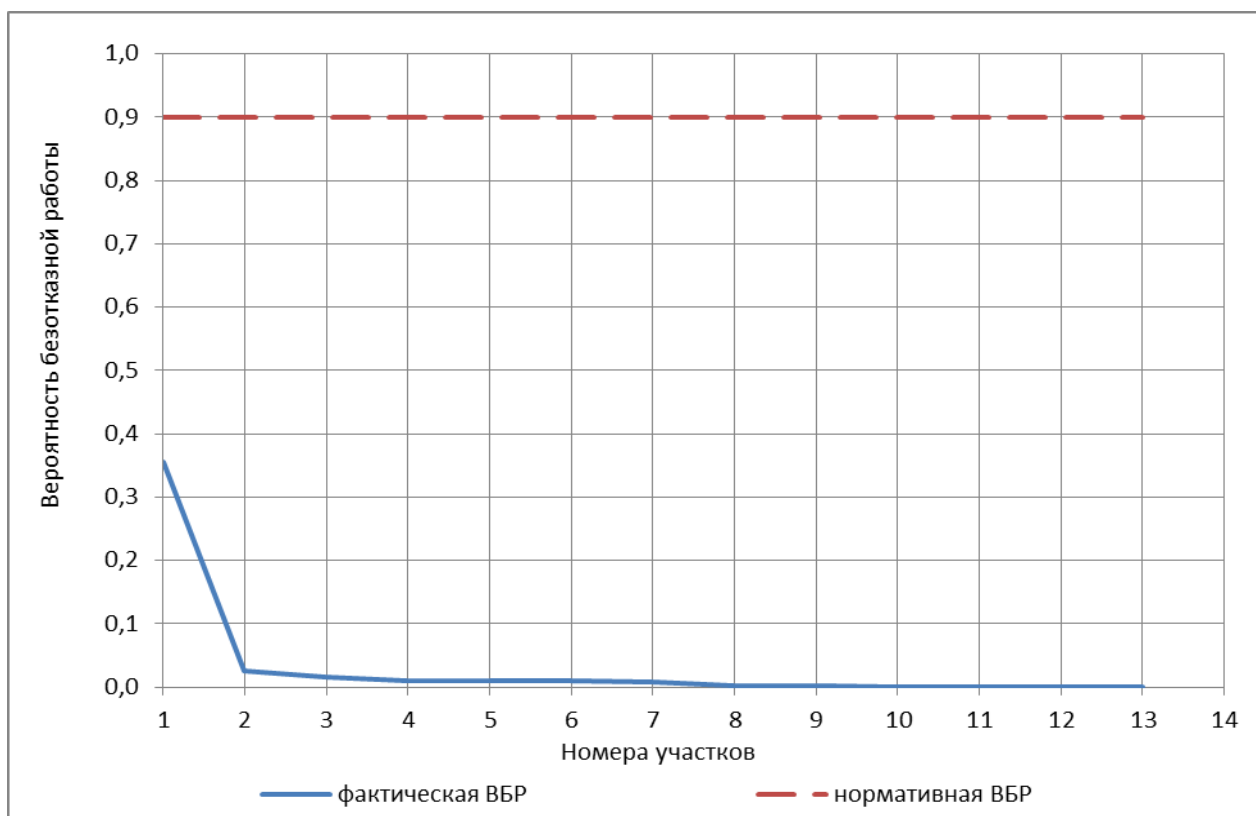


Рисунок 3.20 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

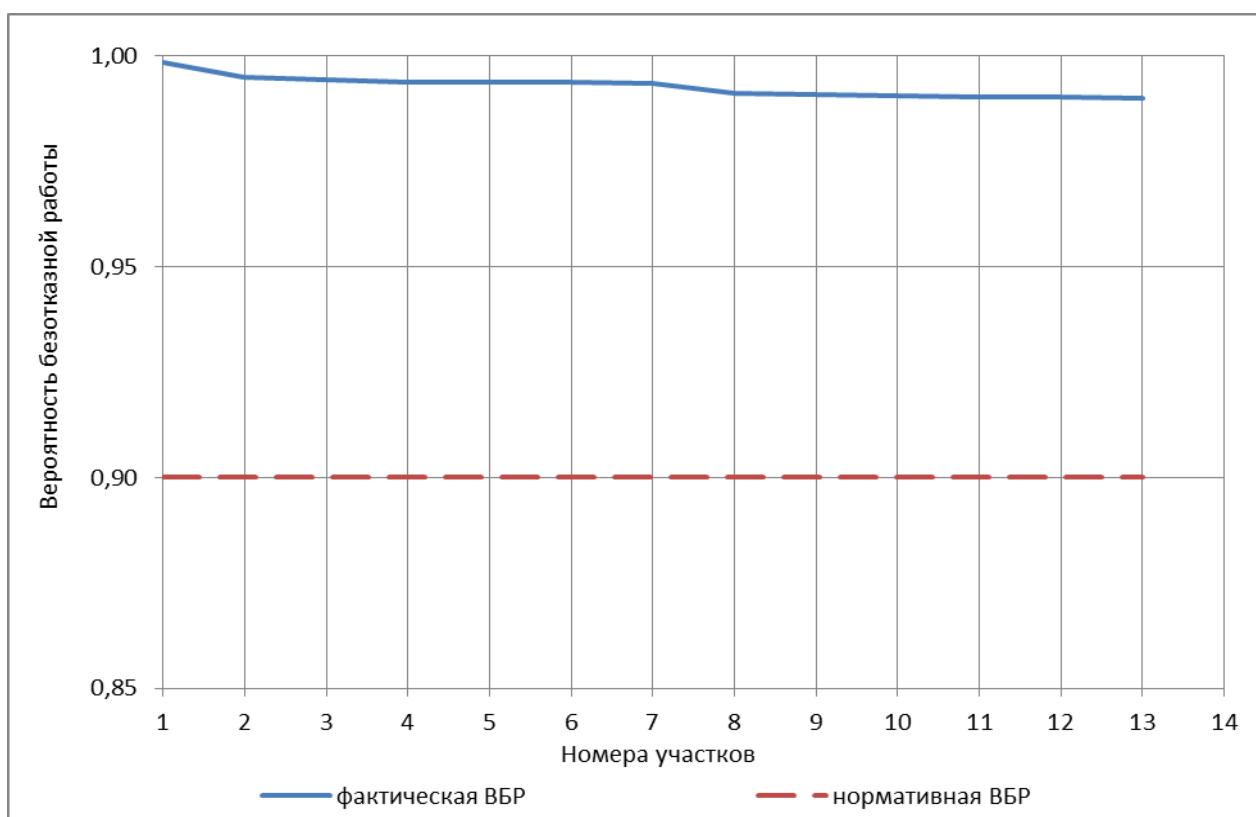


Рисунок 3.21 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.15 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	1988	2	44	6,99E-04	18,7	1,034418	1,034418	0,355433
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	44	2,12E-03	16,8	2,650140	3,684558	0,025108
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	1988	2	44	3,49E-04	16,8	0,436387	4,120944	0,016229
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	1988	2	44	4,15E-04	15,5	0,438681	4,559625	0,010466
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	1988	2	44	7,28E-05	15,5	0,076962	4,636586	0,009691
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	1988	1	44	8,15E-04	5,4	0,001306	4,637893	0,009678
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	1988	2	44	1,46E-04	15,5	0,153923	4,791816	0,008297
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	1988	2	44	1,53E-03	15,5	1,616192	6,408008	0,001648
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	1988	2	44	3,79E-04	14,7	0,345155	6,753163	0,001167
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	1988	2	44	1,82E-04	14,7	0,165940	6,919104	0,000989
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	1988	2	44	1,75E-04	14,4	0,150242	7,069346	0,000851
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	1988	2	44	1,60E-04	14,4	0,137722	7,207067	0,000741
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	1988	2	44	1,09E-04	14,2	0,091149	7,298216	0,000677

Таблица 3.16 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 1-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	2021	2	11	9,60E-07	18,7	0,001421	0,001421	0,998580
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	2021	2	11	2,92E-06	16,8	0,003640	0,005061	0,994952
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	2021	2	11	4,80E-07	16,8	0,000599	0,005660	0,994356
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	2021	2	11	5,70E-07	15,5	0,000602	0,006262	0,993757
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	2021	2	11	1,00E-07	15,5	0,000106	0,006368	0,993652
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	2021	1	11	1,12E-06	5,4	0,000002	0,006370	0,993650
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	2021	2	11	2,00E-07	15,5	0,000211	0,006581	0,993440
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	2021	2	11	2,10E-06	15,5	0,002220	0,008801	0,991238
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	2021	2	11	5,20E-07	14,7	0,000474	0,009275	0,990768
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	2021	2	11	2,50E-07	14,7	0,000228	0,009503	0,990542
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	2021	2	11	2,40E-07	14,4	0,000206	0,009709	0,990338
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	2021	2	11	2,20E-07	14,4	0,000189	0,009898	0,990150
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	2021	2	11	1,50E-07	14,2	0,000125	0,010024	0,990026

### **3.2.8 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2)**

Теплопровод расчетного пути 1-2-2 начинается от котельной мкр. Чкаловский до общественного здания по адресу пер. Музейный, д. 4.

На рисунке 3.22 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-2-2).

В таблице 3.17 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.23 и 3.24 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «узел на в/ч №62681 – ТК-6 (У6а)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-2-2, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.18 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



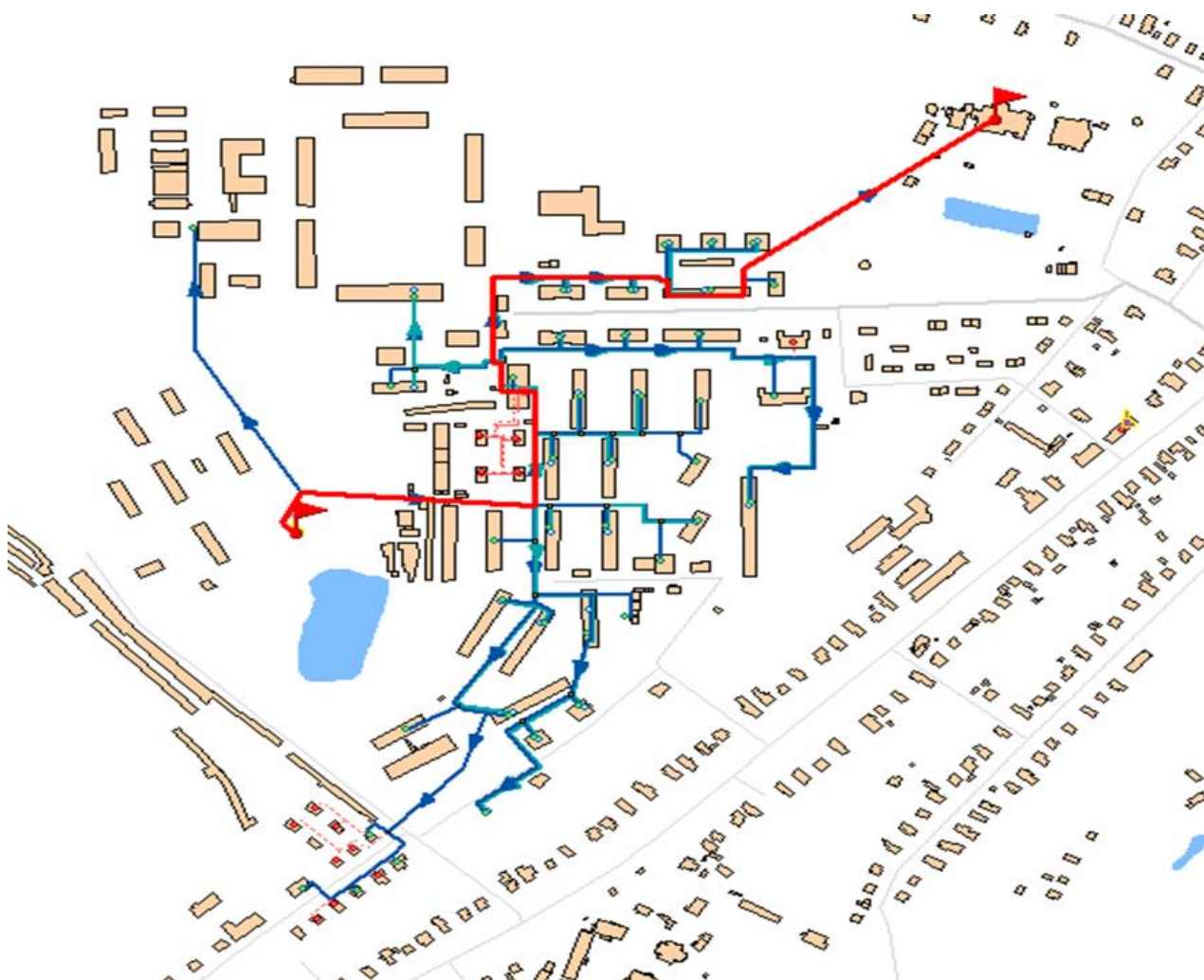


Рисунок 3.22 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2)

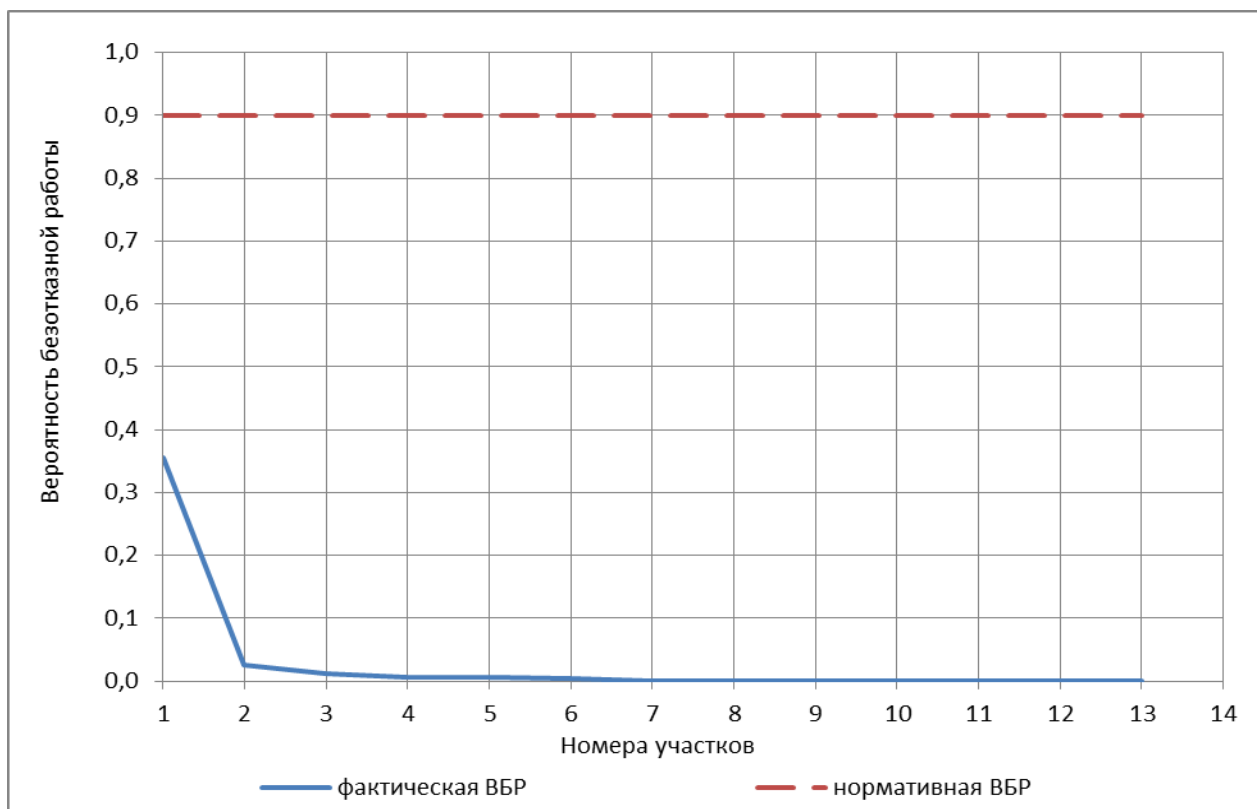


Рисунок 3.23 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

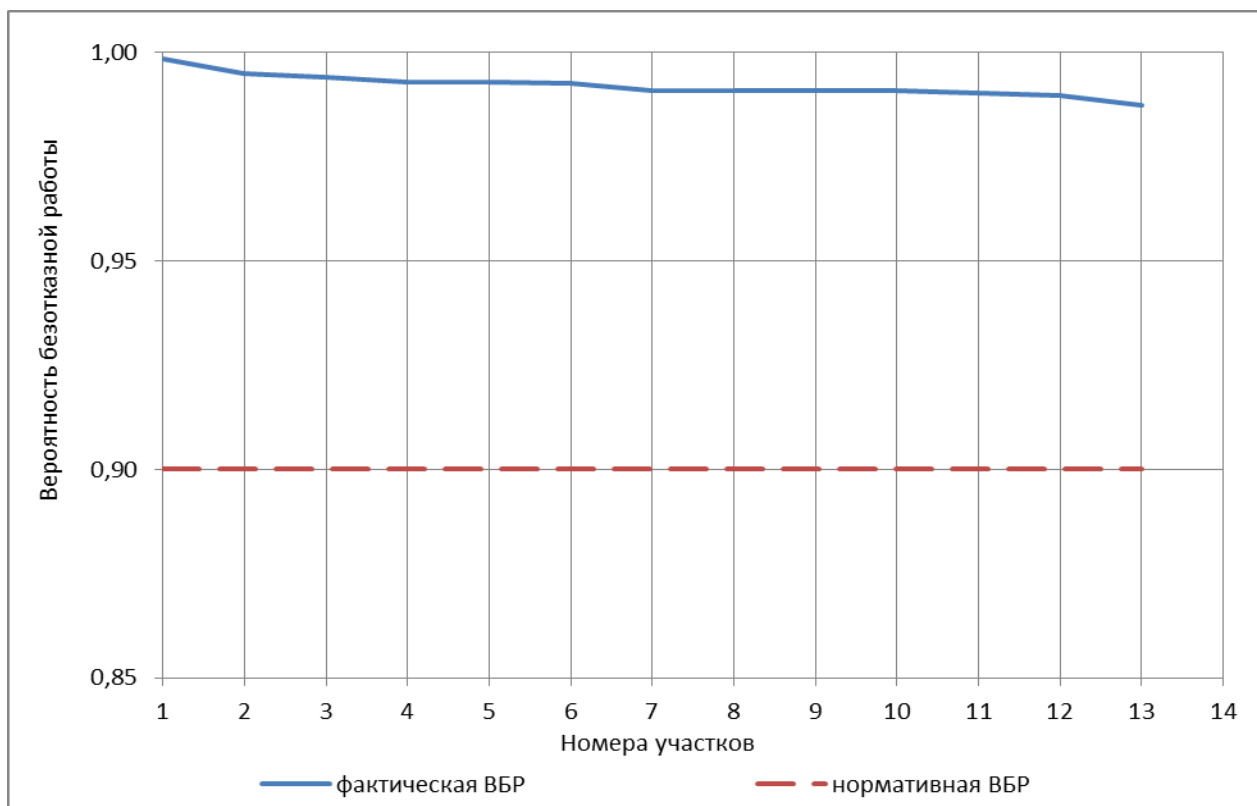


Рисунок 3.24 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.17 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	1988	2	44	6,99E-04	18,7	1,034418	1,034418	0,355433
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	44	2,12E-03	16,8	2,650140	3,684558	0,025108
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	1988	2	44	5,90E-04	16,8	0,736402	4,420960	0,012023
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	1988	2	44	5,72E-04	16,8	0,713674	5,134634	0,005889
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	1988	1	44	7,28E-06	5,8	0,000028	5,134662	0,005889
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	1988	2	44	2,40E-04	16,8	0,300016	5,434678	0,004363
7	У2	Узел	0,2	0,149	1988	2	44	1,08E-03	16,8	1,354617	6,789295	0,001126
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	1988	1	44	4,62E-04	5,5	0,000921	6,790216	0,001125
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	1988	1	44	3,93E-04	5,5	0,000783	6,790999	0,001124
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	1988	1	44	2,40E-04	5,5	0,000479	6,791477	0,001123
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	1988	2	44	4,00E-04	14,8	0,375615	7,167092	0,000772
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	1988	2	44	3,28E-04	14,8	0,307321	7,474413	0,000567
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	1988	2	44	1,87E-03	14,7	1,705864	9,180277	0,000103

Таблица 3.18 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 1-2-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	2021	2	11	9,60E-07	18,7	0,001421	0,001421	0,998580
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	2021	2	11	2,92E-06	16,8	0,003640	0,005061	0,994952
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	2021	2	11	8,10E-07	16,8	0,001011	0,006072	0,993946
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	2021	2	11	7,85E-07	16,8	0,000980	0,007052	0,992973
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	2021	1	11	1,00E-08	5,8	0,000000	0,007052	0,992973
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	2021	2	11	3,30E-07	16,8	0,000412	0,007464	0,992564
7	У2	Узел	0,2	0,149	2021	2	11	1,49E-06	16,8	0,001860	0,009325	0,990719
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	2021	1	11	6,35E-07	5,5	0,000001	0,009326	0,990717
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	2021	1	11	5,40E-07	5,5	0,000001	0,009327	0,990716
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	2021	1	11	3,30E-07	5,5	0,000001	0,009328	0,990716
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	2021	2	11	5,50E-07	14,8	0,000516	0,009844	0,990205
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	2021	2	11	4,50E-07	14,8	0,000422	0,010266	0,989787
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	2021	2	11	2,57E-06	14,7	0,002343	0,012609	0,987471

97



Рисунок 3.25 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1)

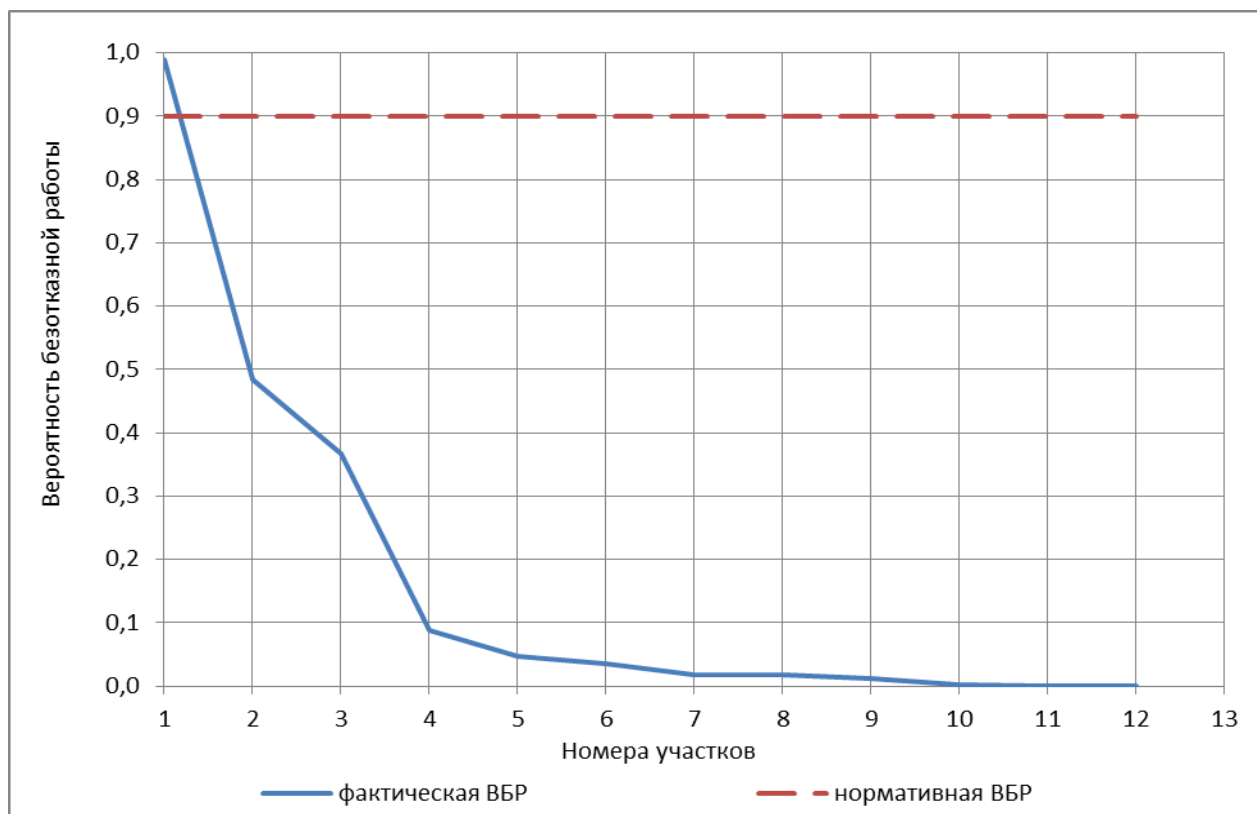


Рисунок 3.26 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

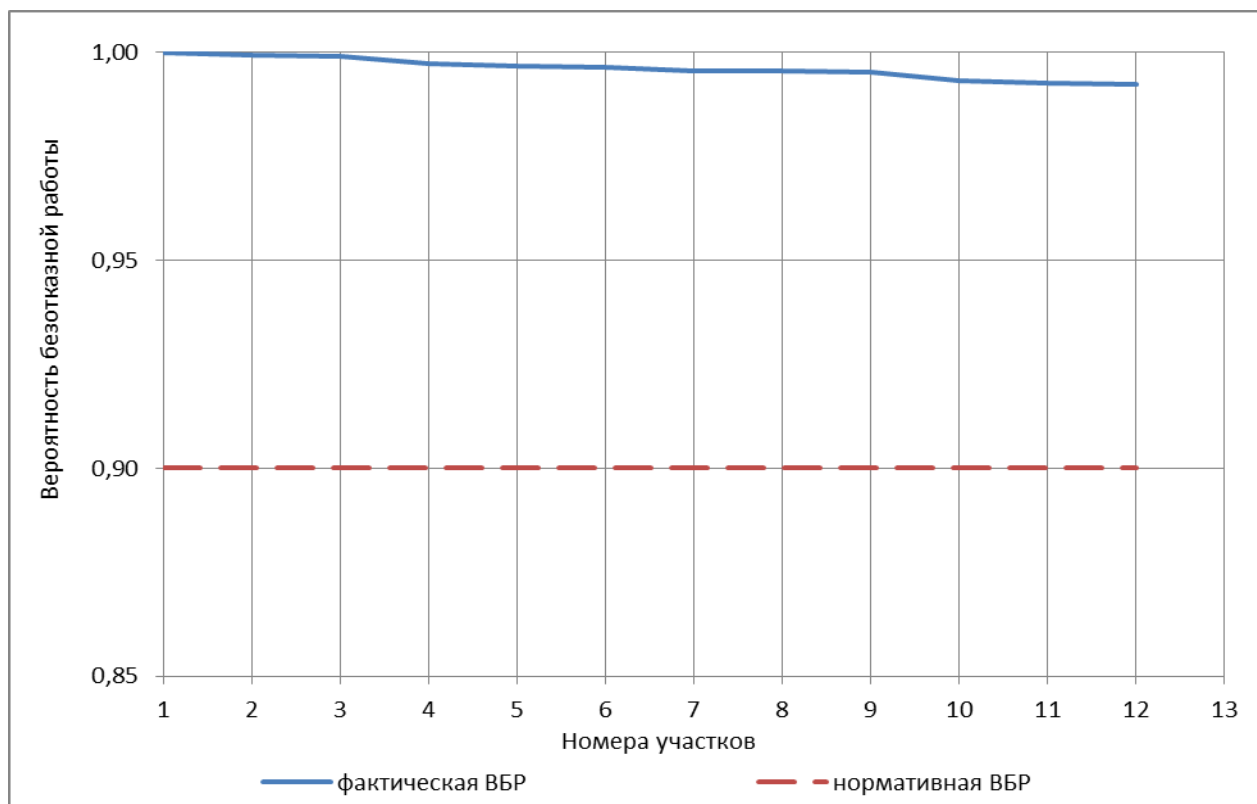


Рисунок 3.27 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.19 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	1988	2	44	9,10E-06	15,9	0,010214	0,010214	0,989838
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	44	6,37E-04	15,9	0,714986	0,725200	0,484228
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	44	2,46E-04	15,9	0,275780	1,000981	0,367519
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	44	1,27E-03	15,9	1,429973	2,430953	0,087953
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	1988	2	44	5,46E-04	15,9	0,612845	3,043799	0,047654
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	1988	2	44	2,73E-04	15,9	0,306423	3,350221	0,035077
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	1988	2	44	5,92E-04	15,9	0,663916	4,014137	0,018059
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	1988	2	44	4,55E-05	15,9	0,051070	4,065208	0,017159
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	1988	2	44	3,64E-04	15,9	0,408564	4,473771	0,011404
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	1988	2	44	1,46E-03	15,9	1,634254	6,108026	0,002225
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	1988	2	44	7,28E-04	14,8	0,682936	6,790961	0,001124
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	1988	2	44	4,10E-04	14,4	0,352130	7,143091	0,000790



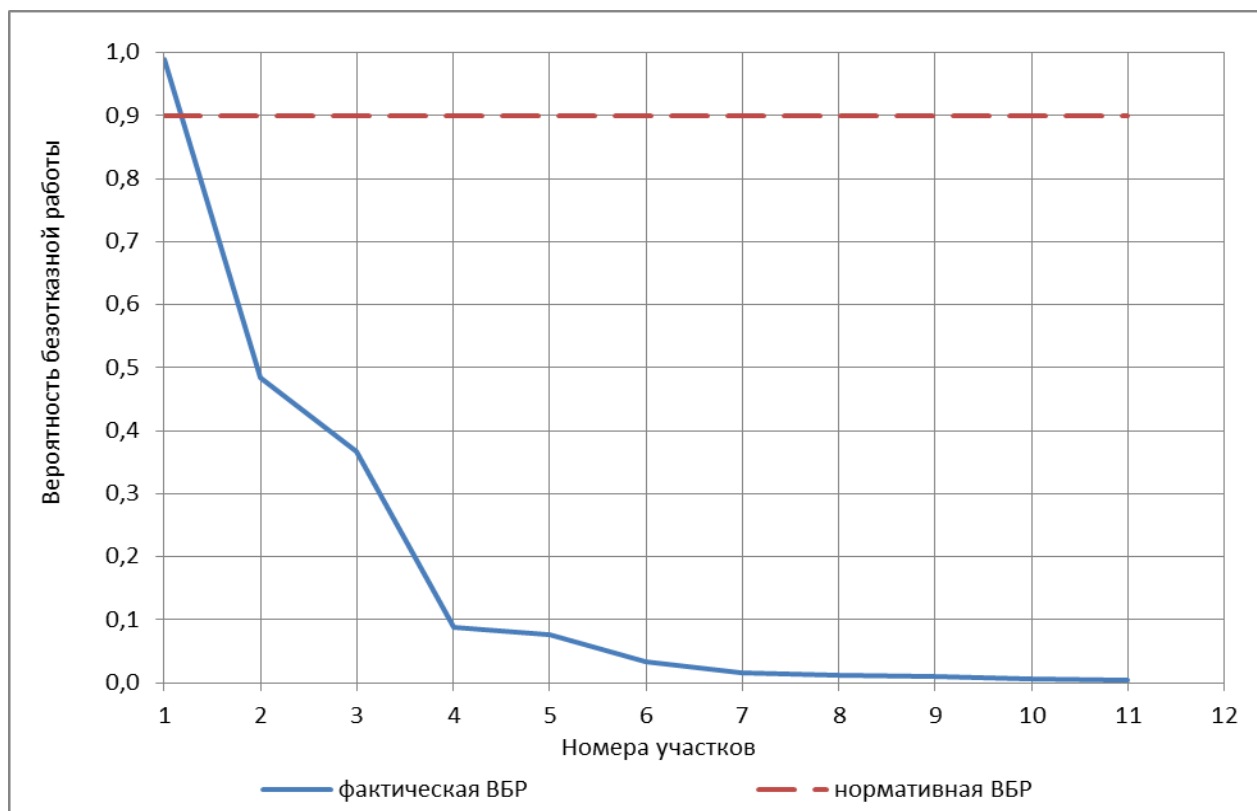
Таблица 3.20 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 1-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	2022	2	10	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	10	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	10	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	10	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	2022	2	10	6,00E-07	15,9	0,000673	0,003344	0,996661
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	2022	2	10	3,00E-07	15,9	0,000337	0,003681	0,996326
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	2022	2	10	6,50E-07	15,9	0,000729	0,004411	0,995599
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	2022	2	10	5,00E-08	15,9	0,000056	0,004467	0,995543
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	2022	2	10	4,00E-07	15,9	0,000449	0,004916	0,995097
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	2022	2	10	1,60E-06	15,9	0,001796	0,006711	0,993311
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	2022	2	10	8,00E-07	14,8	0,000750	0,007462	0,992566
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	2022	2	10	4,50E-07	14,4	0,000387	0,007848	0,992182

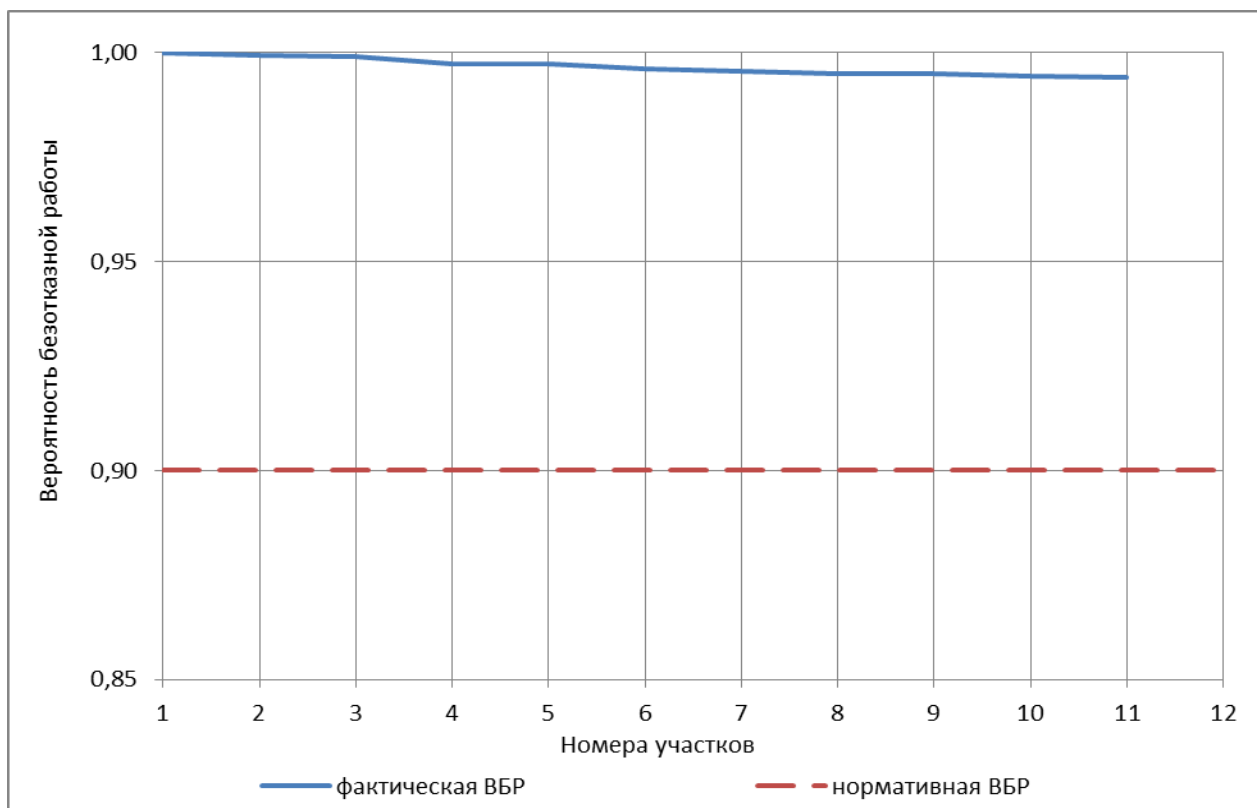
102



Рисунок 3.28 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 1-3-2)



**Рисунок 3.29 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловодов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети**



**Рисунок 3.30 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловодов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети**

Таблица 3.21 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	1988	2	44	9,10E-06	15,9	0,010214	0,010214	0,989838
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	44	6,37E-04	15,9	0,714986	0,725200	0,484228
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	44	2,46E-04	15,9	0,275780	1,000981	0,367519
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	44	1,27E-03	15,9	1,429973	2,430953	0,087953
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	1988	2	44	1,37E-04	15,1	0,135282	2,566235	0,076824
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	1988	2	44	8,65E-04	15,1	0,856787	3,423022	0,032614
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	1988	2	44	8,19E-04	14,7	0,746731	4,169753	0,015456
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	1988	2	44	3,64E-04	14,4	0,313004	4,482757	0,011302
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	1988	2	44	1,82E-04	14,4	0,156502	4,639259	0,009665
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	1988	2	44	4,55E-04	14,4	0,391255	5,030514	0,006535
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	1988	2	44	3,19E-04	14,4	0,273879	5,304393	0,004970

Таблица 3.22 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ИТИП-002719» (расчетный путь 1-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	2022	2	10	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	10	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	10	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	10	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	2022	2	10	1,50E-07	15,1	0,000149	0,002820	0,997184
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	2022	2	10	9,50E-07	15,1	0,000941	0,003761	0,996246
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	2022	2	10	9,00E-07	14,7	0,000820	0,004582	0,995429
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	2022	2	10	4,00E-07	14,4	0,000344	0,004925	0,995087
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	2022	2	10	2,00E-07	14,4	0,000172	0,005097	0,994916
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	2022	2	10	5,00E-07	14,4	0,000430	0,005527	0,994488
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	2022	2	10	3,50E-07	14,4	0,000301	0,005828	0,994189

### **3.2.11 Теплопроводы зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 1-4-1)**

Теплопровод расчетного пути 1-4-1 начинается от котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017».

