



ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДА ПЕРЕСЛАВЛЯ–ЗАЛЕССКОГО
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
НА ПЕРИОД ДО 2033 ГОДА
(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2019 ГОД)

КНИГА 10. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

СОСТАВ ДОКУМЕНТОВ

Наименование документа	Шифр
Схема теплоснабжения города Переславля–Залесского Ярославской области на период до 2033 года (актуализация на 2019 год)	78405.СТ-ПСТ.000.000
<i>Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения города Переславля–Залесского Ярославской области на период до 2033 года (актуализация на 2019 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 2019 год	78405.ОМ-ПСТ.014.000

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ.....	6
ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ	10
1 Общие положения	15
2 Методика расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей.....	17
2.1 Термины и определения.....	17
2.2 Методика расчета надежности теплоснабжения.....	19
3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей в зоне действия источников тепловой энергии муниципального образования города Переславля-Залесского Ярославской области на период до 2033 года	20
3.1 Общие положения.....	20
3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей для актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области	22
3.2.1 Теплопроводы зоны Новой котельной 5; 6 мкр. до перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1).....	22
3.2.2 Теплопроводы зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1).....	27
3.2.3 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)	34
3.2.4 Теплопроводы зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2).....	41
3.2.5 Теплопроводы зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1)	48
3.2.6 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1)	55
3.2.7 Теплопроводы зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2).....	62
3.2.8 Теплопроводы зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1).....	67
3.2.9 Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1)	74
3.2.10Теплопроводы зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2)	79

3.2.11Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1).....	84
3.2.12Теплопроводы зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2).....	89
3.2.13Теплопроводы зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1).....	94
3.2.14Теплопроводы зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1).....	99
3.2.15Теплопроводы зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1).....	104
3.3 Анализ результатов расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей при реализации актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области.....	109

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 3.1 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области.....	21
Таблица 3.2 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	25
Таблица 3.3 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	26
Таблица 3.4 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	30
Таблица 3.5 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	32
Таблица 3.6 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	37
Таблица 3.7 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	39
Таблица 3.8 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	44
Таблица 3.9 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	46
Таблица 3.10 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	51
Таблица 3.11 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	53
Таблица 3.12 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	58
Таблица 3.13 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	60
Таблица 3.14 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	65
Таблица 3.15 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	66
Таблица 3.16 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	70
Таблица 3.17 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	72

Таблица 3.18 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	77
Таблица 3.19 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	78
Таблица 3.20 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	82
Таблица 3.21 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	83
Таблица 3.22 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	87
Таблица 3.23 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	88
Таблица 3.24 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	92
Таблица 3.25 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	93
Таблица 3.26 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по	

состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	97
Таблица 3.27 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	98
Таблица 3.28 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	102
Таблица 3.29 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	103
Таблица 3.30 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	107
Таблица 3.31 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	108

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 3.1 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 5; 6 мкр. до конечного перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1)	23
Рисунок 3.2 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	24
Рисунок 3.3 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	24
Рисунок 3.4 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 4 мкр. до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1).....	28
Рисунок 3.5 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	29
Рисунок 3.6 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	29
Рисунок 3.7 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)..	35
Рисунок 3.8 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	36
Рисунок 3.9 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	36
Рисунок 3.10 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2)	42
Рисунок 3.11 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола)	

(расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	43
Рисунок 3.12 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	43
Рисунок 3.13 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Больничный комплекс» до конечного перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1)	49
Рисунок 3.14 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	50
Рисунок 3.15 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	50
Рисунок 3.16 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1).....	56
Рисунок 3.17 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	57
Рисунок 3.18 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	57
Рисунок 3.19 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2).....	63
Рисунок 3.20 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	64
Рисунок 3.21 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	64

Рисунок 3.22 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Валовое кольцо» до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1).....	68
Рисунок 3.23 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	69
Рисунок 3.24 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	69
Рисунок 3.25 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1)	75
Рисунок 3.26 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	76
Рисунок 3.27 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 123» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	76
Рисунок 3.28 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2).....	80
Рисунок 3.29 – 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	81
Рисунок 3.30 – 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 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	81
Рисунок 3.31 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1).....	85

Рисунок 3.32 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.....	86
Рисунок 3.33 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	86
Рисунок 3.34 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2).....	90
Рисунок 3.35 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	91
Рисунок 3.36 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	91
Рисунок 3.37 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1).....	95
Рисунок 3.38 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	96
Рисунок 3.39 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	96
Рисунок 3.40 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1).....	100
Рисунок 3.41 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети	101
Рисунок 3.42 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год	

с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети.....	101
Рисунок 3.43 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1)	105
Рисунок 3.44 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети..	106
Рисунок 3.45 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети	106
Рисунок 3.46 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для актуализированного варианта развития систем теплоснабжения по состоянию на 2033 год	110

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_г], 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 актуализации 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 2033 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 актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы для актуализированного варианта развития систем 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>		
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 / Новая котельная мкр. Чкаловский	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 актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области

В соответствии с концепцией, принятой в актуализированном варианте и осуществляемой в 2019-2020 годах, развитие систем теплоснабжения планируется осуществить на основе переключения всех внешних потребителей котельной пл. Менделеева, 2, корпус 75 на вновь строящиеся котельные. В связи с этим проведен расчет ВБР конечных потребителей котельной пл. Менделеева, 2, корпус 75 согласно расчетным путям (см. таблицу 3.1).

3.2.1 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 3.1 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-1-1).

В таблице 3.2 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 2033 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 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 исчерпанием эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.3 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.



Рисунок 3.1 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 5; 6 мкр. до конечного перспективного потребителя «ПП_5_2018_ОТ» (расчетный путь 2-1-1)

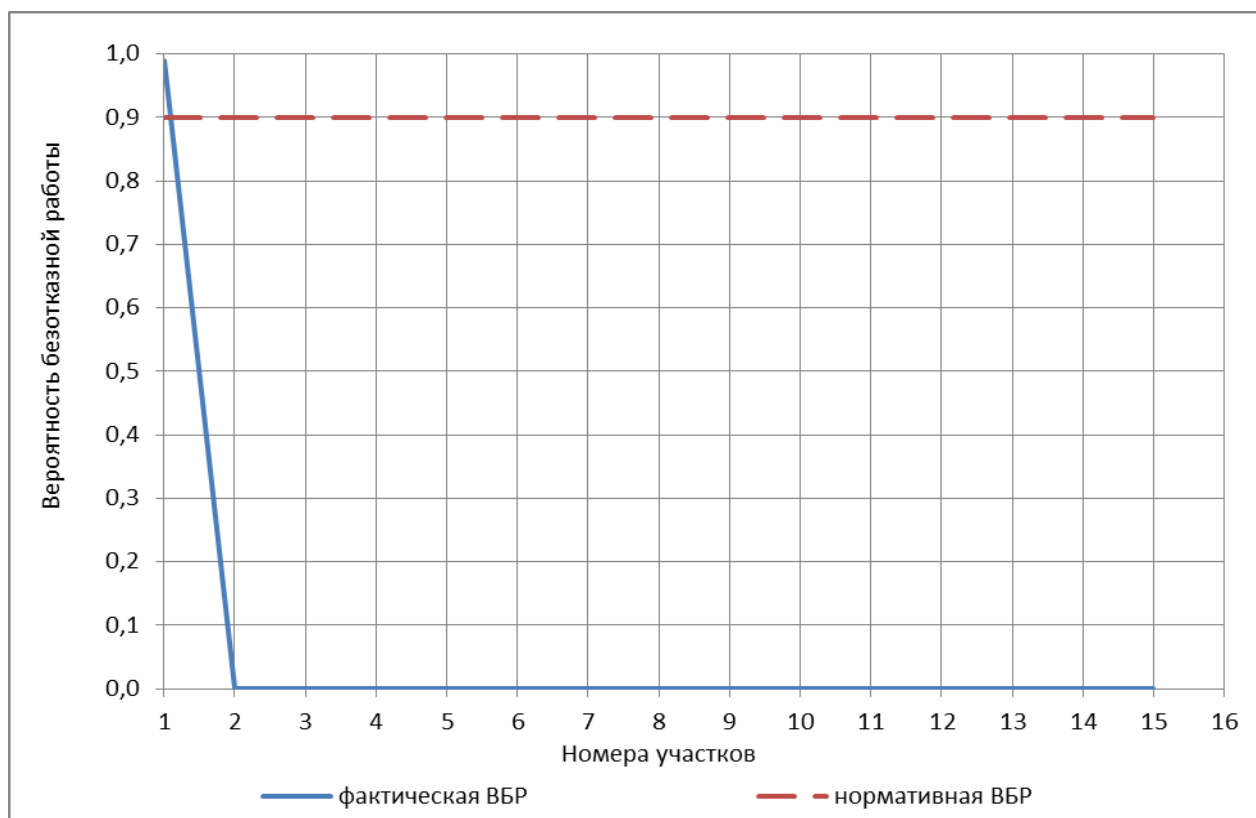


Рисунок 3.2 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

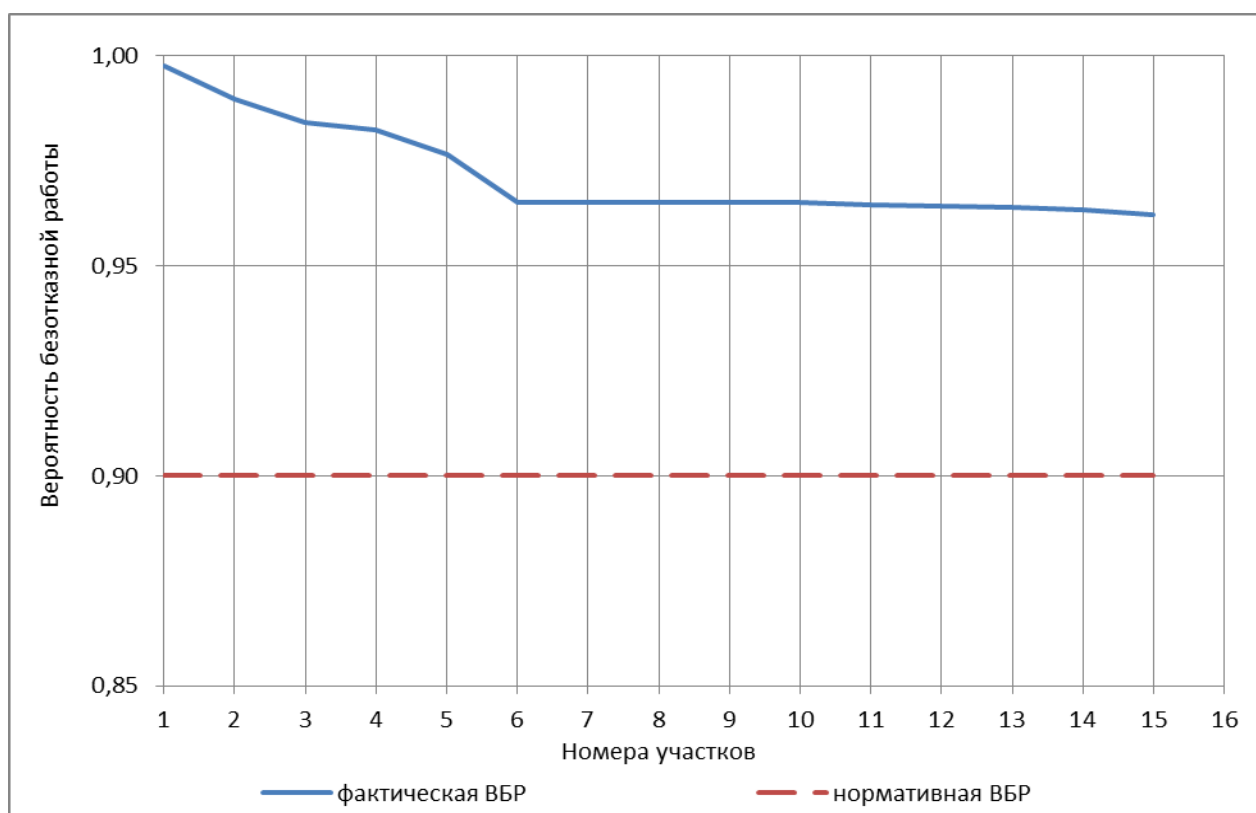


Рисунок 3.3 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя («ПП_5_2018_ОТ») теплопроводов зоны Новой котельной 5; 6 мкр. (расчетный путь 2-1-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.2 – 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 2033 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	14	4,96E-06	22,8	0,010091	0,010091	0,989960
2	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	1988	2	45	4,32E-03	22,8	8,789839	8,799930	0,000151
3	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	1975	2	58	1,64E+01	22,8	33294,83	33303,63	0,000000
4	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	1975	2	58	5,61E+00	22,8	11422,31	44725,94	0,000000
5	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	1975	2	58	1,99E+01	20,7	34783,89	79509,84	0,000000
6	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	1975	2	58	4,01E+01	20,7	70194,53	149704,36	0,000000
7	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	1987	1	46	2,66E-03	6,2	0,026144	149704,39	0,000000
8	1	2	0,25	0,447	1987	1	46	7,85E-03	6,0	0,054149	149704,44	0,000000
9	2	ЦТП-6	0,2	0,017	1987	1	46	2,99E-04	5,8	0,001150	149704,44	0,000000
10	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	1987	1	46	1,76E-05	5,8	0,000068	149704,44	0,000000
11	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	1987	2	46	1,16E-03	15,9	1,300702	149705,75	0,000000
12	ТК-6/2	Уз-ТК-6/2	0,1	0,017	1997	2	36	9,10E-06	15,1	0,009015	149705,75	0,000000
13	Уз-ТК-6/2	ТК-ПП_4_2017	0,125	0,0303	2017	2	16	1,21E-06	15,5	0,001280	149705,76	0,000000
14	ТК-ПП_4_2017	ТК-ПП_5_2018	0,1	0,0639	2018	2	15	2,55E-06	15,1	0,002532	149705,76	0,000000
15	ТК-ПП_5_2018	ПП_5_2018_ОТ	0,08	0,1272	2018	2	15	5,09E-06	14,8	0,004771	149705,76	0,000000

Таблица 3.3 – 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 2033 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	14	1,24E-06	22,8	0,002523	0,002523	0,997480
2	ТК-10	ТК-11М	0,5	0,387	2030	2	3	3,87E-06	22,8	0,007877	0,010400	0,989654
3	ТК-11М	ТК-12М	0,5	0,274	2019	2	14	2,74E-06	22,8	0,005577	0,015977	0,984150
4	ТК-12М	ТК-13/М	0,5	0,094	2019	2	14	9,40E-07	22,8	0,001913	0,017891	0,982268
5	ТК-13/М	см ТК	0,4	0,333	2019	2	14	3,33E-06	20,7	0,005827	0,023717	0,976562
6	см ТК	ТК-ЦТП	0,4	0,672	2019	2	14	6,72E-06	20,7	0,011758	0,035476	0,965146
7	ТК-ЦТП	1	0,3	0,1515	2020	1	13	1,52E-06	6,2	0,000015	0,035491	0,965132
8	1	2	0,25	0,447	2020	1	13	4,47E-06	6,0	0,000031	0,035521	0,965102
9	2	ЦТП-6	0,2	0,017	2020	1	13	1,70E-07	5,8	0,000001	0,035522	0,965101
10	ЦТП-6	ТК-6/1	0,2	0,001	2020	1	13	1,00E-08	5,8	0,000000	0,035522	0,965101
11	ТК-6/1	ТК-6/2	0,15	0,066	2020	2	13	6,60E-07	15,9	0,000741	0,036263	0,964387
12	ТК-6/2	Уз-ТК-6/2	0,1	0,017	2023	2	10	1,70E-07	15,1	0,000168	0,036431	0,964224
13	Уз-ТК-6/2	ТК-ПП_4_2017	0,125	0,0303	2017	2	16	3,03E-07	15,5	0,000320	0,036751	0,963916
14	ТК-ПП_4_2017	ТК-ПП_5_2018	0,1	0,0639	2018	2	15	6,39E-07	15,1	0,000633	0,037384	0,963306
15	ТК-ПП_5_2018	ПП_5_2018_ОТ	0,08	0,1272	2018	2	15	1,27E-06	14,8	0,001193	0,038577	0,962158

3.2.2 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 3.4 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-2-1).

В таблице 3.4 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 2033 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 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 3.5 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

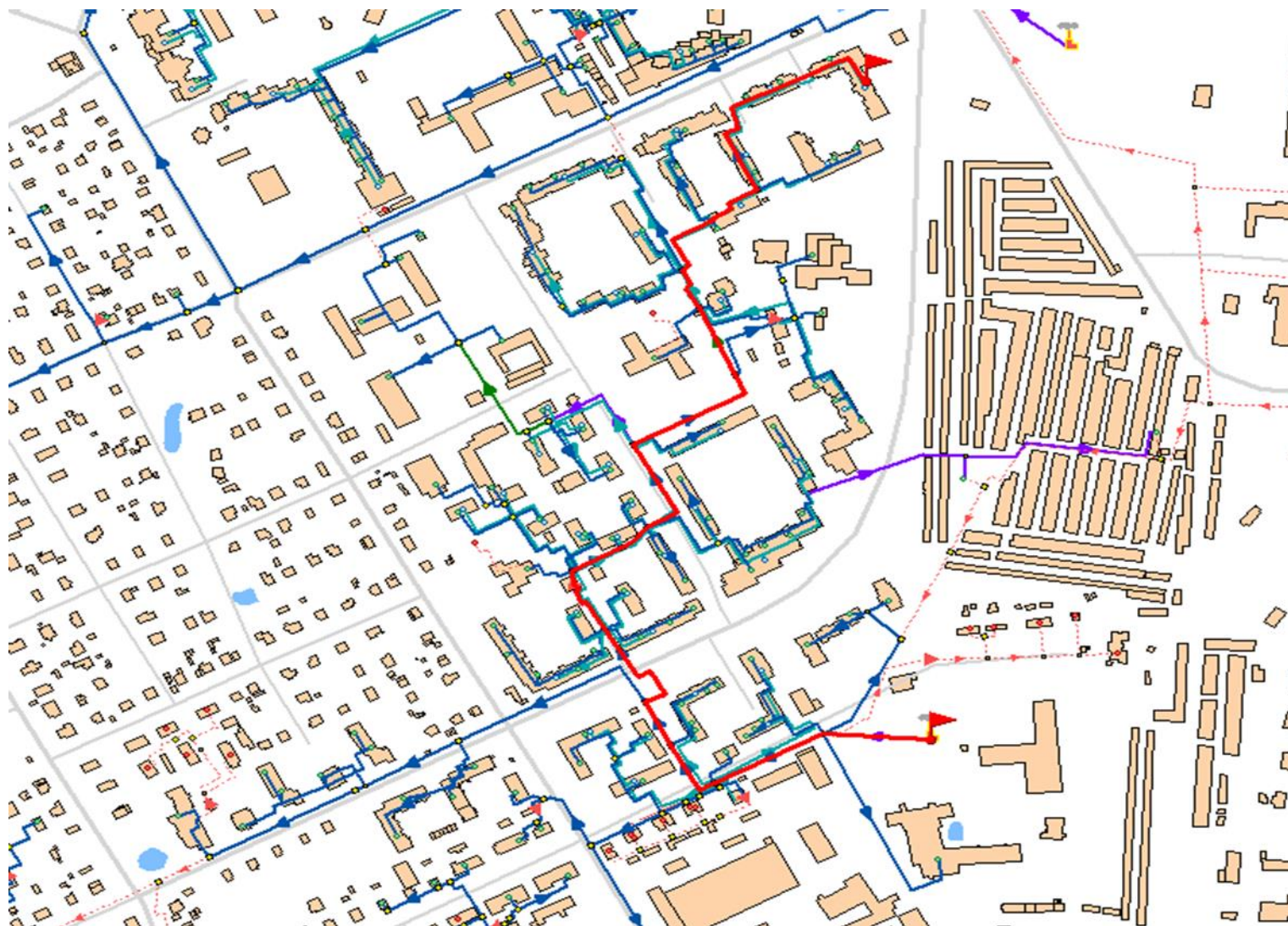


Рисунок 3.4 – Трассировка теплопровода от Новой котельной 4 мкр. до конечного потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1)

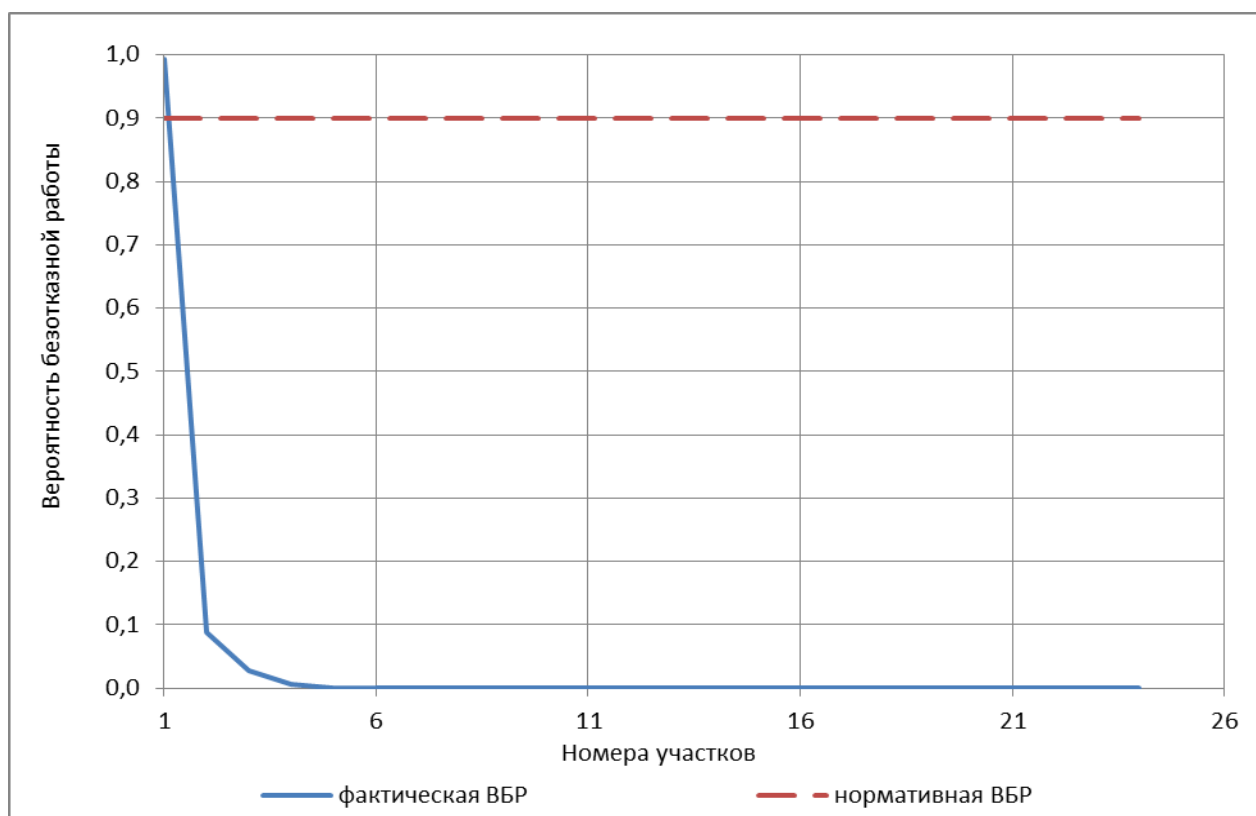


Рисунок 3.5 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

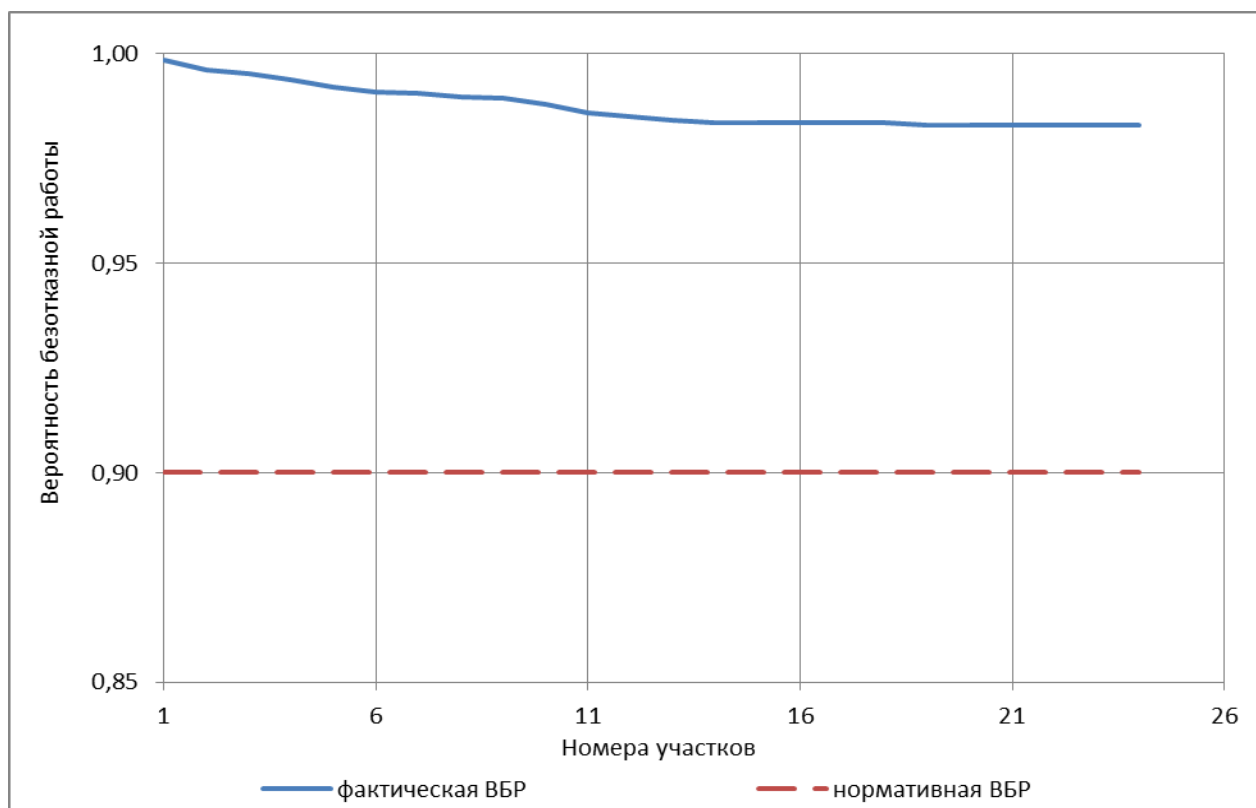


Рисунок 3.6 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Строителей, д. 38) теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.4 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 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	15	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	45	1,19E-03	22,8	2,430265	2,436835	0,087437
3	3//13(ТК-3М)	3//14(ТК-5М)	0,5	0,051	1988	2	45	5,69E-04	22,8	1,158351	3,595186	0,027456
4	3//14(ТК-5М)	3//15(ТК-6М)	0,5	0,068	1988	2	45	7,59E-04	22,8	1,544468	5,139654	0,005860
5	3//15(ТК-6М)	ТК-11М/11	0,4	0,1045	1988	2	45	1,17E-03	20,7	2,040300	7,179954	0,000762
6	ТК-11М/11	ЦТП-7	0,4	0,072	1988	2	45	8,03E-04	20,7	1,405757	8,585710	0,000187
7	ЦТП-7	ТК-11М/10	0,2	0,01	1988	2	45	1,12E-04	16,8	0,139328	8,725039	0,000162
8	ТК-11М/10	ТК-11М/9	0,3	0,053	1988	2	45	5,91E-04	18,7	0,875206	9,600245	0,000068
9	ТК-11М/9	ТК-11М/8	0,3	0,024	1988	2	45	2,68E-04	18,7	0,396320	9,996564	0,000046
10	ТК-11М/8	ТК-11М/7	0,3	0,115	1988	2	45	1,28E-03	18,7	1,899031	11,895595	0,000007
11	ТК-11М/7	ТК-11М/6	0,3	0,139	1988	2	45	1,55E-03	18,7	2,30	14,19	0,000001
12	ТК-11М/6	ТК-11М/5	0,2	0,063	1979	2	54	1,31E-01	16,8	163,82	178,01	0,000000
13	ТК-11М/5	ТК-11М/4	0,3	0,05	1979	2	54	1,04E-01	18,7	154,09	332,10	0,000000
14	ТК-11М/4	У11М/4-9	0,15	0,063	1988	2	45	7,03E-04	15,9	0,79	332,89	0,000000
15	У11М/4-9	ТК-5/2	0,15	0,026	1988	1	45	2,90E-04	5,5	0,00	332,89	0,000000
16	ТК-5/2	У-5/2-1	0,1	0,01	1988	2	45	1,12E-04	15,1	0,11	333,00	0,000000
17	У-5/2-1	У-5/2-1-1	0,1	0,028	1988	1	45	3,12E-04	5,3	0,00	333,00	0,000000
18	У-5/2-1-1	У-5/2-2	0,1	0,036	1988	1	45	4,02E-04	5,3	0,000487	333,00	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	45	4,27E-04	15,1	0,423494	333,42	0,000000
20	У-5/2-3	1	0,1	0,025	1988	1	45	2,79E-04	5,3	0,000338	333,42	0,000000
21	1	2	0,1	0,018	1988	1	45	2,01E-04	5,3	0,000244	333,42	0,000000
22	2	У-5/2-4	0,1	0,0153	1988	2	45	1,71E-04	15,1	0,169177	333,59	0,000000
23	У-5/2-4	3	0,1	0,036	1988	1	45	4,02E-04	5,3	0,000487	333,59	0,000000
24	3	Строителей ул., 38	0,07	0,055	1988	1	45	6,14E-04	5,2	0,000462	333,59	0,000000

Таблица 3.5 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной 4 мкр. до потребителя «ул. Строителей, д. 38» (расчетный путь 2-2-1) по состоянию на 2033 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	15	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	6	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	6	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	6	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	6	1,05E-06	20,7	0,001828	0,008071	0,991961
6	ТК-11М/11	ЦТП-7	0,4	0,072	2027	2	6	7,20E-07	20,7	0,001260	0,009331	0,990712
7	ЦТП-7	ТК-11М/10	0,2	0,01	2027	2	6	1,00E-07	16,8	0,000125	0,009456	0,990589
8	ТК-11М/10	ТК-11М/9	0,3	0,053	2027	2	6	5,30E-07	18,7	0,000784	0,010240	0,989812
9	ТК-11М/9	ТК-11М/8	0,3	0,024	2028	2	5	2,40E-07	18,7	0,000355	0,010595	0,989461
10	ТК-11М/8	ТК-11М/7	0,3	0,115	2028	2	5	1,15E-06	18,7	0,001702	0,012297	0,987778
11	ТК-11М/7	ТК-11М/6	0,3	0,139	2028	2	5	1,39E-06	18,7	0,002057	0,014354	0,985748
12	ТК-11М/6	ТК-11М/5	0,2	0,063	2019	2	14	6,30E-07	16,8	0,000787	0,015141	0,984973
13	ТК-11М/5	ТК-11М/4	0,3	0,05	2019	2	14	5,00E-07	18,7	0,000740	0,015881	0,984244
14	ТК-11М/4	У11М/4-9	0,15	0,063	2028	2	5	6,30E-07	15,9	0,000707	0,016588	0,983549
15	У11М/4-9	ТК-5/2	0,15	0,026	2018	1	15	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	5	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	5	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	5	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	5	3,83E-07	15,1	0,000380	0,017068	0,983077
20	У-5/2-3	1	0,1	0,025	2028	1	5	2,50E-07	5,3	0,000000	0,017068	0,983077
21	1	2	0,1	0,018	2027	1	6	1,80E-07	5,3	0,000000	0,017068	0,983076
22	2	У-5/2-4	0,1	0,0153	2028	2	5	1,53E-07	15,1	0,000152	0,017220	0,982927
23	У-5/2-4	3	0,1	0,036	2028	1	5	3,60E-07	5,3	0,000000	0,017220	0,982927
24	3	Строителей ул., 38	0,07	0,055	2027	1	6	5,50E-07	5,2	0,000000	0,017221	0,982927

3.2.3 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 3.7 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-3-1).