На рисунке 3.31 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 1-4-1).

В таблице 3.23 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.32 и 3.33 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ), поэтому реконструкции или резервирования участков тепловой сети теплопровода расчетного пути 1-4-1 с точки зрения обеспечения надежности теплоснабжения по состоянию тепловых сетей на 2032 год не требуется.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.24 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



Рисунок 3.31 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 1-4-1)



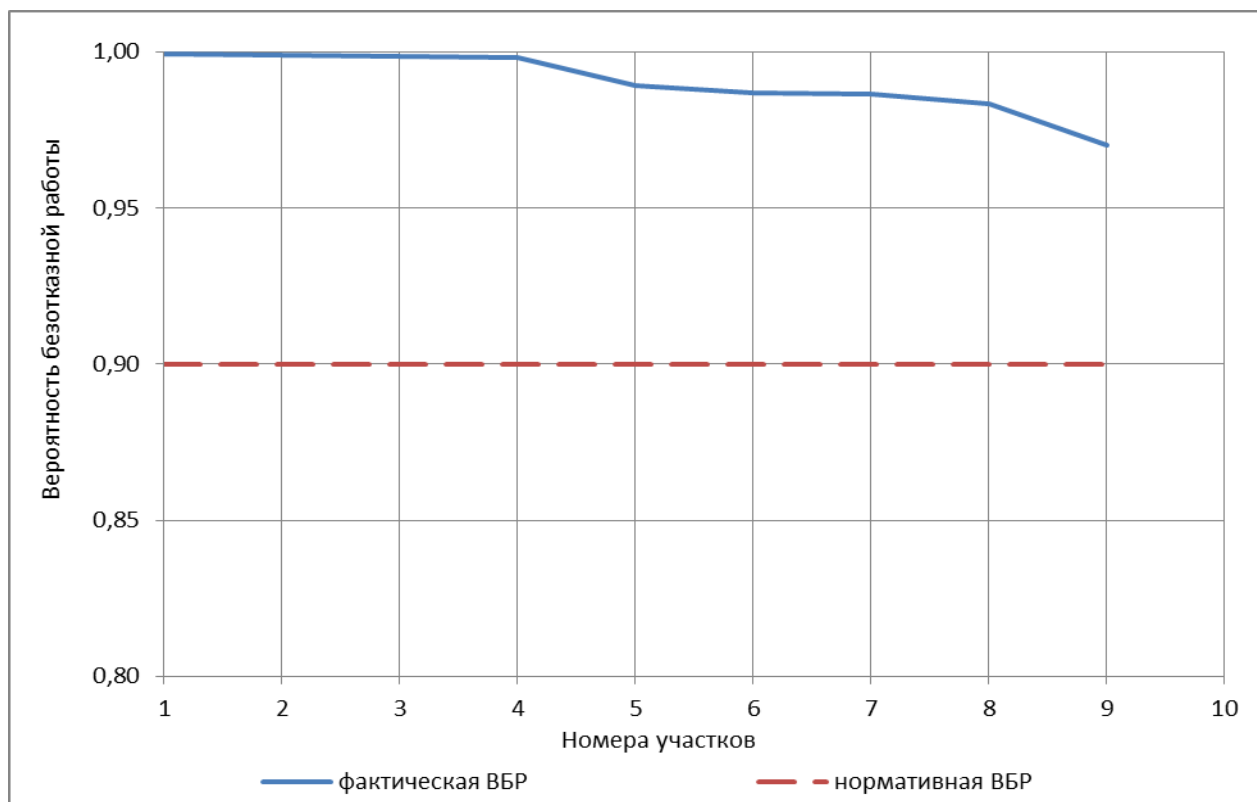


Рисунок 3.32 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП\_42\_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

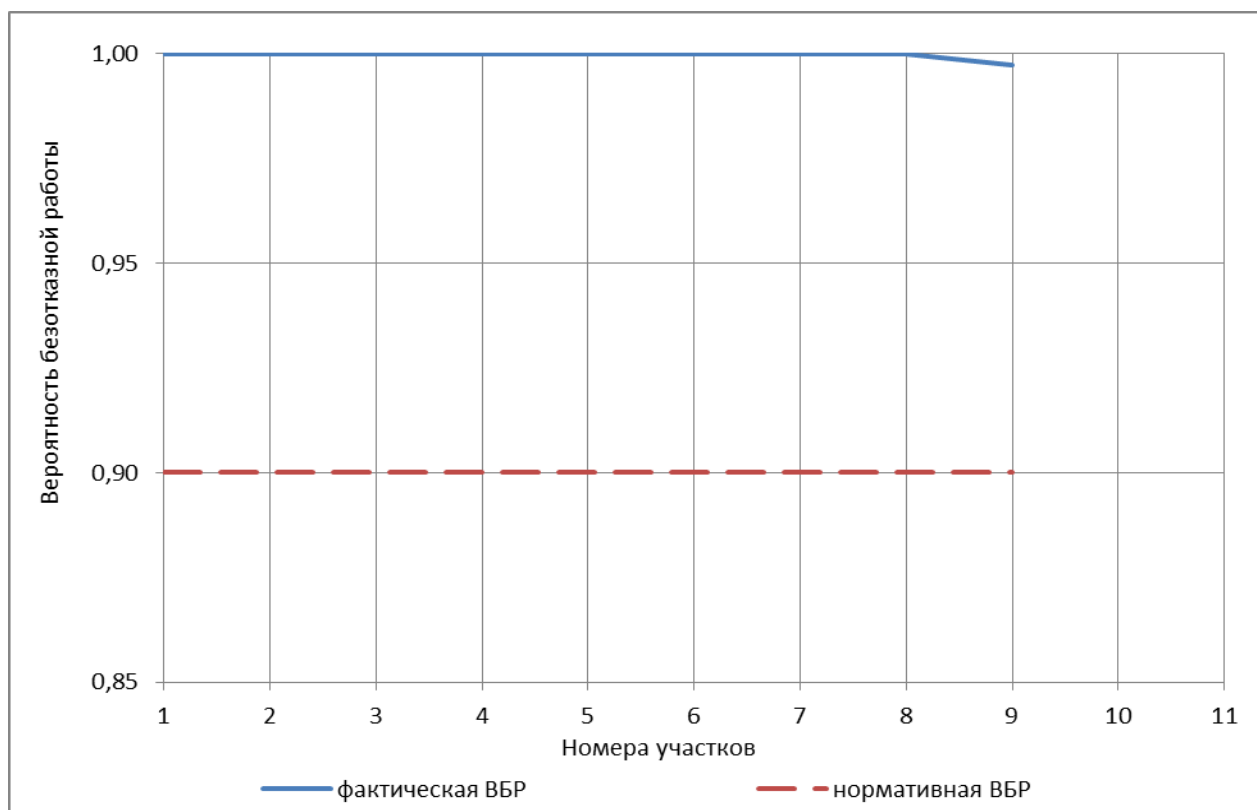


Рисунок 3.33 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП\_42\_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.23 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Молодежный (СО_СВ)	ТК-1	0,2	0,012	1988	1	44	1,09E-04	5,8	0,000421	0,000421	0,999579
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	1988	1	44	2,18E-04	5,5	0,000435	0,000856	0,999145
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	1988	1	44	2,46E-04	5,5	0,000489	0,001345	0,998656
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	1988	1	44	2,09E-04	5,5	0,000417	0,001762	0,998239
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	1988	1	44	2,35E-03	5,8	0,009045	0,010808	0,989251
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	1988	1	44	3,28E-04	6,0	0,002260	0,013068	0,987017
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	1988	1	44	8,19E-05	5,8	0,000316	0,013383	0,986706
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	1988	1	44	4,64E-04	6,0	0,003202	0,016585	0,983552
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	15	1,60E-05	14,4	0,013714	0,030299	0,970156

Таблица 3.24 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 1-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Молодежный (СО_СВ)	ТК-1	0,2	0,012	2021	1	11	1,20E-07	5,8	0,000000	0,000000	1,000000
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	2022	1	10	2,40E-07	5,5	0,000000	0,000001	0,999999
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	2022	1	10	2,70E-07	5,5	0,000001	0,000001	0,999999
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	2021	1	11	2,30E-07	5,5	0,000000	0,000002	0,999998
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	2021	1	11	2,58E-06	5,8	0,000010	0,000012	0,999988
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	2021	1	11	3,60E-07	6,0	0,000002	0,000014	0,999986
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	2021	1	11	9,00E-08	5,8	0,000000	0,000015	0,999985
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	2021	1	11	5,10E-07	6,0	0,000004	0,000018	0,999982
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	15	3,19E-06	14,4	0,002743	0,002761	0,997243

### **3.2.12 Теплопроводы зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1)**

Теплопровод расчетного пути 1-5-1 начинается от котельной ул. Московская, д. 15 до общественного здания по адресу ул. Московская, д. 15».

На рисунке 3.34 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-5-1).

В таблице 3.25 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.35 и 3.36 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «Котельная по ул. Московская, 15 – ТК-1).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-5-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.26 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

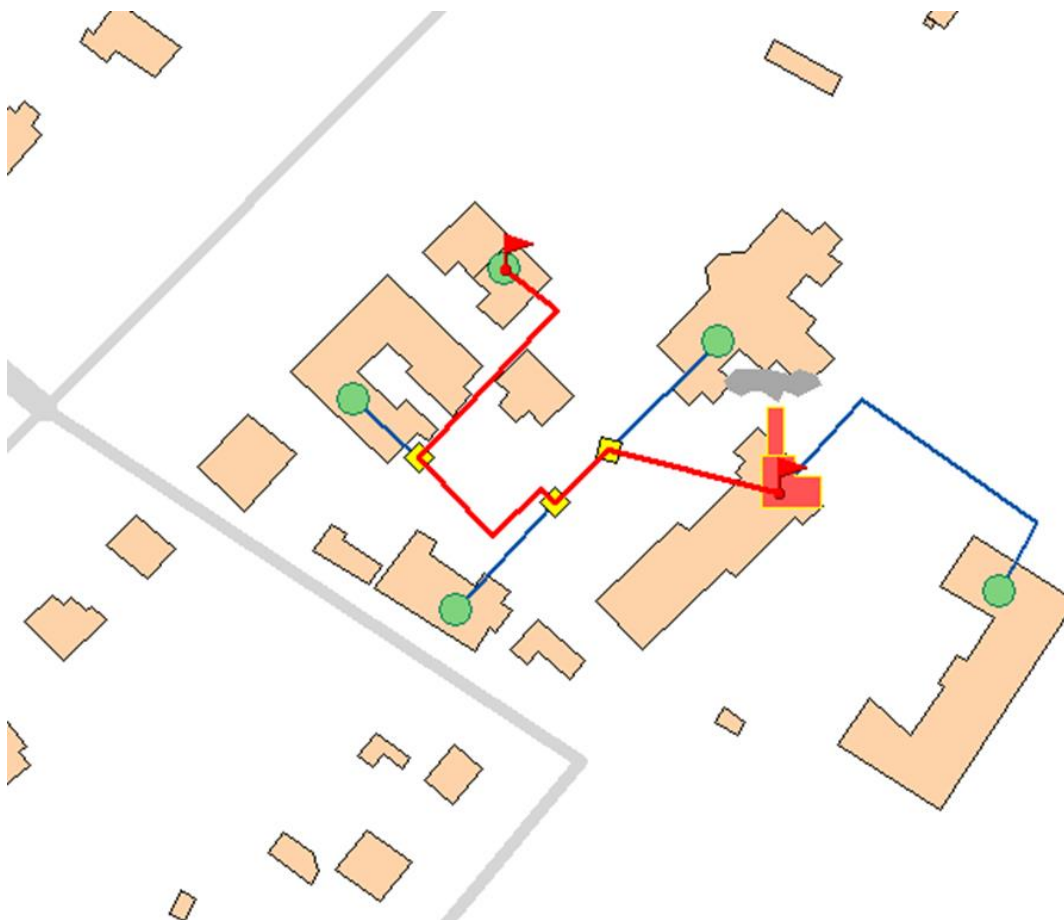


Рисунок 3.34 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1)

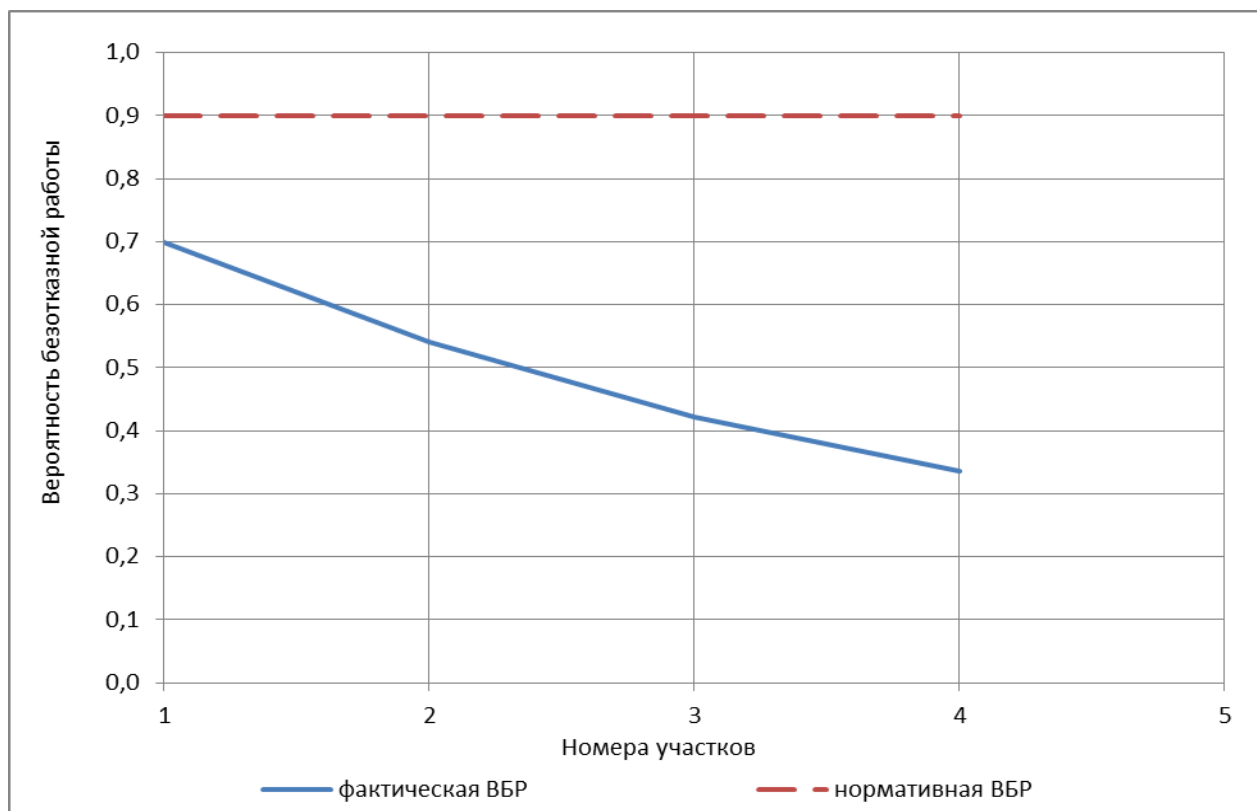


Рисунок 3.35 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

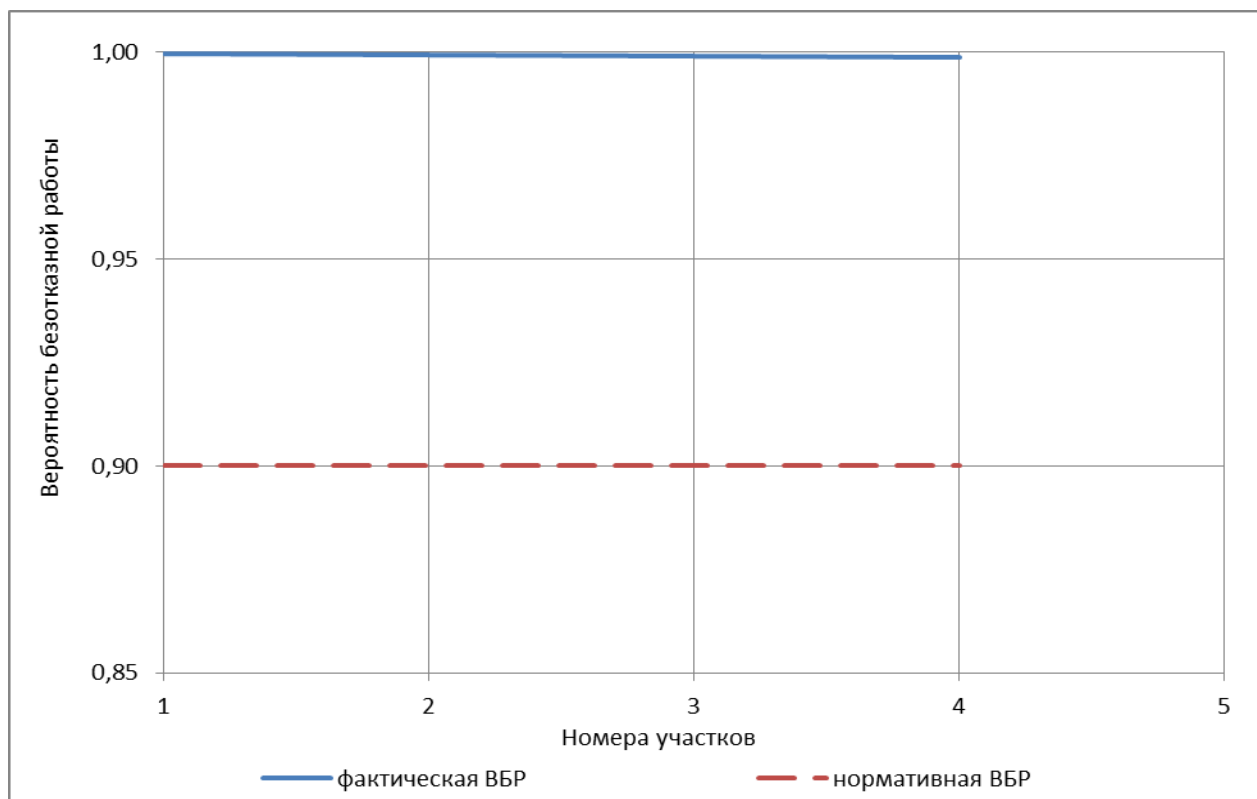


Рисунок 3.36 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.25 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Московская, 15	ТК-1	0,08	0,042	1988	2	44	3,82E-04	14,8	0,358541	0,358541	0,698695
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	1988	2	44	2,73E-04	14,8	0,256101	0,614642	0,540834
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	1988	2	44	2,73E-04	14,7	0,248910	0,863552	0,421662
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	1988	2	44	2,64E-04	14,4	0,226928	1,090480	0,336055

Таблица 3.26 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 1-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Московская, 15	ТК-1	0,08	0,042	2022	2	10	4,20E-07	14,8	0,000394	0,000394	0,999606
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	2022	2	10	3,00E-07	14,8	0,000281	0,000675	0,999325
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	2022	2	10	3,00E-07	14,7	0,000273	0,000949	0,999052
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	2022	2	10	2,90E-07	14,4	0,000249	0,001198	0,998803



### **3.2.13 Теплопроводы зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1)**

Теплопровод расчетного пути 1-6-1 начинается от котельной ул. Зеленая до общественного здания по адресу ул. Кардовского, д. 53А.

На рисунке 3.37 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 1-6-1).

В таблице 3.27 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.38 и 3.39 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «ТК-1 – Кардовского ул., 53А»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 1-6-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.28 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

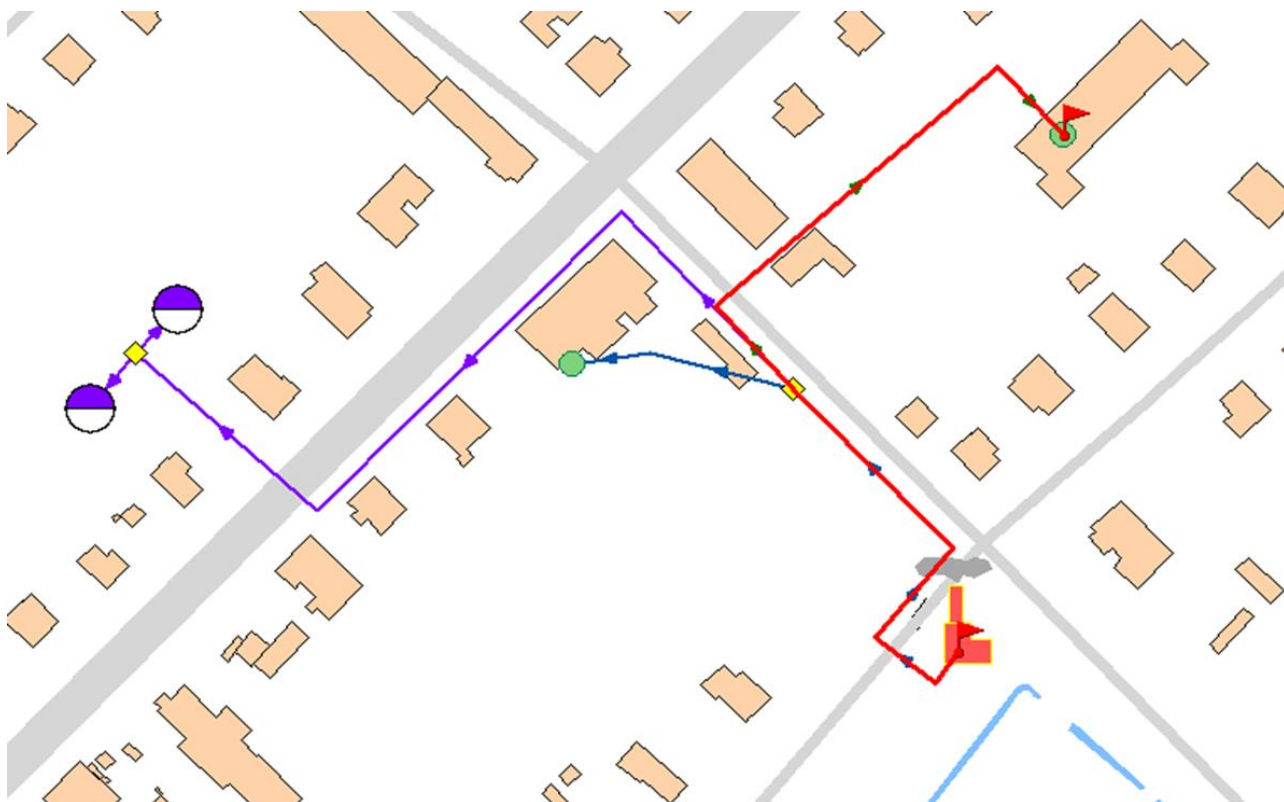


Рисунок 3.37 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1)

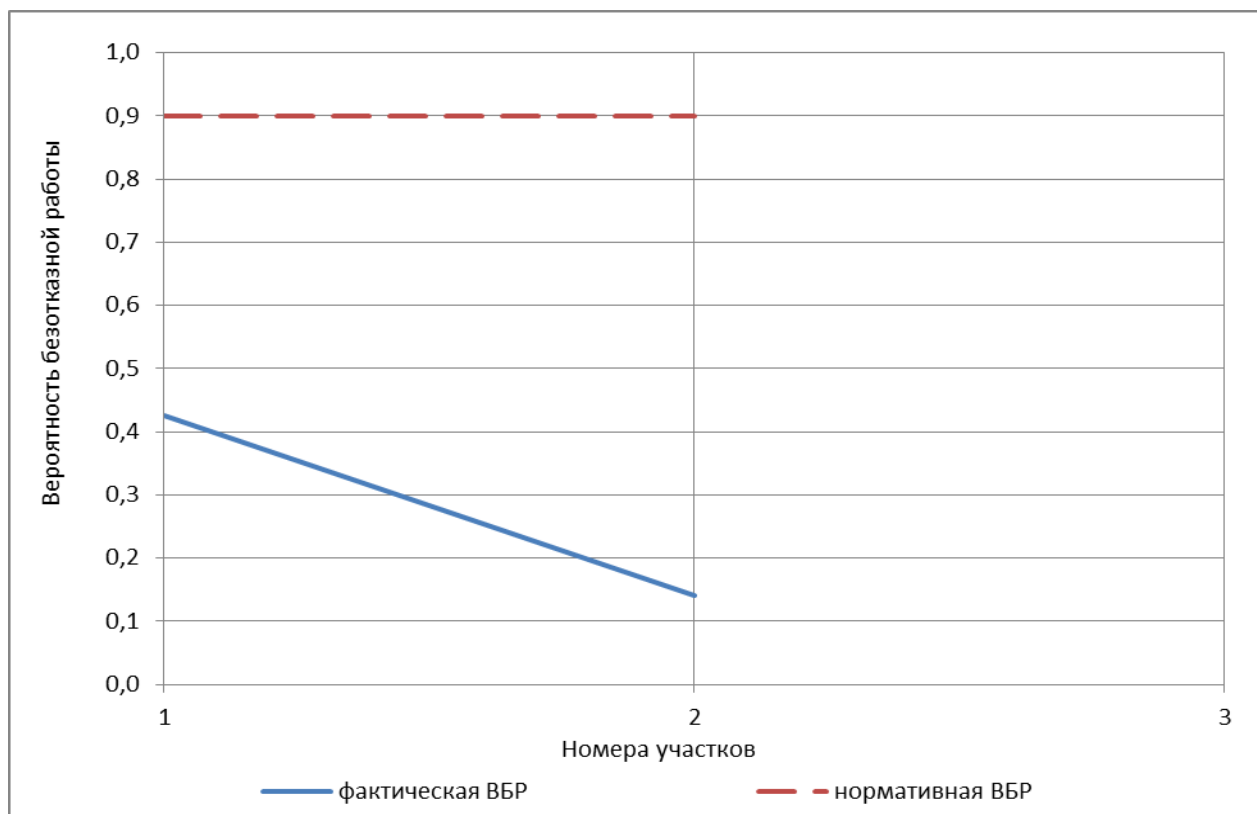


Рисунок 3.38 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

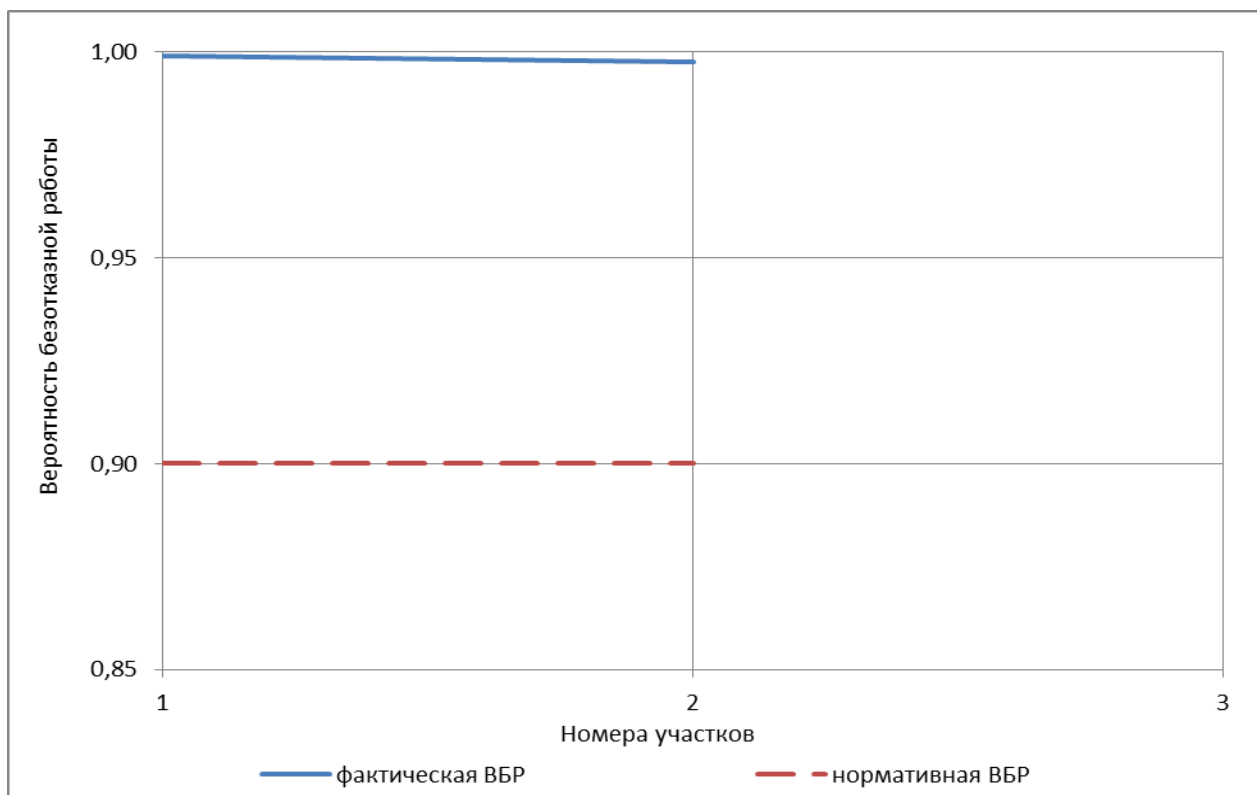


Рисунок 3.39 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.27 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Зеленая	ТК-1	0,08	0,1	1988	2	44	9,10E-04	14,8	0,853670	0,853670	0,425849
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,032	0,15	1988	2	44	1,37E-03	14,1	1,112597	1,966267	0,139978

Таблица 3.28 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 1-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Зеленая	ТК-1	0,08	0,1	2022	2	10	1,00E-06	14,8	0,000938	0,000938	0,999062
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,08	0,15	2018	2	14	1,50E-06	14,8	0,001407	0,002345	0,997658

### **3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей для варианта №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области**

В соответствии с концепцией, принятой в варианте №2 и осуществляемой в 2017-2019 годах, развитие схемы теплоснабжения планируется осуществить на основе переключения всех внешних потребителей ООО «ПЭК» на вновь строящиеся котельные. В связи с этим проведен расчет ВБР конечных потребителей ООО «ПЭК» согласно расчетным путям варианта №2 (см. таблицу 3.2).

#### **3.3.1 Теплопроводы зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП\_5\_2018\_ОТ» (расчетный путь 2-1-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-1-1 начинается от Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП\_5\_2018\_ОТ».

На рисунке 3.40 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-1-1).