В таблице 3.6 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 2033 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 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 3.7 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

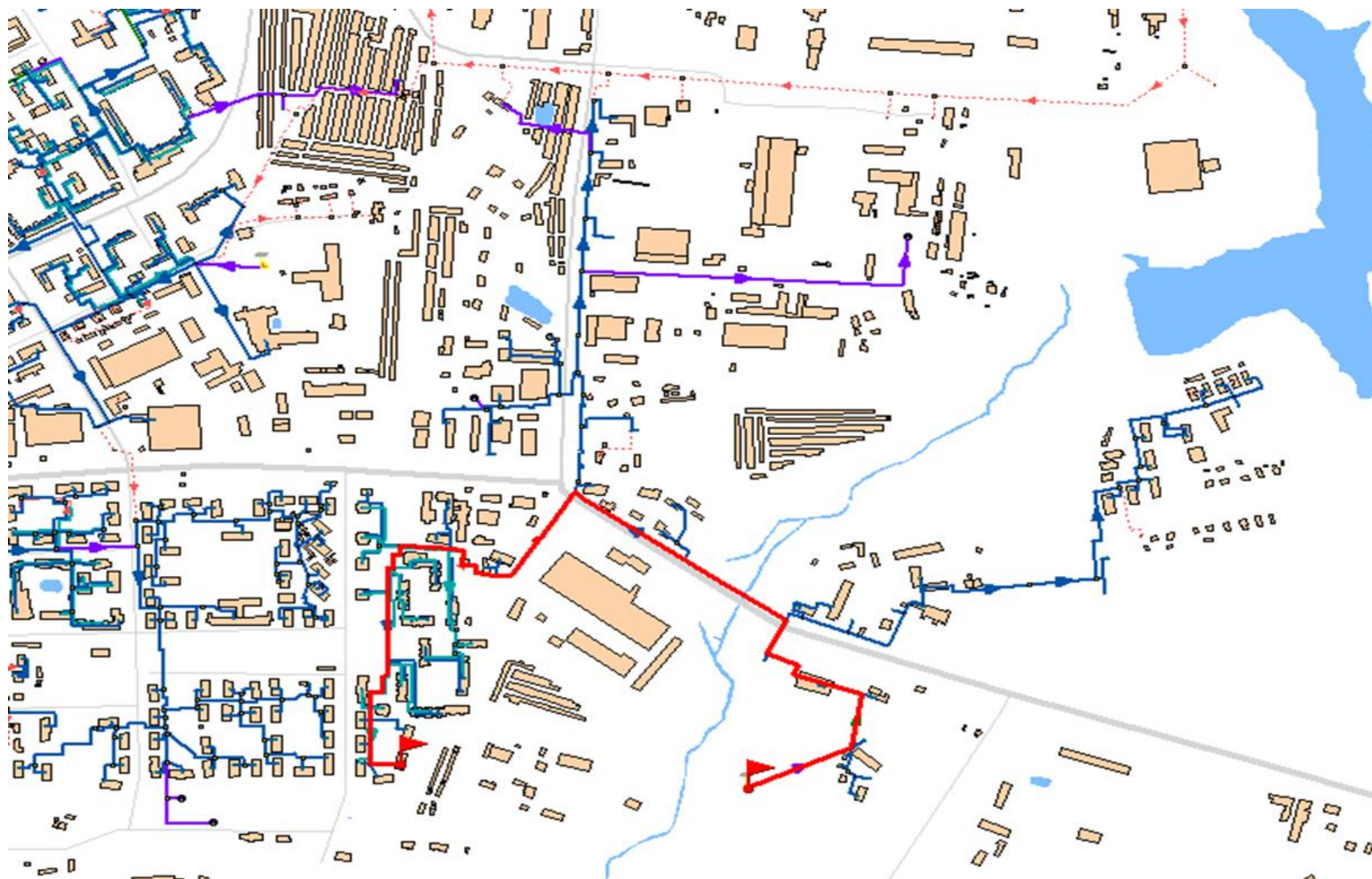


Рисунок 3.7 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «ул. Вокзальная, д. 33» (расчетный путь 2-3-1)

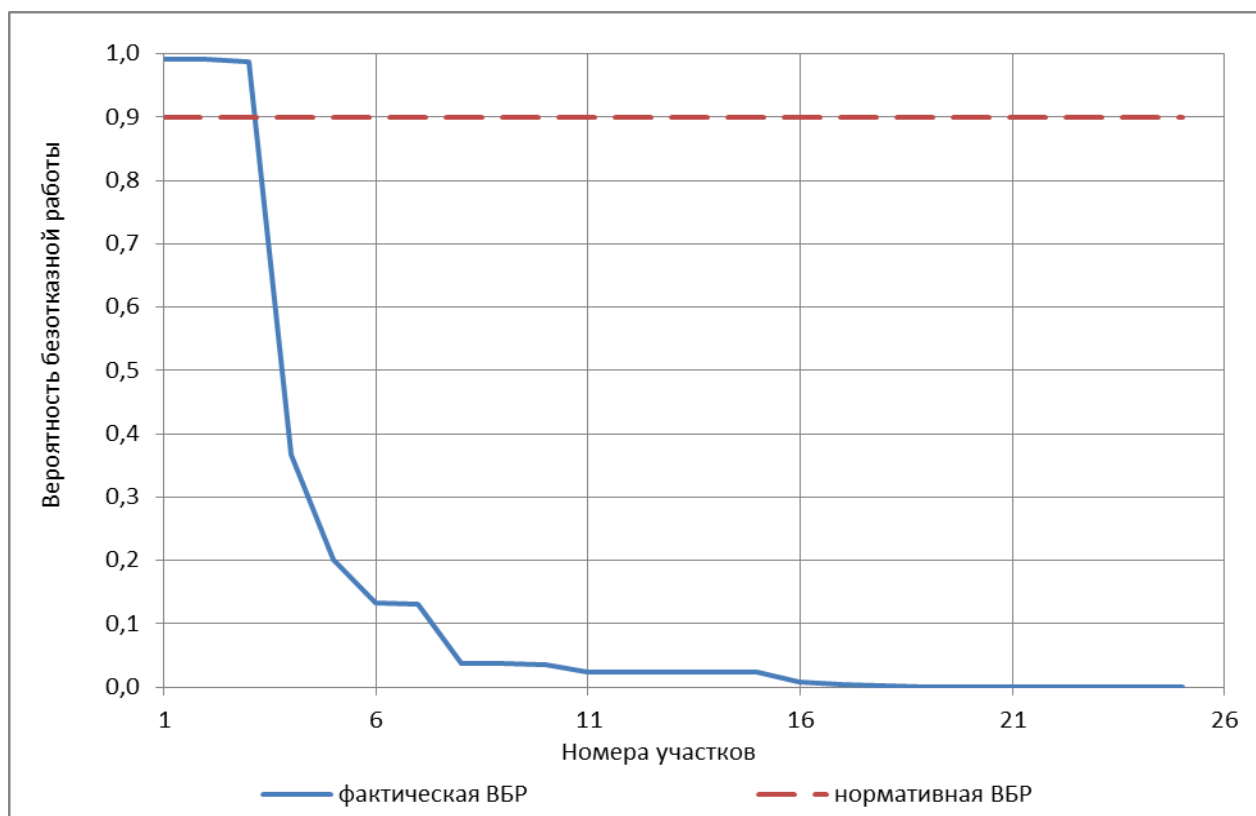


Рисунок 3.8 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) тепловодов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

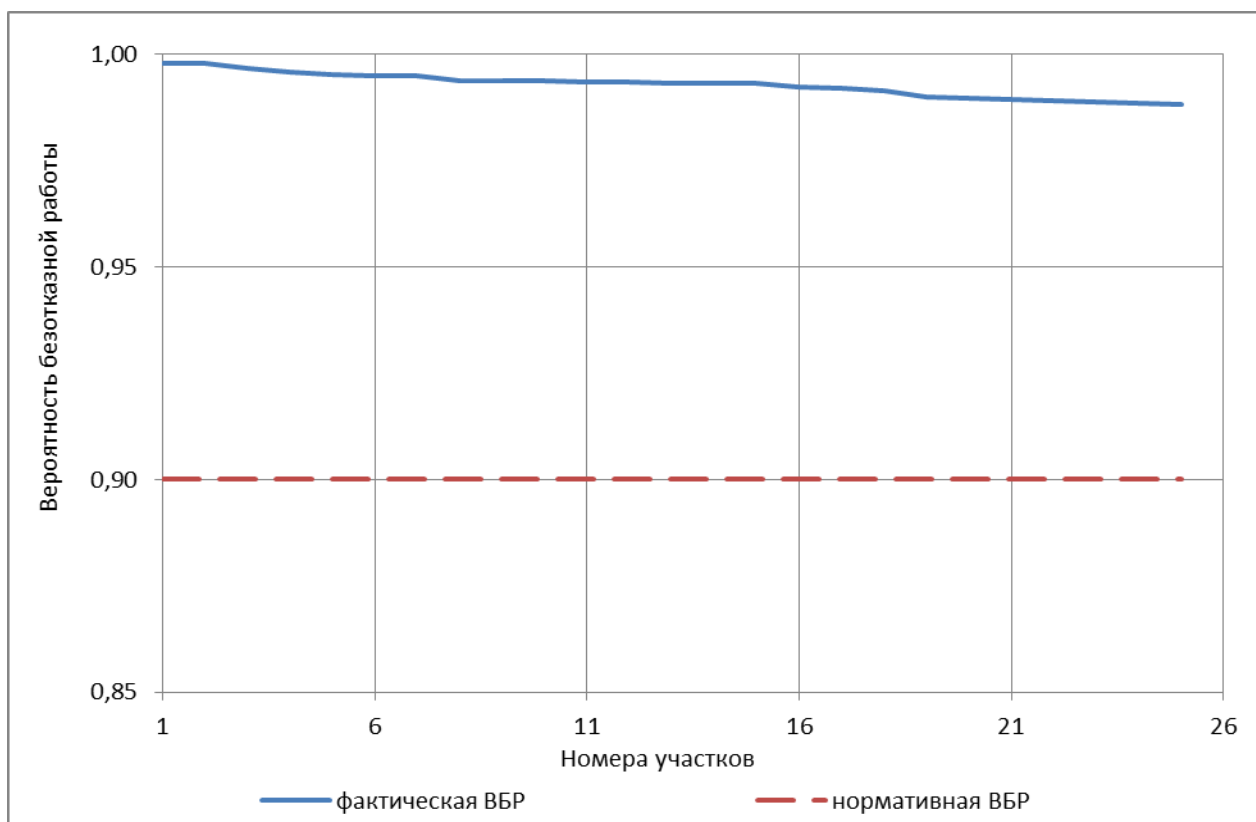


Рисунок 3.9 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Вокзальная, д. 33) тепловодов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.6 – 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 2033 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	16	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	15	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	15	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	45	7,92E-04	16,8	0,989232	1,002068	0,367119
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	1988	2	45	4,80E-04	16,8	0,599112	1,601181	0,201658
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	1988	2	45	3,35E-04	16,8	0,417985	2,019166	0,132766
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	1988	1	45	1,21E-03	6,2	0,011843	2,031009	0,131203
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	1988	2	45	8,42E-04	18,7	1,246755	3,277764	0,037712
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	1988	1	45	8,59E-04	6,7	0,019184	3,296948	0,036996
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	1988	1	45	1,97E-03	6,7	0,043973	3,340921	0,035404
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	1988	2	45	2,57E-04	18,7	0,38	3,72	0,024216
12	3/6--10 (ТК-106)	3/6--13	0,2	0,024	2016	1	17	9,60E-07	5,8	0,00	3,72	0,024216
13	3/6--13	3/6--14(ТК-132/14)	0,25	0,178	2016	1	17	7,12E-06	6,0	0,00	3,72	0,024215
14	3/6--14(ТК-132/14)	ЦТП №10 "132кв	0,25	0,0545	1988	1	45	6,08E-04	6,0	0,00	3,72	0,024114
15	ЦТП №10 "132кв	ТК-132/1	0,2	0,042	1988	1	45	4,69E-04	5,8	0,00	3,73	0,024070
16	ТК-132/1	ТК-132/2	0,2	0,073	1988	2	45	8,15E-04	16,8	1,02	4,74	0,008705
17	ТК-132/2	ТК-132/4	0,15	0,0455	1988	2	45	5,08E-04	15,9	0,57	5,31	0,004924

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	45	5,22E-04	15,9	0,586064	5,90	0,002740
19	ТК-132/5	ТК-132/6	0,15	0,125	1988	2	45	1,39E-03	15,9	1,565342	7,47	0,000573
20	ТК-132/6	ТК-132/7	0,15	0,029	1988	2	45	3,24E-04	15,9	0,363159	7,83	0,000398
21	ТК-132/7	ТК-132/8	0,125	0,04	1988	2	45	4,46E-04	15,5	0,471784	8,30	0,000249
22	ТК-132/8	ТК-132/9	0,07	0,02	1988	2	45	2,23E-04	14,7	0,203447	8,50	0,000203
23	ТК-132/9	ТК-132/10	0,1	0,038	1988	2	45	4,24E-04	15,1	0,420177	8,92	0,000133
24	ТК-132/10	ТК-132/11	0,1	0,036	1997	2	36	1,93E-05	15,1	0,019091	8,94	0,000131
25	ТК-132/11	Вокзальная ул., 33	0,05	0,023	1988	2	45	2,57E-04	14,4	0,220657	9,16	0,000105

Таблица 3.7 – 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 2033 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	16	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	15	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	15	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	3	7,10E-07	16,8	0,000887	0,004096	0,995913
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	2030	2	3	4,30E-07	16,8	0,000537	0,004633	0,995378
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	2030	2	3	3,00E-07	16,8	0,000375	0,005007	0,995005
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	2030	1	3	1,08E-06	6,2	0,000011	0,005018	0,994995
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-СЗ)	0,3	0,0755	2030	2	3	7,55E-07	18,7	0,001117	0,006135	0,993884
9	3/6-11-2 (ТК-СЗ)	3/6-11-1	0,4	0,077	2030	1	3	7,70E-07	6,7	0,000017	0,006152	0,993867
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	2031	1	2	2,44E-06	6,7	0,000054	0,006207	0,993813
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	2031	2	2	3,17E-07	18,7	0,000470	0,006676	0,993346
12	3/6--10 (ТК-106)	3/6--13	0,2	0,024	2016	1	17	2,40E-07	5,8	0,000001	0,006677	0,993345
13	3/6--13	3/6--14(ТК-132/14)	0,25	0,178	2016	1	17	1,78E-06	6,0	0,000012	0,006690	0,993333
14	3/6--14(ТК-132/14)	ЦТП №10 "132кв	0,25	0,0545	2030	1	3	5,45E-07	6,0	0,000004	0,006693	0,993329
15	ЦТП №10 "132кв	ТК-132/1	0,2	0,042	2030	1	3	4,20E-07	5,8	0,000002	0,006695	0,993327
16	ТК-132/1	ТК-132/2	0,2	0,073	2030	2	3	7,30E-07	16,8	0,000912	0,007606	0,992422
17	ТК-132/2	ТК-132/4	0,15	0,0455	2030	2	3	4,55E-07	15,9	0,000511	0,008117	0,991916

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	3	4,68E-07	15,9	0,000525	0,008642	0,991395
19	ТК-132/5	ТК-132/6	0,15	0,125	2030	2	3	1,25E-06	15,9	0,001403	0,010045	0,990005
20	ТК-132/6	ТК-132/7	0,15	0,029	2030	2	3	2,90E-07	15,9	0,000325	0,010371	0,989683
21	ТК-132/7	ТК-132/8	0,125	0,04	2030	2	3	4,00E-07	15,5	0,000423	0,010793	0,989265
22	ТК-132/8	ТК-132/9	0,07	0,02	2018	2	15	2,00E-07	14,7	0,000182	0,010976	0,989084
23	ТК-132/9	ТК-132/10	0,1	0,038	2030	2	3	3,80E-07	15,1	0,000377	0,011352	0,988712
24	ТК-132/10	ТК-132/11	0,1	0,036	2023	2	10	3,60E-07	15,1	0,000357	0,011709	0,988359
25	ТК-132/11	Вокзальная ул., 33	0,05	0,023	2030	2	3	2,30E-07	14,4	0,000198	0,011907	0,988164

3.2.4 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 3.10 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-3-2).