В таблице 3.29 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.41 и 3.42 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых участках тепловой сети с большими значениями протяженности и диаметра (например, участка «ТК-Энергокомплекс – ТК-ГРЭС-1»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-1-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с истечением эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.30 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



Рисунок 3.40 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 5; 6 мкр. до конечного перспективного потребителя «ПП\_5\_2018\_ОТ» (расчетный путь 2-1-1)

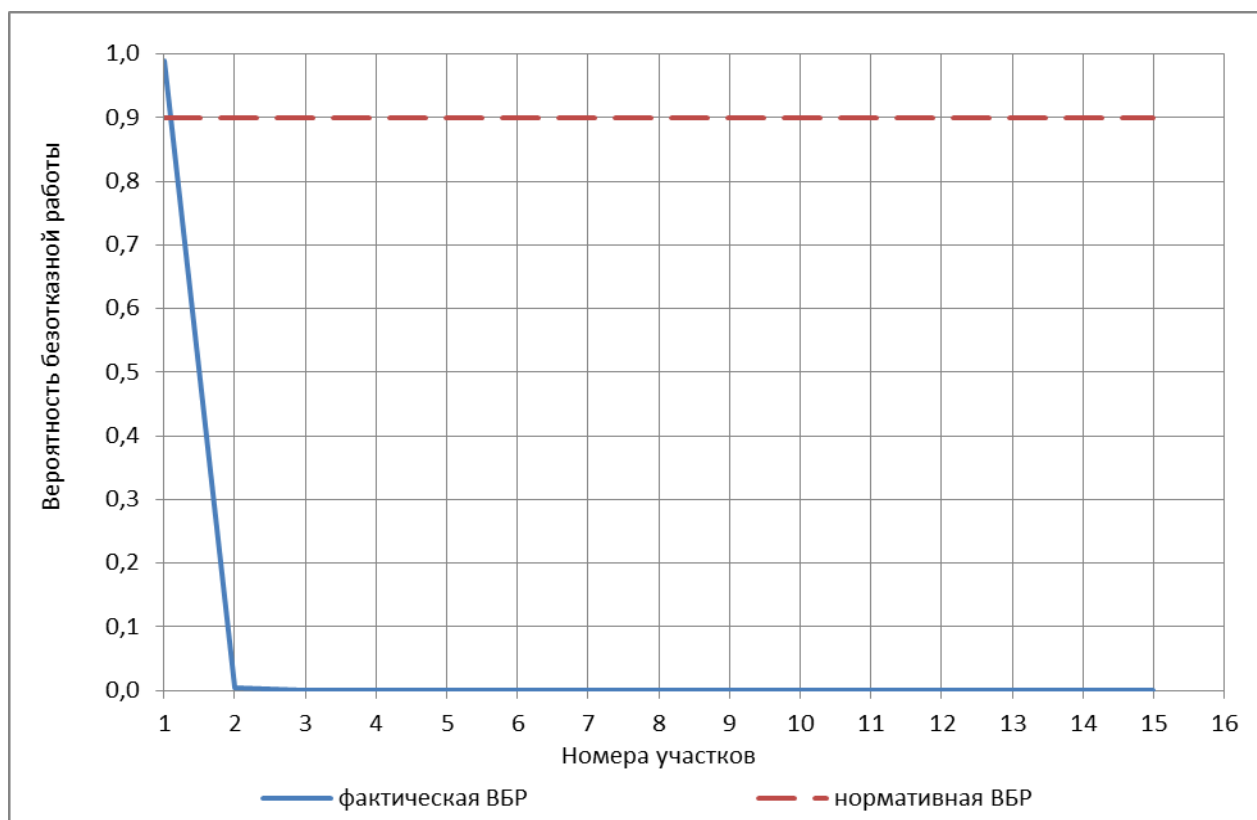


Рисунок 3.41 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП\_5\_2018\_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

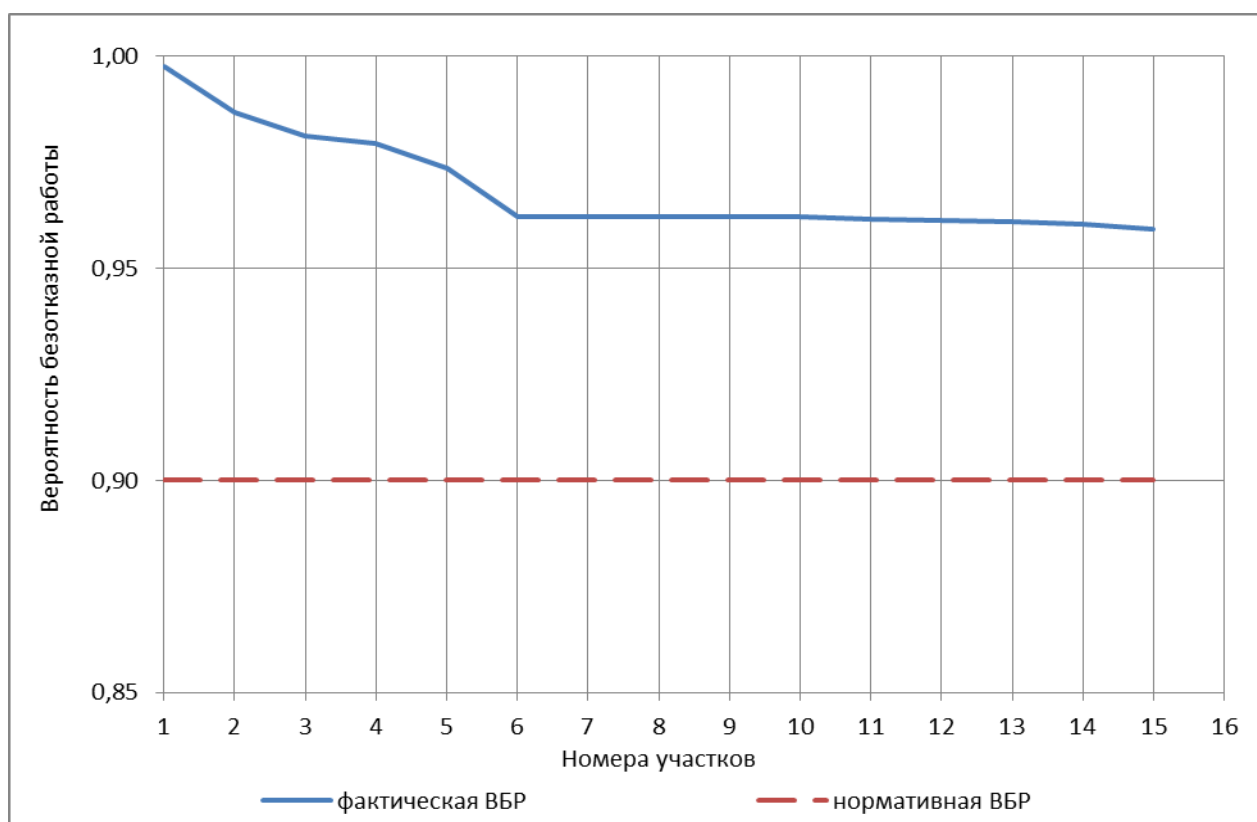


Рисунок 3.42 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП\_5\_2018\_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети



Таблица 3.29 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП\_5\_2018\_ОТ» (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная 5; 6 мкр.	ТК-10	0,5	0,1239	2019	2	13	4,96E-06	22,8	0,010091	0,010091	0,989960
2	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	1988	2	44	2,82E-03	22,8	5,735502	5,745593	0,003197
3	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	1975	2	57	6,57E+00	22,8	13375,32	13381,06	0,000000
4	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	1975	2	57	2,25E+00	22,8	4588,61	17969,67	0,000000
5	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	1975	2	57	7,99E+00	20,7	13973,51	31943,18	0,000000
6	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	1975	2	57	1,61E+01	20,7	28198,79	60141,98	0,000000
7	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	1987	1	45	1,69E-03	6,2	0,016613	60141,99	0,000000
8	1	2	0,25	0,447	1987	1	45	4,99E-03	6,0	0,034408	60142,03	0,000000
9	2	ЦТП-6	0,2	0,017	1987	1	45	1,90E-04	5,8	0,000731	60142,03	0,000000
10	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	1987	1	45	1,12E-05	5,8	0,000043	60142,03	0,000000
11	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	1987	2	45	7,36E-04	15,9	0,826500	60142,85	0,000000
12	ТК-6/2	Уз-ТК-6/2	0,1	0,017	1997	2	35	7,14E-06	15,1	0,007078	60142,86	0,000000
13	Уз-ТК-6/2	ТК-ПП_4_2017	0,125	0,0303	2017	2	15	1,21E-06	15,5	0,001280	60142,86	0,000000
14	ТК-ПП_4_2017	ТК-ПП_5_2018	0,1	0,0639	2018	2	14	2,55E-06	15,1	0,002532	60142,87	0,000000
15	ТК-ПП_5_2018	ПП_5_2018_ОТ	0,08	0,1272	2018	2	14	5,09E-06	14,8	0,004771	60142,87	0,000000

Таблица 3.30 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП\_5\_2018\_ОТ» (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная 5; 6 мкр.	ТК-10	0,5	0,1239	2019	2	13	1,24E-06	22,8	0,002523	0,002523	0,997480
2	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	2030	2	2	5,34E-06	22,8	0,010869	0,013391	0,986698
3	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	2019	2	13	2,74E-06	22,8	0,005577	0,018969	0,981210
4	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	2019	2	13	9,40E-07	22,8	0,001913	0,020882	0,979335
5	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	2019	2	13	3,33E-06	20,7	0,005827	0,026709	0,973645
6	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	2019	2	13	6,72E-06	20,7	0,011758	0,038467	0,962263
7	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	2020	1	12	1,52E-06	6,2	0,000015	0,038482	0,962249
8	1	2	0,25	0,447	2020	1	12	4,47E-06	6,0	0,000031	0,038513	0,962219
9	2	ЦТП-6	0,2	0,017	2020	1	12	1,70E-07	5,8	0,000001	0,038513	0,962219
10	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	2020	1	12	1,00E-08	5,8	0,000000	0,038513	0,962219
11	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	2020	2	12	6,60E-07	15,9	0,000741	0,039254	0,961506
12	ТК-6/2	Уз-ТК-6/2	0,1	0,017	2023	2	9	1,70E-07	15,1	0,000168	0,039423	0,961344
13	Уз-ТК-6/2	ТК-ПП_4_2017	0,125	0,0303	2017	2	15	3,03E-07	15,5	0,000320	0,039743	0,961037
14	ТК-ПП_4_2017	ТК-ПП_5_2018	0,1	0,0639	2018	2	14	6,39E-07	15,1	0,000633	0,040376	0,960429
15	ТК-ПП_5_2018	ПП_5_2018_ОТ	0,08	0,1272	2018	2	14	1,27E-06	14,8	0,001193	0,041568	0,959284

### **3.3.2 Теплопроводы зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-2-1 начинается от Новой котельной 4 мкр. до жилого дома по адресу ул. Строителей, д. 38.

На рисунке 3.43 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-2-1).

В таблице 3.31 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.44 и 3.45 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых участках тепловой сети с большими значениями протяженности и диаметра (например, участка «ТК-11М/6 – ТК-11М/5»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-2-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.32 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

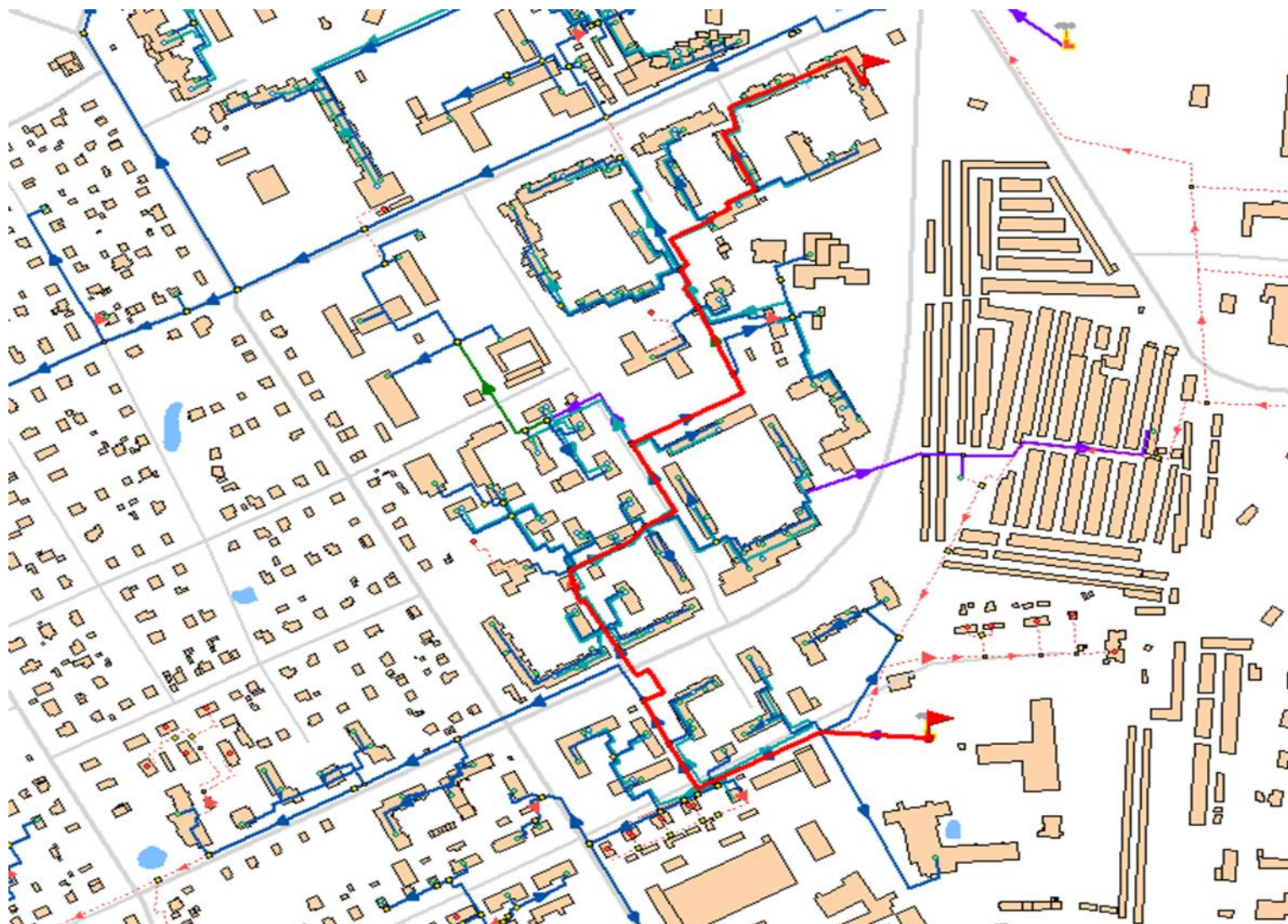


Рисунок 3.43 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 4 мкр. до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1)

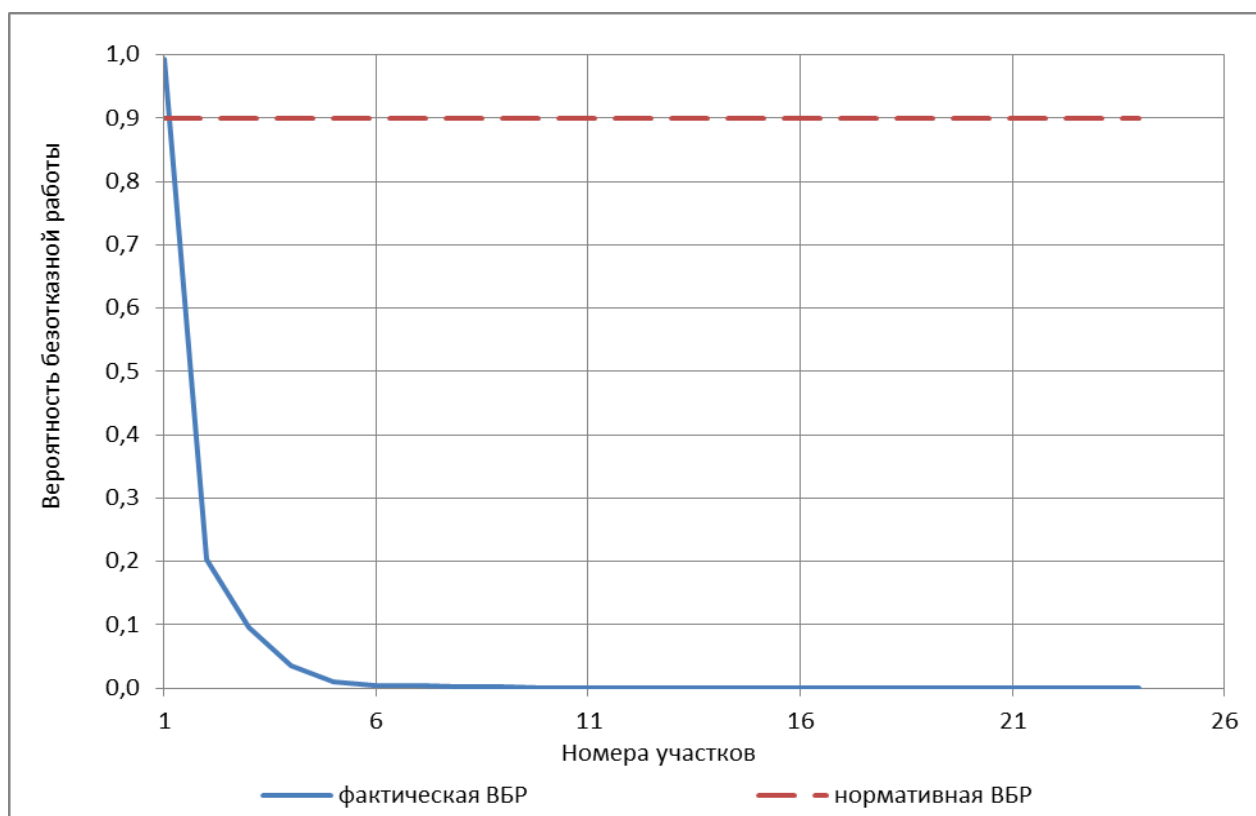


Рисунок 3.44 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

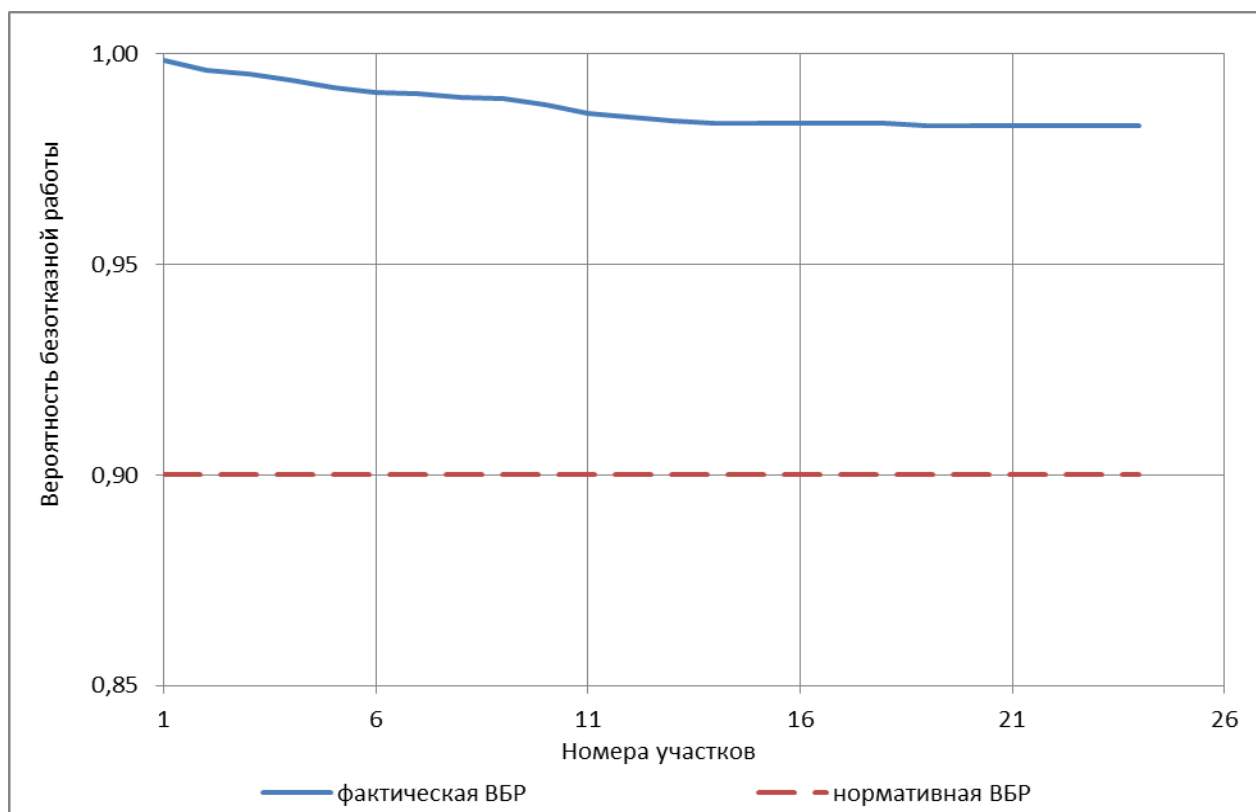


Рисунок 3.45 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.31 – Результаты расчета ВБР тепловых сетей зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная 4 мкр.	3//12(ТК-2М)	0,4	0,0939	2018	2	14	3,75E-06	20,7	0,006570	0,006570	0,993452
2	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	1988	2	44	7,79E-04	22,8	1,585785	1,592355	0,203446
3	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	1988	2	44	3,71E-04	22,8	0,755841	2,348196	0,095541
4	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	3,355984	0,034875
5	3//15(ТК-6М)	ТК-11М/11	0,4	0,1045	1988	2	44	7,61E-04	20,7	1,331326	4,687310	0,009211
6	ТК-11М/11	ЦТП-7	0,4	0,072	1988	2	44	5,24E-04	20,7	0,917277	5,604588	0,003681
7	ЦТП-7	ТК-11М/10	0,2	0,01	1988	2	44	7,28E-05	16,8	0,090914	5,695502	0,003361
8	ТК-11М/10	ТК-11М/9	0,3	0,053	1988	2	44	3,86E-04	18,7	0,571085	6,266586	0,001899
9	ТК-11М/9	ТК-11М/8	0,3	0,024	1988	2	44	1,75E-04	18,7	0,258604	6,525191	0,001466
10	ТК-11М/8	ТК-11М/7	0,3	0,115	1988	2	44	8,37E-04	18,7	1,239146	7,764337	0,000425
11	ТК-11М/7	ТК-11М/6	0,3	0,139	1988	2	44	1,01E-03	18,7	1,50	9,26	0,000095
12	ТК-11М/6	ТК-11М/5	0,2	0,063	1979	2	53	6,35E-02	16,8	79,30	88,56	0,000000
13	ТК-11М/5	ТК-11М/4	0,3	0,05	1979	2	53	5,04E-02	18,7	74,59	163,16	0,000000
14	ТК-11М/4	У11М/4-9	0,15	0,063	1988	2	44	4,59E-04	15,9	0,51	163,67	0,000000
15	У11М/4-9	ТК-5/2	0,15	0,026	1988	1	44	1,89E-04	5,5	0,00	163,67	0,000000
16	ТК-5/2	У-5/2-1	0,1	0,01	1988	2	44	7,28E-05	15,1	0,07	163,74	0,000000
17	У-5/2-1	У-5/2-1-1	0,1	0,028	1988	1	44	2,04E-04	5,3	0,00	163,74	0,000000
18	У-5/2-1-1	У-5/2-2	0,1	0,036	1988	1	44	2,62E-04	5,3	0,000318	163,74	0,000000

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	У-5/2-2	У-5/2-3	0,1	0,0383	1988	2	44	2,79E-04	15,1	0,276336	164,02	0,000000
20	У-5/2-3	1	0,1	0,025	1988	1	44	1,82E-04	5,3	0,000221	164,02	0,000000
21	1	2	0,1	0,018	1988	1	44	1,31E-04	5,3	0,000159	164,02	0,000000
22	2	У-5/2-4	0,1	0,0153	1988	2	44	1,11E-04	15,1	0,110390	164,13	0,000000
23	У-5/2-4	3	0,1	0,036	1988	1	44	2,62E-04	5,3	0,000318	164,13	0,000000
24	3	Строителей ул., 38	0,07	0,055	1988	1	44	4,00E-04	5,2	0,000301	164,13	0,000000

Таблица 3.32 – Результаты расчета ВБР тепловых сетей зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная 4 мкр.	3//12(ТК-2М)	0,4	0,0939	2018	2	14	9,39E-07	20,7	0,001642	0,001642	0,998359
2	3//12(ТК-2М)	3//13(ТК-3М)	0,5	0,107	2027	2	5	1,07E-06	22,8	0,002178	0,003820	0,996187
3	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	2027	2	5	5,10E-07	22,8	0,001038	0,004859	0,995153
4	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	2027	2	5	6,80E-07	22,8	0,001384	0,006243	0,993777
5	3//15(ТК-6М)	ТК-11М/11	0,4	0,1045	2027	2	5	1,05E-06	20,7	0,001828	0,008071	0,991961
6	ТК-11М/11	ЦТП-7	0,4	0,072	2027	2	5	7,20E-07	20,7	0,001260	0,009331	0,990712
7	ЦТП-7	ТК-11М/10	0,2	0,01	2027	2	5	1,00E-07	16,8	0,000125	0,009456	0,990589
8	ТК-11М/10	ТК-11М/9	0,3	0,053	2027	2	5	5,30E-07	18,7	0,000784	0,010240	0,989812
9	ТК-11М/9	ТК-11М/8	0,3	0,024	2028	2	4	2,40E-07	18,7	0,000355	0,010595	0,989461
10	ТК-11М/8	ТК-11М/7	0,3	0,115	2028	2	4	1,15E-06	18,7	0,001702	0,012297	0,987778
11	ТК-11М/7	ТК-11М/6	0,3	0,139	2028	2	4	1,39E-06	18,7	0,002057	0,014354	0,985748
12	ТК-11М/6	ТК-11М/5	0,2	0,063	2019	2	13	6,30E-07	16,8	0,000787	0,015141	0,984973
13	ТК-11М/5	ТК-11М/4	0,3	0,05	2019	2	13	5,00E-07	18,7	0,000740	0,015881	0,984244
14	ТК-11М/4	У11М/4-9	0,15	0,063	2028	2	4	6,30E-07	15,9	0,000707	0,016588	0,983549
15	У11М/4-9	ТК-5/2	0,15	0,026	2018	1	14	2,60E-07	5,5	0,000001	0,016588	0,983548
16	ТК-5/2	У-5/2-1	0,1	0,01	2028	2	4	1,00E-07	15,1	0,000099	0,016688	0,983451
17	У-5/2-1	У-5/2-1-1	0,1	0,028	2028	1	4	2,80E-07	5,3	0,000000	0,016688	0,983451
18	У-5/2-1-1	У-5/2-2	0,1	0,036	2028	1	4	3,60E-07	5,3	0,000000	0,016688	0,983450



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	У-5/2-2	У-5/2-3	0,1	0,0383	2028	2	4	3,83E-07	15,1	0,000380	0,017068	0,983077
20	У-5/2-3	1	0,1	0,025	2028	1	4	2,50E-07	5,3	0,000000	0,017068	0,983077
21	1	2	0,1	0,018	2027	1	5	1,80E-07	5,3	0,000000	0,017068	0,983076
22	2	У-5/2-4	0,1	0,0153	2028	2	4	1,53E-07	15,1	0,000152	0,017220	0,982927
23	У-5/2-4	3	0,1	0,036	2028	1	4	3,60E-07	5,3	0,000000	0,017220	0,982927
24	3	Строителей ул., 38	0,07	0,055	2027	1	5	5,50E-07	5,2	0,000000	0,017221	0,982927

### **3.3.3 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-3-1 начинается от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до жилого дома по адресу ул. Вокзальная, д. 33.

На рисунке 3.46 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-3-1).

В таблице 3.33 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.47 и 3.48 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых участках тепловой сети с большими значениями протяженности и диаметра (например, участка «3/6-11-1 – Павильон»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-3-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.34 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

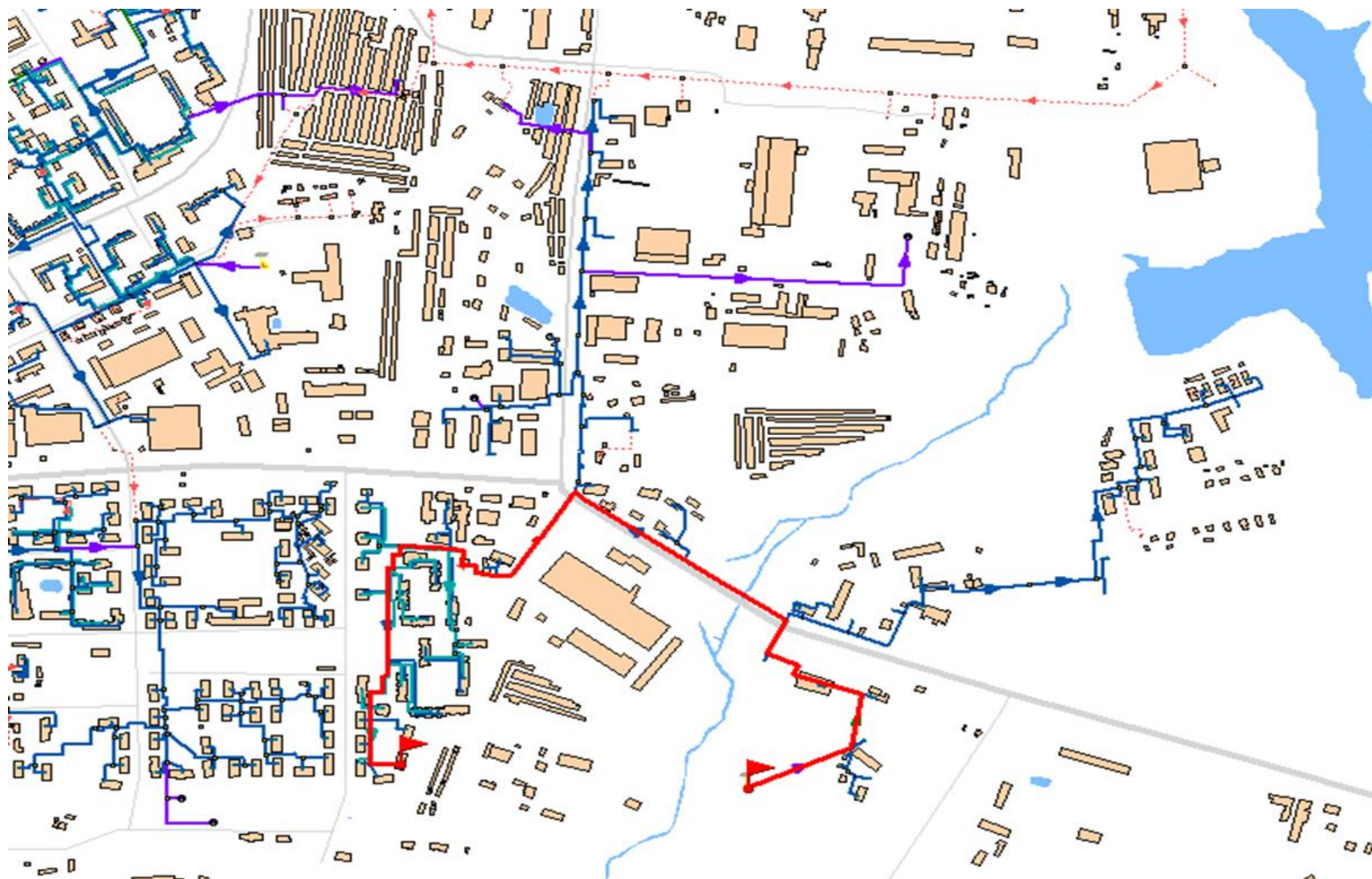


Рисунок 3.46 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)

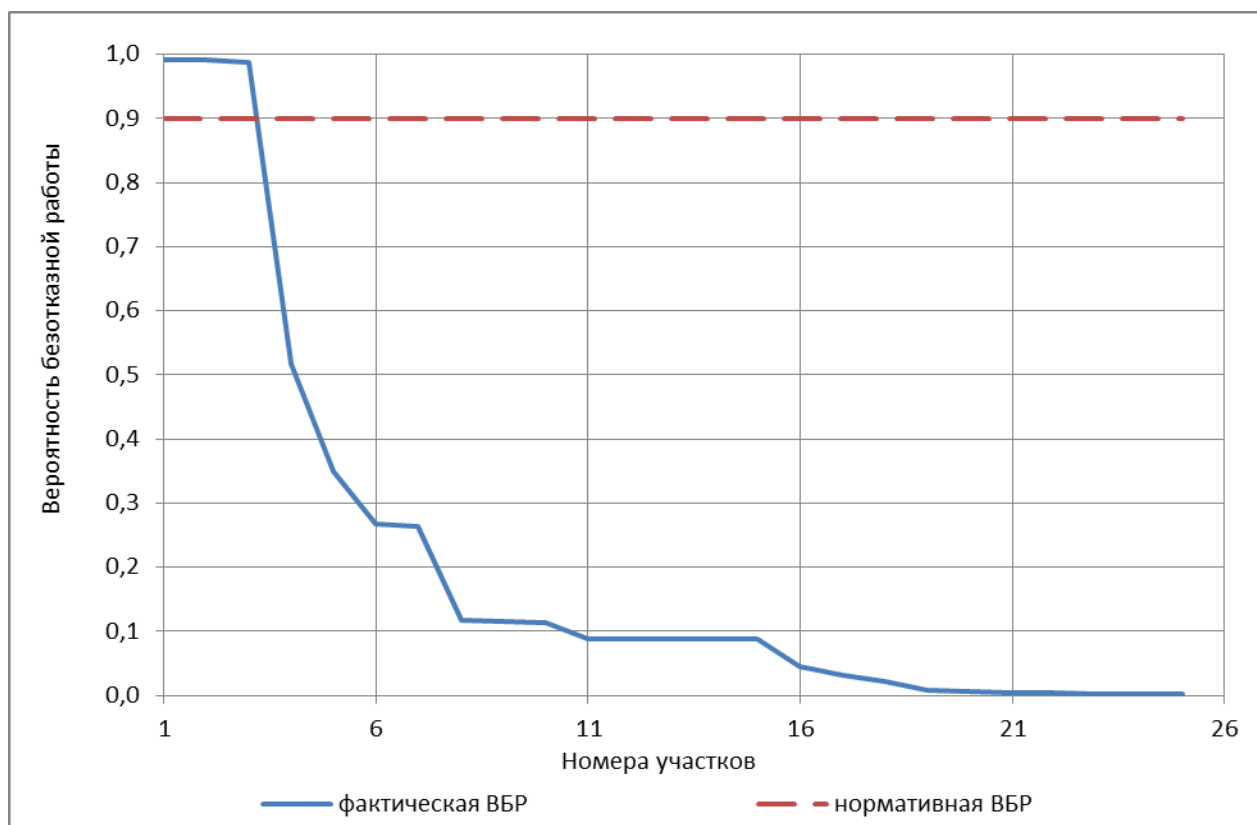


Рисунок 3.47 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) тепловодов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

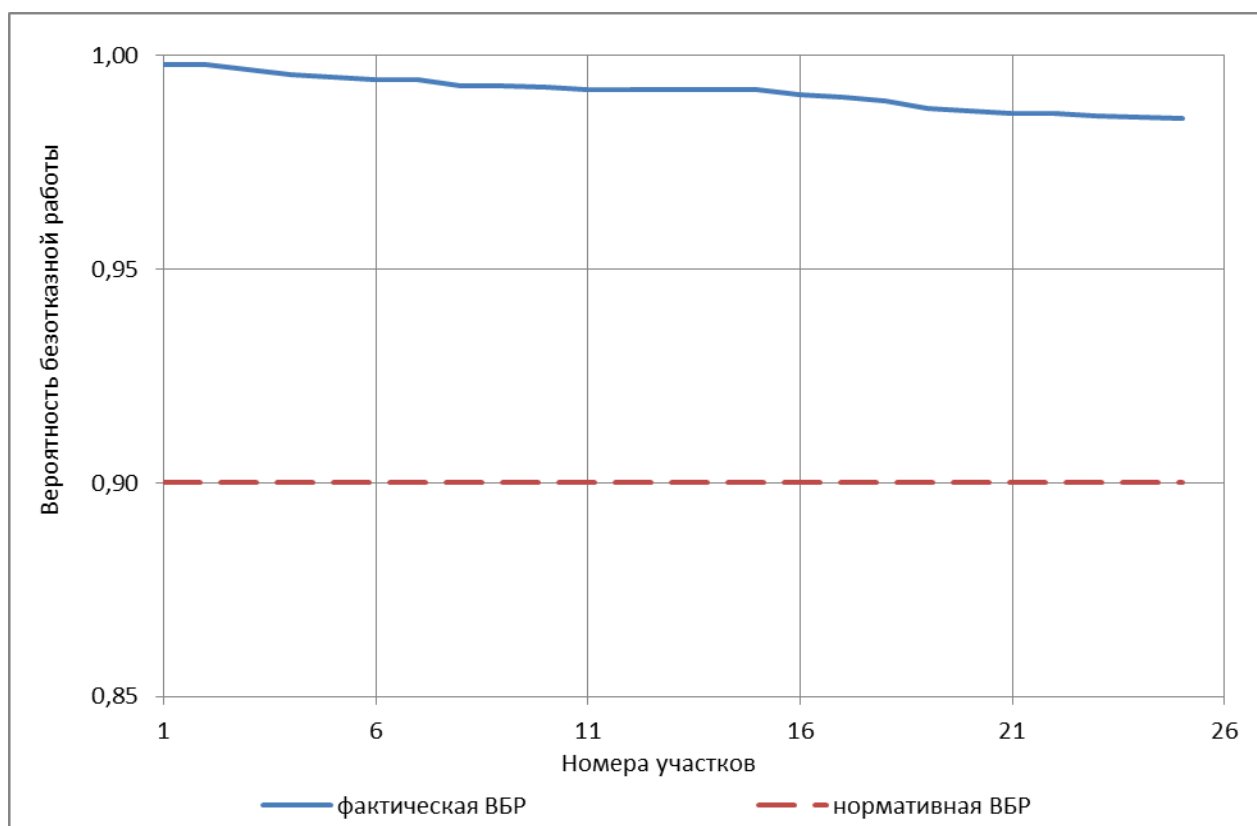


Рисунок 3.48 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) тепловодов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.33 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная по ул. Свободы, 98 (Брембола)	3/6-11-46	0,25	0,1605	2017	2	15	6,42E-06	17,7	0,008783	0,008783	0,991255
2	3/6-11-46	3/6-11-45	0,2	0,052	2018	1	14	2,08E-06	5,8	0,000008	0,008791	0,991247
3	3/6-11-45	3/6-11-44	0,2	0,081	2018	2	14	3,24E-06	16,8	0,004046	0,012837	0,987245
4	3/6-11-44	3/6-11-42	0,2	0,071	1988	2	44	5,17E-04	16,8	0,645489	0,658325	0,517718
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	1988	2	44	3,13E-04	16,8	0,390930	1,049255	0,350199
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	1988	2	44	2,18E-04	16,8	0,272742	1,321997	0,266602
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	1988	1	44	7,86E-04	6,2	0,007728	1,329724	0,264550
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-СЗ)	0,3	0,0755	1988	2	44	5,50E-04	18,7	0,813526	2,143251	0,117273
9	3/6-11-2 (ТК-СЗ)	3/6-11-1	0,4	0,077	1988	1	44	5,61E-04	6,7	0,012518	2,155768	0,115814
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	1988	1	44	1,29E-03	6,7	0,028693	2,184462	0,112538
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	1988	2	44	1,67E-04	18,7	0,25	2,43	0,087835
12	3/6--10 (ТК-106)	3/6--13	0,2	0,024	2016	1	16	9,60E-07	5,8	0,00	2,43	0,087835
13	3/6--13	3/6--14(ТК-132/14)	0,25	0,178	2016	1	16	7,12E-06	6,0	0,00	2,43	0,087831
14	3/6--14(ТК-132/14)	ЦТП №10 "132кв	0,25	0,0545	1988	1	44	3,97E-04	6,0	0,00	2,44	0,087591
15	ЦТП №10 "132кв	ТК-132/1	0,2	0,042	1988	1	44	3,06E-04	5,8	0,00	2,44	0,087488
16	ТК-132/1	ТК-132/2	0,2	0,073	1988	2	44	5,32E-04	16,8	0,66	3,10	0,045052
17	ТК-132/2	ТК-132/4	0,15	0,0455	1988	2	44	3,31E-04	15,9	0,37	3,47	0,031063