В таблице 3.8 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 2033 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 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 3.9 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

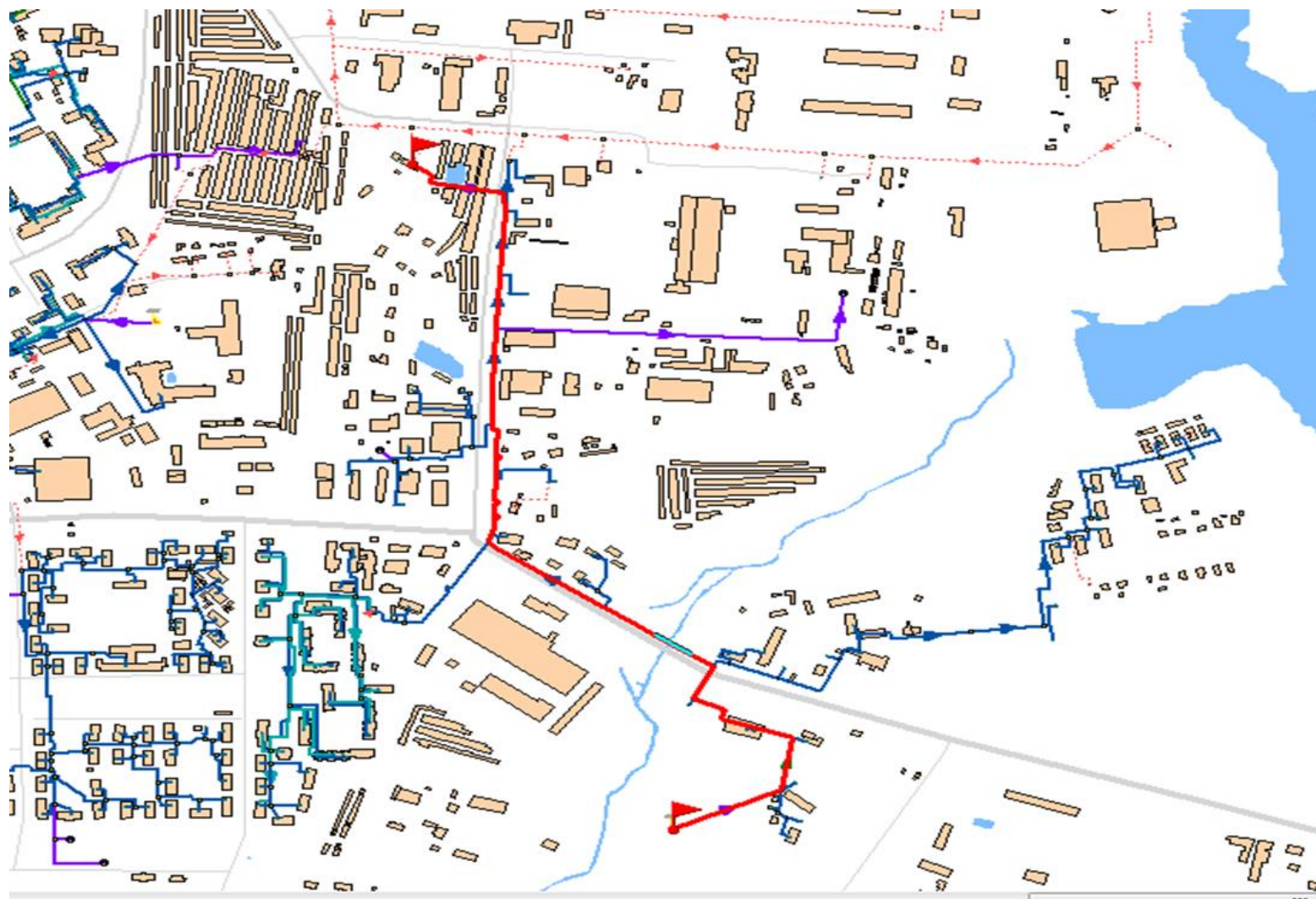


Рисунок 3.10 – Трассировка теплопровода от Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) до конечного потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» (расчетный путь 2-3-2)

78405.OM-ПСТ.010.000

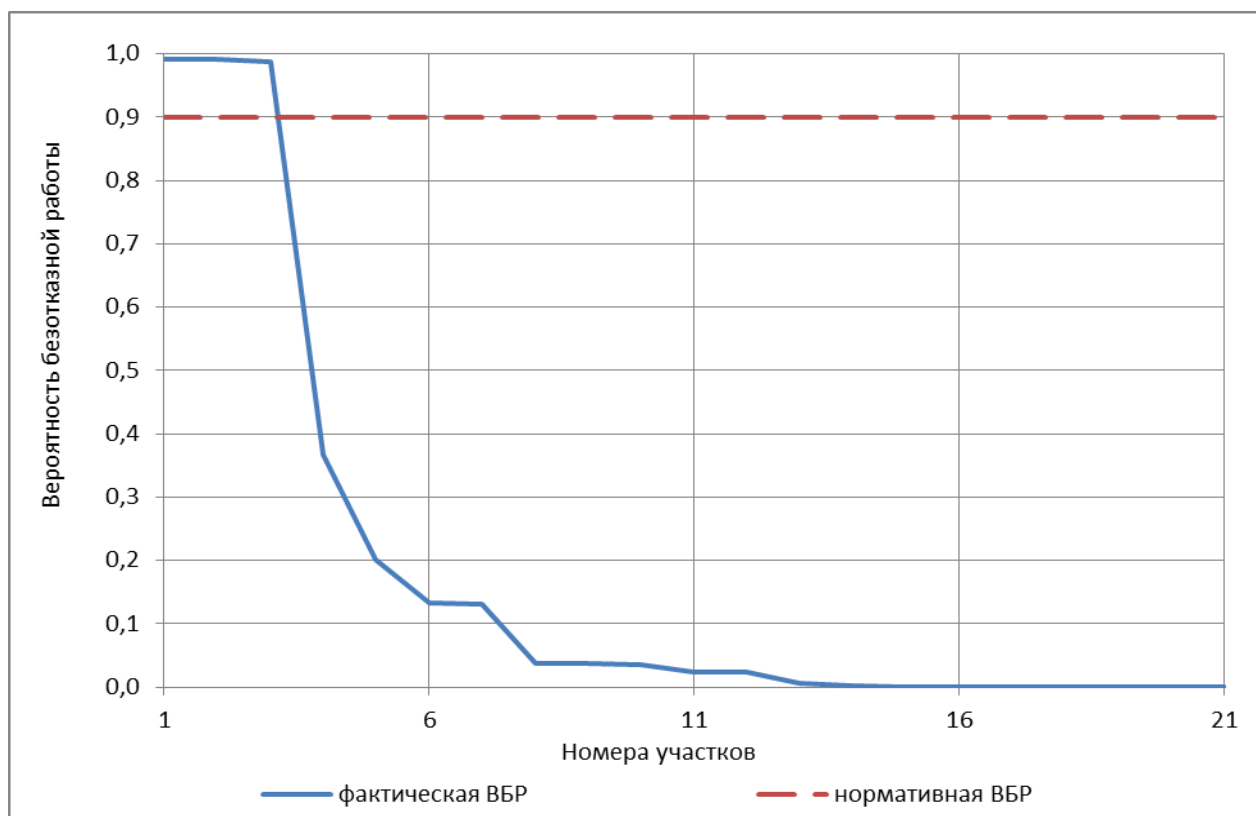


Рисунок 3.11 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

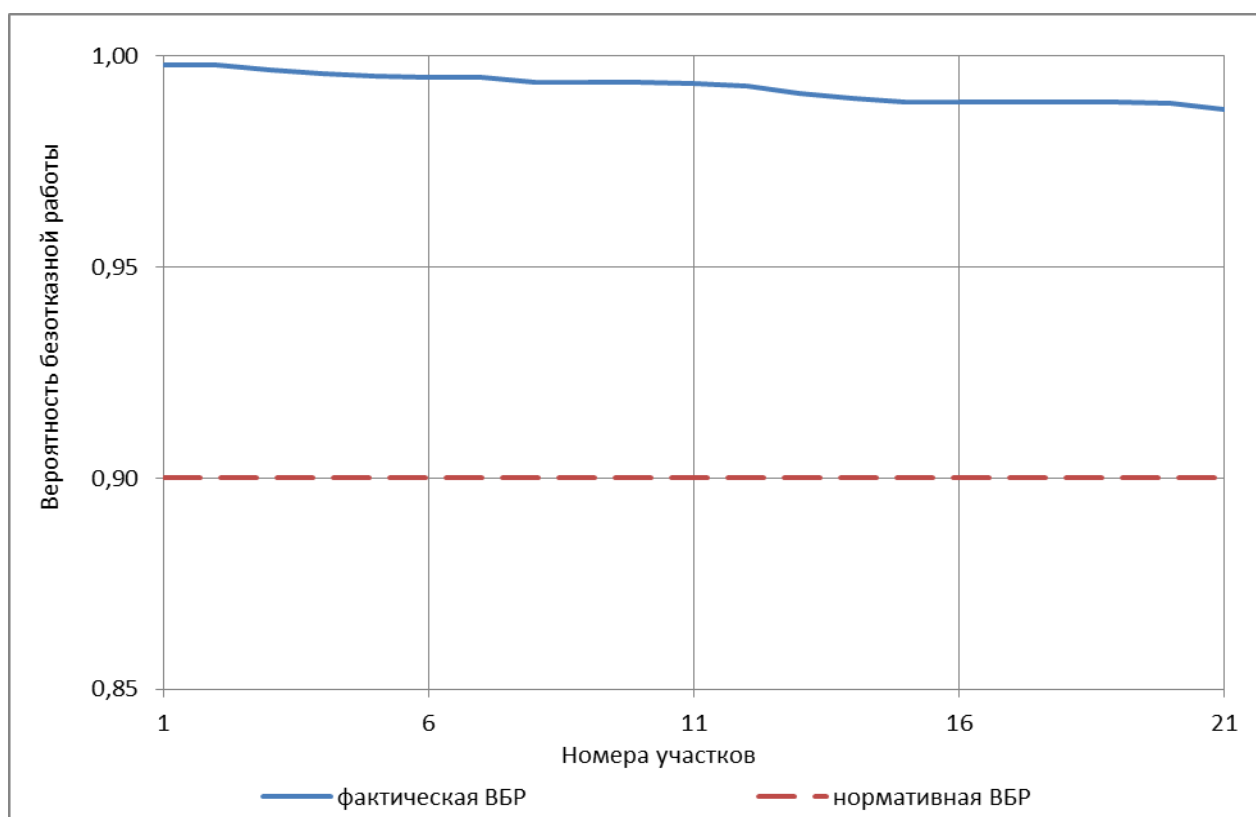


Рисунок 3.12 – ВБР относительно ТК потребителя «Телецентр(жилые дома)+Телевышка» теплопроводов зоны Новой котельной ул. Свободы, 98 (Брембола) (расчетный путь 2-3-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.8 – 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 2033 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	16	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	15	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	15	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	45	7,92E-04	16,8	0,989232	1,002068	0,367119
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	1988	2	45	4,80E-04	16,8	0,599112	1,601181	0,201658
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	1988	2	45	3,35E-04	16,8	0,417985	2,019166	0,132766
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	1988	1	45	1,21E-03	6,2	0,011843	2,031009	0,131203
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	1988	2	45	8,42E-04	18,7	1,246755	3,277764	0,037712
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	1988	1	45	8,59E-04	6,7	0,019184	3,296948	0,036996
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	1988	1	45	1,97E-03	6,7	0,043973	3,340921	0,035404
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	1988	2	45	2,57E-04	18,7	0,379806	3,720728	0,024216
12	3/6--10 (ТК-106)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,033	2016	2	17	1,32E-06	18,7	0,001953	3,722681	0,024169
13	3//6-10(ТК-96)	3//6-9(ТК-86)	0,3	0,086	1988	2	45	9,60E-04	18,7	1,420145	5,142826	0,005841
14	3//6-9(ТК-86)	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,074	1988	2	45	8,26E-04	20,7	1,444806	6,587632	0,001377
15	3//6-8(ТК-76)	У-3//6-7	0,4	0,034	1988	2	45	3,79E-04	20,7	0,663830	7,251461	0,000709
16	У-3//6-7	3//6-7(ТК66)	0,4	0,016	1988	1	45	1,79E-04	6,7	0,003986	7,255447	0,000706
17	3//6-7(ТК66)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,071	1988	1	45	7,92E-04	6,7	0,017689	7,273136	0,000694

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	45	1,57E-03	6,7	0,035129	7,308265	0,000670
19	3//6-5(ТК-46)	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,089	1988	1	45	9,93E-04	6,7	0,022174	7,330439	0,000655
20	3//6-4(ТК-36)	3//6-3	0,4	0,128	1988	1	45	1,43E-03	6,7	0,031890	7,362329	0,000635
21	3//6-3	Телецентр(жилые ма)+Телевышка	до-0,08	0,1787	2018	2	15	7,15E-06	14,8	0,006705	7,369034	0,000630

Таблица 3.9 – 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 2033 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	16	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	15	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	15	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	3	7,10E-07	16,8	0,000887	0,004096	0,995913
5	3/6-11-42	3/6-11-41	0,2	0,043	2030	2	3	4,30E-07	16,8	0,000537	0,004633	0,995378
6	3/6-11-41	3/6-11-4	0,2	0,03	2030	2	3	3,00E-07	16,8	0,000375	0,005007	0,995005
7	3/6-11-4	3/6-11-3	0,3	0,108	2030	1	3	1,08E-06	6,2	0,000011	0,005018	0,994995
8	3/6-11-3	3/6-11-2 (ТК-С3)	0,3	0,0755	2030	2	3	7,55E-07	18,7	0,001117	0,006135	0,993884
9	3/6-11-2 (ТК-С3)	3/6-11-1	0,4	0,077	2030	1	3	7,70E-07	6,7	0,000017	0,006152	0,993867
10	3/6-11-1	Павильон	0,4	0,1765	2031	1	2	2,44E-06	6,7	0,000054	0,006207	0,993813
11	Павильон	3/6--10 (ТК-106)	0,3	0,023	2031	2	2	3,17E-07	18,7	0,000470	0,006676	0,993346
12	3/6--10 (ТК-106)	3//6-10(ТК-96)	0,3	0,033	2016	2	17	3,30E-07	18,7	0,000488	0,007165	0,992861
13	3//6-10(ТК-96)	3//6-9(ТК-86)	0,3	0,086	2031	2	2	1,19E-06	18,7	0,001756	0,008921	0,991119
14	3//6-9(ТК-86)	3//6-8(ТК-76)	0,4	0,074	2029	2	4	7,40E-07	20,7	0,001295	0,010216	0,989836
15	3//6-8(ТК-76)	У-3//6-7	0,4	0,034	2031	2	2	4,69E-07	20,7	0,000821	0,011036	0,989024
16	У-3//6-7	3//6-7(ТК66)	0,4	0,016	2029	1	4	1,60E-07	6,7	0,000004	0,011040	0,989021
17	3//6-7(ТК66)	3//6-6(ТК-56)	0,4	0,071	2029	1	4	7,10E-07	6,7	0,000016	0,011056	0,989005

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	4	1,41E-06	6,7	0,000031	0,011087	0,988974
19	3//6-5(ТК-46)	3//6-4(ТК-36)	0,4	0,089	2029	1	4	8,90E-07	6,7	0,000020	0,011107	0,988954
20	3//6-4(ТК-36)	3//6-3	0,4	0,128	2029	1	4	1,28E-06	6,7	0,000029	0,011136	0,988926
21	3//6-3	Телецентр(жилые ма)+Телевышка	до-0,08	0,1787	2018	2	15	1,79E-06	14,8	0,001676	0,012812	0,987270

3.2.5 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 3.13 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-4-1).