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	ТК-132/4	ТК-132/5	0,15	0,0468	1988	2	44	3,41E-04	15,9	0,382416	3,85	0,021192
19	ТК-132/5	ТК-132/6	0,15	0,125	1988	2	44	9,10E-04	15,9	1,021409	4,88	0,007631
20	ТК-132/6	ТК-132/7	0,15	0,029	1988	2	44	2,11E-04	15,9	0,236967	5,11	0,006021
21	ТК-132/7	ТК-132/8	0,125	0,04	1988	2	44	2,91E-04	15,5	0,307846	5,42	0,004426
22	ТК-132/8	ТК-132/9	0,07	0,02	1988	2	44	1,46E-04	14,7	0,132752	5,55	0,003875
23	ТК-132/9	ТК-132/10	0,1	0,038	1988	2	44	2,77E-04	15,1	0,274172	5,83	0,002946
24	ТК-132/10	ТК-132/11	0,1	0,036	1997	2	35	1,51E-05	15,1	0,014990	5,84	0,002902
25	ТК-132/11	Вокзальная ул., 33	0,05	0,023	1988	2	44	1,67E-04	14,4	0,143982	5,99	0,002513

Таблица 3.34 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная по ул. Свободы, 98 (Брембола)	3/6-11-46	0,25	0,1605	2017	2	15	1,61E-06	17,7	0,002196	0,002196	0,997807
2	3/6-11-46	3/6-11-45	0,2	0,052	2018	1	14	5,20E-07	5,8	0,000002	0,002198	0,997805
3	3/6-11-45	3/6-11-44	0,2	0,081	2018	2	14	8,10E-07	16,8	0,001011	0,003209	0,996796
4	3/6-11-44	3/6-11-42	0,2	0,071	2030	2	2	9,80E-07	16,8	0,001223	0,004432	0,995577
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	2030	2	2	5,93E-07	16,8	0,000741	0,005173	0,994840
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	2030	2	2	4,14E-07	16,8	0,000517	0,005690	0,994326
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	2030	1	2	1,49E-06	6,2	0,000015	0,005705	0,994312
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	2030	2	2	1,04E-06	18,7	0,001542	0,007246	0,992780
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	2030	1	2	1,06E-06	6,7	0,000024	0,007270	0,992756
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	2031	1	1	2,80E-06	6,7	0,000062	0,007332	0,992694
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	2031	2	1	3,65E-07	18,7	0,000539	0,007872	0,992159
12	3/6--10 (ТК-106)	3/6--13	0,2	0,024	2016	1	16	2,40E-07	5,8	0,000001	0,007873	0,992158
13	3/6--13	3/6--14(ТК-132/14)	0,25	0,178	2016	1	16	1,78E-06	6,0	0,000012	0,007885	0,992146
14	3/6--14(ТК-132/14)	ЦТП №10 "132кв	0,25	0,0545	2030	1	2	7,52E-07	6,0	0,000005	0,007890	0,992141
15	ЦТП №10 "132кв	ТК-132/1	0,2	0,042	2030	1	2	5,79E-07	5,8	0,000002	0,007893	0,992139
16	ТК-132/1	ТК-132/2	0,2	0,073	2030	2	2	1,01E-06	16,8	0,001258	0,009150	0,990892
17	ТК-132/2	ТК-132/4	0,15	0,0455	2030	2	2	6,28E-07	15,9	0,000705	0,009855	0,990194

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	ТК-132/4	ТК-132/5	0,15	0,0468	2030	2	2	6,46E-07	15,9	0,000725	0,010579	0,989476
19	ТК-132/5	ТК-132/6	0,15	0,125	2030	2	2	1,72E-06	15,9	0,001936	0,012515	0,987563
20	ТК-132/6	ТК-132/7	0,15	0,029	2030	2	2	4,00E-07	15,9	0,000449	0,012964	0,987120
21	ТК-132/7	ТК-132/8	0,125	0,04	2030	2	2	5,52E-07	15,5	0,000583	0,013547	0,986544
22	ТК-132/8	ТК-132/9	0,07	0,02	2018	2	14	2,00E-07	14,7	0,000182	0,013730	0,986364
23	ТК-132/9	ТК-132/10	0,1	0,038	2030	2	2	5,24E-07	15,1	0,000520	0,014249	0,985852
24	ТК-132/10	ТК-132/11	0,1	0,036	2023	2	9	3,60E-07	15,1	0,000357	0,014606	0,985500
25	ТК-132/11	Вокзальная ул., 33	0,05	0,023	2030	2	2	3,17E-07	14,4	0,000273	0,014879	0,985231



### **3.3.4 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2)**

Теплопровод расчетного пути 2-3-2 начинается от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка».

На рисунке 3.49 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-3-2).

В таблице 3.35 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.50 и 3.51 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых участках тепловой сети с большими значениями протяженности и диаметра (например, участка «3/6-11-1 – Павильон»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-3-2, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.36 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

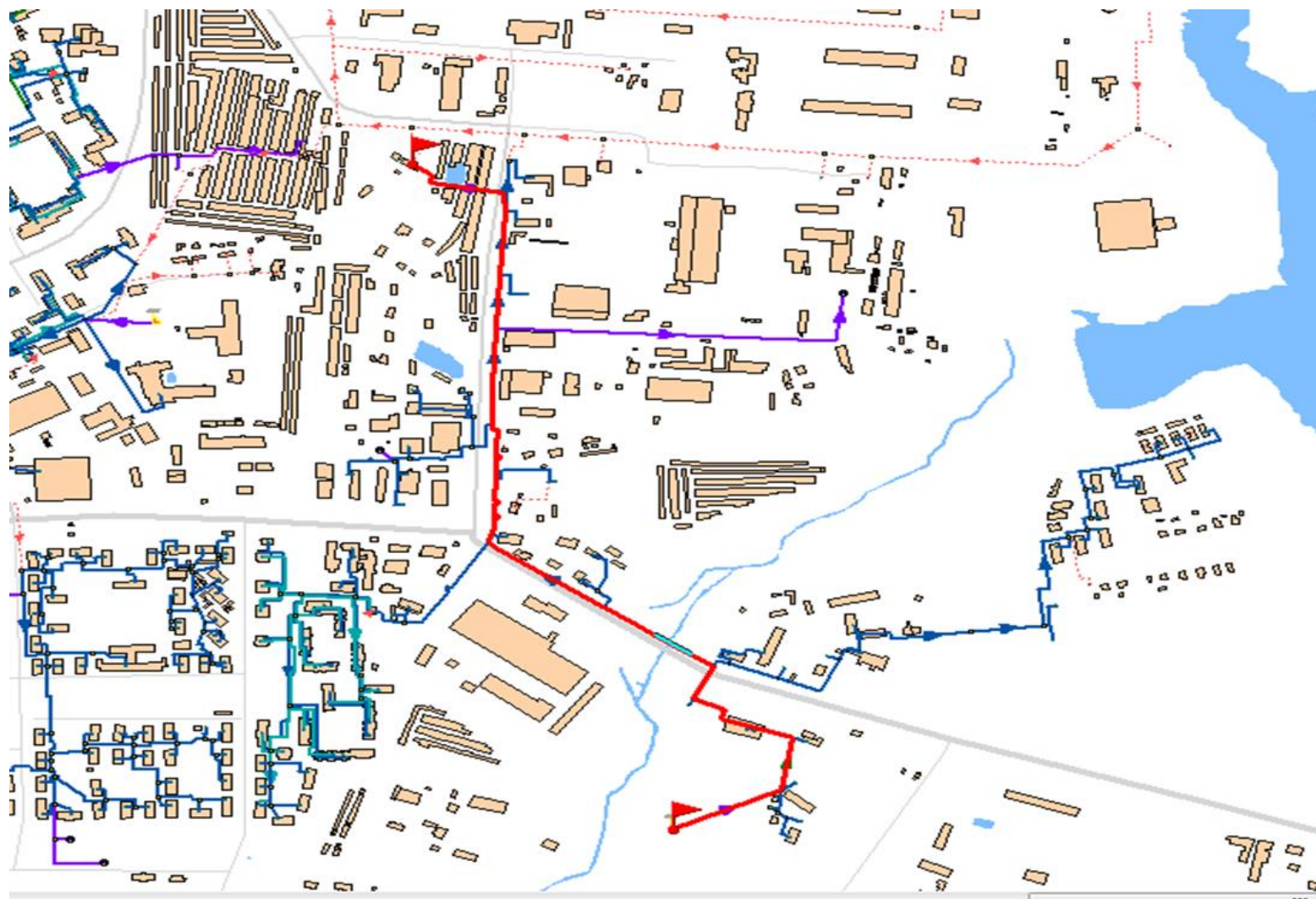


Рисунок 3.49 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2)

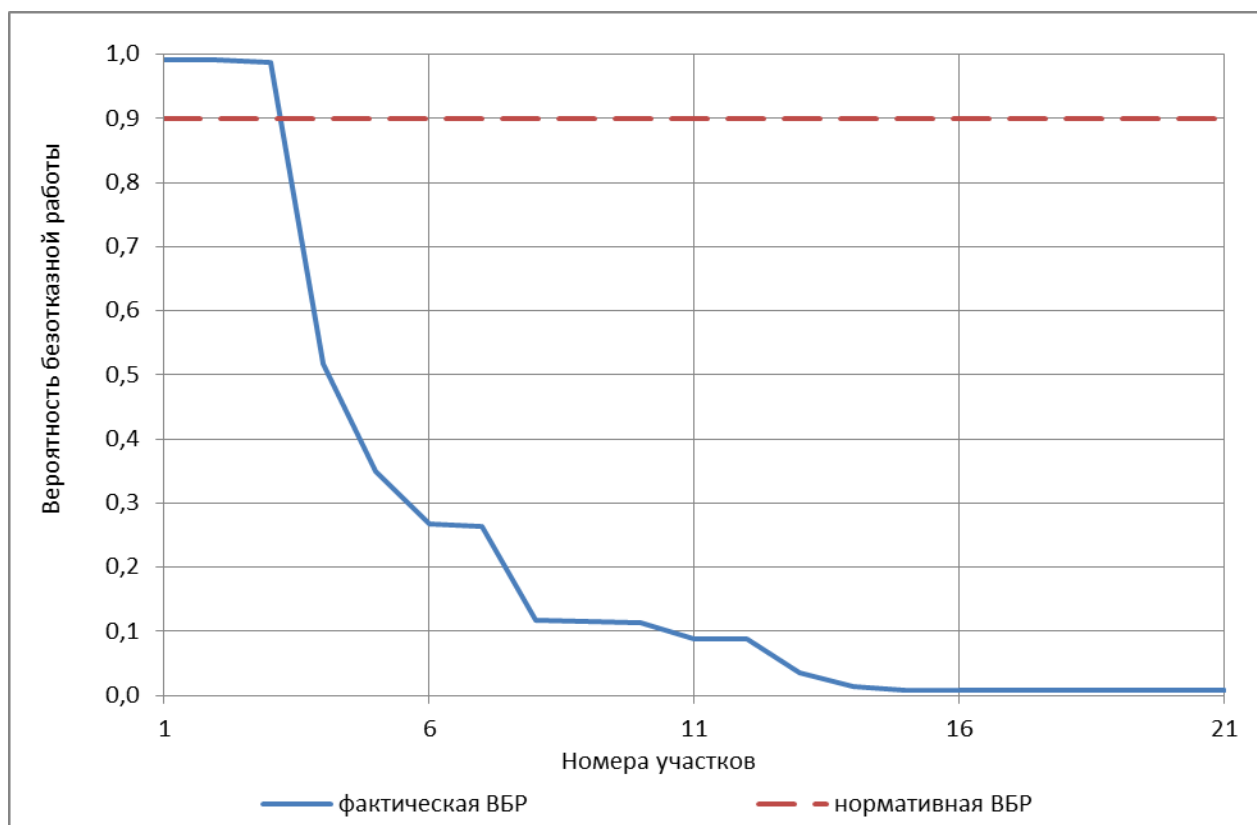


Рисунок 3.50 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

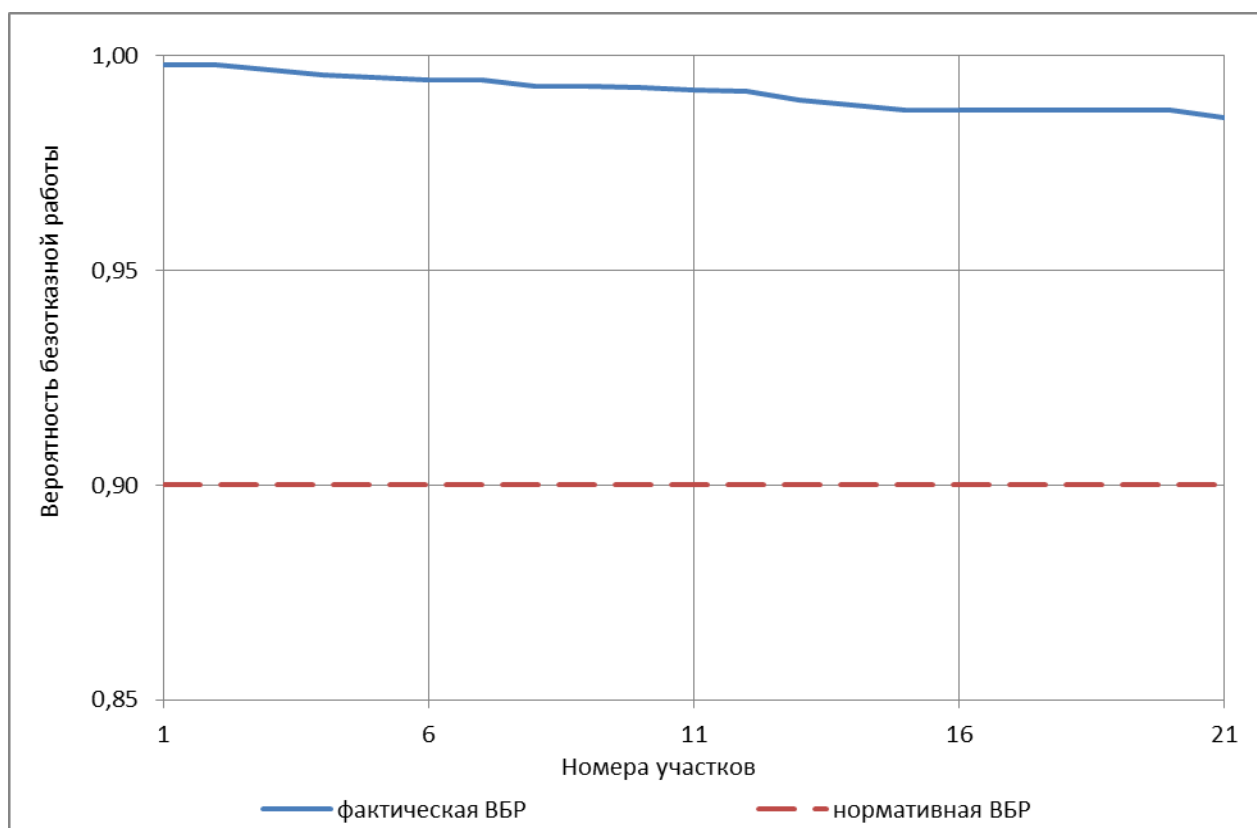


Рисунок 3.51 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.35 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная по ул. Свободы, 98 (Брембола)	3/6-11-46	0,25	0,1605	2017	2	15	6,42E-06	17,7	0,008783	0,008783	0,991255
2	3/6-11-46	3/6-11-45	0,2	0,052	2018	1	14	2,08E-06	5,8	0,000008	0,008791	0,991247
3	3/6-11-45	3/6-11-44	0,2	0,081	2018	2	14	3,24E-06	16,8	0,004046	0,012837	0,987245
4	3/6-11-44	3/6-11-42	0,2	0,071	1988	2	44	5,17E-04	16,8	0,645489	0,658325	0,517718
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	1988	2	44	3,13E-04	16,8	0,390930	1,049255	0,350199
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	1988	2	44	2,18E-04	16,8	0,272742	1,321997	0,266602
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	1988	1	44	7,86E-04	6,2	0,007728	1,329724	0,264550
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	1988	2	44	5,50E-04	18,7	0,813526	2,143251	0,117273
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	1988	1	44	5,61E-04	6,7	0,012518	2,155768	0,115814
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	1988	1	44	1,29E-03	6,7	0,028693	2,184462	0,112538
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	1988	2	44	1,67E-04	18,7	0,247829	2,432291	0,087835
12	3/6--10 (ТК-106)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,033	2016	2	16	1,32E-06	18,7	0,001953	2,434245	0,087664
13	3//6-10(ТК-96)	3//6-9(ТК-86)	0,3	0,086	1988	2	44	6,26E-04	18,7	0,926666	3,360910	0,034704
14	3//6-9(ТК-86)	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,074	1988	2	44	5,39E-04	20,7	0,942757	4,303668	0,013519
15	3//6-8(ТК-76)	У-3//6-7	0,4	0,034	1988	2	44	2,48E-04	20,7	0,433159	4,736826	0,008766
16	У-3//6-7	3//6-7(ТК66)	0,4	0,016	1988	1	44	1,16E-04	6,7	0,002601	4,739428	0,008744
17	3//6-7(ТК66)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,071	1988	1	44	5,17E-04	6,7	0,011542	4,750970	0,008643

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3//6-6(ТК-56)	3//6-5(ТК-46)	0,4	0,141	1988	1	44	1,03E-03	6,7	0,022922	4,773892	0,008447
19	3//6-5(ТК-46)	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,089	1988	1	44	6,48E-04	6,7	0,014469	4,788361	0,008326
20	3//6-4(ТК-36)	3//6-3	0,4	0,128	1988	1	44	9,32E-04	6,7	0,020809	4,809170	0,008155
21	3//6-3	Телецентр(жилые ма)+Телевышка	до-0,08	0,1787	2018	2	14	7,15E-06	14,8	0,006705	4,815874	0,008100

Таблица 3.36 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная по ул. Свободы, 98 (Брембола)	3/6-11-46	0,25	0,1605	2017	2	15	1,61E-06	17,7	0,002196	0,002196	0,997807
2	3/6-11-46	3/6-11-45	0,2	0,052	2018	1	14	5,20E-07	5,8	0,000002	0,002198	0,997805
3	3/6-11-45	3/6-11-44	0,2	0,081	2018	2	14	8,10E-07	16,8	0,001011	0,003209	0,996796
4	3/6-11-44	3/6-11-42	0,2	0,071	2030	2	2	9,80E-07	16,8	0,001223	0,004432	0,995577
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	2030	2	2	5,93E-07	16,8	0,000741	0,005173	0,994840
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	2030	2	2	4,14E-07	16,8	0,000517	0,005690	0,994326
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	2030	1	2	1,49E-06	6,2	0,000015	0,005705	0,994312
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	2030	2	2	1,04E-06	18,7	0,001542	0,007246	0,992780
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	2030	1	2	1,06E-06	6,7	0,000024	0,007270	0,992756
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	2031	1	1	2,80E-06	6,7	0,000062	0,007332	0,992694
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	2031	2	1	3,65E-07	18,7	0,000539	0,007872	0,992159
12	3/6--10 (ТК-106)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,033	2016	2	16	3,30E-07	18,7	0,000488	0,008360	0,991675
13	3//6-10(ТК-96)	3//6-9(ТК-86)	0,3	0,086	2031	2	1	1,36E-06	18,7	0,002017	0,010377	0,989676
14	3//6-9(ТК-86)	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,074	2029	2	3	7,40E-07	20,7	0,001295	0,011672	0,988396
15	3//6-8(ТК-76)	У-3//6-7	0,4	0,034	2031	2	1	5,39E-07	20,7	0,000943	0,012615	0,987464
16	У-3//6-7	3//6-7(ТК66)	0,4	0,016	2029	1	3	1,60E-07	6,7	0,000004	0,012619	0,987461
17	3//6-7(ТК66)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,071	2029	1	3	7,10E-07	6,7	0,000016	0,012634	0,987445

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3//6-6(ТК-56)	3//6-5(ТК-46)	0,4	0,141	2029	1	3	1,41E-06	6,7	0,000031	0,012666	0,987414
19	3//6-5(ТК-46)	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,089	2029	1	3	8,90E-07	6,7	0,000020	0,012686	0,987394
20	3//6-4(ТК-36)	3//6-3	0,4	0,128	2029	1	3	1,28E-06	6,7	0,000029	0,012714	0,987366
21	3//6-3	Телецентр(жилые ма)+Телевышка	ДО-0,08	0,1787	2018	2	14	1,79E-06	14,8	0,001676	0,014391	0,985712

### **3.3.5 Теплопроводы зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» (расчетный путь 2-4-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-4-1 начинается от Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП\_8\_2019».

На рисунке 3.52 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-4-1).

В таблице 3.37 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.53 и 3.54 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых наиболее протяженных участках тепловой сети (например, участка «3/19--7(УТ-35) – 3/19--6(УТ-34)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-4-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.38 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



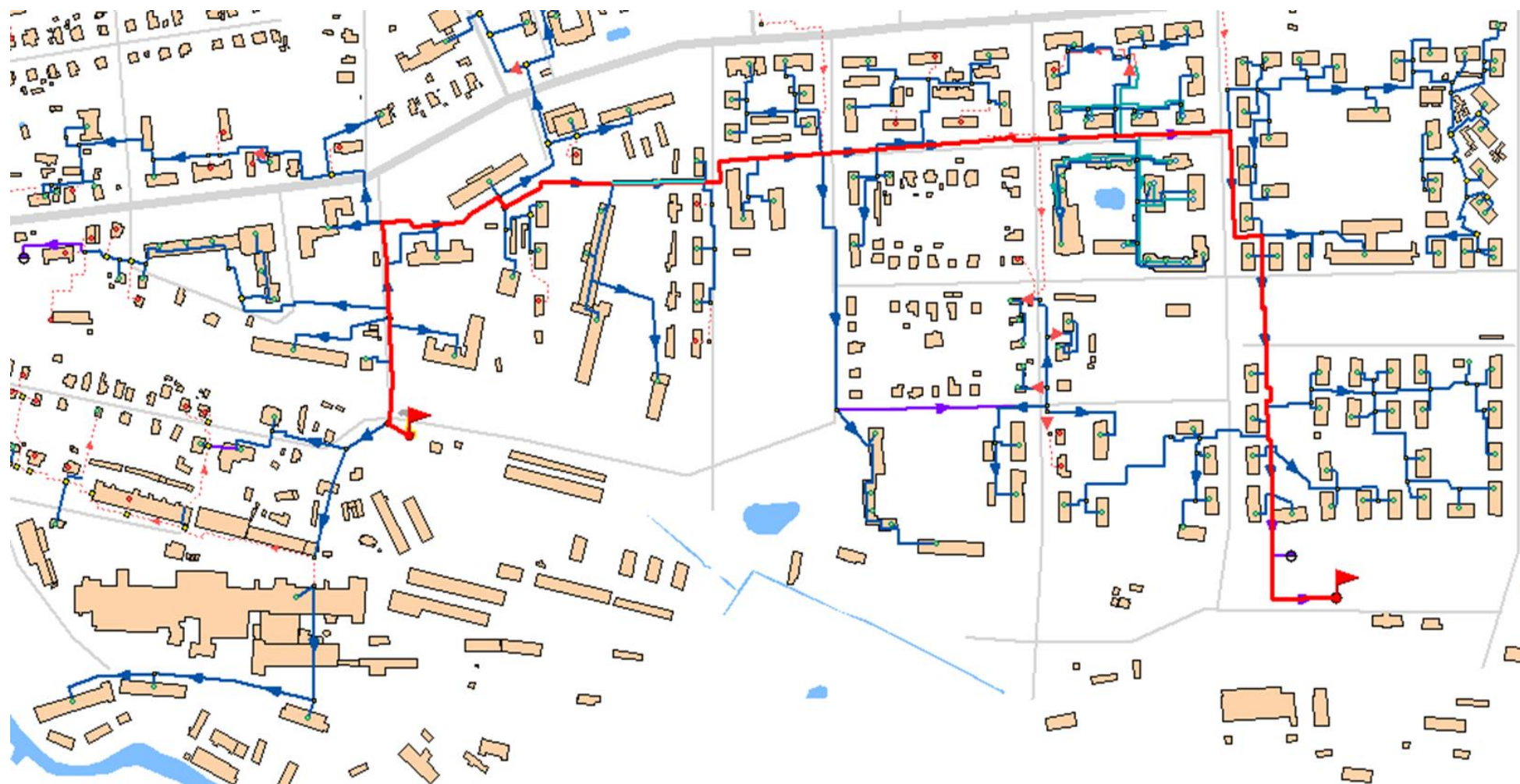


Рисунок 3.52 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Больничный комплекс» до конечного перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» (расчетный путь 2-4-1)

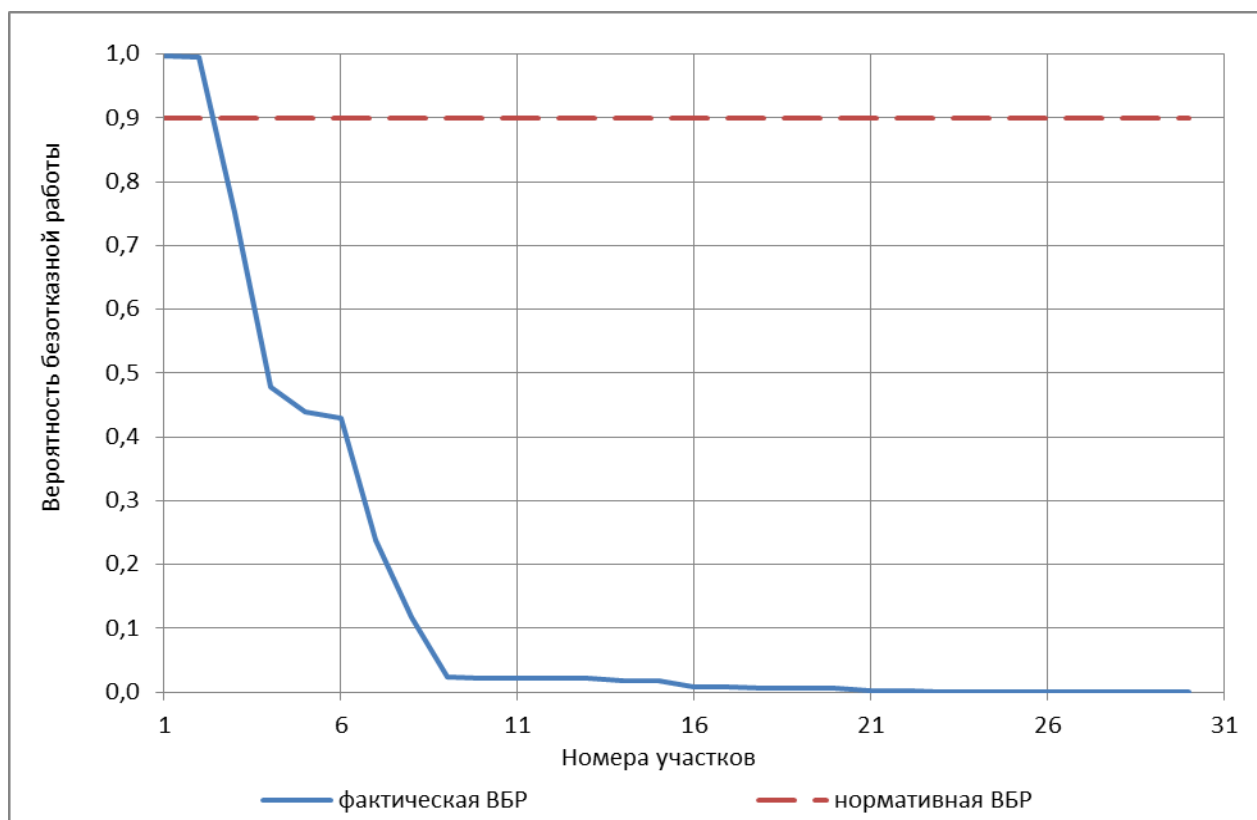


Рисунок 3.53 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

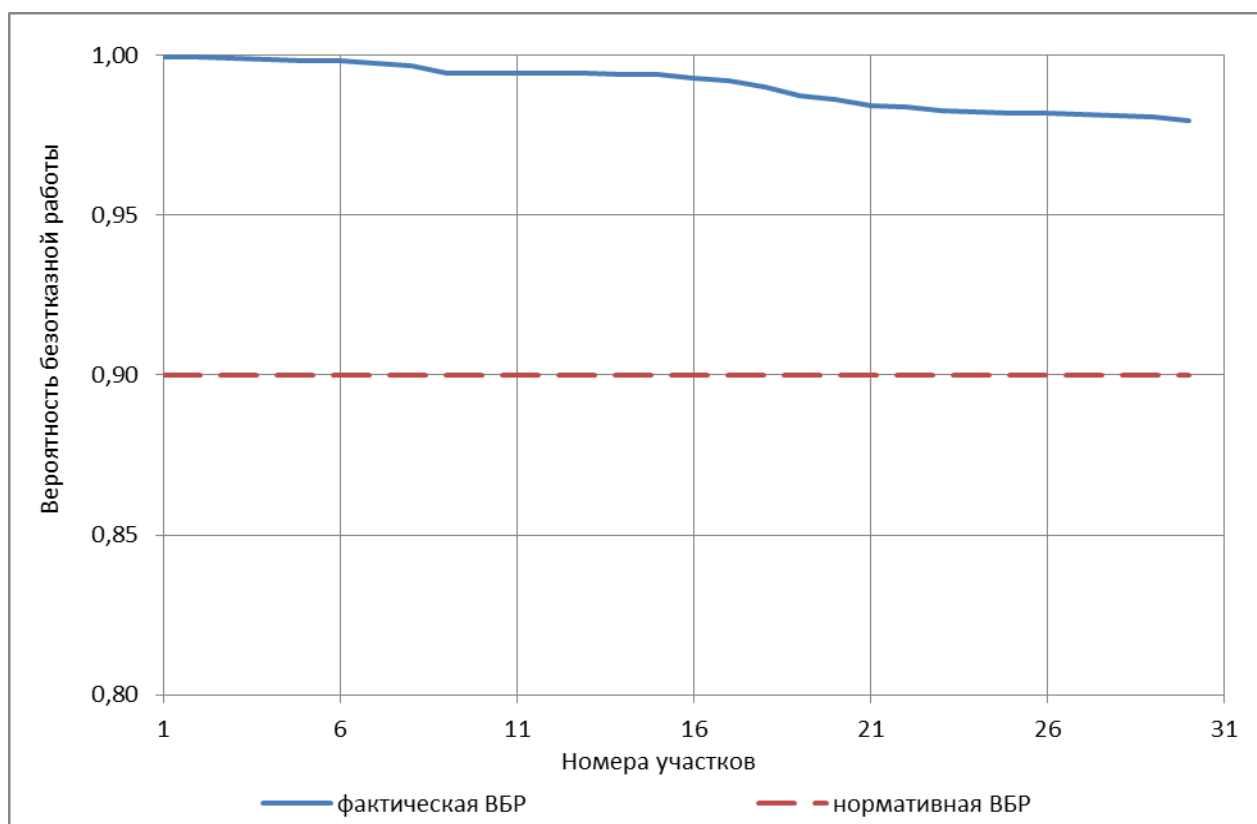


Рисунок 3.54 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.37 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Больничный комплекс"	ТК-10-1	0,35	0,0242	2017	2	15	9,68E-07	19,7	0,001539	0,001539	0,998462
2	ТК-10-1	3/19-9-3(УТ-39-1)	0,3	0,0475	1988	1	44	3,46E-04	6,2	0,003399	0,004938	0,995074
3	3/19-9-3(УТ-39-1)	3/19-9-2(УТ-39)	0,3	0,026	1988	2	44	1,89E-04	18,7	0,280155	0,285093	0,751945
4	3/19-9-2(УТ-39)	3/19-9-1(УТ-38)	0,3	0,042	1988	2	44	3,06E-04	18,7	0,452558	0,737650	0,478236
5	3/19-9-1(УТ-38)	3/19--9(УТ-37)	0,3	0,008	1988	2	44	5,82E-05	18,7	0,086201	0,823852	0,438738
6	3/19--9(УТ-37)	3/19--10(УТ-37/1)	0,3	0,002	1988	2	44	1,46E-05	18,7	0,021550	0,845402	0,429385
7	3/19--10(УТ-37/1)	3/19--8(УТ-36)	0,3	0,0545	1988	2	44	3,97E-04	18,7	0,587248	1,432650	0,238676
8	3/19--8(УТ-36)	3/19--7(УТ-35)	0,3	0,066	1988	2	44	4,81E-04	18,7	0,711162	2,143812	0,117207
9	3/19--7(УТ-35)	3/19--6(УТ-34)	0,3	0,149	1988	2	44	1,08E-03	18,7	1,605503	3,749315	0,023534
10	3/19--6(УТ-34)	3/19--5(УТ-33)	0,3	0,01	1988	2	44	7,28E-05	18,7	0,107752	3,857067	0,021130
11	3/19--5(УТ-33)	3/19--4(УТ-32)	0,3	0,137	1988	1	44	9,97E-04	6,2	0,009803	3,866869	0,020924
12	3/19--4(УТ-32)	3/19--3 (УТ-31)	0,3	0,111	1988	1	44	8,08E-04	6,2	0,007942	3,874811	0,020758
13	3/19--3 (УТ-31)	1	0,3	0,006	1988	1	44	4,37E-05	6,2	0,000429	3,875241	0,020749
14	1	2	0,3	0,012	1988	2	44	8,74E-05	18,7	0,129302	4,004543	0,018233
15	2	3/19--2 (УТ-30)	0,3	0,093	1988	1	44	6,77E-04	6,2	0,006654	4,011197	0,018112
16	3/19--2 (УТ-30)	3/19--1 (УТ-2)	0,3	0,08	1988	2	44	5,82E-04	18,7	0,862015	4,873212	0,007649
17	3/19--1 (УТ-2)	3/19-1-1 (УТ-21)	0,3	0,056	1997	2	35	2,35E-05	18,7	0,034823	4,908035	0,007387

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3/19-1-1 (УТ-21)	3/19-1-2 (УТ-22)	0,35	0,1185	1997	2	35	4,98E-05	19,7	0,079169	4,987203	0,006825
19	3/19-1-2 (УТ-22)	3/19-1-21 (УТ-23)	0,3	0,182	1997	2	35	7,65E-05	18,7	0,113173	5,100377	0,006094
20	3/19-1-21 (УТ-23)	ТК-10-3	0,2	0,1165	2018	2	14	4,66E-06	16,8	0,005819	5,106195	0,006059
21	ТК-10-3	3/13--9(ТК-130/21)	0,15	0,16	1988	2	44	1,16E-03	15,9	1,307403	6,413599	0,001639
22	3/13--9(ТК-130/21)	3/13--10(ТК-130/23)	0,15	0,029	1988	2	44	2,11E-04	15,9	0,236967	6,650566	0,001293
23	3/13--10(ТК-130/23)	3/13--11(ТК-154/1)	0,15	0,129	1988	2	44	9,39E-04	15,9	1,054094	7,704660	0,000451
24	3/13--11(ТК-154/1)	3/13--12(ТК-154/2)	0,15	0,042	1988	2	44	3,06E-04	15,9	0,343193	8,047853	0,000320
25	3/13--12(ТК-154/2)	3/13-121(ТК-154/3)	0,1	0,015	1988	2	44	1,09E-04	15,1	0,108226	8,156079	0,000287
26	3/13-121(ТК-154/3)	3/13-122(ТК-154/4)	0,1	0,0115	1988	2	44	8,37E-05	15,1	0,082973	8,239052	0,000264
27	3/13-122(ТК-154/4)	3/13--123(ТК-154/5)	0,1	0,0215	1988	2	44	1,57E-04	15,1	0,155124	8,394175	0,000226
28	3/13--123(ТК-154/5)	3/13--127(ТК-154/6)	0,1	0,048	1988	2	44	3,49E-04	15,1	0,346322	8,740498	0,000160
29	3/13--127(ТК-154/6)	ТК-ПП_7_2018	0,08	0,0597	2018	2	14	2,39E-06	14,8	0,002240	8,742738	0,000160
30	ТК-ПП_7_2018	ПП_8_2019	0,05	0,1078	2019	2	13	4,31E-06	14,4	0,003707	8,746445	0,000159

Таблица 3.38 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП\_8\_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Больничный комплекс"	ТК-10-1	0,35	0,0242	2017	2	15	2,42E-07	19,7	0,000385	0,000385	0,999615
2	ТК-10-1	3/19-9-3(УТ-39-1)	0,3	0,0475	2026	1	6	4,75E-07	6,2	0,000005	0,000389	0,999611
3	3/19-9-3(УТ-39-1)	3/19-9-2(УТ-39)	0,3	0,026	2026	2	6	2,60E-07	18,7	0,000385	0,000774	0,999226
4	3/19-9-2(УТ-39)	3/19-9-1(УТ-38)	0,3	0,042	2026	2	6	4,20E-07	18,7	0,000622	0,001396	0,998605
5	3/19-9-1(УТ-38)	3/19--9(УТ-37)	0,3	0,008	2022	2	10	8,00E-08	18,7	0,000118	0,001514	0,998487
6	3/19--9(УТ-37)	3/19--10(УТ-37/1)	0,3	0,002	2022	2	10	2,00E-08	18,7	0,000030	0,001544	0,998457
7	3/19--10(УТ-37/1)	3/19--8(УТ-36)	0,3	0,0545	2022	2	10	5,45E-07	18,7	0,000807	0,002350	0,997652
8	3/19--8(УТ-36)	3/19--7(УТ-35)	0,3	0,066	2022	2	10	6,60E-07	18,7	0,000977	0,003327	0,996678
9	3/19--7(УТ-35)	3/19--6(УТ-34)	0,3	0,149	2022	2	10	1,49E-06	18,7	0,002205	0,005532	0,994483
10	3/19--6(УТ-34)	3/19--5(УТ-33)	0,3	0,01	2022	2	10	1,00E-07	18,7	0,000148	0,005680	0,994336
11	3/19--5(УТ-33)	3/19--4(УТ-32)	0,3	0,137	2022	1	10	1,37E-06	6,2	0,000013	0,005694	0,994323
12	3/19--4(УТ-32)	3/19--3 (УТ-31)	0,3	0,111	2022	1	10	1,11E-06	6,2	0,000011	0,005704	0,994312
13	3/19--3 (УТ-31)	1	0,3	0,006	2022	1	10	6,00E-08	6,2	0,000001	0,005705	0,994311
14	1	2	0,3	0,012	2022	2	10	1,20E-07	18,7	0,000178	0,005883	0,994135
15	2	3/19--2 (УТ-30)	0,3	0,093	2022	1	10	9,30E-07	6,2	0,000009	0,005892	0,994126
16	3/19--2 (УТ-30)	3/19--1 (УТ-2)	0,3	0,08	2022	2	10	8,00E-07	18,7	0,001184	0,007076	0,992949
17	3/19--1 (УТ-2)	3/19-1-1 (УТ-21)	0,3	0,056	2022	2	10	5,60E-07	18,7	0,000829	0,007904	0,992127

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3/19-1-1 (УТ-21)	3/19-1-2 (УТ-22)	0,35	0,1185	2022	2	10	1,19E-06	19,7	0,001884	0,009789	0,990259
19	3/19-1-2 (УТ-22)	3/19-1-21 (УТ-23)	0,3	0,182	2022	2	10	1,82E-06	18,7	0,002693	0,012482	0,987596
20	3/19-1-21 (УТ-23)	ТК-10-3	0,2	0,1165	2018	2	14	1,17E-06	16,8	0,001455	0,013937	0,986160
21	ТК-10-3	3/13--9(ТК-130/21)	0,15	0,16	2022	2	10	1,60E-06	15,9	0,001796	0,015732	0,984391
22	3/13--9(ТК-130/21)	3/13--10(ТК-130/23)	0,15	0,029	2022	2	10	2,90E-07	15,9	0,000325	0,016058	0,984070
23	3/13--10(ТК-130/23)	3/13--11(ТК-154/1)	0,15	0,129	2022	2	10	1,29E-06	15,9	0,001448	0,017506	0,982647
24	3/13--11(ТК-154/1)	3/13--12(ТК-154/2)	0,15	0,042	2022	2	10	4,20E-07	15,9	0,000471	0,017977	0,982184
25	3/13--12(ТК-154/2)	3/13-121(ТК-154/3)	0,1	0,015	2018	2	14	1,50E-07	15,1	0,000149	0,018126	0,982038
26	3/13-121(ТК-154/3)	3/13-122(ТК-154/4)	0,1	0,0115	2018	2	14	1,15E-07	15,1	0,000114	0,018239	0,981926
27	3/13-122(ТК-154/4)	3/13--123(ТК-154/5)	0,1	0,0215	2022	2	10	2,15E-07	15,1	0,000213	0,018453	0,981717
28	3/13--123(ТК-154/5)	3/13--127(ТК-154/6)	0,1	0,048	2022	2	10	4,80E-07	15,1	0,000476	0,018928	0,981250
29	3/13--127(ТК-154/6)	ТК-ПП_7_2018	0,08	0,0597	2018	2	14	5,97E-07	14,8	0,000560	0,019488	0,980701
30	ТК-ПП_7_2018	ПП_8_2019	0,05	0,1078	2019	2	13	1,08E-06	14,4	0,000927	0,020415	0,979792

### **3.3.6 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-5-1 начинается от Новой котельной «Фрегат» до жилого дома по адресу ул. Правая Набережная, д. 26.

На рисунке 3.55 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-5-1).

В таблице 3.39 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.56 и 3.57 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых наиболее протяженных участках тепловой сети (например, участка «3//33 (ТК-14/22) – 3//34(ТК-15/13)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-5-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.40 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



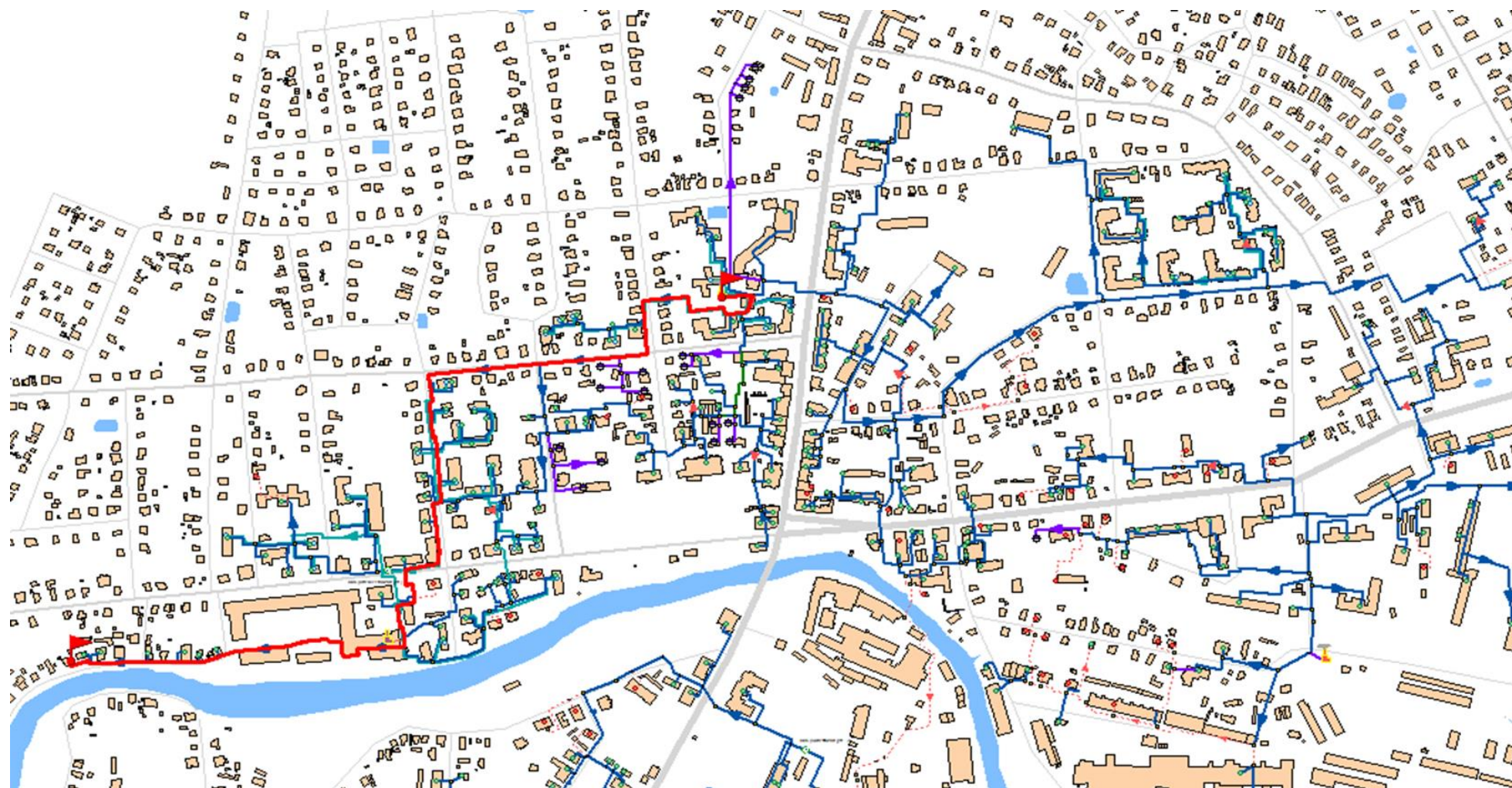


Рисунок 3.55 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1)



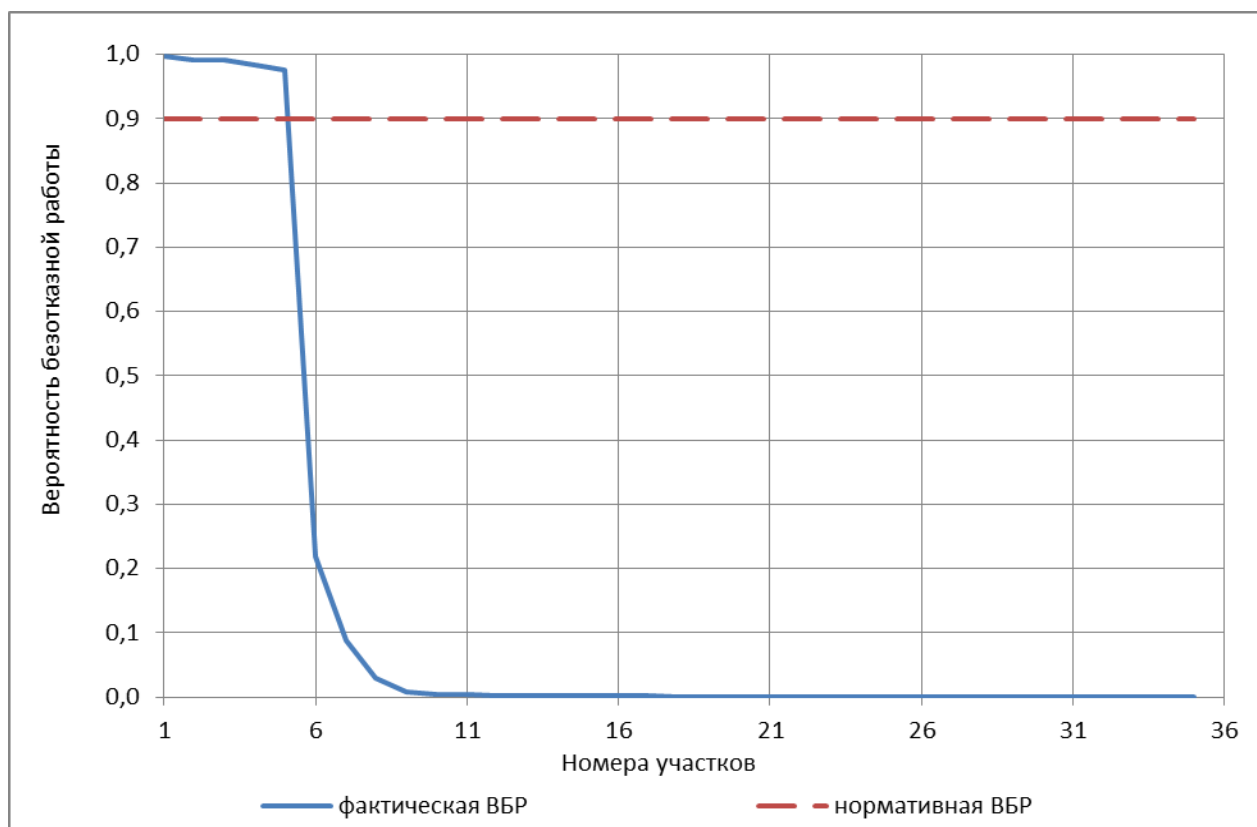


Рисунок 3.56 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

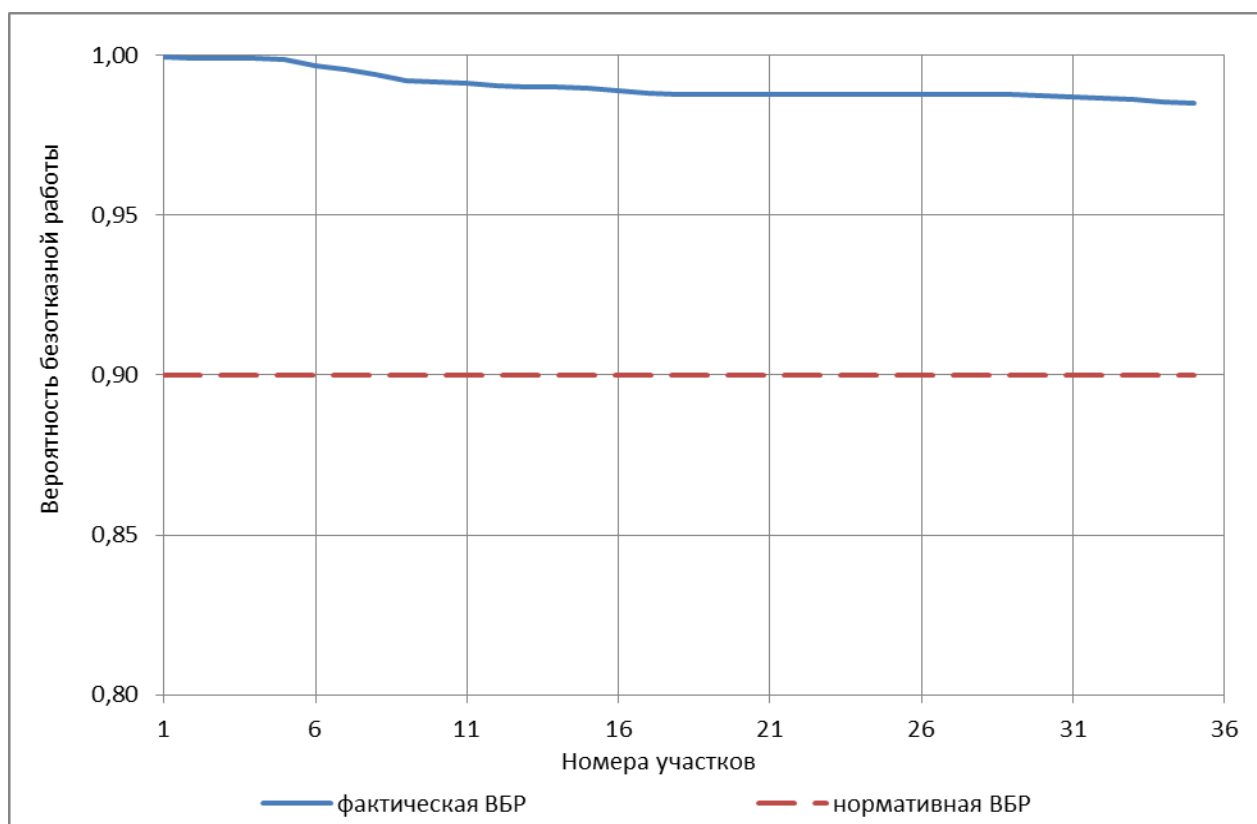


Рисунок 3.57 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.39 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Фрегат"	3//29(ТК-14/1)	0,35	0,0421	2017	2	15	1,68E-06	19,7	0,002678	0,002678	0,997326
2	3//29(ТК-14/1)	ЦТП "Фрегат"	0,3	0,008	1997	2	35	3,36E-06	18,7	0,004975	0,007652	0,992377
3	ЦТП "Фрегат"	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	0,3	1E-05	1997	2	35	4,20E-09	18,7	0,000006	0,007658	0,992371
4	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	3/31 (ТК-14/3)	0,3	0,014	1997	2	35	5,88E-06	18,7	0,008706	0,016364	0,983769
5	3/31 (ТК-14/3)	У3/31	0,3	0,013	1997	2	35	5,46E-06	18,7	0,008084	0,024448	0,975849
6	У3/31	3//32	0,25	0,15	1988	2	44	1,09E-03	17,7	1,494150	1,518598	0,219019
7	3//32	ТК-ПП_37_2017	0,2	0,1	1988	2	44	7,28E-04	16,8	0,909139	2,427736	0,088236
8	ТК-ПП_37_2017	3//33 (ТК-14/22)	0,2	0,118	1988	2	44	8,59E-04	16,8	1,072784	3,500520	0,030182
9	3//33 (ТК-14/22)	3//34(ТК-15/13)	0,2	0,152	1988	2	44	1,11E-03	16,8	1,381891	4,882411	0,007579
10	3//34(ТК-15/13)	3//35(ТК-15/12)	0,2	0,045	1988	2	44	3,28E-04	16,8	0,409112	5,291524	0,005034
11	3//35(ТК-15/12)	3//36(ТК-15/11)	0,2	0,04	1988	2	44	2,91E-04	16,8	0,363656	5,655179	0,003499
12	3//36(ТК-15/11)	3//37(ТК-15/10)	0,2	0,058	1988	2	44	4,22E-04	16,8	0,527301	6,182480	0,002065
13	3//37(ТК-15/10)	3//38(ТК-15/19)	0,2	0,015	1988	2	44	1,09E-04	16,8	0,136371	6,318851	0,001802
14	3//38(ТК-15/19)	3//39(ТК-15/18)	0,2	0,01	1988	2	44	7,28E-05	16,8	0,090914	6,409765	0,001645
15	3//39(ТК-15/18)	3//40(ТК-15/14)	0,2	0,036	1988	2	44	2,62E-04	16,8	0,327290	6,737055	0,001186
16	3//40(ТК-15/14)	3//40--1	0,2	0,055	2015	2	17	2,20E-06	16,8	0,002747	6,739802	0,001183
17	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	17	2,20E-06	16,8	0,002747	6,742549	0,001180
18	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	1988	2	44	2,62E-04	16,8	0,327290	7,069839	0,000850
19	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	1988	1	44	2,58E-04	5,8	0,000996	7,070834	0,000850

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
20	ТК-15/17	У-15/17	0,2	0,045	1988	1	44	3,28E-04	5,8	0,001262	7,072096	0,000848
21	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	1988	2	44	3,64E-05	16,8	0,045457	7,117553	0,000811
22	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	1988	1	44	3,64E-05	5,8	0,000140	7,117694	0,000811
23	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	1988	1	44	4,59E-04	5,5	0,000914	7,118607	0,000810
24	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	1988	1	44	1,35E-04	5,3	0,000163	7,118770	0,000810
25	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	1988	1	44	4,37E-05	5,3	0,000053	7,118823	0,000810
26	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	1988	1	44	3,93E-04	5,3	0,000477	7,119300	0,000809
27	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	1988	2	44	8,01E-05	15,1	0,079366	7,198666	0,000748
28	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	1988	1	44	5,10E-04	5,3	0,000618	7,199284	0,000747
29	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	1988	1	44	9,47E-05	5,3	0,000115	7,199399	0,000747
30	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	1988	2	44	3,28E-04	15,1	0,324677	7,524076	0,000540
31	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	1988	2	44	1,89E-04	15,1	0,187591	7,711667	0,000448
32	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	1988	2	44	2,55E-04	15,1	0,252527	7,964194	0,000348
33	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	1988	2	44	2,84E-04	14,7	0,258867	8,223060	0,000268
34	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	1988	2	44	6,33E-04	14,7	0,577472	8,800532	0,000151
35	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	1988	2	44	2,55E-04	14,2	0,212680	9,013212	0,000122

Таблица 3.40 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2031 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Фрегат"	3//29(ТК-14/1)	0,35	0,0421	2017	2	15	4,21E-07	19,7	0,000669	0,000669	0,999331
2	3//29(ТК-14/1)	ЦТП "Фрегат"	0,3	0,008	2023	2	9	8,00E-08	18,7	0,000118	0,000788	0,999213
3	ЦТП "Фрегат"	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	0,3	1E-05	2023	2	9	1,00E-10	18,7	0,000000	0,000788	0,999212
4	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	3/31 (ТК-14/3)	0,3	0,014	2023	2	9	1,40E-07	18,7	0,000207	0,000995	0,999005
5	3/31 (ТК-14/3)	УЗ/31	0,3	0,013	2023	2	9	1,30E-07	18,7	0,000192	0,001188	0,998813
6	УЗ/31	3//32	0,25	0,15	2024	2	8	1,50E-06	17,7	0,002052	0,003240	0,996766
7	3//32	ТК-ПП_37_2017	0,2	0,1	2024	2	8	1,00E-06	16,8	0,001249	0,004488	0,995522
8	ТК-ПП_37_2017	3//33 (ТК-14/22)	0,2	0,118	2025	2	7	1,18E-06	16,8	0,001473	0,005962	0,994056
9	3//33 (ТК-14/22)	3//34(ТК-15/13)	0,2	0,152	2024	2	8	1,52E-06	16,8	0,001898	0,007860	0,992171
10	3//34(ТК-15/13)	3//35(ТК-15/12)	0,2	0,045	2024	2	8	4,50E-07	16,8	0,000562	0,008421	0,991614
11	3//35(ТК-15/12)	3//36(ТК-15/11)	0,2	0,04	2024	2	8	4,00E-07	16,8	0,000499	0,008921	0,991119
12	3//36(ТК-15/11)	3//37(ТК-15/10)	0,2	0,058	2024	2	8	5,80E-07	16,8	0,000724	0,009645	0,990401
13	3//37(ТК-15/10)	3//38(ТК-15/19)	0,2	0,015	2024	2	8	1,50E-07	16,8	0,000187	0,009832	0,990216
14	3//38(ТК-15/19)	3//39(ТК-15/18)	0,2	0,01	2024	2	8	1,00E-07	16,8	0,000125	0,009957	0,990092
15	3//39(ТК-15/18)	3//40(ТК-15/14)	0,2	0,036	2024	2	8	3,60E-07	16,8	0,000450	0,010407	0,989647
16	3//40(ТК-15/14)	3//40--1	0,2	0,055	2015	2	17	5,50E-07	16,8	0,000687	0,011094	0,988968
17	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	17	5,50E-07	16,8	0,000687	0,011780	0,988289
18	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	2024	2	8	3,60E-07	16,8	0,000450	0,012230	0,987845
19	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	2024	1	8	3,55E-07	5,8	0,000001	0,012231	0,987843

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
20	ТК-15/17	У-15/17	0,2	0,045	2024	1	8	4,50E-07	5,8	0,000002	0,012233	0,987842
21	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	2024	2	8	5,00E-08	16,8	0,000062	0,012295	0,987780
22	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	2024	1	8	5,00E-08	5,8	0,000000	0,012296	0,987780
23	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	2024	1	8	6,30E-07	5,5	0,000001	0,012297	0,987778
24	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	2024	1	8	1,85E-07	5,3	0,000000	0,012297	0,987778
25	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	2024	1	8	6,00E-08	5,3	0,000000	0,012297	0,987778
26	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	2024	1	8	5,40E-07	5,3	0,000001	0,012298	0,987778
27	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	2024	2	8	1,10E-07	15,1	0,000109	0,012407	0,987670
28	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	2024	1	8	7,00E-07	5,3	0,000001	0,012408	0,987669
29	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	2024	1	8	1,30E-07	5,3	0,000000	0,012408	0,987669
30	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	2024	2	8	4,50E-07	15,1	0,000446	0,012854	0,987229
31	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	2024	2	8	2,60E-07	15,1	0,000258	0,013111	0,986974
32	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	2024	2	8	3,50E-07	15,1	0,000347	0,013458	0,986632
33	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	2024	2	8	3,90E-07	14,7	0,000356	0,013814	0,986281
34	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	2024	2	8	8,70E-07	14,7	0,000793	0,014607	0,985499
35	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	2024	2	8	3,50E-07	14,2	0,000292	0,014899	0,985211

### **3.3.7 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2)**

Теплопровод расчетного пути 2-5-2 начинается от Новой котельной «Фрегат» до общественного потребителя «Склад».

На рисунке 3.58 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-5-2).

В таблице 3.41 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.59 и 3.60 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых наиболее протяженных участках тепловой сети (например, участка «3//23 – 3//22(ТК-12)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-5-2, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.42 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

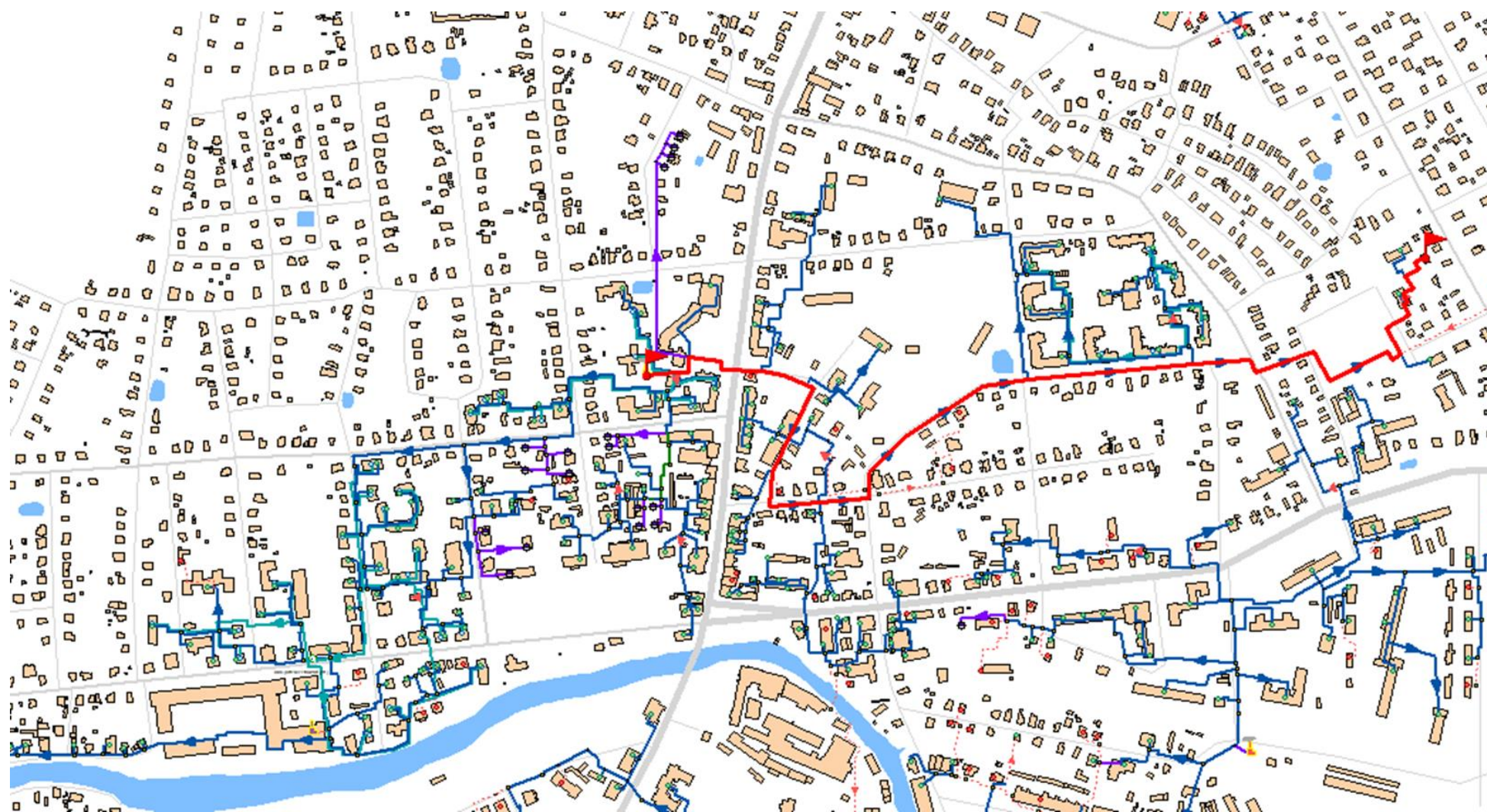


Рисунок 3.58 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2)