В таблице 3.10 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 2033 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 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 3.11 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

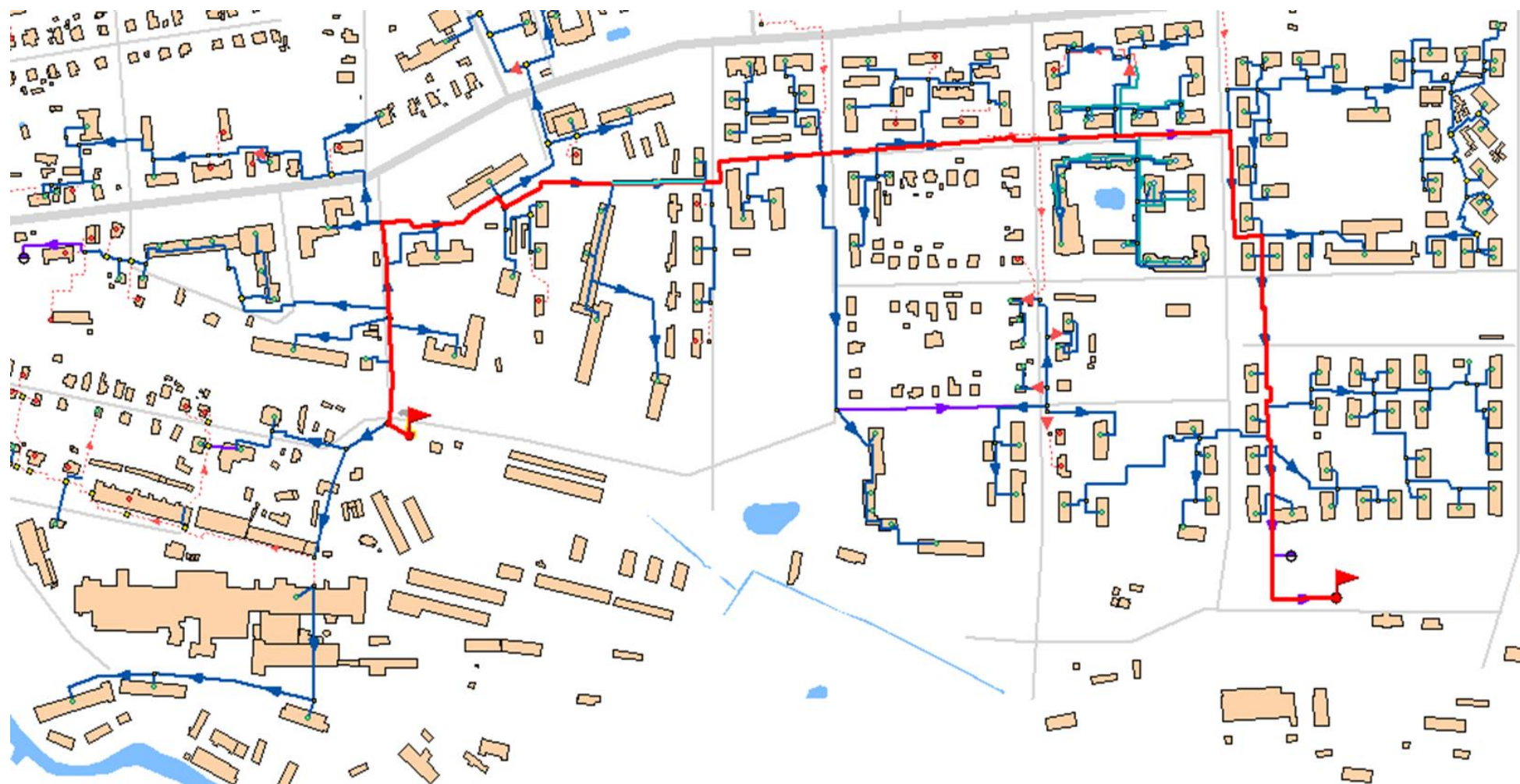


Рисунок 3.13 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Больничный комплекс» до конечного перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1)

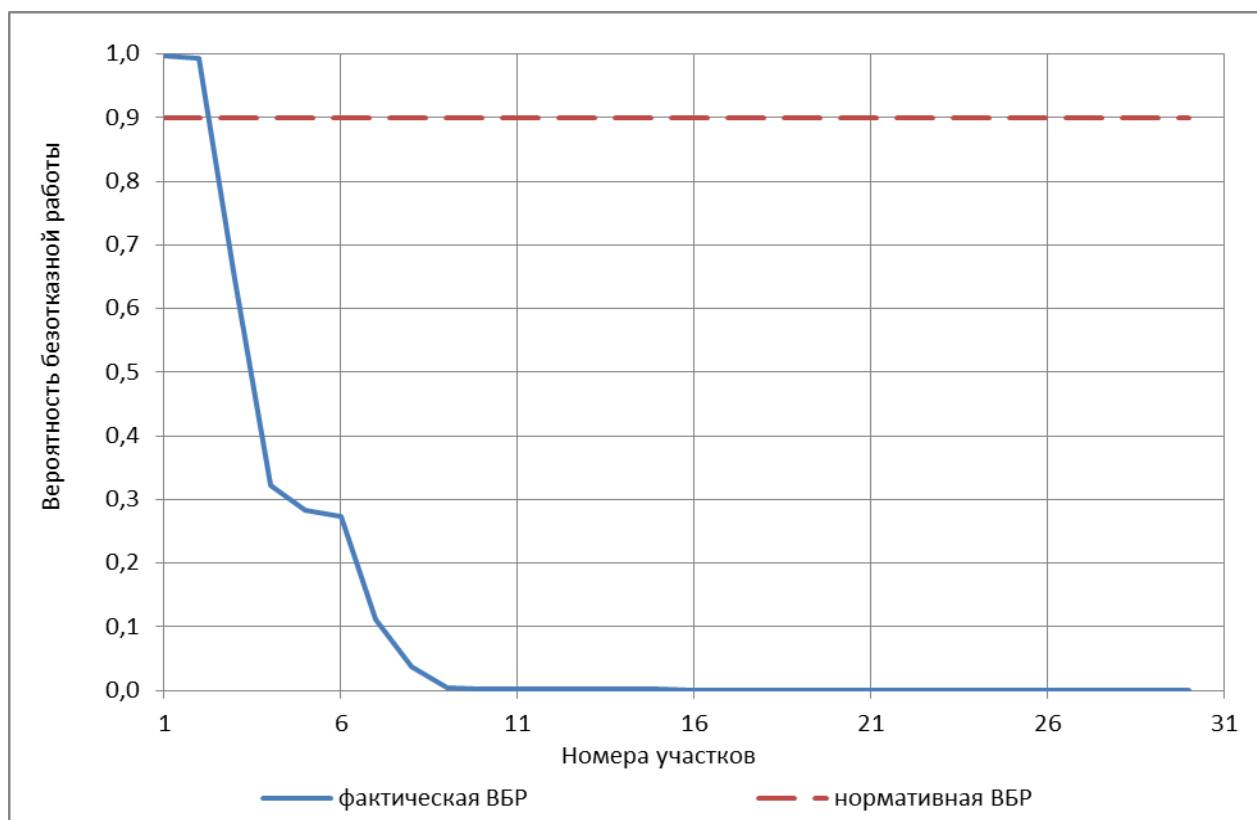


Рисунок 3.14 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» тепловодов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

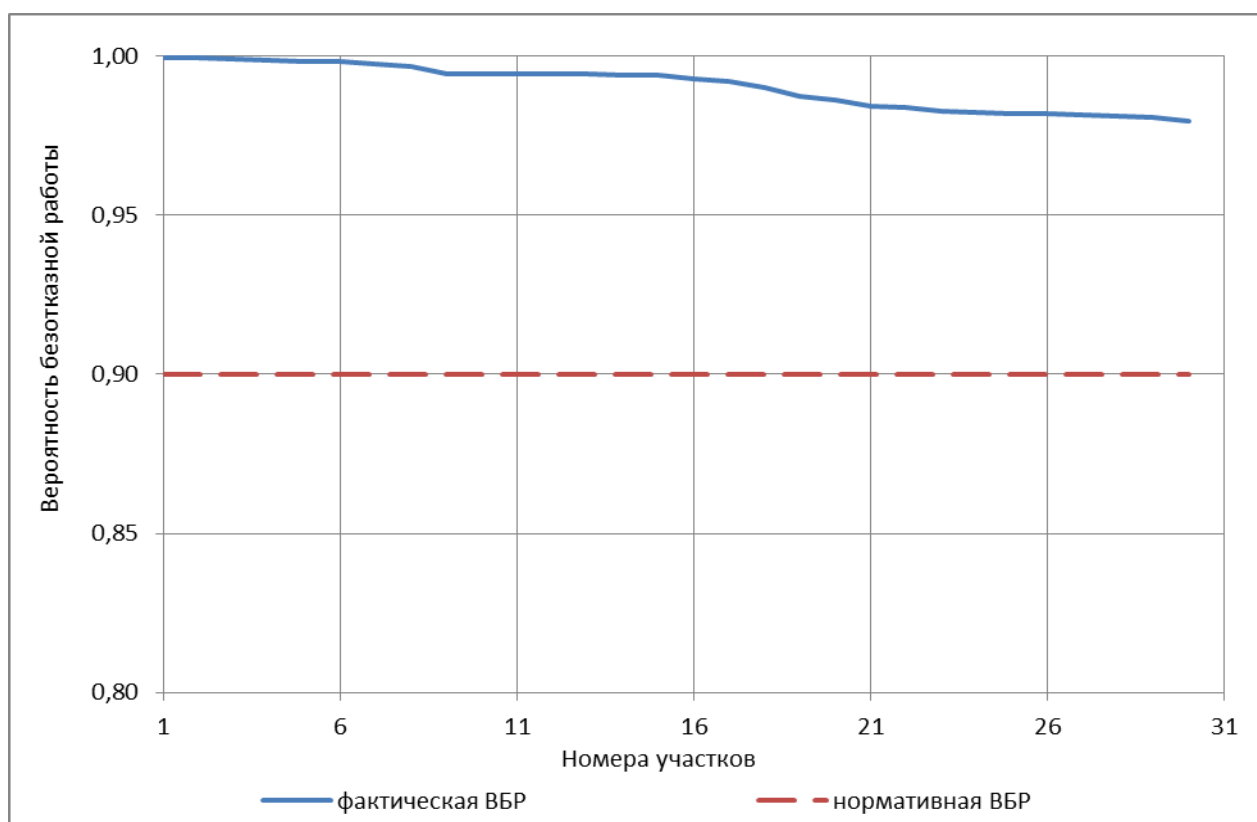


Рисунок 3.15 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя «ПП_8_2019» тепловодов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.10 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 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	16	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	45	5,30E-04	6,2	0,005209	0,006748	0,993275
3	3/19-9-3(УТ-39-1)	3/19-9-2(УТ-39)	0,3	0,026	1988	2	45	2,90E-04	18,7	0,429346	0,436094	0,646557
4	3/19-9-2(УТ-39)	3/19-9-1(УТ-38)	0,3	0,042	1988	2	45	4,69E-04	18,7	0,693559	1,129653	0,323145
5	3/19-9-1(УТ-38)	3/19--9(УТ-37)	0,3	0,008	1988	2	45	8,93E-05	18,7	0,132107	1,261760	0,283155
6	3/19--9(УТ-37)	3/19--10(УТ-37/1)	0,3	0,002	1988	2	45	2,23E-05	18,7	0,033027	1,294786	0,273956
7	3/19--10(УТ-37/1)	3/19--8(УТ-36)	0,3	0,0545	1988	2	45	6,08E-04	18,7	0,899976	2,194762	0,111385
8	3/19--8(УТ-36)	3/19--7(УТ-35)	0,3	0,066	1988	2	45	7,36E-04	18,7	1,089879	3,284641	0,037454
9	3/19--7(УТ-35)	3/19--6(УТ-34)	0,3	0,149	1988	2	45	1,66E-03	18,7	2,460484	5,745125	0,003198
10	3/19--6(УТ-34)	3/19--5(УТ-33)	0,3	0,01	1988	2	45	1,12E-04	18,7	0,165133	5,910258	0,002711
11	3/19--5(УТ-33)	3/19--4(УТ-32)	0,3	0,137	1988	1	45	1,53E-03	6,2	0,015023	5,925280	0,002671
12	3/19--4(УТ-32)	3/19--3 (УТ-31)	0,3	0,111	1988	1	45	1,24E-03	6,2	0,012172	5,937452	0,002639
13	3/19--3 (УТ-31)	1	0,3	0,006	1988	1	45	6,70E-05	6,2	0,000658	5,938110	0,002637
14	1	2	0,3	0,012	1988	2	45	1,34E-04	18,7	0,198160	6,136270	0,002163
15	2	3/19--2 (УТ-30)	0,3	0,093	1988	1	45	1,04E-03	6,2	0,010198	6,146468	0,002141
16	3/19--2 (УТ-30)	3/19--1 (УТ-2)	0,3	0,08	1988	2	45	8,93E-04	18,7	1,321065	7,467533	0,000571
17	3/19--1 (УТ-2)	3/19-1-1 (УТ-21)	0,3	0,056	1997	2	36	3,00E-05	18,7	0,044350	7,511883	0,000547

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	36	6,34E-05	19,7	0,100830	7,612713	0,000494
19	3/19-1-2 (УТ-22)	3/19-1-21 (УТ-23)	0,3	0,182	1997	2	36	9,74E-05	18,7	0,144138	7,756851	0,000428
20	3/19-1-21 (УТ-23)	ТК-10-3	0,2	0,1165	2018	2	15	4,66E-06	16,8	0,005819	7,762670	0,000425
21	ТК-10-3	3/13--9(ТК-130/21)	0,15	0,16	1988	2	45	1,79E-03	15,9	2,003637	9,766307	0,000057
22	3/13--9(ТК-130/21)	3/13--10(ТК-130/23)	0,15	0,029	1988	2	45	3,24E-04	15,9	0,363159	10,129466	0,000040
23	3/13--10(ТК-130/23)	3/13--11(ТК-154/1)	0,15	0,129	1988	2	45	1,44E-03	15,9	1,615433	11,744899	0,000008
24	3/13--11(ТК-154/1)	3/13--12(ТК-154/2)	0,15	0,042	1988	2	45	4,69E-04	15,9	0,525955	12,270854	0,000005
25	3/13--12(ТК-154/2)	3/13-121(ТК-154/3)	0,1	0,015	1988	2	45	1,67E-04	15,1	0,165859	12,436713	0,000004
26	3/13-121(ТК-154/3)	3/13-122(ТК-154/4)	0,1	0,0115	1988	2	45	1,28E-04	15,1	0,127159	12,563872	0,000003
27	3/13-122(ТК-154/4)	3/13--123(ТК-154/5)	0,1	0,0215	1988	2	45	2,40E-04	15,1	0,237732	12,801604	0,000003
28	3/13--123(ТК-154/5)	3/13--127(ТК-154/6)	0,1	0,048	1988	2	45	5,36E-04	15,1	0,530750	13,332354	0,000002
29	3/13--127(ТК-154/6)	ТК-ПП_7_2018	0,08	0,0597	2018	2	15	2,39E-06	14,8	0,002240	13,334594	0,000002
30	ТК-ПП_7_2018	ПП_8_2019	0,05	0,1078	2019	2	14	4,31E-06	14,4	0,003707	13,338301	0,000002

Таблица 3.11 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Больничный комплекс» до перспективного потребителя «ПП_8_2019» (расчетный путь 2-4-1) по состоянию на 2033 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	16	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	7	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	7	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	7	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	11	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	11	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	11	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	11	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	11	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	11	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	11	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	11	1,11E-06	6,2	0,000011	0,005704	0,994312
13	3/19--3 (УТ-31)	1	0,3	0,006	2022	1	11	6,00E-08	6,2	0,000001	0,005705	0,994311
14	1	2	0,3	0,012	2022	2	11	1,20E-07	18,7	0,000178	0,005883	0,994135
15	2	3/19--2 (УТ-30)	0,3	0,093	2022	1	11	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	11	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	11	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	11	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	11	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	15	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	11	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	11	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	11	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	11	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	15	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	15	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	11	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	11	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	15	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	14	1,08E-06	14,4	0,000927	0,020415	0,979792

3.2.6 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 3.16 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-5-1).

В таблице 3.12 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 2033 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 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 3.13 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

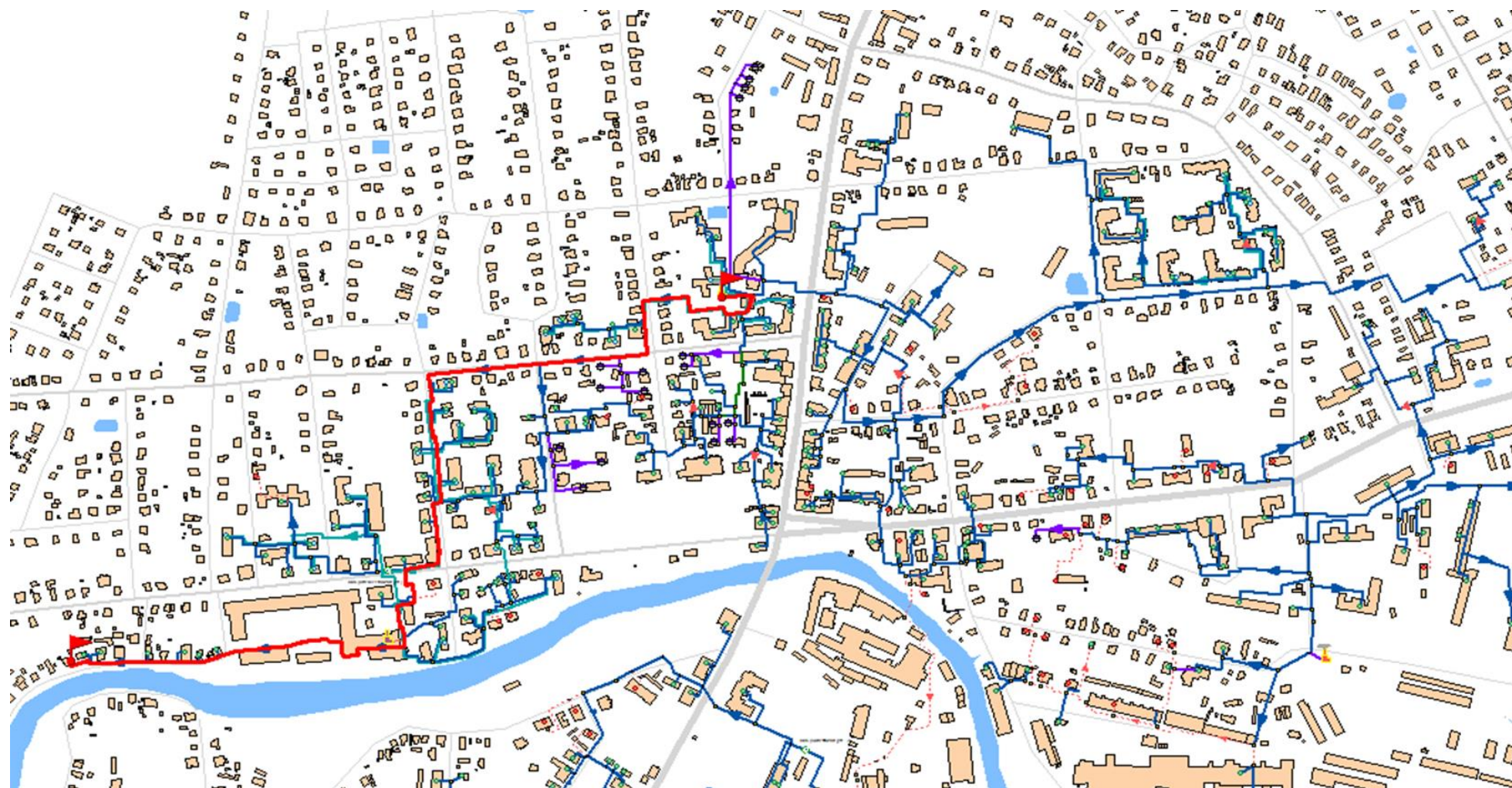


Рисунок 3.16 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1)

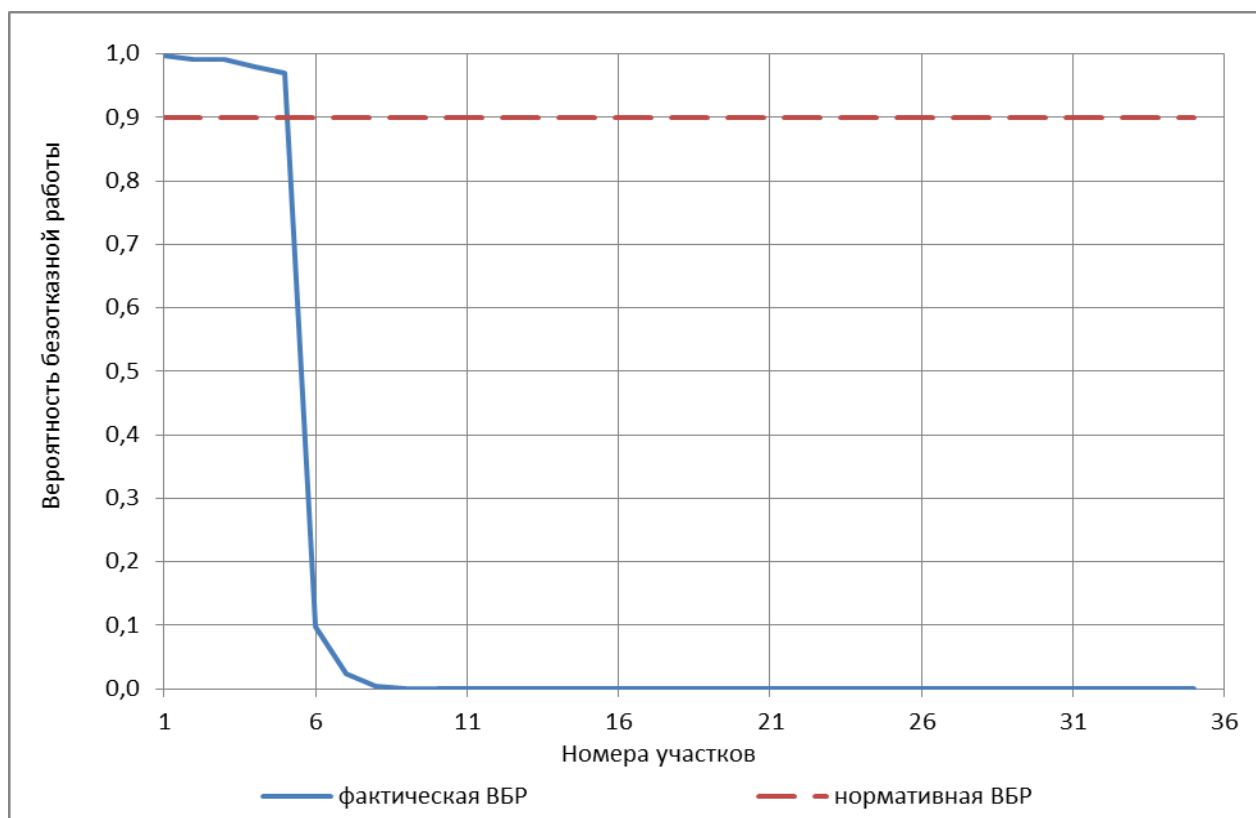


Рисунок 3.17 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

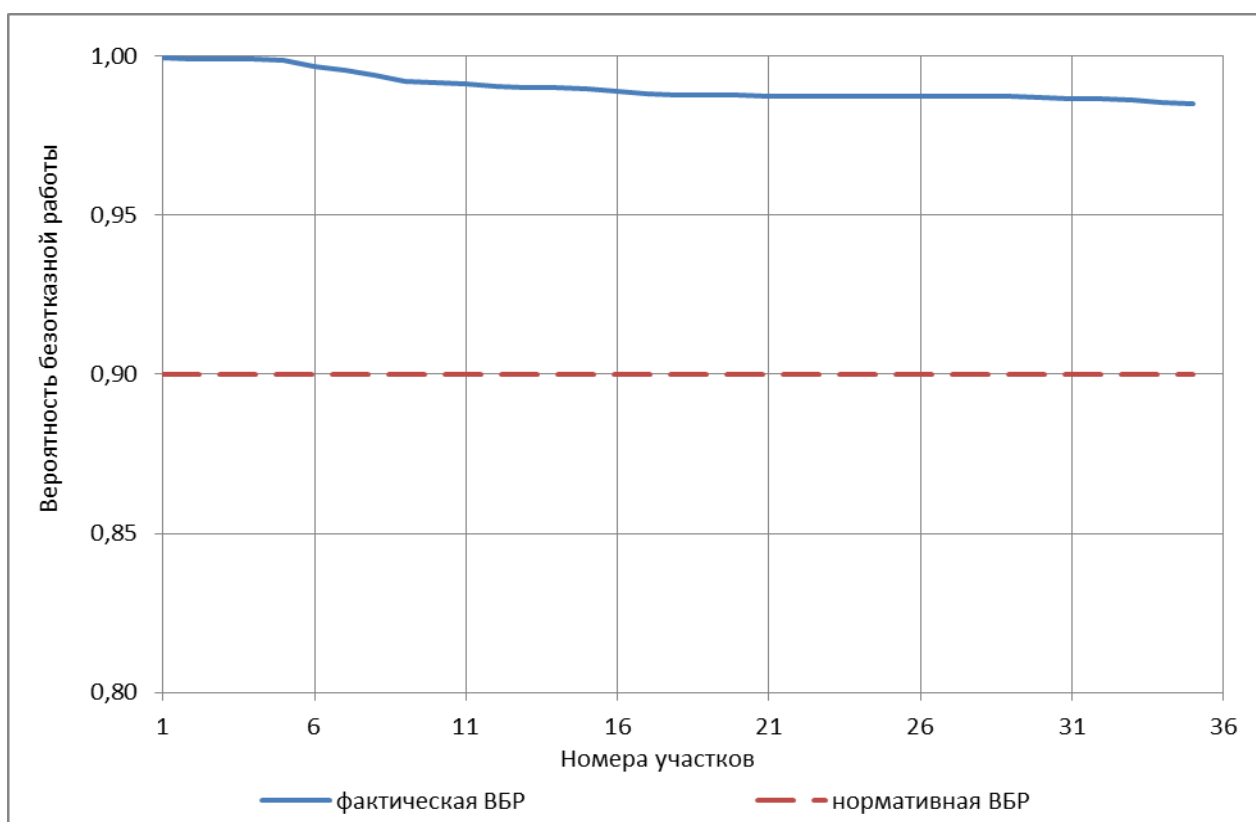


Рисунок 3.18 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Правая Набережная, д. 26) теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.12 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 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	16	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	36	4,28E-06	18,7	0,006336	0,009013	0,991027
3	ЦТП "Фрегат"	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	0,3	1E-05	1997	2	36	5,35E-09	18,7	0,000008	0,009021	0,991019
4	3/30 (ЦТП "Фрегат")_от	3/31 (ТК-14/3)	0,3	0,014	1997	2	36	7,49E-06	18,7	0,011088	0,020109	0,980092
5	3/31 (ТК-14/3)	УЗ/31	0,3	0,013	1997	2	36	6,96E-06	18,7	0,010296	0,030404	0,970053
6	УЗ/31	3//32	0,25	0,15	1988	2	45	1,67E-03	17,7	2,289832	2,320236	0,098250
7	3//32	ТК-ПП_37_2017	0,2	0,1	1988	2	45	1,12E-03	16,8	1,393284	3,713521	0,024392
8	ТК-ПП_37_2017	3//33 (ТК-14/22)	0,2	0,118	1988	2	45	1,32E-03	16,8	1,644075	5,357596	0,004712
9	3//33 (ТК-14/22)	3//34(ТК-15/13)	0,2	0,152	1988	2	45	1,70E-03	16,8	2,117792	7,475388	0,000567
10	3//34(ТК-15/13)	3//35(ТК-15/12)	0,2	0,045	1988	2	45	5,02E-04	16,8	0,626978	8,102366	0,000303
11	3//35(ТК-15/12)	3//36(ТК-15/11)	0,2	0,04	1988	2	45	4,46E-04	16,8	0,557314	8,659680	0,000173
12	3//36(ТК-15/11)	3//37(ТК-15/10)	0,2	0,058	1988	2	45	6,47E-04	16,8	0,808105	9,467784	0,000077
13	3//37(ТК-15/10)	3//38(ТК-15/19)	0,2	0,015	1988	2	45	1,67E-04	16,8	0,208993	9,676777	0,000063
14	3//38(ТК-15/19)	3//39(ТК-15/18)	0,2	0,01	1988	2	45	1,12E-04	16,8	0,139328	9,816105	0,000055
15	3//39(ТК-15/18)	3//40(ТК-15/14)	0,2	0,036	1988	2	45	4,02E-04	16,8	0,501582	10,317688	0,000033
16	3//40(ТК-15/14)	3//40--1	0,2	0,055	2015	2	18	2,52E-06	16,8	0,003144	10,320832	0,000033
17	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	18	2,52E-06	16,8	0,003144	10,323976	0,000033
18	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	1988	2	45	4,02E-04	16,8	0,501582	10,825559	0,000020
19	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	1988	1	45	3,96E-04	5,8	0,001526	10,827085	0,000020

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	45	5,02E-04	5,8	0,001934	10,829019	0,000020
21	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	1988	2	45	5,58E-05	16,8	0,069664	10,898683	0,000018
22	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	1988	1	45	5,58E-05	5,8	0,000215	10,898898	0,000018
23	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	1988	1	45	7,03E-04	5,5	0,001400	10,900298	0,000018
24	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	1988	1	45	2,06E-04	5,3	0,000250	10,900548	0,000018
25	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	1988	1	45	6,70E-05	5,3	0,000081	10,900630	0,000018
26	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	1988	1	45	6,03E-04	5,3	0,000731	10,901360	0,000018
27	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	1988	2	45	1,23E-04	15,1	0,121630	11,022990	0,000016
28	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	1988	1	45	7,81E-04	5,3	0,000947	11,023938	0,000016
29	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	1988	1	45	1,45E-04	5,3	0,000176	11,024113	0,000016
30	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	1988	2	45	5,02E-04	15,1	0,497578	11,521692	0,000010
31	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	1988	2	45	2,90E-04	15,1	0,287490	11,809181	0,000007
32	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	1988	2	45	3,91E-04	15,1	0,387005	12,196186	0,000005
33	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	1988	2	45	4,35E-04	14,7	0,396721	12,592908	0,000003
34	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	1988	2	45	9,71E-04	14,7	0,884994	13,477901	0,000001
35	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	1988	2	45	3,91E-04	14,2	0,325940	13,803841	0,000001

Таблица 3.13 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «ул. Правая Набережная, д. 26» (расчетный путь 2-5-1) по состоянию на 2033 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	16	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	10	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	10	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	10	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	10	1,30E-07	18,7	0,000192	0,001188	0,998813
6	УЗ/31	3//32	0,25	0,15	2024	2	9	1,50E-06	17,7	0,002052	0,003240	0,996766
7	3//32	ТК-ПП_37_2017	0,2	0,1	2024	2	9	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	8	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	9	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	9	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	9	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	9	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	9	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	9	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	9	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	18	6,30E-07	16,8	0,000786	0,011193	0,988870
17	3//40--1	3//41(ТК-15/15)	0,2	0,055	2015	2	18	6,30E-07	16,8	0,000786	0,011979	0,988092
18	3//41(ТК-15/15)	ТК-15/16	0,2	0,036	2024	2	9	3,60E-07	16,8	0,000450	0,012428	0,987648
19	ТК-15/16	ТК-15/17	0,2	0,0355	2024	1	9	3,55E-07	5,8	0,000001	0,012430	0,987647

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	9	4,50E-07	5,8	0,000002	0,012432	0,987645
21	У-15/17	ТК-15/17А	0,2	0,005	2024	2	9	5,00E-08	16,8	0,000062	0,012494	0,987584
22	ТК-15/17А	ТК-15/18	0,2	0,005	2024	1	9	5,00E-08	5,8	0,000000	0,012494	0,987584
23	ТК-15/18	У-15/32-1	0,15	0,063	2024	1	9	6,30E-07	5,5	0,000001	0,012495	0,987582
24	У-15/32-1	У-15/32-2	0,1	0,0185	2024	1	9	1,85E-07	5,3	0,000000	0,012496	0,987582
25	У-15/32-2	У-15/32-3	0,1	0,006	2024	1	9	6,00E-08	5,3	0,000000	0,012496	0,987582
26	У-15/32-3	У-15/32-4	0,1	0,054	2024	1	9	5,40E-07	5,3	0,000001	0,012496	0,987581
27	У-15/32-4	У-15/32-5	0,1	0,011	2024	2	9	1,10E-07	15,1	0,000109	0,012605	0,987474
28	У-15/32-5	У-15/32-6	0,1	0,07	2024	1	9	7,00E-07	5,3	0,000001	0,012606	0,987473
29	У-15/32-6	У-15/32-7	0,1	0,013	2024	1	9	1,30E-07	5,3	0,000000	0,012606	0,987473
30	У-15/32-7	ТК-15/32	0,1	0,045	2024	2	9	4,50E-07	15,1	0,000446	0,013052	0,987032
31	ТК-15/32	ТК-15/33	0,1	0,026	2024	2	9	2,60E-07	15,1	0,000258	0,013310	0,986778
32	ТК-15/33	ТК-15/34	0,1	0,035	2024	2	9	3,50E-07	15,1	0,000347	0,013657	0,986436
33	ТК-15/34	ТК-15/36	0,07	0,039	2024	2	9	3,90E-07	14,7	0,000356	0,014012	0,986085
34	ТК-15/36	ТК-15/37	0,07	0,087	2024	2	9	8,70E-07	14,7	0,000793	0,014805	0,985304
35	ТК-15/37	Правая Набережная ул., 26	0,04	0,035	2024	2	9	3,50E-07	14,2	0,000292	0,015098	0,985016

3.2.7 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 3.19 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-5-2).