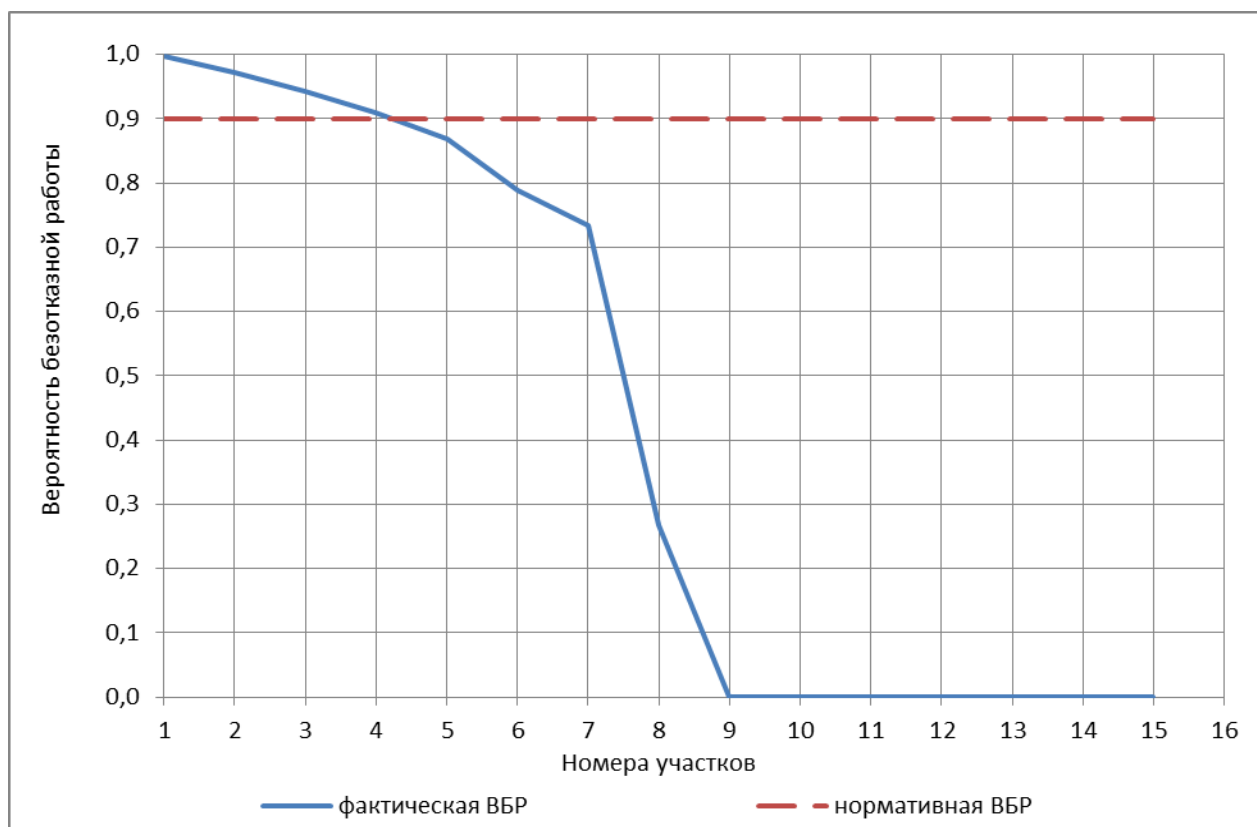


Рисунок 3.59 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

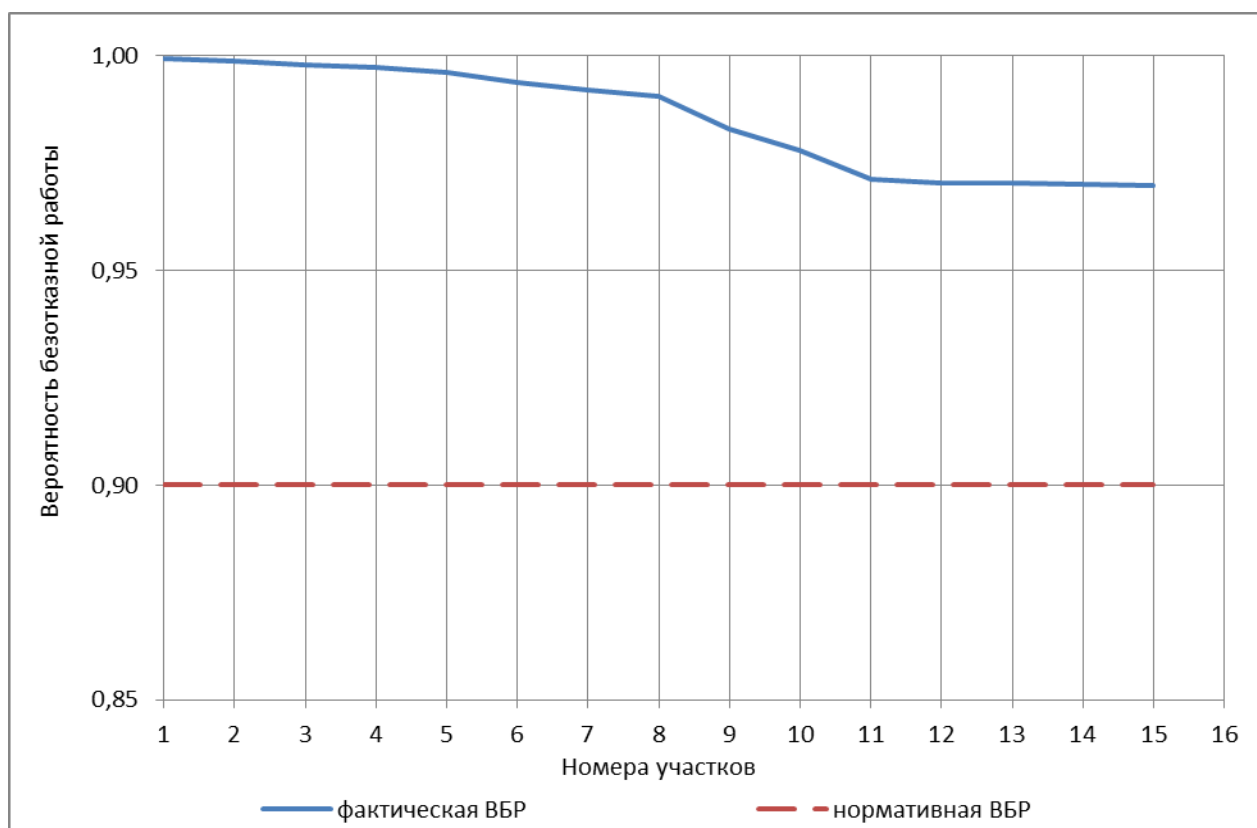


Рисунок 3.60 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети



Таблица 3.41 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Фрегат"	3//29(ТК-14/1)	0,35	0,0421	2017	2	15	1,68E-06	19,7	0,002678	0,002678	0,997326
2	3//29(ТК-14/1)	3//28(ТК-14/2)	0,3	0,04	1997	2	35	1,68E-05	18,7	0,024873	0,027551	0,972825
3	3//28(ТК-14/2)	У-3//28-1	0,3	0,05	1997	2	35	2,10E-05	18,7	0,03	0,06	0,943044
4	У-3//28-1	3//27(ТК-16/4)	0,3	0,058	1997	2	35	2,44E-05	18,7	0,04	0,09	0,909638
5	3//27(ТК-16/4)	3//26(ТК-16/2)	0,3	0,073	1997	2	35	3,07E-05	18,7	0,05	0,14	0,869269
6	3//26(ТК-16/2)	3//25(ТК-16/1)	0,3	0,158	1997	2	35	6,64E-05	18,7	0,10	0,24	0,787926
7	3//25(ТК-16/1)	3//24(ТК-16)	0,3	0,114	1997	2	35	4,79E-05	18,7	0,070889	0,31	0,734004
8	3//24(ТК-16)	3//23	0,5	0,068	1988	2	44	4,95E-04	22,8	1,007788	1,32	0,267930
9	3//23	3//22(ТК-12)	0,5	0,392	1988	2	44	2,85E-03	22,8	5,809604	7,13	0,000803
10	3//22(ТК-12)	3//21(ТК-10)	0,5	0,249	1988	2	44	1,81E-03	22,8	3,690284	10,82	0,000020
11	3//21(ТК-10)	3//20(ТК-9)	0,5	0,335	1988	2	44	2,44E-03	22,8	4,964840	15,78	0,000000
12	3//20(ТК-9)	3/20--1	0,08	0,1	2015	2	17	4,00E-06	14,8	0,003752	15,79	0,000000
13	3/20--1	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	0,08	0,004	1988	1	44	2,91E-05	5,3	0,000026	15,79	0,000000
14	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	ТК-9/1	0,08	0,018	1988	2	44	1,31E-04	14,8	0,122928	15,91	0,000000
15	ТК-9/1	Склад	0,032	0,0485	1988	2	44	3,53E-04	14,1	0,287792	16,20	0,000000

Таблица 3.42 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Фрегат"	3//29(ТК-14/1)	0,35	0,0421	2017	2	15	4,21E-07	19,7	0,000669	0,000669	0,999331
2	3//29(ТК-14/1)	3//28(ТК-14/2)	0,3	0,04	2023	2	9	4,00E-07	18,7	0,000592	0,001261	0,998739
3	3//28(ТК-14/2)	У-3//28-1	0,3	0,05	2022	2	10	5,00E-07	18,7	0,000740	0,002001	0,998001
4	У-3//28-1	3//27(ТК-16/4)	0,3	0,058	2023	2	9	5,80E-07	18,7	0,000858	0,002860	0,997144
5	3//27(ТК-16/4)	3//26(ТК-16/2)	0,3	0,073	2023	2	9	7,30E-07	18,7	0,001080	0,003940	0,996068
6	3//26(ТК-16/2)	3//25(ТК-16/1)	0,3	0,158	2023	2	9	1,58E-06	18,7	0,002338	0,006278	0,993741
7	3//25(ТК-16/1)	3//24(ТК-16)	0,3	0,114	2023	2	9	1,14E-06	18,7	0,001687	0,007965	0,992066
8	3//24(ТК-16)	3//23	0,5	0,068	2025	2	7	6,80E-07	22,8	0,001384	0,009349	0,990694
9	3//23	3//22(ТК-12)	0,5	0,392	2025	2	7	3,92E-06	22,8	0,007979	0,017329	0,982821
10	3//22(ТК-12)	3//21(ТК-10)	0,5	0,249	2024	2	8	2,49E-06	22,8	0,005068	0,022397	0,977852
11	3//21(ТК-10)	3//20(ТК-9)	0,5	0,335	2024	2	8	3,35E-06	22,8	0,006819	0,029216	0,971207
12	3//20(ТК-9)	3/20--1	0,08	0,1	2015	2	17	1,00E-06	14,8	0,000938	0,030154	0,970296
13	3/20--1	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	0,08	0,004	2025	1	7	4,00E-08	5,3	0,000000	0,030154	0,970296
14	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	ТК-9/1	0,08	0,018	2025	2	7	1,80E-07	14,8	0,000169	0,030323	0,970132
15	ТК-9/1	Склад	0,032	0,0485	2025	2	7	4,85E-07	14,1	0,000395	0,030718	0,969749

### **3.3.8 Теплопроводы зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-6-1 начинается от Новой котельной «Валовое кольцо» до жилого здания по адресу ул. Кардовского, д. 25.

На рисунке 3.61 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-6-1).

В таблице 3.43 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.62 и 3.63 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 ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы происходит на некоторых участках тепловой сети с большими значениями протяженности и диаметра (например, участка «3/24--13-2– 3/24--13-1»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-6-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.44 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

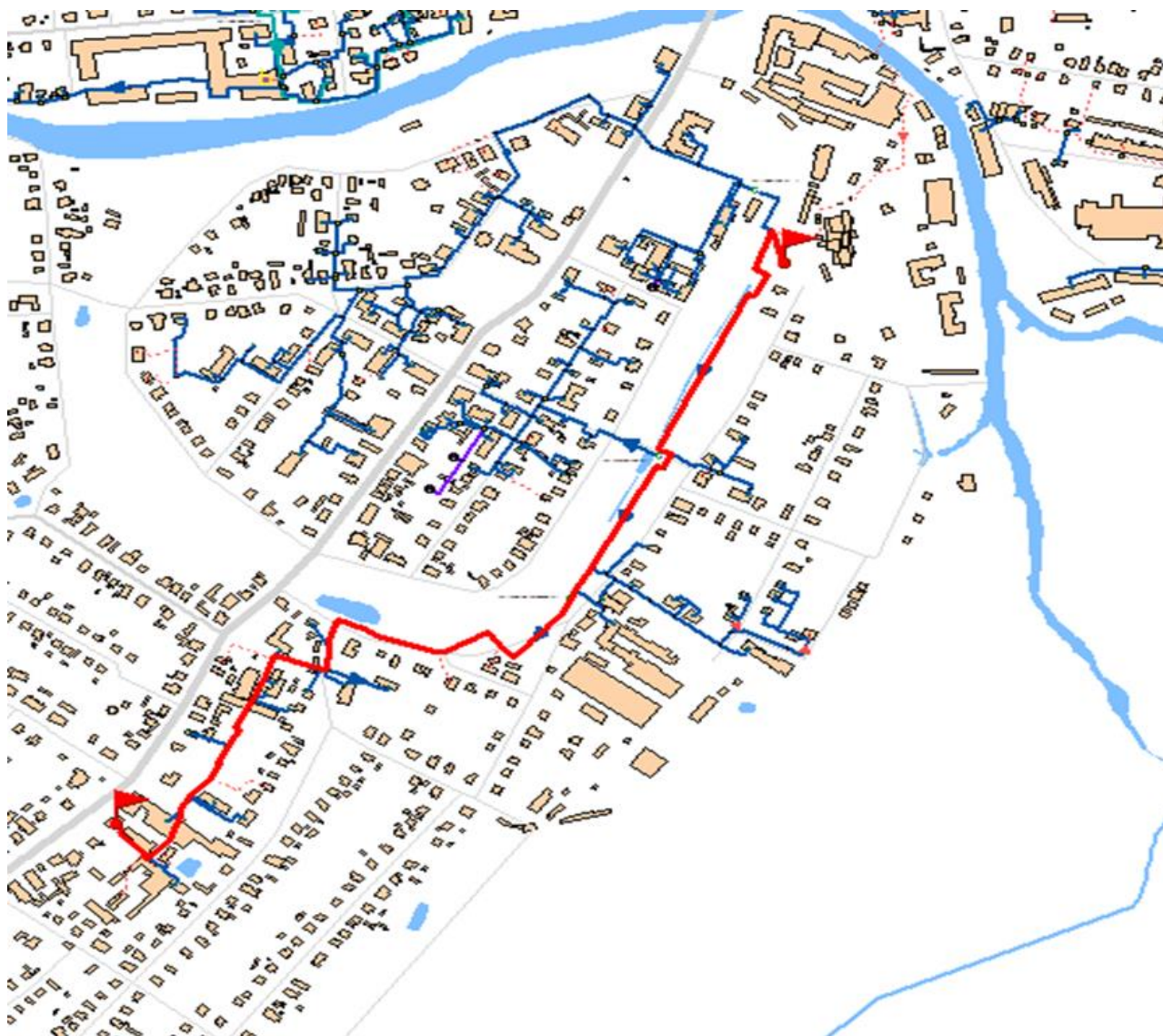


Рисунок 3.61 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Валовое кольцо» до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1)

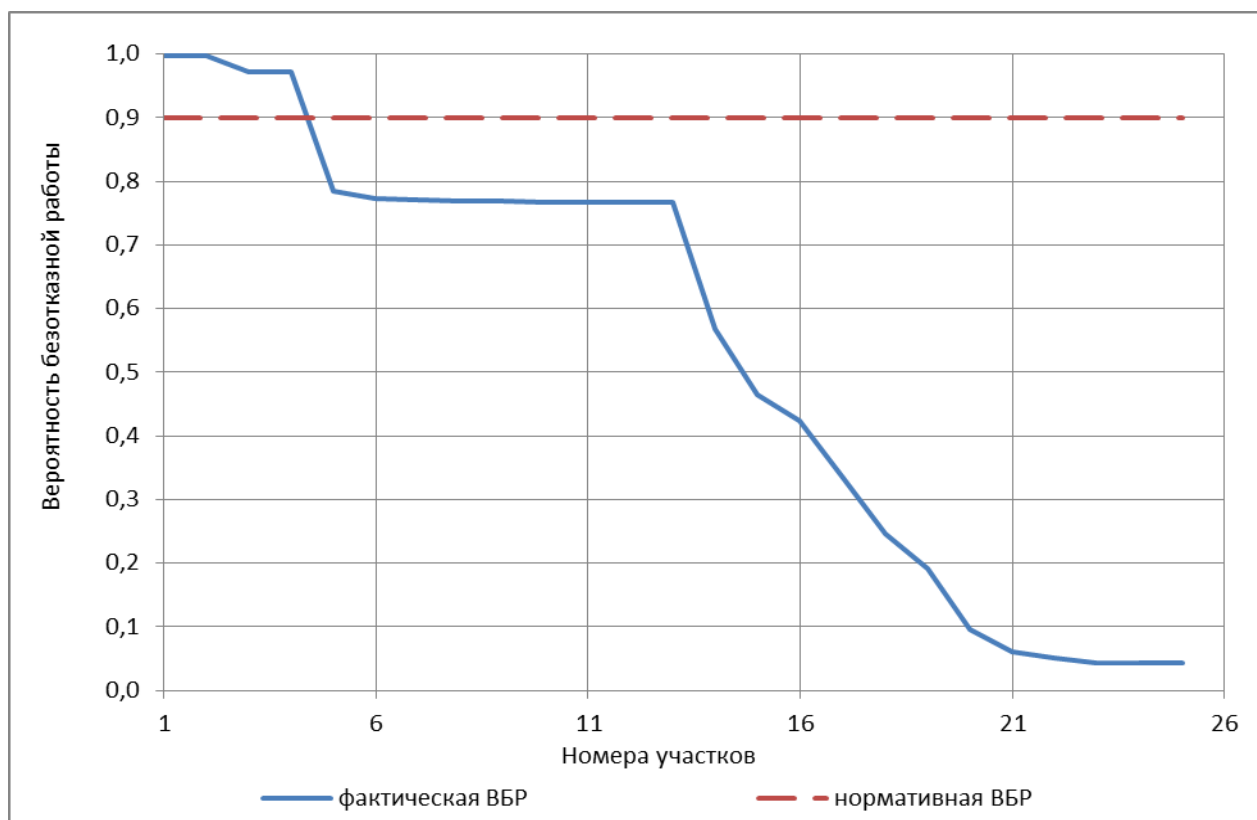


Рисунок 3.62 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

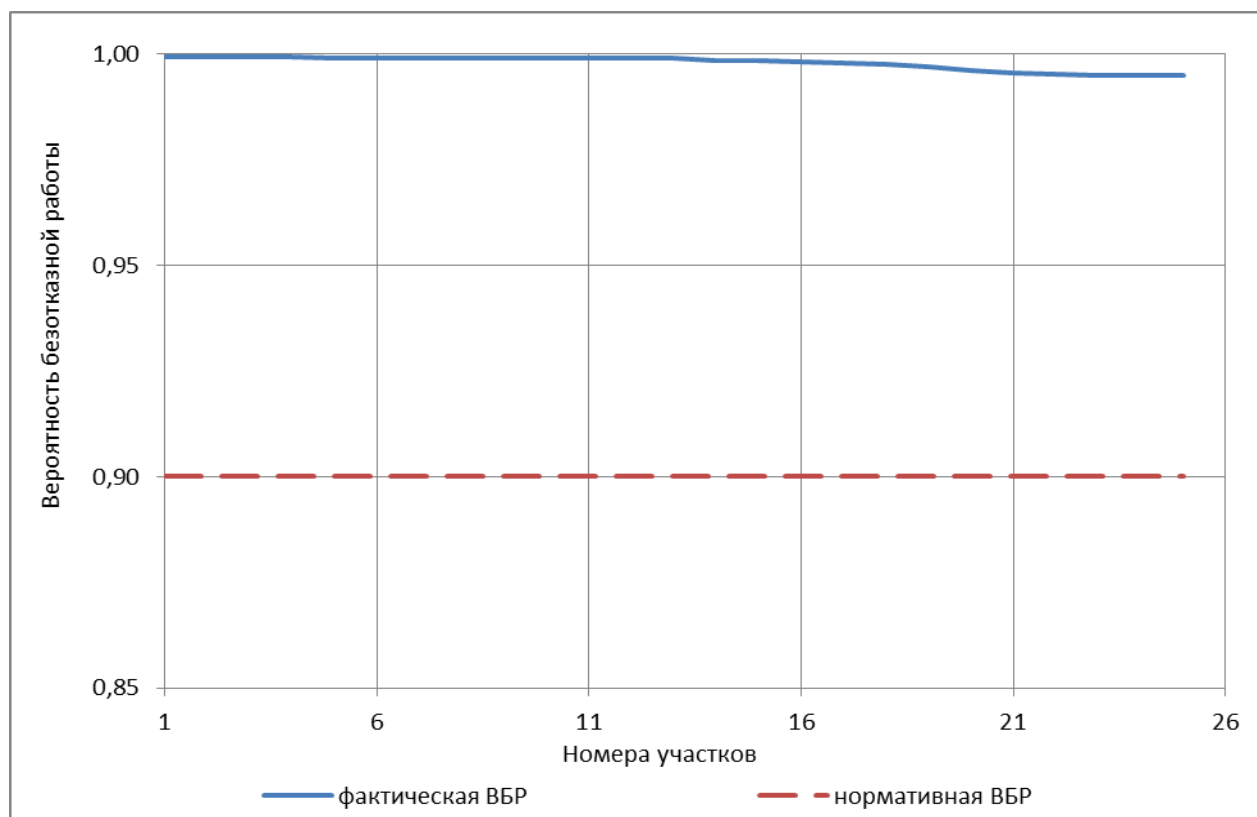


Рисунок 3.63 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.43 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Валовое кольцо"	3/24--12	0,25	0,0467	2017	2	15	1,87E-06	17,7	0,002556	0,002556	0,997448
2	3/24--12	3/24--121	0,15	0,031	1988	1	44	2,26E-04	5,5	0,000450	0,003005	0,996999
3	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	1988	1	44	2,53E-03	6,2	0,024828	0,027833	0,972550
4	3/24--13	3/24--13-2	0,3	0,001	1988	1	44	7,28E-06	6,2	0,000072	0,027905	0,972481
5	3/24--13-2	3/24--13-1	0,3	0,02	1988	2	44	1,46E-04	18,7	0,215504	0,243409	0,783951
6	3/24--13-1	3/24--14	0,3	0,204	1988	1	44	1,49E-03	6,2	0,014597	0,258005	0,772591
7	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	1988	1	44	3,09E-04	6,2	0,003041	0,261046	0,770245
8	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	3/24--16(ТК-Р1)	0,15	0,119	1988	1	44	8,66E-04	5,5	0,001726	0,262772	0,768917
9	3/24--15	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	0,15	0,001	1988	1	44	7,28E-06	5,5	0,000015	0,262786	0,768906
10	3/24--16(ТК-Р1)	3/24--17(ТК-Р2)	0,15	0,066	1988	1	44	4,81E-04	5,5	0,000957	0,263743	0,768171
11	3/24--17(ТК-Р2)	3/24--18	0,15	0,064	1988	1	44	4,66E-04	5,5	0,000928	0,264672	0,767458
12	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	1988	1	44	1,16E-04	5,4	0,000187	0,264858	0,767315
13	3/24--19	3/24--20	0,1	0,039	1988	1	44	2,84E-04	5,3	0,000344	0,265202	0,767051
14	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	1988	2	44	2,84E-04	15,5	0,300150	0,565352	0,568160
15	3/24--21	3/24--22(ТК-Р3)	0,125	0,026	1988	2	44	1,89E-04	15,5	0,200100	0,765452	0,465123
16	3/24--22(ТК-Р3)	3/24--23(ТК-Р4)	0,125	0,012	1988	2	44	8,74E-05	15,5	0,092354	0,857806	0,424091
17	3/24--23(ТК-Р4)	3/24--24(ТК-Р5)	0,1	0,033	1988	2	44	2,40E-04	15,1	0,238097	1,095903	0,334238

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3/24--24(ТК-Р5)	3/24--25(ТК-Р6)	0,1	0,042	1988	2	44	3,06E-04	15,1	0,303032	1,398935	0,246860
19	3/24--25(ТК-Р6)	3/24--26(ТК-Р7)	0,1	0,035	1988	2	44	2,55E-04	15,1	0,252527	1,651462	0,191769
20	3/24--26(ТК-Р7)	3/24--27(ТК-Р8)	0,1	0,095	1988	2	44	6,92E-04	15,1	0,685430	2,336891	0,096628
21	3/24--27(ТК-Р8)	3/24--28(ТК-Р9)	0,1	0,064	1988	2	44	4,66E-04	15,1	0,461763	2,798654	0,060892
22	3/24--28(ТК-Р9)	3/24--29(ТК-Р10)	0,1	0,027	1988	2	44	1,97E-04	15,1	0,194806	2,993461	0,050114
23	3/24--29(ТК-Р10)	3/24--30(ТК-Р11)	0,1	0,022	1988	2	44	1,60E-04	15,1	0,158731	3,152192	0,042758
24	3/24--30(ТК-Р11)	3/24—31f	0,1	0,0725	1988	1	44	5,28E-04	5,3	0,000640	3,152832	0,042731
25	3/24—31f	Кардовского ул., 25	0,05	0,068	1988	1	44	4,95E-04	5,1	0,000226	3,153058	0,042721

Таблица 3.44 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Новая котельная "Валовое кольцо"	3/24--12	0,25	0,0467	2017	2	15	4,67E-07	17,7	0,000639	0,000639	0,999361
2	3/24--12	3/24--121	0,15	0,031	2026	1	6	3,10E-07	5,5	0,000001	0,000640	0,999361
3	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	2026	1	6	3,47E-06	6,2	0,000034	0,000674	0,999327
4	3/24--13	3/24--13-2	0,3	0,001	2026	1	6	1,00E-08	6,2	0,000000	0,000674	0,999327
5	3/24--13-2	3/24--13-1	0,3	0,02	2026	2	6	2,00E-07	18,7	0,000296	0,000970	0,999031
6	3/24--13-1	3/24--14	0,3	0,204	2026	1	6	2,04E-06	6,2	0,000020	0,000990	0,999011
7	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	2026	1	6	4,25E-07	6,2	0,000004	0,000994	0,999007
8	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	3/24--16(ТК-Р1)	0,15	0,119	2026	1	6	1,19E-06	5,5	0,000002	0,000996	0,999004
9	3/24--15	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	0,15	0,001	2026	1	6	1,00E-08	5,5	0,000000	0,000996	0,999004
10	3/24--16(ТК-Р1)	3/24--17(ТК-Р2)	0,15	0,066	2026	1	6	6,60E-07	5,5	0,000001	0,000998	0,999003
11	3/24--17(ТК-Р2)	3/24--18	0,15	0,064	2026	1	6	6,40E-07	5,5	0,000001	0,000999	0,999002
12	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	2026	1	6	1,60E-07	5,4	0,000000	0,000999	0,999001
13	3/24--19	3/24--20	0,1	0,039	2026	1	6	3,90E-07	5,3	0,000000	0,001000	0,999001
14	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	2026	2	6	3,90E-07	15,5	0,000412	0,001412	0,998589
15	3/24--21	3/24--22(ТК-Р3)	0,125	0,026	2026	2	6	2,60E-07	15,5	0,000275	0,001687	0,998315
16	3/24--22(ТК-Р3)	3/24--23(ТК-Р4)	0,125	0,012	2026	2	6	1,20E-07	15,5	0,000127	0,001814	0,998188
17	3/24--23(ТК-Р4)	3/24--24(ТК-Р5)	0,1	0,033	2026	2	6	3,30E-07	15,1	0,000327	0,002141	0,997862



Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	3/24--24(ТК-Р5)	3/24--25(ТК-Р6)	0,1	0,042	2026	2	6	4,20E-07	15,1	0,000416	0,002557	0,997447
19	3/24--25(ТК-Р6)	3/24--26(ТК-Р7)	0,1	0,035	2026	2	6	3,50E-07	15,1	0,000347	0,002904	0,997101
20	3/24--26(ТК-Р7)	3/24--27(ТК-Р8)	0,1	0,095	2026	2	6	9,50E-07	15,1	0,000941	0,003845	0,996162
21	3/24--27(ТК-Р8)	3/24--28(ТК-Р9)	0,1	0,064	2026	2	6	6,40E-07	15,1	0,000634	0,004479	0,995531
22	3/24--28(ТК-Р9)	3/24--29(ТК-Р10)	0,1	0,027	2026	2	6	2,70E-07	15,1	0,000268	0,004747	0,995265
23	3/24--29(ТК-Р10)	3/24--30(ТК-Р11)	0,1	0,022	2026	2	6	2,20E-07	15,1	0,000218	0,004965	0,995048
24	3/24--30(ТК-Р11)	3/24—31f	0,1	0,0725	2026	1	6	7,25E-07	5,3	0,000001	0,004966	0,995047
25	3/24—31f	Кардовского ул., 25	0,05	0,068	2026	1	6	6,80E-07	5,1	0,000000	0,004966	0,995046

### **3.3.9 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-7-1 начинается от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до жилого здания по адресу ул. Московская, д. 122.

На рисунке 3.64 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-7-1).

В таблице 3.45 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.65 и 3.66 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «узел на в/ч №62681 – ТК-6 (У6а)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-7-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.46 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

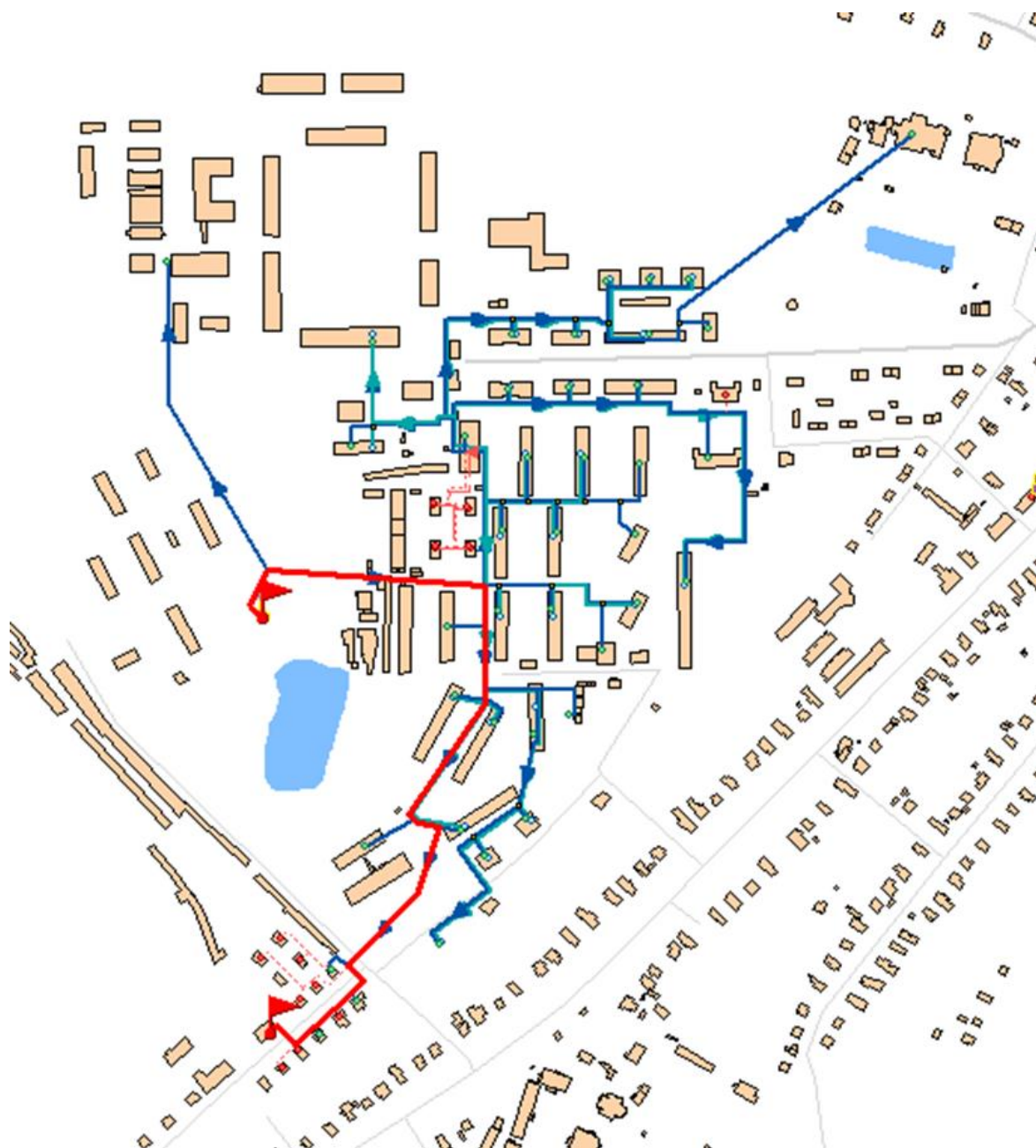


Рисунок 3.64 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1)

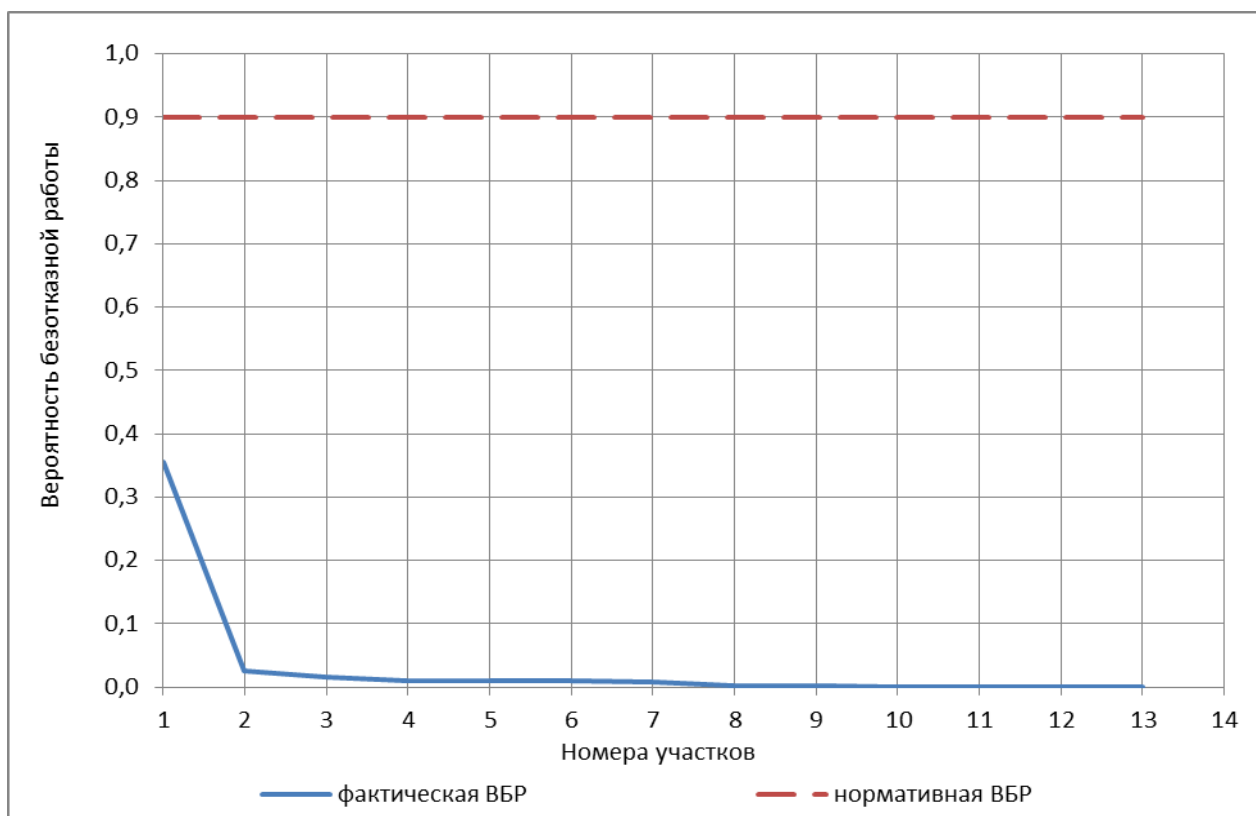


Рисунок 3.65 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

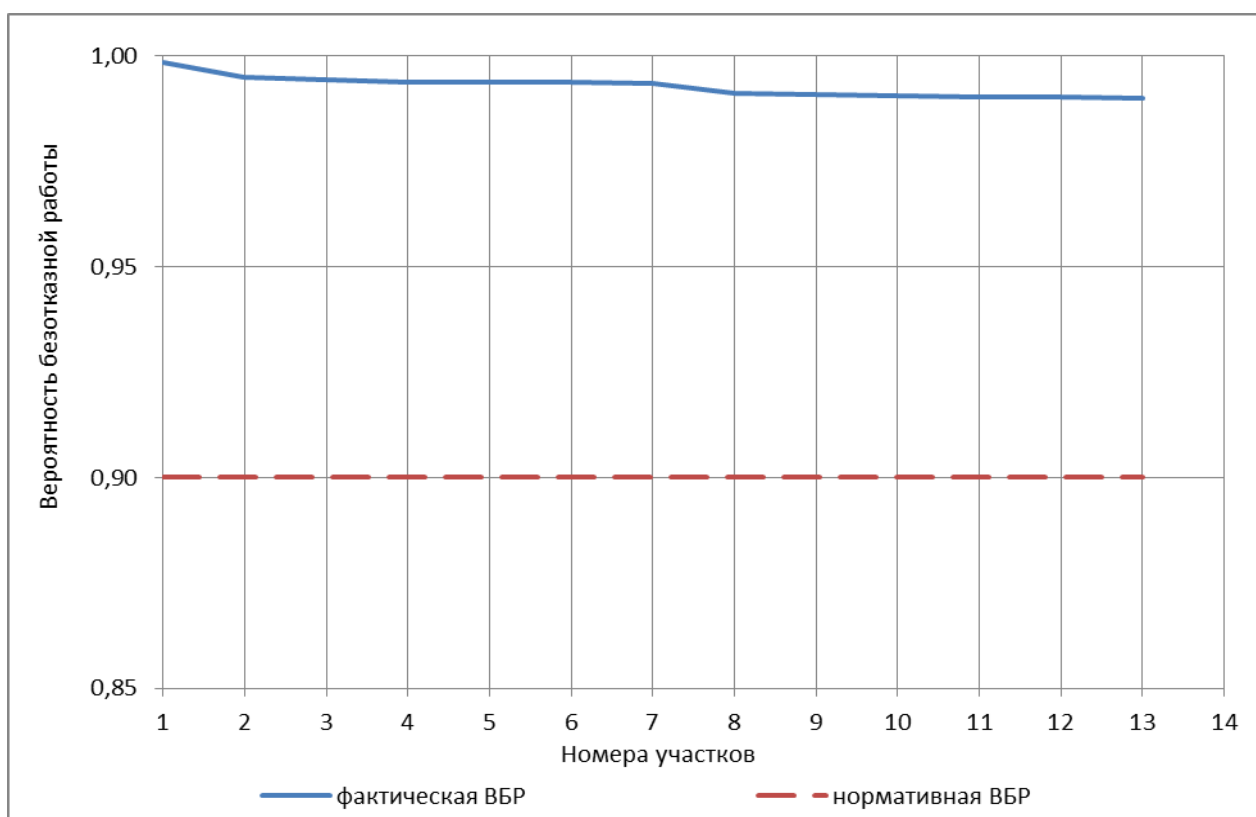


Рисунок 3.66 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.45 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	1988	2	44	6,99E-04	18,7	1,034418	1,034418	0,355433
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	44	2,12E-03	16,8	2,650140	3,684558	0,025108
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	1988	2	44	3,49E-04	16,8	0,436387	4,120944	0,016229
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	1988	2	44	4,15E-04	15,5	0,438681	4,559625	0,010466
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	1988	2	44	7,28E-05	15,5	0,076962	4,636586	0,009691
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	1988	1	44	8,15E-04	5,4	0,001306	4,637893	0,009678
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	1988	2	44	1,46E-04	15,5	0,153923	4,791816	0,008297
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	1988	2	44	1,53E-03	15,5	1,616192	6,408008	0,001648
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	1988	2	44	3,79E-04	14,7	0,345155	6,753163	0,001167
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	1988	2	44	1,82E-04	14,7	0,165940	6,919104	0,000989
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	1988	2	44	1,75E-04	14,4	0,150242	7,069346	0,000851
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	1988	2	44	1,60E-04	14,4	0,137722	7,207067	0,000741
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	1988	2	44	1,09E-04	14,2	0,091149	7,298216	0,000677

Таблица 3.46 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	2021	2	11	9,60E-07	18,7	0,001421	0,001421	0,998580
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	2021	2	11	2,92E-06	16,8	0,003640	0,005061	0,994952
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	2021	2	11	4,80E-07	16,8	0,000599	0,005660	0,994356
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	2021	2	11	5,70E-07	15,5	0,000602	0,006262	0,993757
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	2021	2	11	1,00E-07	15,5	0,000106	0,006368	0,993652
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	2021	1	11	1,12E-06	5,4	0,000002	0,006370	0,993650
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	2021	2	11	2,00E-07	15,5	0,000211	0,006581	0,993440
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	2021	2	11	2,10E-06	15,5	0,002220	0,008801	0,991238
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	2021	2	11	5,20E-07	14,7	0,000474	0,009275	0,990768
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	2021	2	11	2,50E-07	14,7	0,000228	0,009503	0,990542
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	2021	2	11	2,40E-07	14,4	0,000206	0,009709	0,990338
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	2021	2	11	2,20E-07	14,4	0,000189	0,009898	0,990150
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	2021	2	11	1,50E-07	14,2	0,000125	0,010024	0,990026

### **3.3.10 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2)**

Теплопровод расчетного пути 2-7-2 начинается от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до общественного здания по адресу пер. Музейный, д. 4.

На рисунке 3.67 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-7-2).

В таблице 3.47 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.68 и 3.69 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «узел на в/ч №62681 – ТК-6 (У6а)»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-7-2, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.48 показана вероятность безотказной работы относительно теп-

лового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



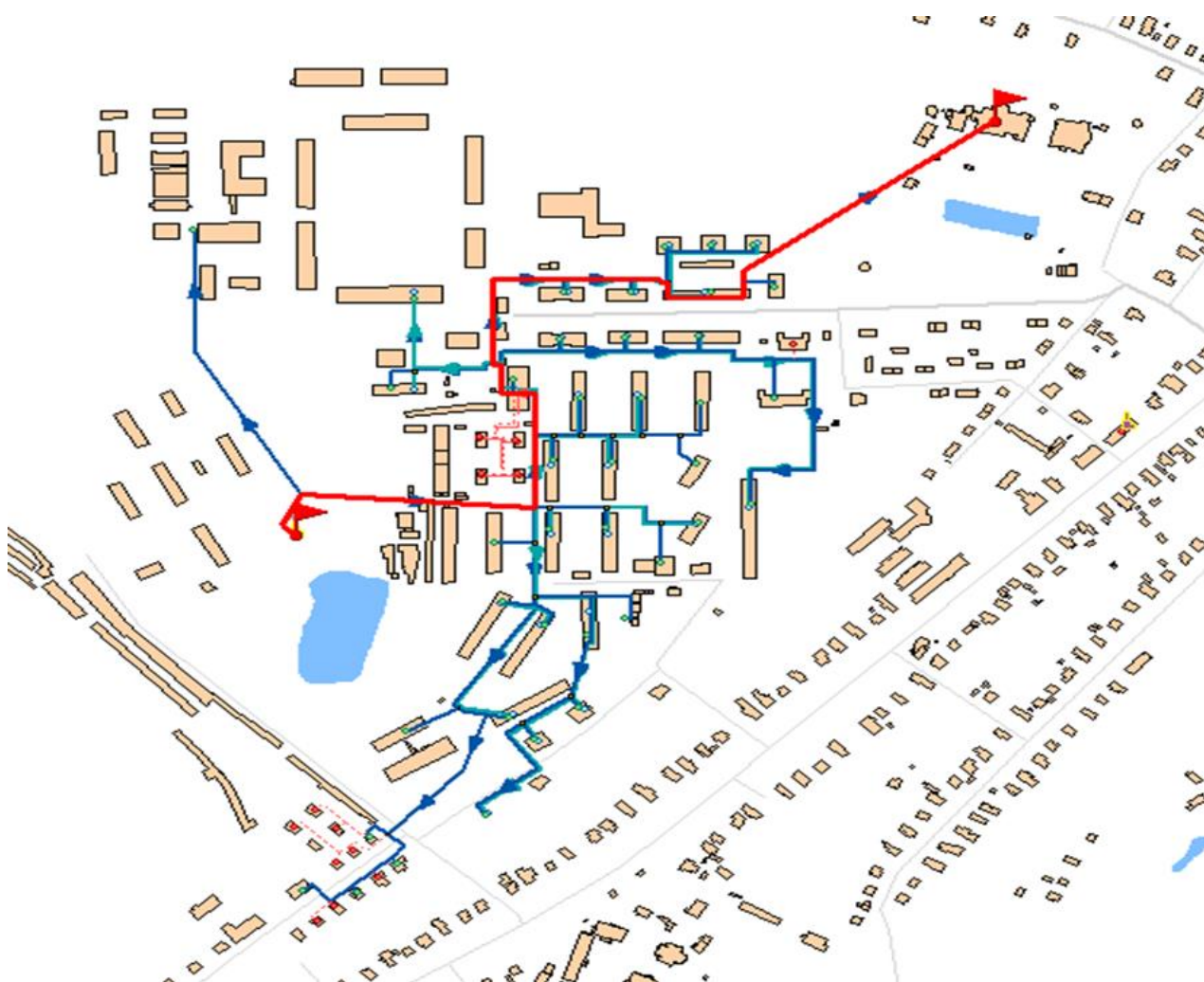


Рисунок 3.67 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2)

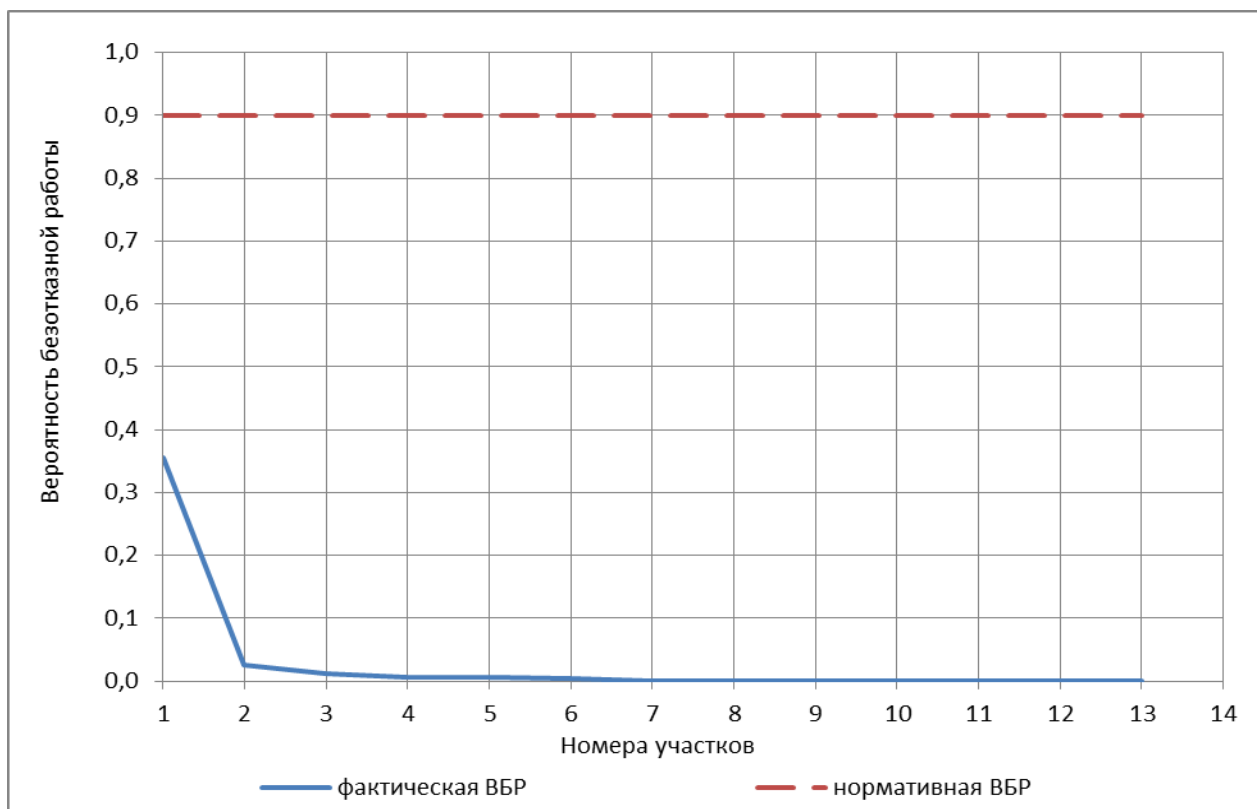


Рисунок 3.68 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

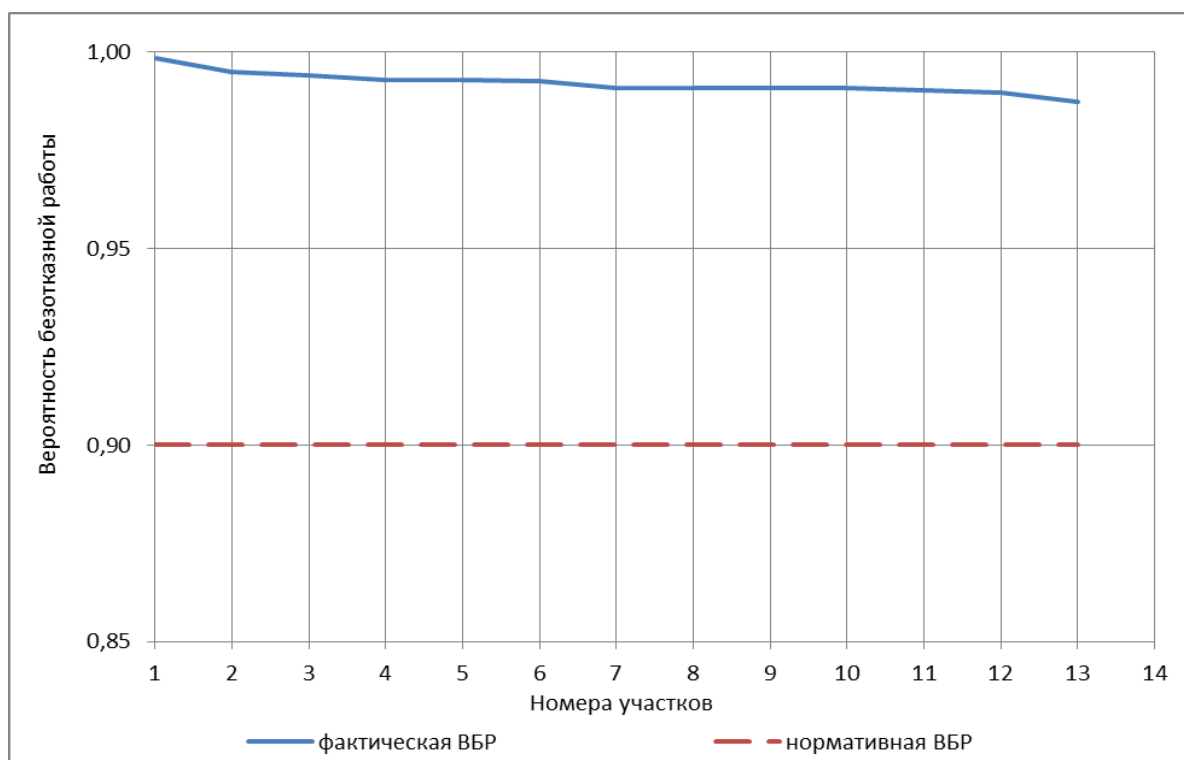


Рисунок 3.69 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.47 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	1988	2	44	6,99E-04	18,7	1,034418	1,034418	0,355433
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	44	2,12E-03	16,8	2,650140	3,684558	0,025108
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	1988	2	44	5,90E-04	16,8	0,736402	4,420960	0,012023
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	1988	2	44	5,72E-04	16,8	0,713674	5,134634	0,005889
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	1988	1	44	7,28E-06	5,8	0,000028	5,134662	0,005889
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	1988	2	44	2,40E-04	16,8	0,300016	5,434678	0,004363
7	У2	Узел	0,2	0,149	1988	2	44	1,08E-03	16,8	1,354617	6,789295	0,001126
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	1988	1	44	4,62E-04	5,5	0,000921	6,790216	0,001125
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	1988	1	44	3,93E-04	5,5	0,000783	6,790999	0,001124
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	1988	1	44	2,40E-04	5,5	0,000479	6,791477	0,001123
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	1988	2	44	4,00E-04	14,8	0,375615	7,167092	0,000772
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	1988	2	44	3,28E-04	14,8	0,307321	7,474413	0,000567
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	1988	2	44	1,87E-03	14,7	1,705864	9,180277	0,000103

Таблица 3.48 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная мкр. Чкаловский	узел на в/ч №62681	0,3	0,096	2021	2	11	9,60E-07	18,7	0,001421	0,001421	0,998580
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	2021	2	11	2,92E-06	16,8	0,003640	0,005061	0,994952
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	2021	2	11	8,10E-07	16,8	0,001011	0,006072	0,993946
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	2021	2	11	7,85E-07	16,8	0,000980	0,007052	0,992973
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	2021	1	11	1,00E-08	5,8	0,000000	0,007052	0,992973
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	2021	2	11	3,30E-07	16,8	0,000412	0,007464	0,992564
7	У2	Узел	0,2	0,149	2021	2	11	1,49E-06	16,8	0,001860	0,009325	0,990719
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	2021	1	11	6,35E-07	5,5	0,000001	0,009326	0,990717
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	2021	1	11	5,40E-07	5,5	0,000001	0,009327	0,990716
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	2021	1	11	3,30E-07	5,5	0,000001	0,009328	0,990716
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	2021	2	11	5,50E-07	14,8	0,000516	0,009844	0,990205
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	2021	2	11	4,50E-07	14,8	0,000422	0,010266	0,989787
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	2021	2	11	2,57E-06	14,7	0,002343	0,012609	0,987471





Рисунок 3.70 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1)

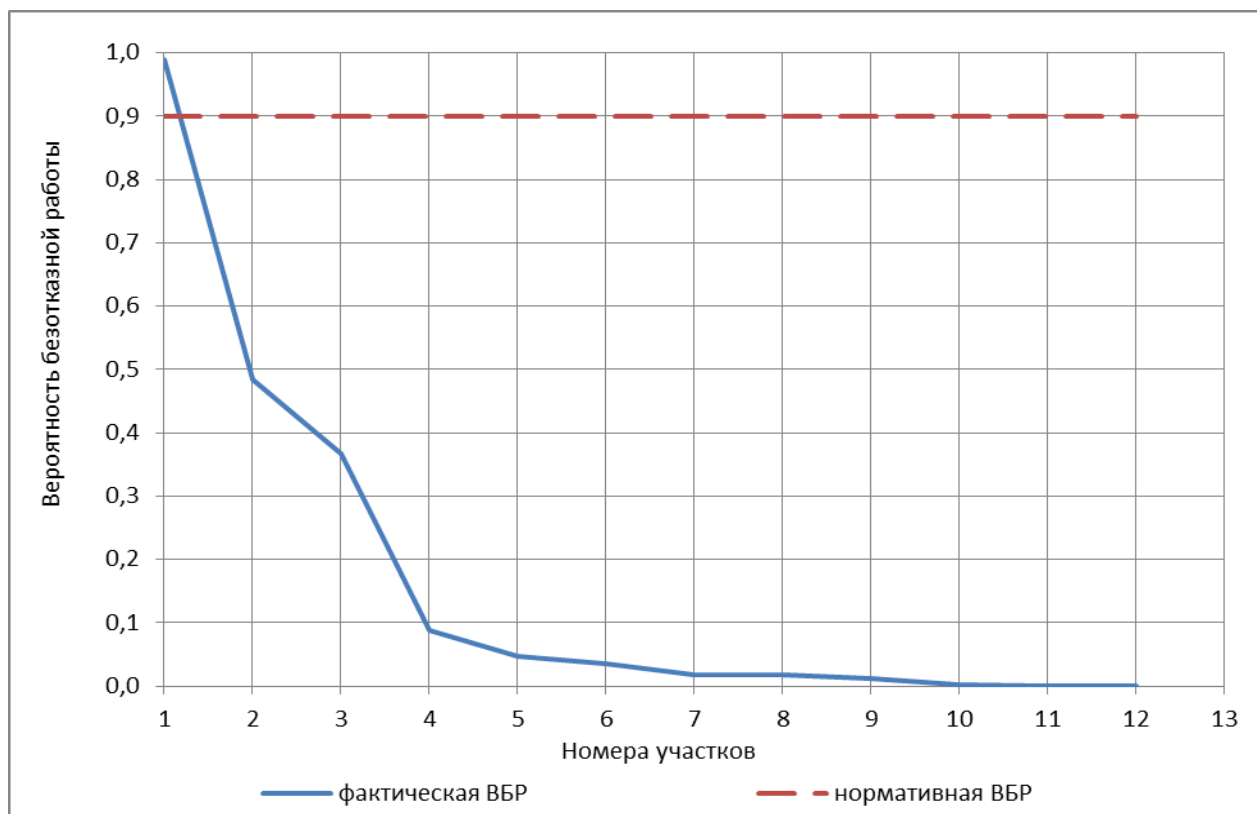


Рисунок 3.71 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

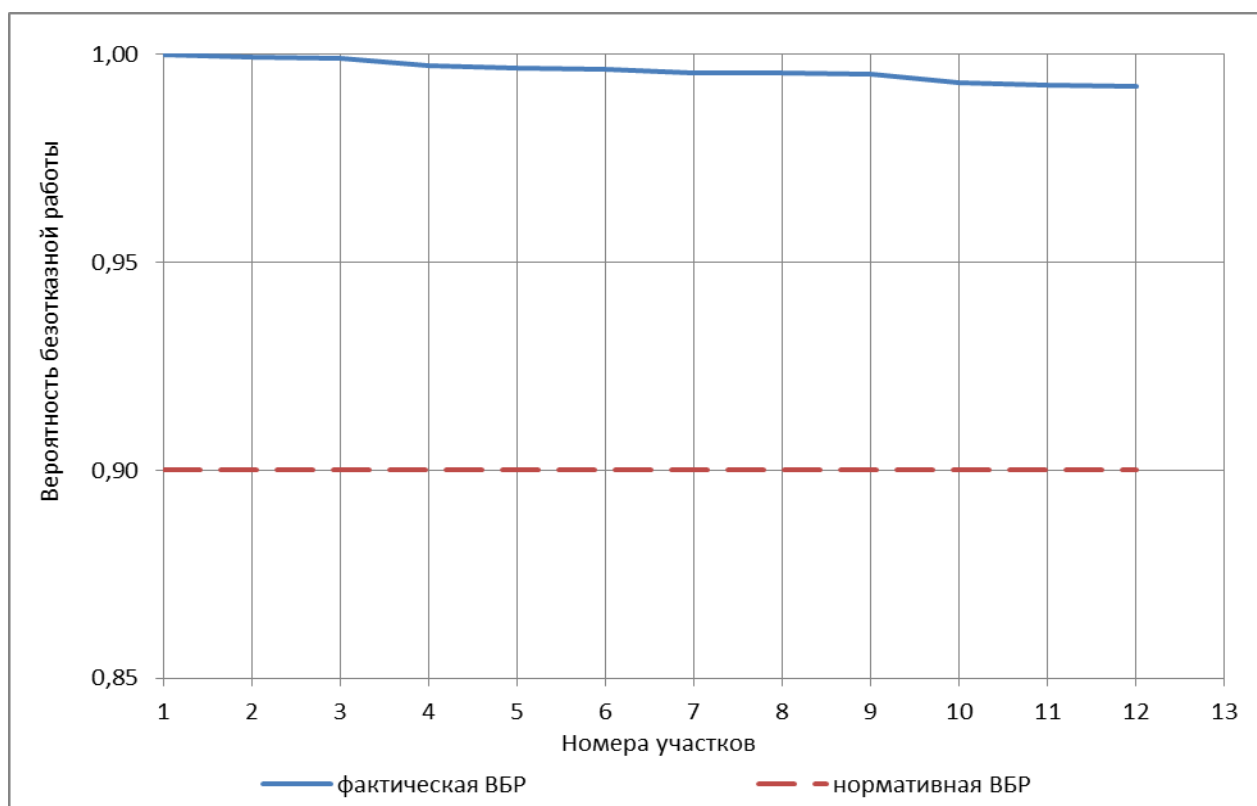


Рисунок 3.72 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.49 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	1988	2	44	9,10E-06	15,9	0,010214	0,010214	0,989838
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	44	6,37E-04	15,9	0,714986	0,725200	0,484228
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	44	2,46E-04	15,9	0,275780	1,000981	0,367519
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	44	1,27E-03	15,9	1,429973	2,430953	0,087953
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	1988	2	44	5,46E-04	15,9	0,612845	3,043799	0,047654
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	1988	2	44	2,73E-04	15,9	0,306423	3,350221	0,035077
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	1988	2	44	5,92E-04	15,9	0,663916	4,014137	0,018059
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	1988	2	44	4,55E-05	15,9	0,051070	4,065208	0,017159
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	1988	2	44	3,64E-04	15,9	0,408564	4,473771	0,011404
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	1988	2	44	1,46E-03	15,9	1,634254	6,108026	0,002225
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	1988	2	44	7,28E-04	14,8	0,682936	6,790961	0,001124
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	1988	2	44	4,10E-04	14,4	0,352130	7,143091	0,000790



Таблица 3.50 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	2022	2	10	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	10	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	10	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	10	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	2022	2	10	6,00E-07	15,9	0,000673	0,003344	0,996661
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	2022	2	10	3,00E-07	15,9	0,000337	0,003681	0,996326
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	2022	2	10	6,50E-07	15,9	0,000729	0,004411	0,995599
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	2022	2	10	5,00E-08	15,9	0,000056	0,004467	0,995543
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	2022	2	10	4,00E-07	15,9	0,000449	0,004916	0,995097
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	2022	2	10	1,60E-06	15,9	0,001796	0,006711	0,993311
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	2022	2	10	8,00E-07	14,8	0,000750	0,007462	0,992566
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	2022	2	10	4,50E-07	14,4	0,000387	0,007848	0,992182





Рисунок 3.73 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2)

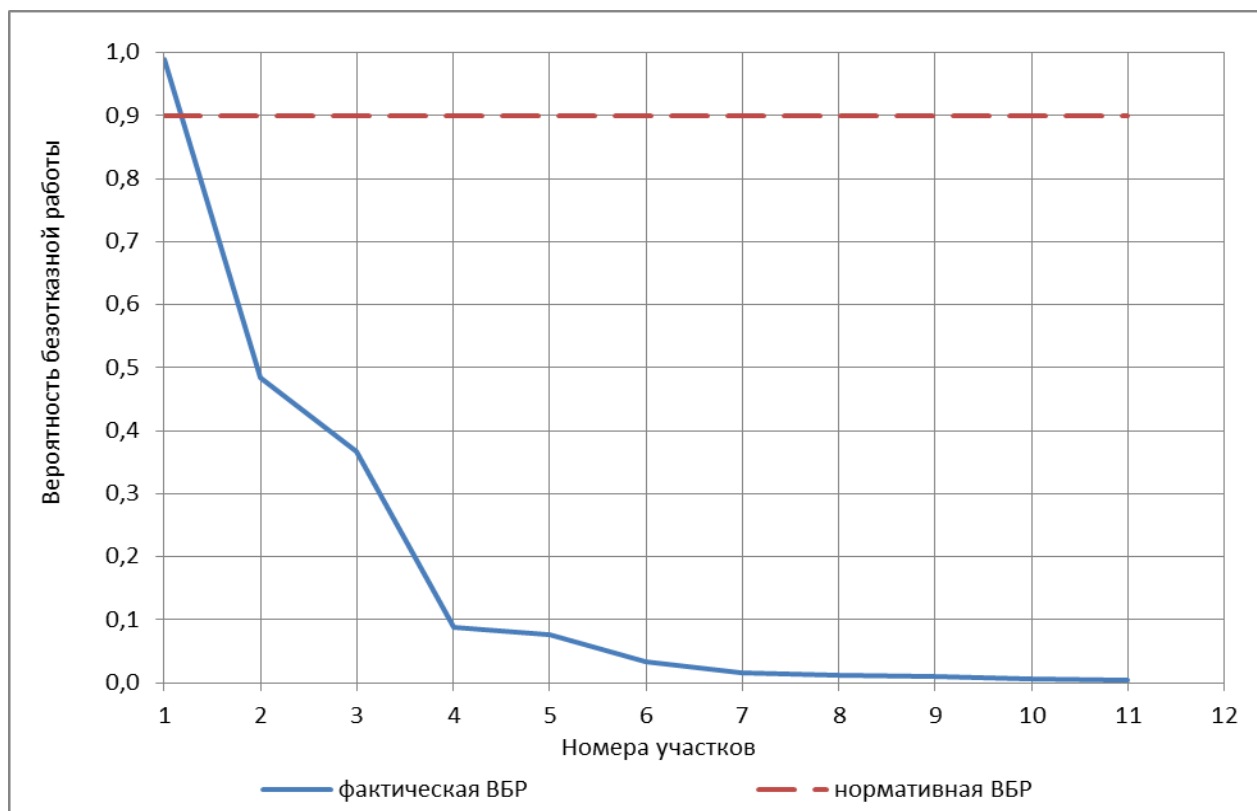


Рисунок 3.74 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

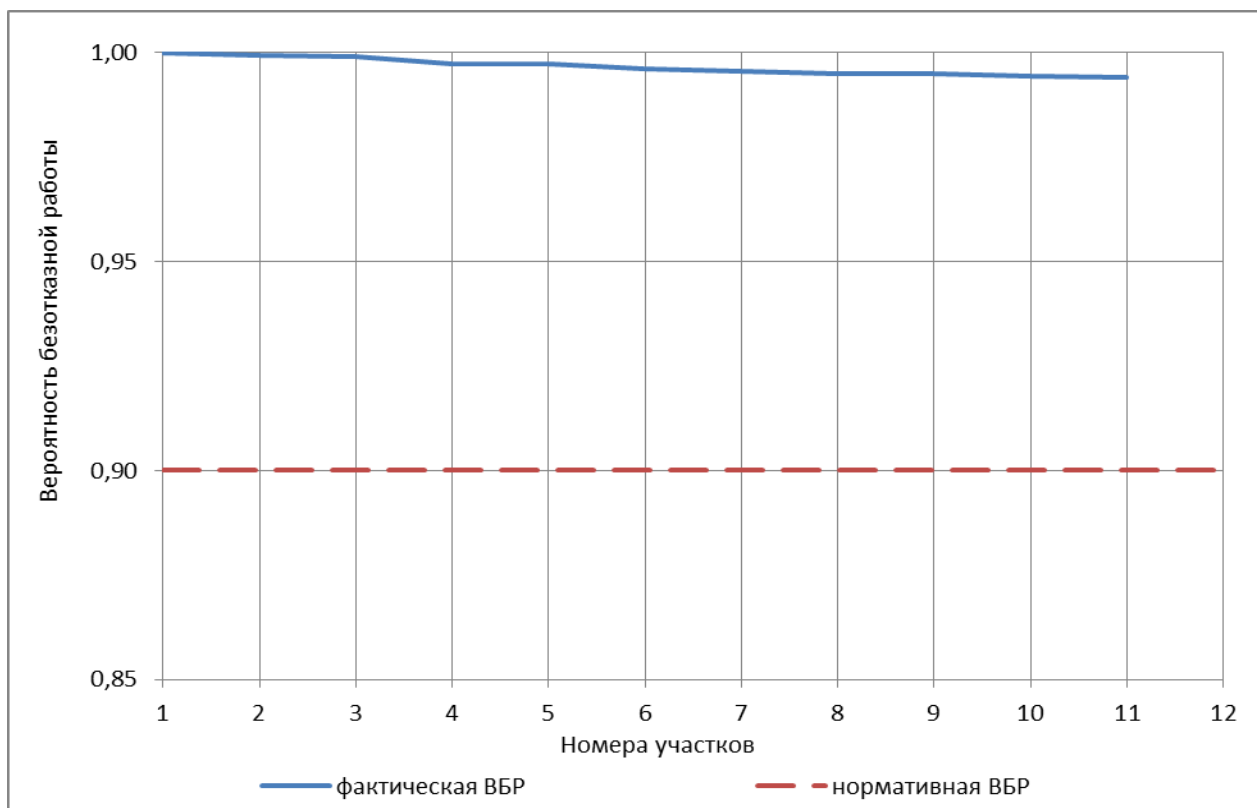


Рисунок 3.75 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.51 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	1988	2	44	9,10E-06	15,9	0,010214	0,010214	0,989838
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	44	6,37E-04	15,9	0,714986	0,725200	0,484228
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	44	2,46E-04	15,9	0,275780	1,000981	0,367519
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	44	1,27E-03	15,9	1,429973	2,430953	0,087953
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	1988	2	44	1,37E-04	15,1	0,135282	2,566235	0,076824
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	1988	2	44	8,65E-04	15,1	0,856787	3,423022	0,032614
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	1988	2	44	8,19E-04	14,7	0,746731	4,169753	0,015456
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	1988	2	44	3,64E-04	14,4	0,313004	4,482757	0,011302
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	1988	2	44	1,82E-04	14,4	0,156502	4,639259	0,009665
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	1988	2	44	4,55E-04	14,4	0,391255	5,030514	0,006535
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	1988	2	44	3,19E-04	14,4	0,273879	5,304393	0,004970

Таблица 3.52 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ИТИП-002719» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Сельхозтехника	ТК-1	0,15	0,001	2022	2	10	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	10	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	10	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	10	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	2022	2	10	1,50E-07	15,1	0,000149	0,002820	0,997184
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	2022	2	10	9,50E-07	15,1	0,000941	0,003761	0,996246
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	2022	2	10	9,00E-07	14,7	0,000820	0,004582	0,995429
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	2022	2	10	4,00E-07	14,4	0,000344	0,004925	0,995087
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	2022	2	10	2,00E-07	14,4	0,000172	0,005097	0,994916
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	2022	2	10	5,00E-07	14,4	0,000430	0,005527	0,994488
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	2022	2	10	3,50E-07	14,4	0,000301	0,005828	0,994189

### **3.3.13 Теплопроводы зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 2-9-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-9-1 начинается от котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017».

На рисунке 3.76 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-9-1).

В таблице 3.53 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.77 и 3.78 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ), поэтому реконструкции или резервирования участков тепловой сети теплопровода расчетного пути 2-9-1 с точки зрения обеспечения надежности теплоснабжения по состоянию тепловых сетей на 2032 год не требуется.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.54 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.