В таблице 3.14 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 2033 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 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 3.15 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

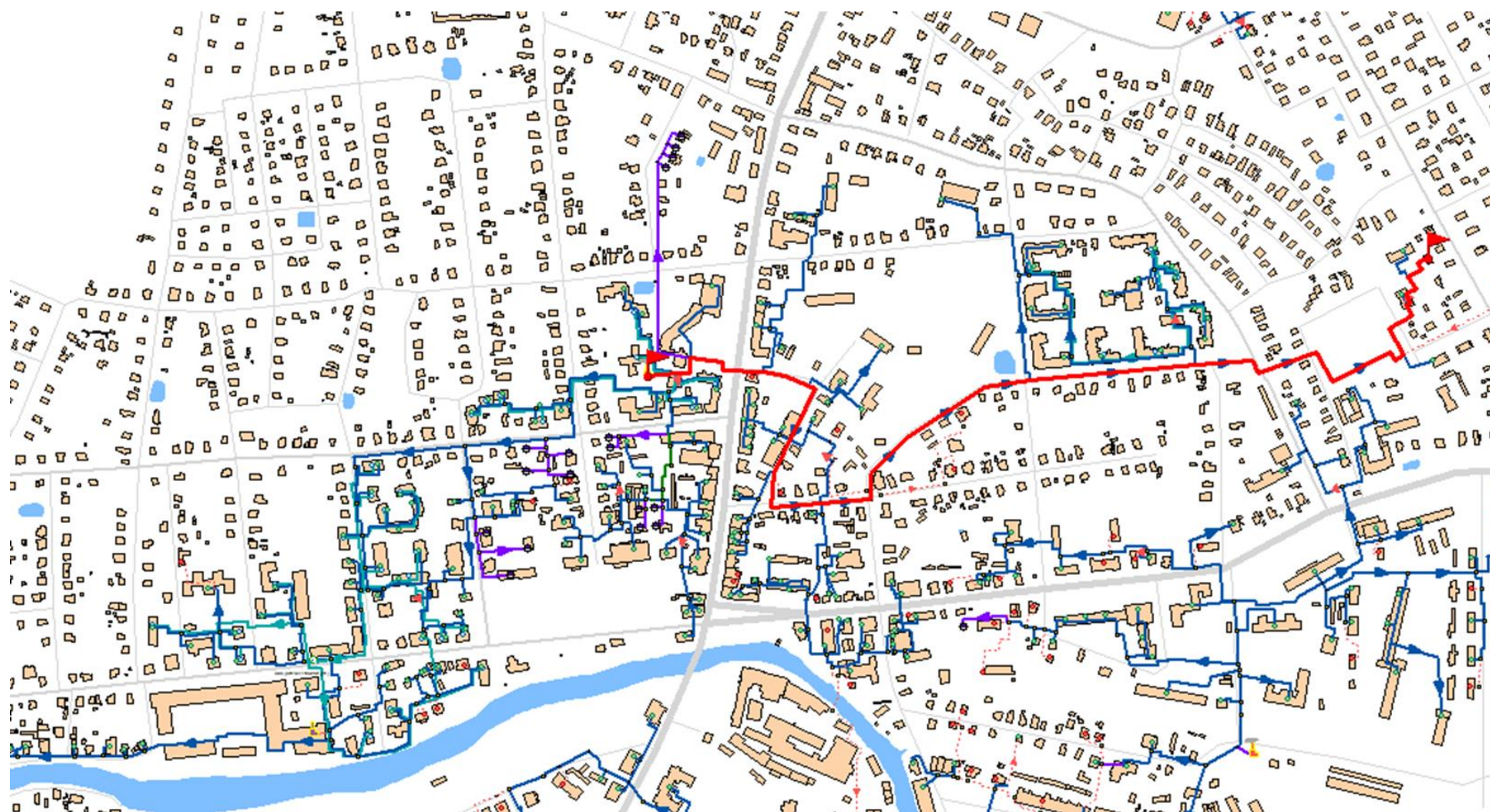


Рисунок 3.19 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Фрегат» до конечного потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2)

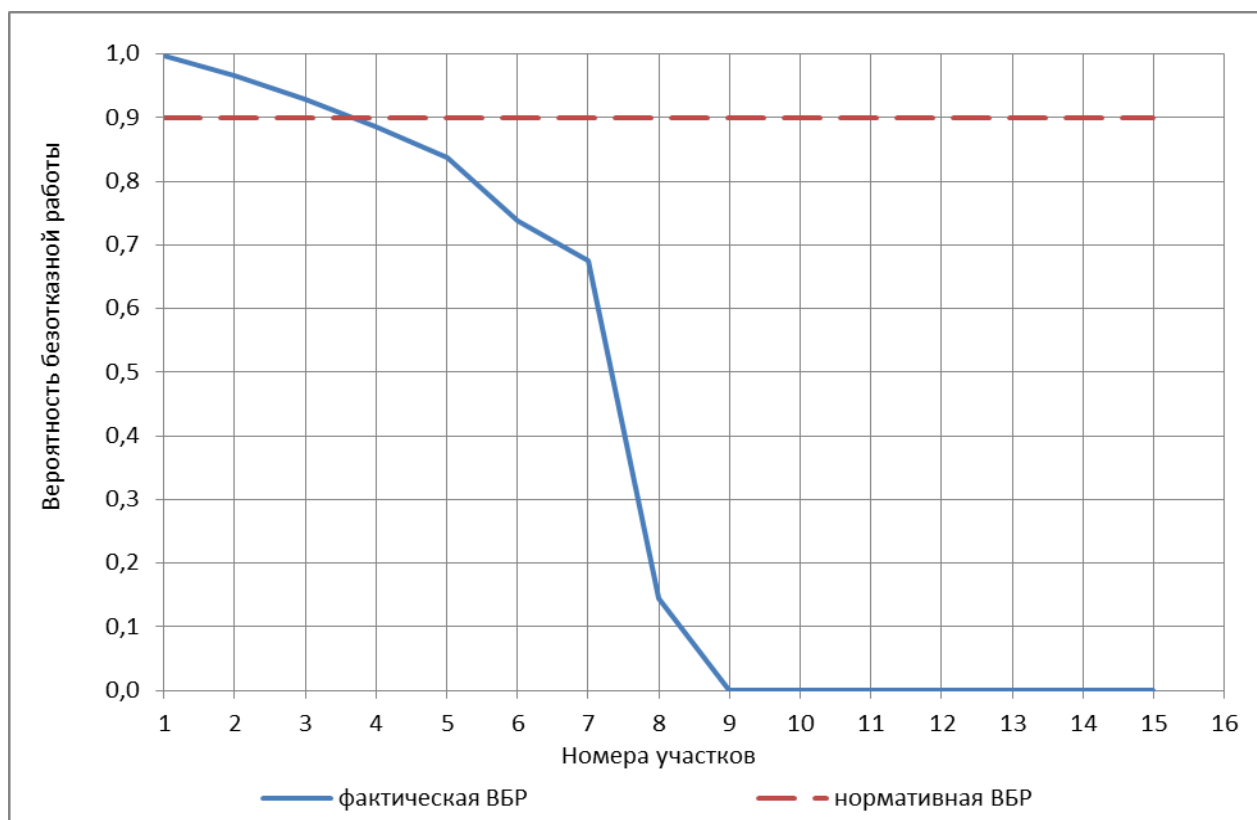


Рисунок 3.20 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

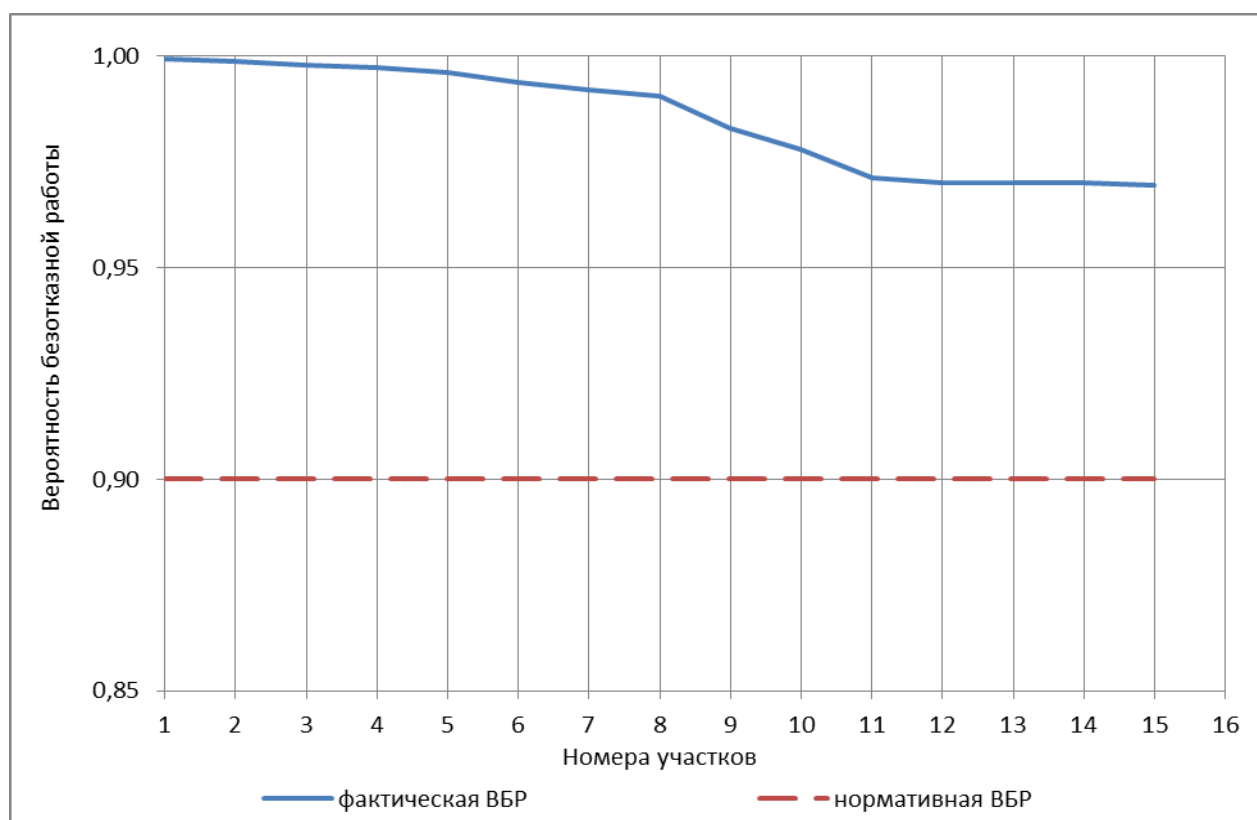


Рисунок 3.21 – ВБР относительно ТК потребителя «Склад» теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.14 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 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	16	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	36	2,14E-05	18,7	0,031679	0,034356	0,966227
3	3//28(ТК-14/2)	У-3//28-1	0,3	0,05	1997	2	36	2,68E-05	18,7	0,04	0,07	0,928714
4	У-3//28-1	3//27(ТК-16/4)	0,3	0,058	1997	2	36	3,10E-05	18,7	0,05	0,12	0,887019
5	3//27(ТК-16/4)	3//26(ТК-16/2)	0,3	0,073	1997	2	36	3,91E-05	18,7	0,06	0,18	0,837192
6	3//26(ТК-16/2)	3//25(ТК-16/1)	0,3	0,158	1997	2	36	8,46E-05	18,7	0,13	0,30	0,738722
7	3//25(ТК-16/1)	3//24(ТК-16)	0,3	0,114	1997	2	36	6,10E-05	18,7	0,090284	0,39	0,674949
8	3//24(ТК-16)	3//23	0,5	0,068	1988	2	45	7,59E-04	22,8	1,544468	1,94	0,144051
9	3//23	3//22(ТК-12)	0,5	0,392	1988	2	45	4,37E-03	22,8	8,903403	10,84	0,000020
10	3//22(ТК-12)	3//21(ТК-10)	0,5	0,249	1988	2	45	2,78E-03	22,8	5,655478	16,50	0,000000
11	3//21(ТК-10)	3//20(ТК-9)	0,5	0,335	1988	2	45	3,74E-03	22,8	7,608775	24,11	0,000000
12	3//20(ТК-9)	3/20--1	0,08	0,1	2015	2	18	4,58E-06	14,8	0,004294	24,11	0,000000
13	3/20--1	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	0,08	0,004	1988	1	45	4,46E-05	5,3	0,000040	24,11	0,000000
14	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	ТК-9/1	0,08	0,018	1988	2	45	2,01E-04	14,8	0,188392	24,30	0,000000
15	ТК-9/1	Склад	0,032	0,0485	1988	2	45	5,41E-04	14,1	0,441050	24,74	0,000000

Таблица 3.15 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Фрегат» до потребителя «Склад» (расчетный путь 2-5-2) по состоянию на 2033 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	16	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	10	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	11	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	10	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	10	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	10	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	10	1,14E-06	18,7	0,001687	0,007965	0,992066
8	3//24(ТК-16)	3//23	0,5	0,068	2025	2	8	6,80E-07	22,8	0,001384	0,009349	0,990694
9	3//23	3//22(ТК-12)	0,5	0,392	2025	2	8	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	9	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	9	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	18	1,14E-06	14,8	0,001074	0,030289	0,970165
13	3/20--1	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	0,08	0,004	2025	1	8	4,00E-08	5,3	0,000000	0,030289	0,970165
14	Груп. эл (д/с «Колокольчик»)	ТК-9/1	0,08	0,018	2025	2	8	1,80E-07	14,8	0,000169	0,030458	0,970001
15	ТК-9/1	Склад	0,032	0,0485	2025	2	8	4,85E-07	14,1	0,000395	0,030854	0,969618

3.2.8 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 3.22 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-6-1).

В таблице 3.16 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 2033 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 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 3.17 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

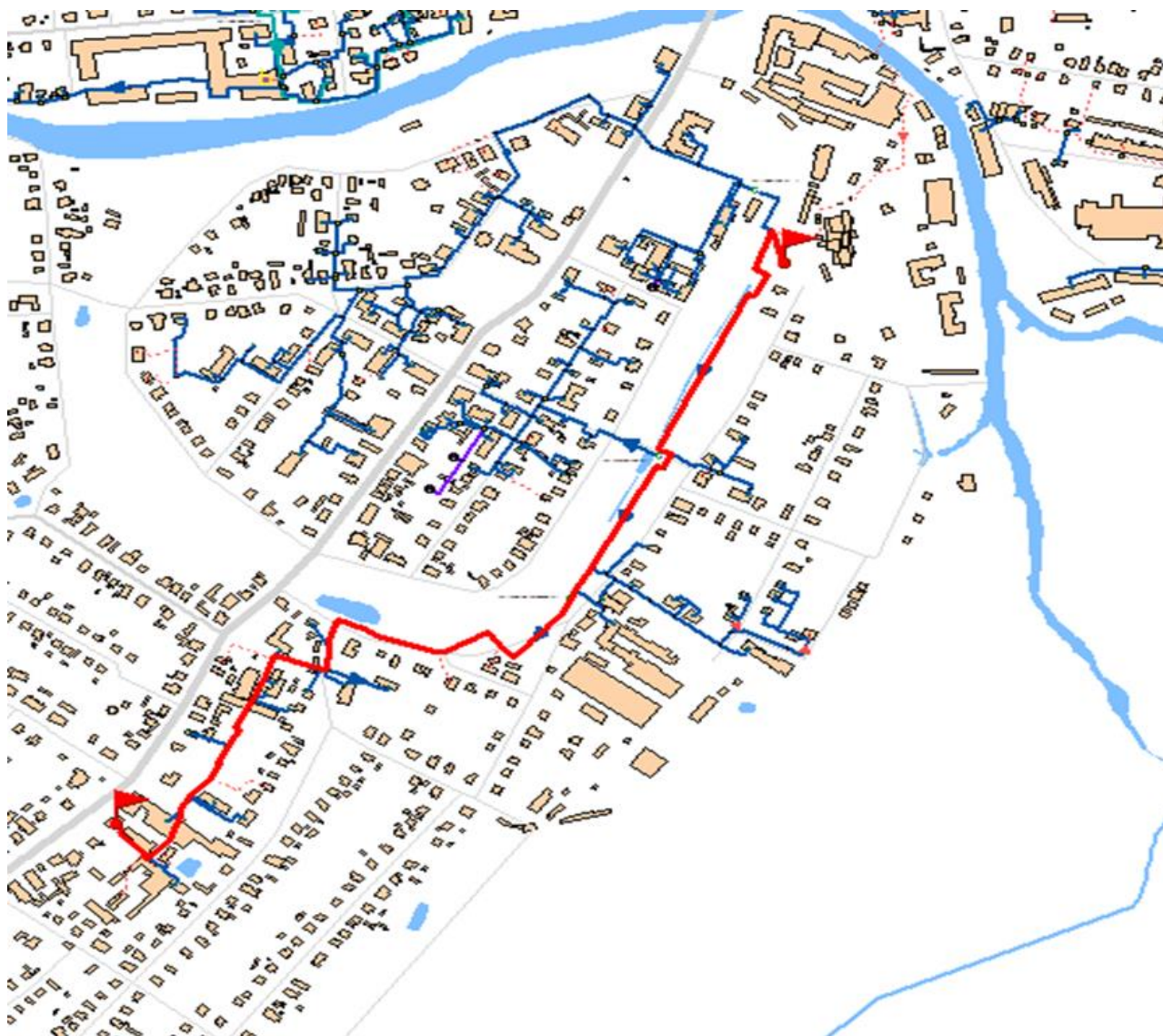


Рисунок 3.22 – Трассировка теплопровода от Новой котельной «Валовое кольцо» до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1)