Рисунок 3.76 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 2-9-1)



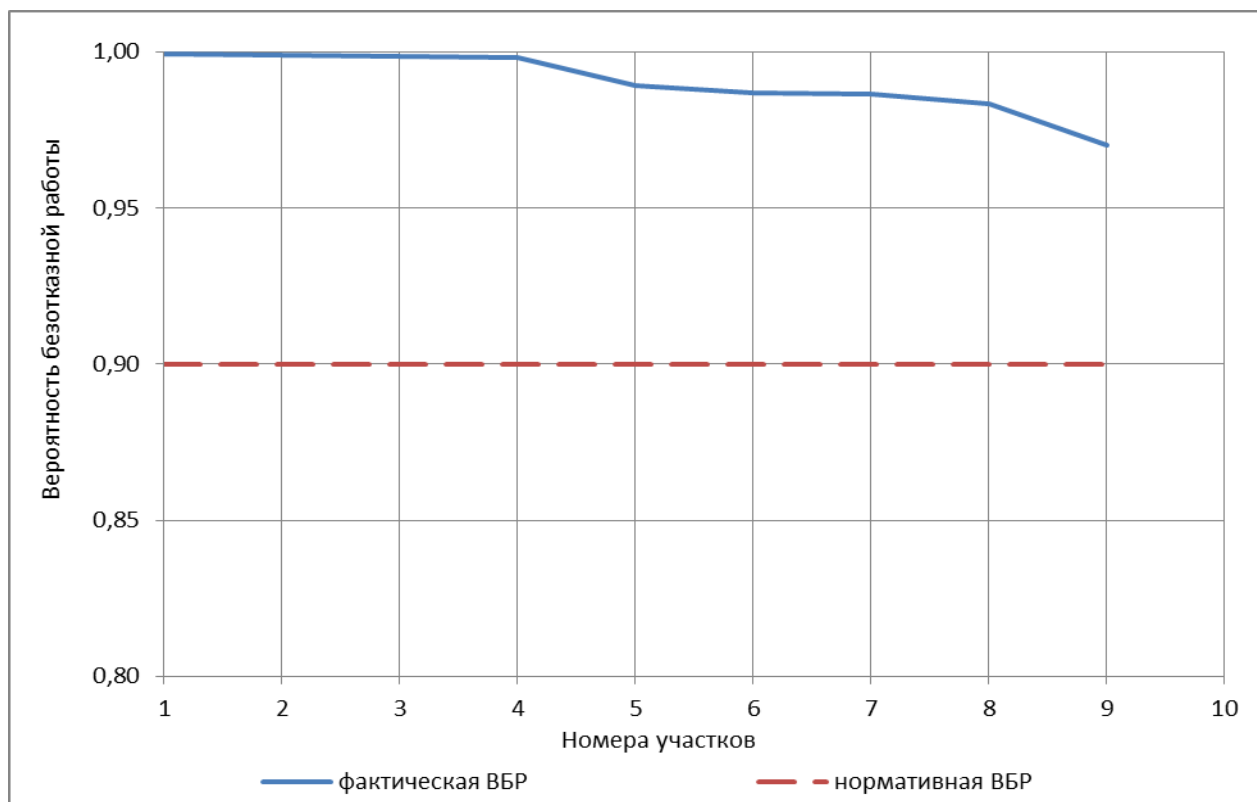


Рисунок 3.77 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП\_42\_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

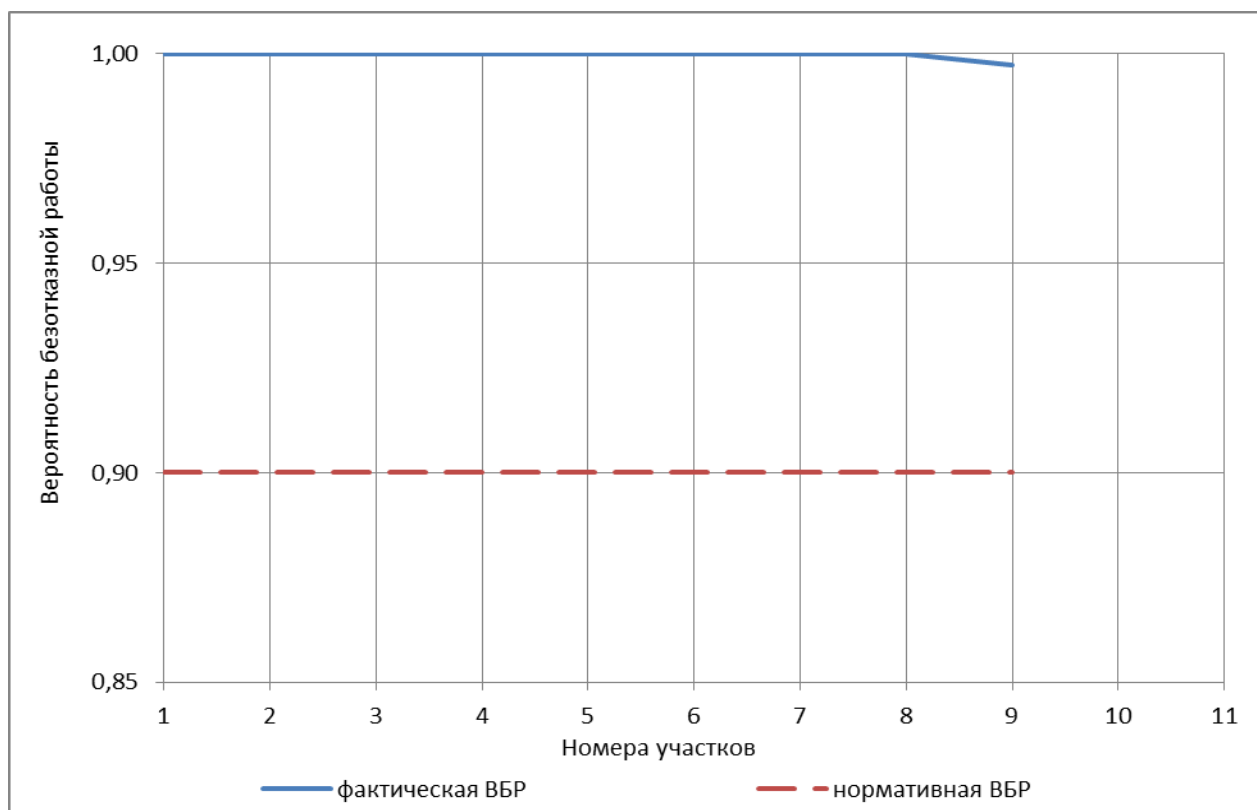


Рисунок 3.78 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП\_42\_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.53 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Молодежный (СО_СВ)	ТК-1	0,2	0,012	1988	1	44	1,09E-04	5,8	0,000421	0,000421	0,999579
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	1988	1	44	2,18E-04	5,5	0,000435	0,000856	0,999145
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	1988	1	44	2,46E-04	5,5	0,000489	0,001345	0,998656
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	1988	1	44	2,09E-04	5,5	0,000417	0,001762	0,998239
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	1988	1	44	2,35E-03	5,8	0,009045	0,010808	0,989251
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	1988	1	44	3,28E-04	6,0	0,002260	0,013068	0,987017
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	1988	1	44	8,19E-05	5,8	0,000316	0,013383	0,986706
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	1988	1	44	4,64E-04	6,0	0,003202	0,016585	0,983552
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	15	1,60E-05	14,4	0,013714	0,030299	0,970156

Таблица 3.54 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП\_42\_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная п. Молодежный (СО_СВ)	ТК-1	0,2	0,012	2021	1	11	1,20E-07	5,8	0,000000	0,000000	1,000000
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	2022	1	10	2,40E-07	5,5	0,000000	0,000001	0,999999
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	2022	1	10	2,70E-07	5,5	0,000001	0,000001	0,999999
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	2021	1	11	2,30E-07	5,5	0,000000	0,000002	0,999998
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	2021	1	11	2,58E-06	5,8	0,000010	0,000012	0,999988
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	2021	1	11	3,60E-07	6,0	0,000002	0,000014	0,999986
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	2021	1	11	9,00E-08	5,8	0,000000	0,000015	0,999985
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	2021	1	11	5,10E-07	6,0	0,000004	0,000018	0,999982
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	15	3,19E-06	14,4	0,002743	0,002761	0,997243

### **3.3.14 Теплопроводы зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-10-1 начинается от котельной ул. Московская, д. 15 до общественного здания по адресу ул. Московская, д. 15».

На рисунке 3.79 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-10-1).

В таблице 3.55 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.80 и 3.81 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «Котельная по ул. Московская, 15 – ТК-1).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-10-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.56 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

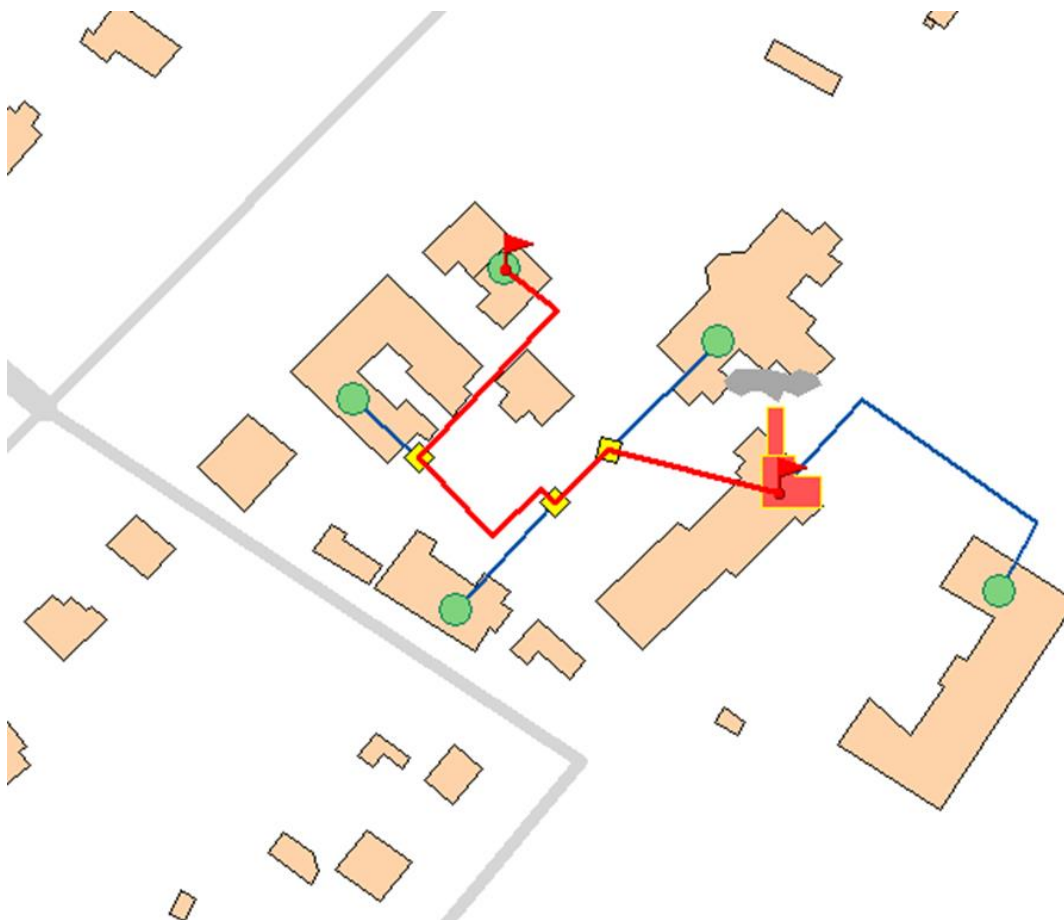


Рисунок 3.79 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1)

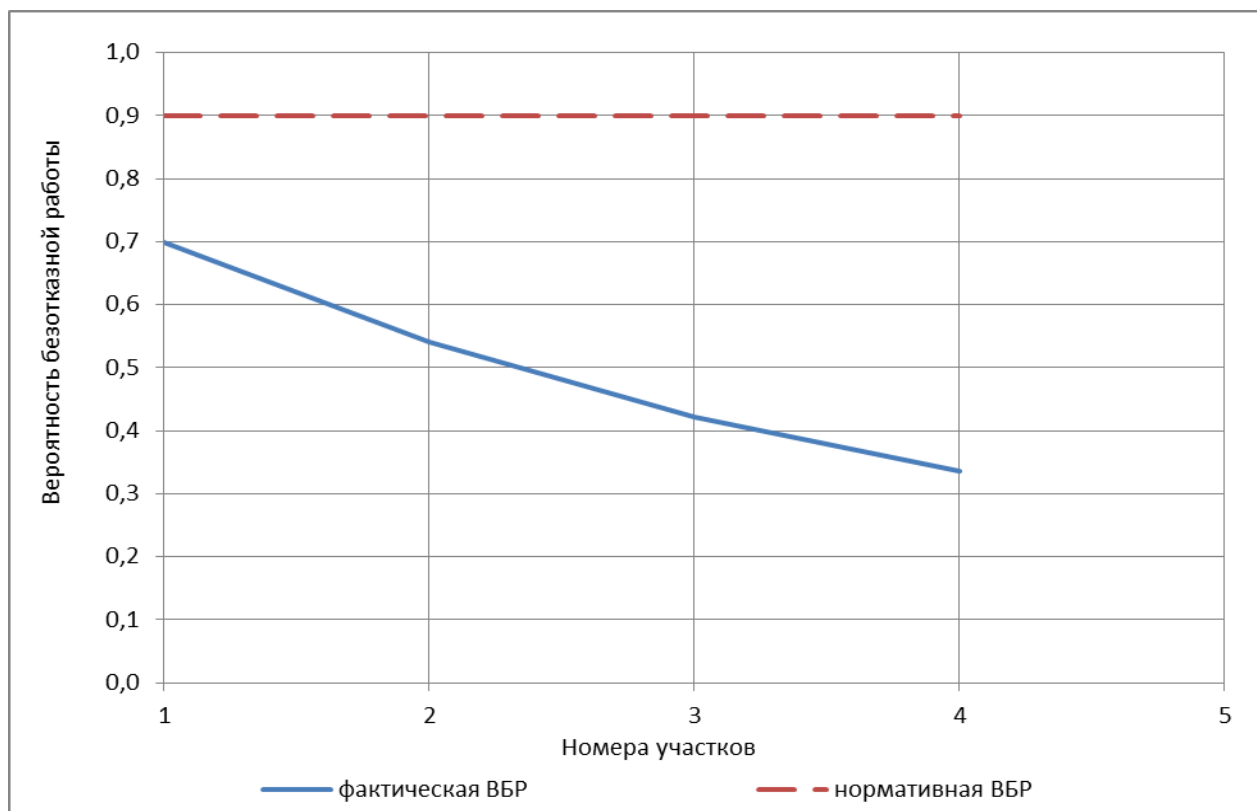


Рисунок 3.80 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

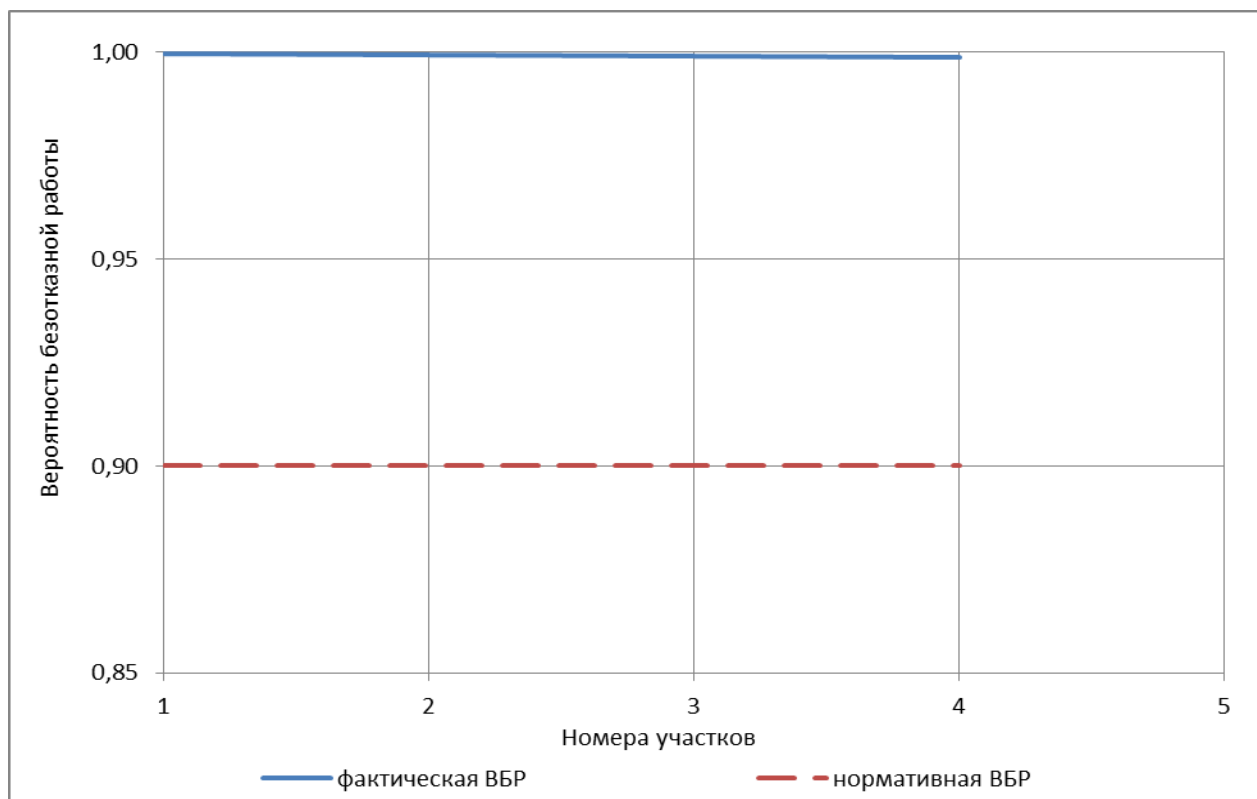


Рисунок 3.81 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.55 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Московская, 15	ТК-1	0,08	0,042	1988	2	44	3,82E-04	14,8	0,358541	0,358541	0,698695
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	1988	2	44	2,73E-04	14,8	0,256101	0,614642	0,540834
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	1988	2	44	2,73E-04	14,7	0,248910	0,863552	0,421662
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	1988	2	44	2,64E-04	14,4	0,226928	1,090480	0,336055

Таблица 3.56 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Московская, 15	ТК-1	0,08	0,042	2022	2	10	4,20E-07	14,8	0,000394	0,000394	0,999606
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	2022	2	10	3,00E-07	14,8	0,000281	0,000675	0,999325
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	2022	2	10	3,00E-07	14,7	0,000273	0,000949	0,999052
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	2022	2	10	2,90E-07	14,4	0,000249	0,001198	0,998803



### **3.3.15 Теплопроводы зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-11-1 начинается от котельной ул. Зеленая до общественного здания по адресу ул. Кардовского, д. 53А.

На рисунке 3.82 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-11-1).

В таблице 3.57 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящего документа, по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.83 и 3.84 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 потребителей, присоединенных к тепловым камерам, ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети (например, участка «ТК-1 – Кардовского ул., 53А»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-11-1, состоящая из двух составляющих:

- реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
- либо, резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В связи с проведением мероприятий по реконструкции тепловых сетей (с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки и обеспечения расчетных гидравлических режимов, а также подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.58 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2032 год.

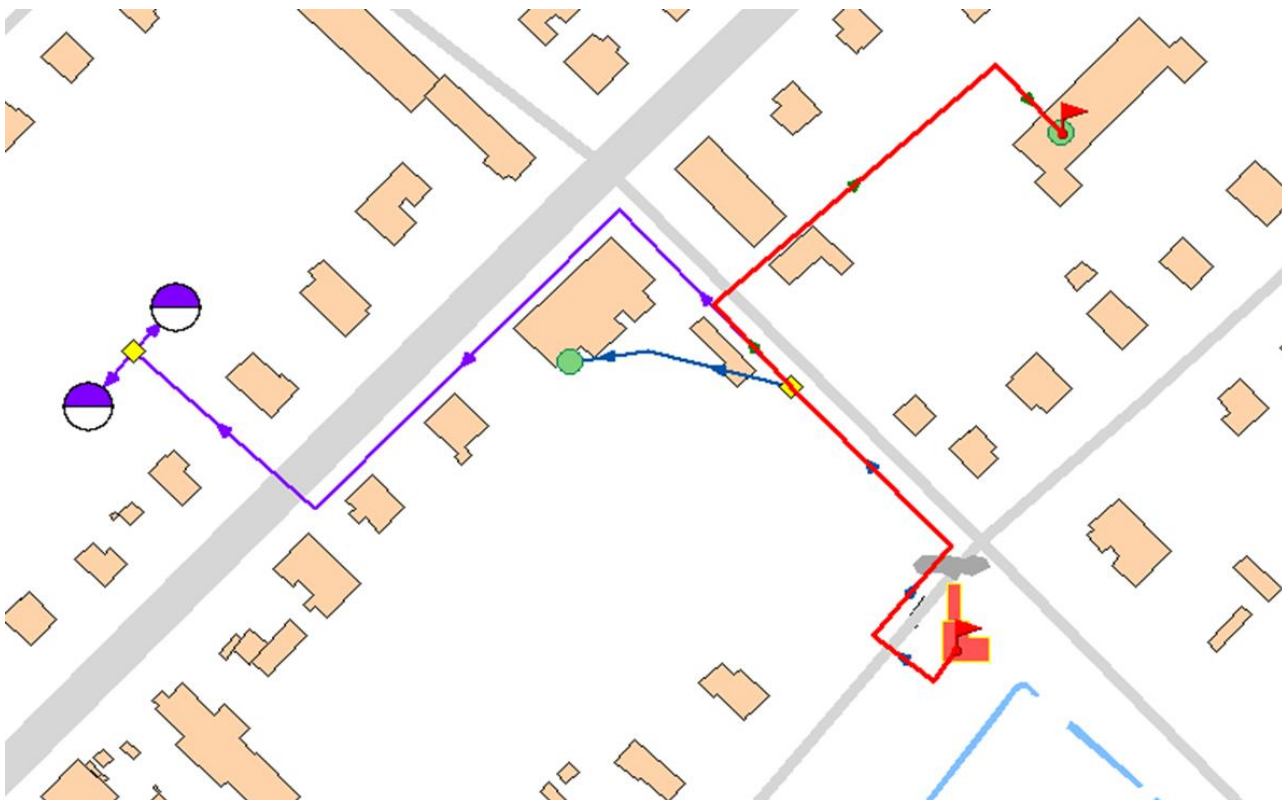


Рисунок 3.82 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1)

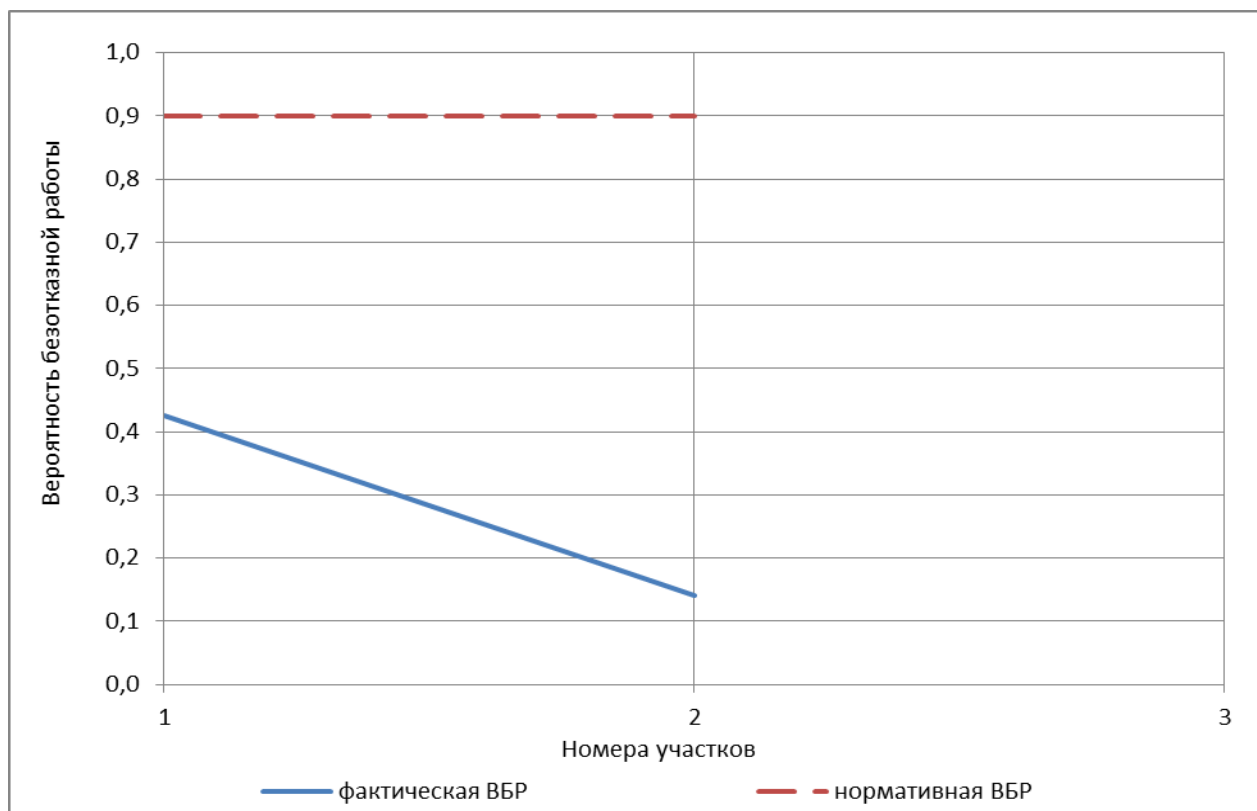


Рисунок 3.83 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

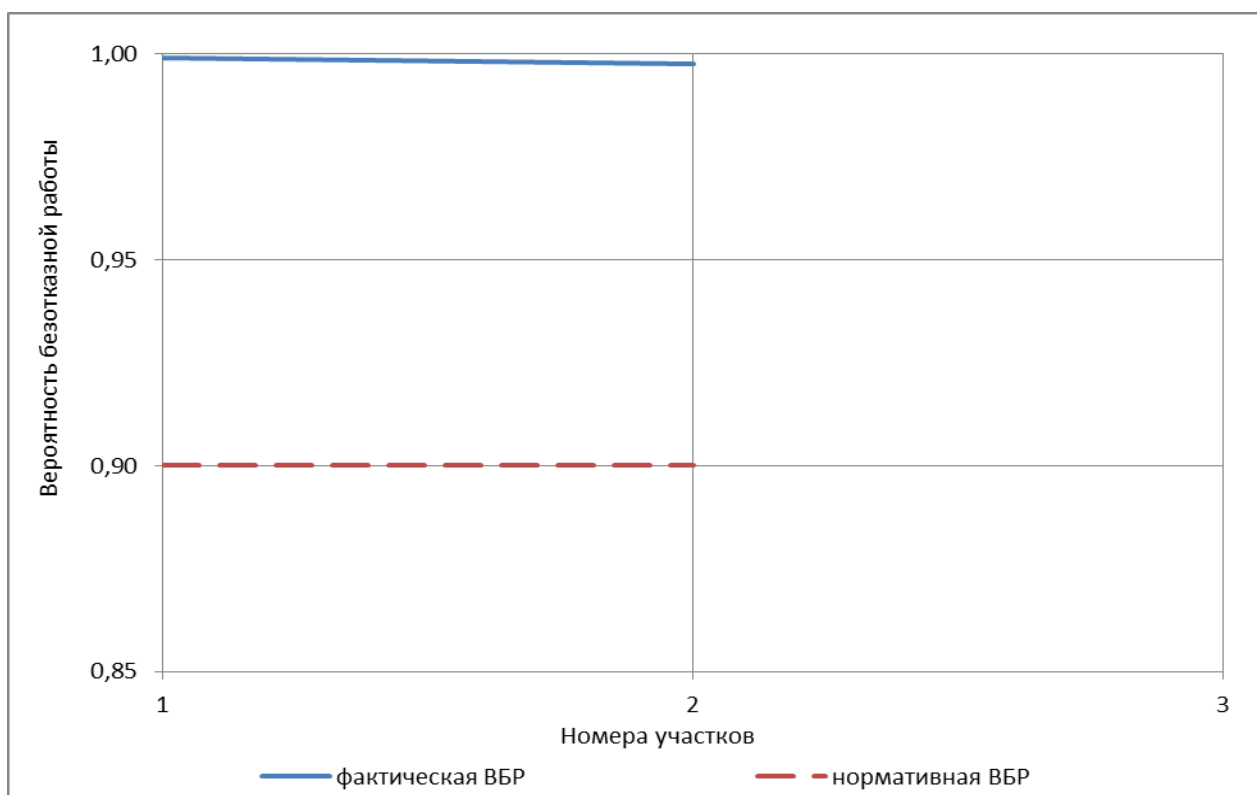


Рисунок 3.84 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.57 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Зеленая	ТК-1	0,08	0,1	1988	2	44	9,10E-04	14,8	0,853670	0,853670	0,425849
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,032	0,15	1988	2	44	1,37E-03	14,1	1,112597	1,966267	0,139978

Таблица 3.58 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2032 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа за участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная по ул. Зеленая	ТК-1	0,08	0,1	2022	2	10	1,00E-06	14,8	0,000938	0,000938	0,999062
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,08	0,15	2018	2	14	1,50E-06	14,8	0,001407	0,002345	0,997658

### **3.4 Анализ результатов расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей при реализации вариантов №1 и №2 развития схемы теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области**

Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы (ВБР) наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии при реализации варианта №1 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год показана на рисунке 3.85.

Из анализа данных расчета для варианта №1 можно сделать вывод, что средневзвешенная величина вероятности безотказной работы тепловых сетей, запитанных от котельной ООО «ПЭК», для наиболее удаленных потребителей тепловой энергии к 2032 году составит 0,945, а для запитанных от других теплоисточников –  $0,99 \div 1,00$ . Средневзвешенная величина ВБР тепловых сетей, запитанных от всех теплоисточников, при реализации варианта №1 для наиболее удаленных абонентов составит около 0,95, что при их нормативном значении ВБР 0,9 говорит о достаточном уровне надежности их перспективного теплоснабжения.

Сравнительная оценка значений ВБР наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии для варианта №2 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год приведена на рисунке 3.86.

Как видно из рисунка 3.86, средневзвешенная величина ВБР тепловых сетей при реализации варианта №2 для большинства наиболее удаленных конечных потребителей тепловой энергии, присоединяемых в 2017÷2019 годах к новым котельным (4, 5 и 6 мкр., Брембола, «Больничный комплекс», «Валовое кольцо» и «Фрегат»), к 2032 году составит  $0,96 \div 0,99$ , а для запитанных от других теплоисточников –  $0,99 \div 1,00$ . Средневзвешенная величина ВБР тепловых сетей, запитанных от всех теплоисточников, при реализации варианта №2 для наиболее удаленных абонентов составит около 0,98, что при их нормативном значении ВБР 0,9 говорит о высоком уровне надежности их перспективного теплоснабжения.

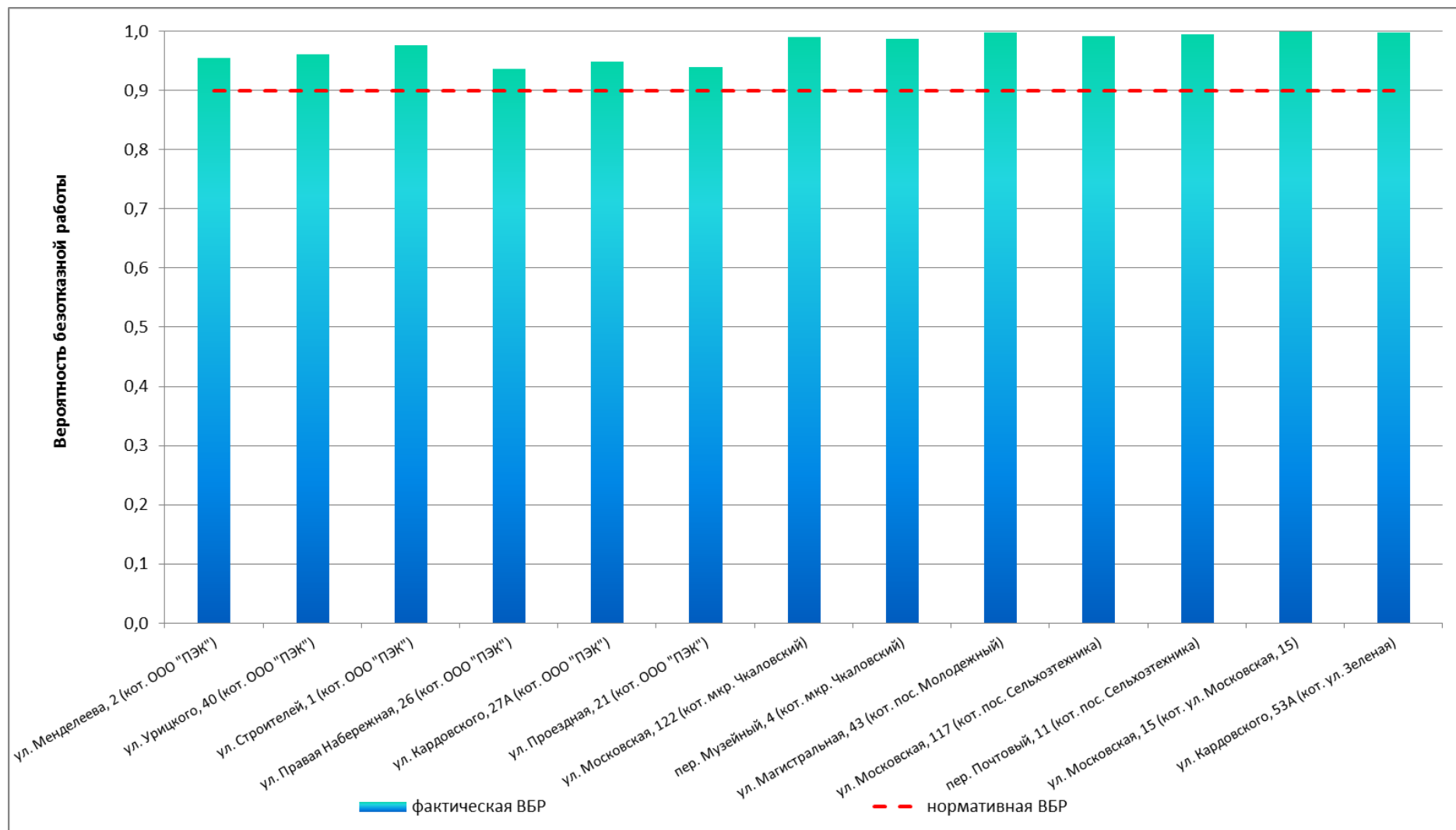


Рисунок 3.85 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для варианта №1 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год

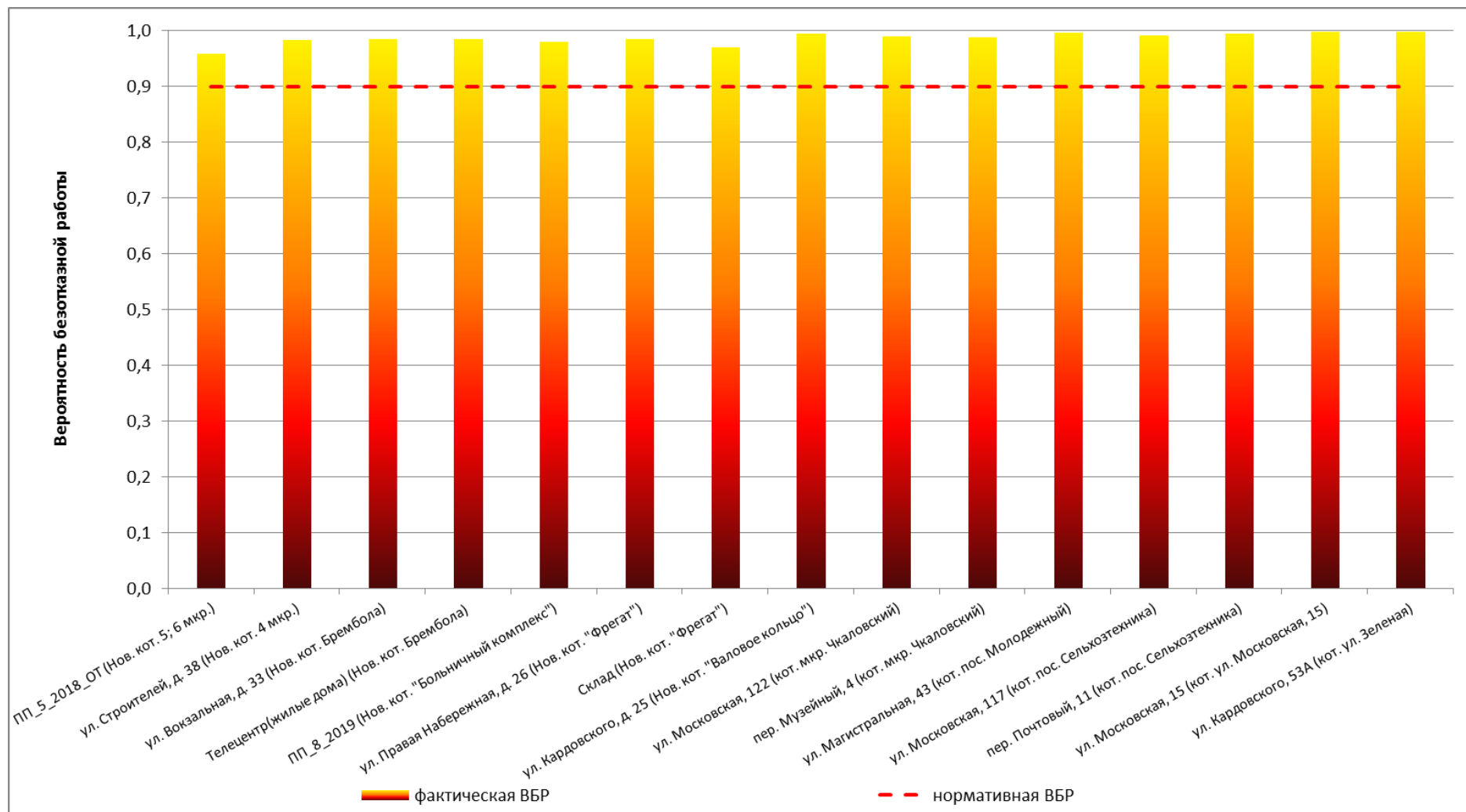


Рисунок 3.86 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для варианта №2 развития схемы теплоснабжения по состоянию на 2032 год