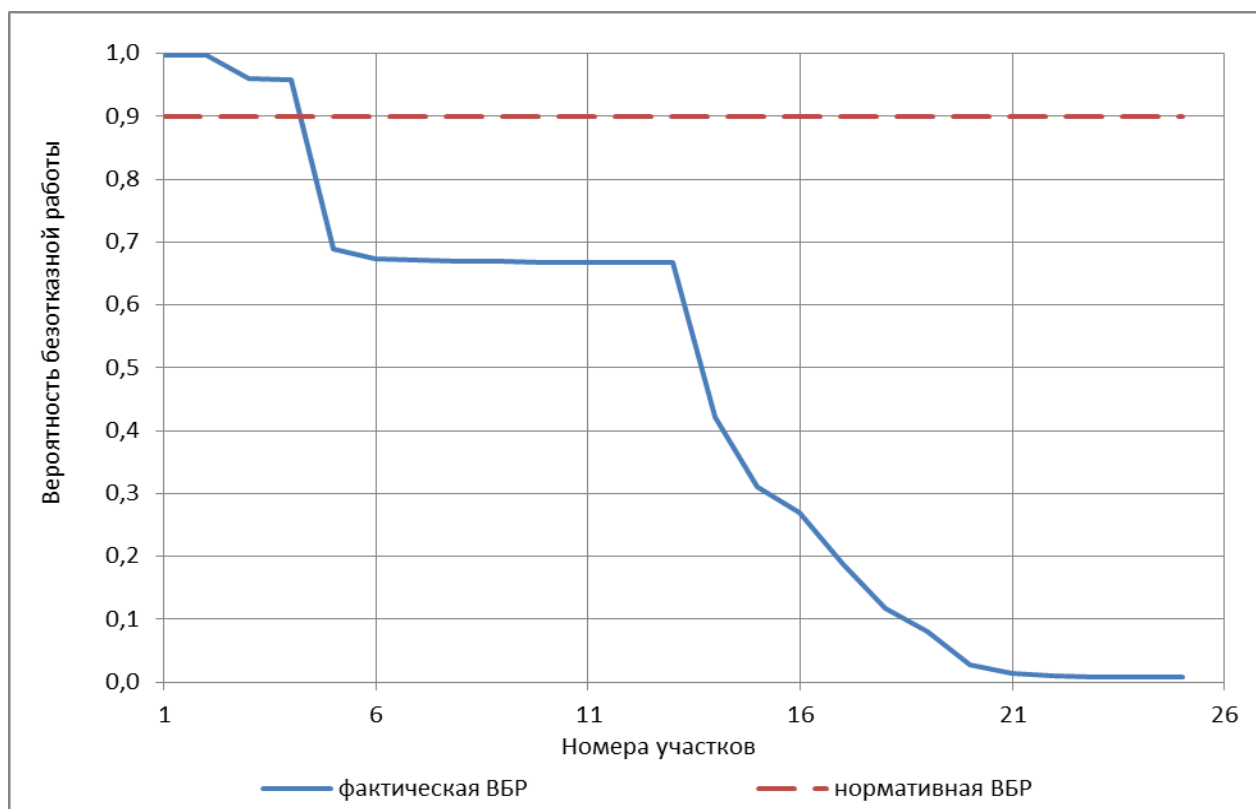


Рисунок 3.23 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

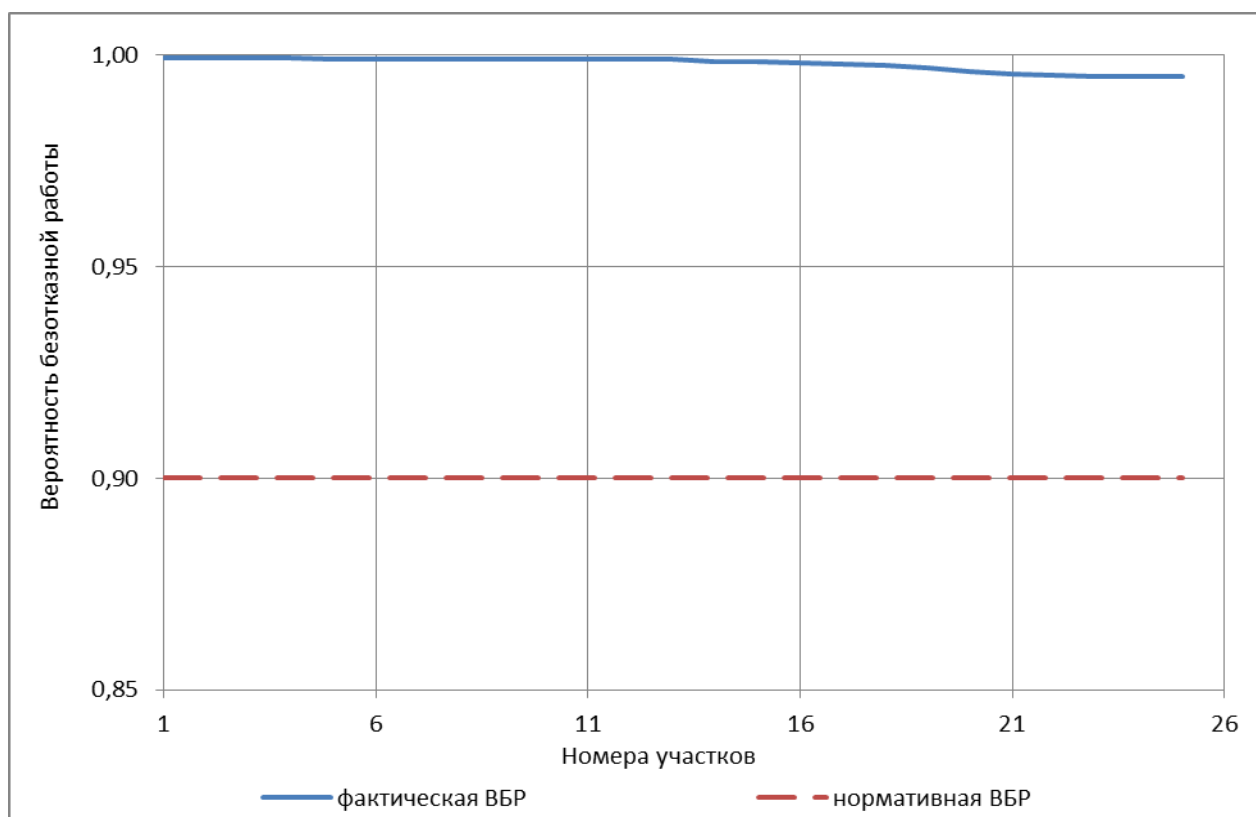


Рисунок 3.24 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 25) теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.16 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 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	16	1,87E-06	17,7	0,002556	0,002556	0,997448
2	3/24--12	3/24--121	0,15	0,031	1988	1	45	3,46E-04	5,5	0,000689	0,003245	0,996761
3	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	1988	1	45	3,87E-03	6,2	0,038050	0,041295	0,959546
4	3/24--13	3/24--13-2	0,3	0,001	1988	1	45	1,12E-05	6,2	0,000110	0,041404	0,959441
5	3/24--13-2	3/24--13-1	0,3	0,02	1988	2	45	2,23E-04	18,7	0,330266	0,371671	0,689581
6	3/24--13-1	3/24--14	0,3	0,204	1988	1	45	2,28E-03	6,2	0,022370	0,394040	0,674327
7	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	1988	1	45	4,74E-04	6,2	0,004660	0,398701	0,671192
8	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	3/24--16(ТК-Р1)	0,15	0,119	1988	1	45	1,33E-03	5,5	0,002645	0,401345	0,669419
9	3/24--15	ПНС_Большая Протечная ул. (обр.)	0,15	0,001	1988	1	45	1,12E-05	5,5	0,000022	0,401368	0,669404
10	3/24--16(ТК-Р1)	3/24--17(ТК-Р2)	0,15	0,066	1988	1	45	7,36E-04	5,5	0,001467	0,402834	0,668423
11	3/24--17(ТК-Р2)	3/24--18	0,15	0,064	1988	1	45	7,14E-04	5,5	0,001422	0,404257	0,667473
12	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	1988	1	45	1,79E-04	5,4	0,000286	0,404543	0,667282
13	3/24--19	3/24--20	0,1	0,039	1988	1	45	4,35E-04	5,3	0,000528	0,405070	0,666930
14	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	1988	2	45	4,35E-04	15,5	0,459989	0,865060	0,421026
15	3/24--21	3/24--22(ТК-Р3)	0,125	0,026	1988	2	45	2,90E-04	15,5	0,306660	1,171719	0,309834
16	3/24--22(ТК-Р3)	3/24--23(ТК-Р4)	0,125	0,012	1988	2	45	1,34E-04	15,5	0,141535	1,313255	0,268943
17	3/24--23(ТК-Р4)	3/24--24(ТК-Р5)	0,1	0,033	1988	2	45	3,68E-04	15,1	0,364891	1,678145	0,186720

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	45	4,69E-04	15,1	0,464406	2,142551	0,117355
19	3/24--25(ТК-Р6)	3/24--26(ТК-Р7)	0,1	0,035	1988	2	45	3,91E-04	15,1	0,387005	2,529557	0,079694
20	3/24--26(ТК-Р7)	3/24--27(ТК-Р8)	0,1	0,095	1988	2	45	1,06E-03	15,1	1,050443	3,579999	0,027876
21	3/24--27(ТК-Р8)	3/24--28(ТК-Р9)	0,1	0,064	1988	2	45	7,14E-04	15,1	0,707667	4,287666	0,013737
22	3/24--28(ТК-Р9)	3/24--29(ТК-Р10)	0,1	0,027	1988	2	45	3,01E-04	15,1	0,298547	4,586213	0,010191
23	3/24--29(ТК-Р10)	3/24--30(ТК-Р11)	0,1	0,022	1988	2	45	2,45E-04	15,1	0,243260	4,829473	0,007991
24	3/24--30(ТК-Р11)	3/24—31f	0,1	0,0725	1988	1	45	8,09E-04	5,3	0,000981	4,830454	0,007983
25	3/24—31f	Кардовского ул., 25	0,05	0,068	1988	1	45	7,59E-04	5,1	0,000346	4,830801	0,007980

Таблица 3.17 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны Новой котельной «Валовое кольцо» до потребителя «ул. Кардовского, д. 25» (расчетный путь 2-6-1) по состоянию на 2033 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	16	4,67E-07	17,7	0,000639	0,000639	0,999361
2	3/24--12	3/24--121	0,15	0,031	2026	1	7	3,10E-07	5,5	0,000001	0,000640	0,999361
3	3/24--121	3/24--13	0,3	0,347	2026	1	7	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	7	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	7	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	7	2,04E-06	6,2	0,000020	0,000990	0,999011
7	3/24--14	3/24--15	0,3	0,0425	2026	1	7	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	7	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	7	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	7	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	7	6,40E-07	5,5	0,000001	0,000999	0,999002
12	3/24--18	3/24--19	0,125	0,016	2026	1	7	1,60E-07	5,4	0,000000	0,000999	0,999001
13	3/24--19	3/24--20	0,1	0,039	2026	1	7	3,90E-07	5,3	0,000000	0,001000	0,999001
14	3/24--20	3/24--21	0,125	0,039	2026	2	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	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	7	7,25E-07	5,3	0,000001	0,004966	0,995047
25	3/24—31f	Кардовского ул., 25	0,05	0,068	2026	1	7	6,80E-07	5,1	0,000000	0,004966	0,995046

3.2.9 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 3.25 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-7-1).

В таблице 3.18 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.26 и 3.27 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 3.19 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

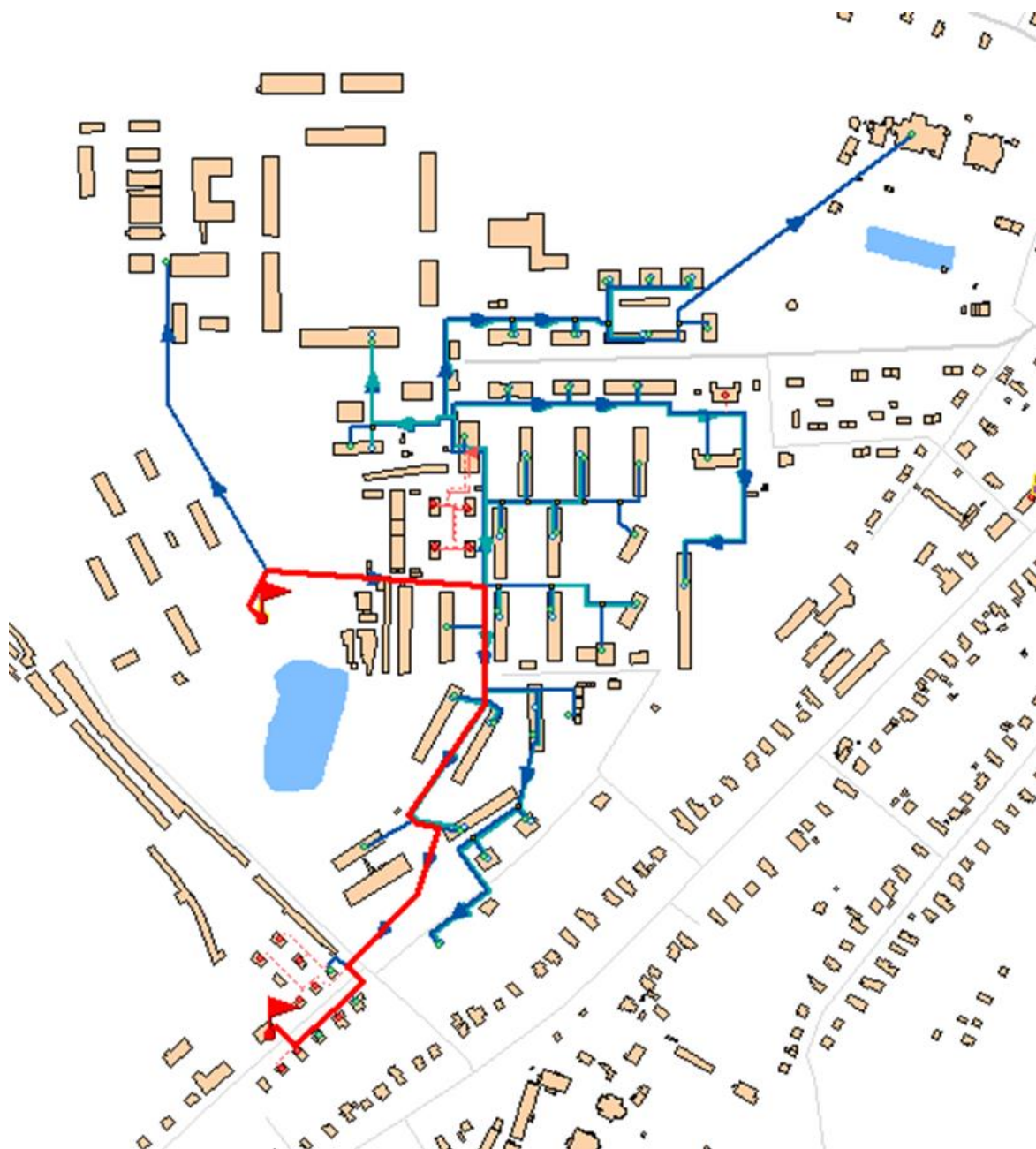


Рисунок 3.25 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «ул. Московская, д. 122» (расчетный путь 2-7-1)

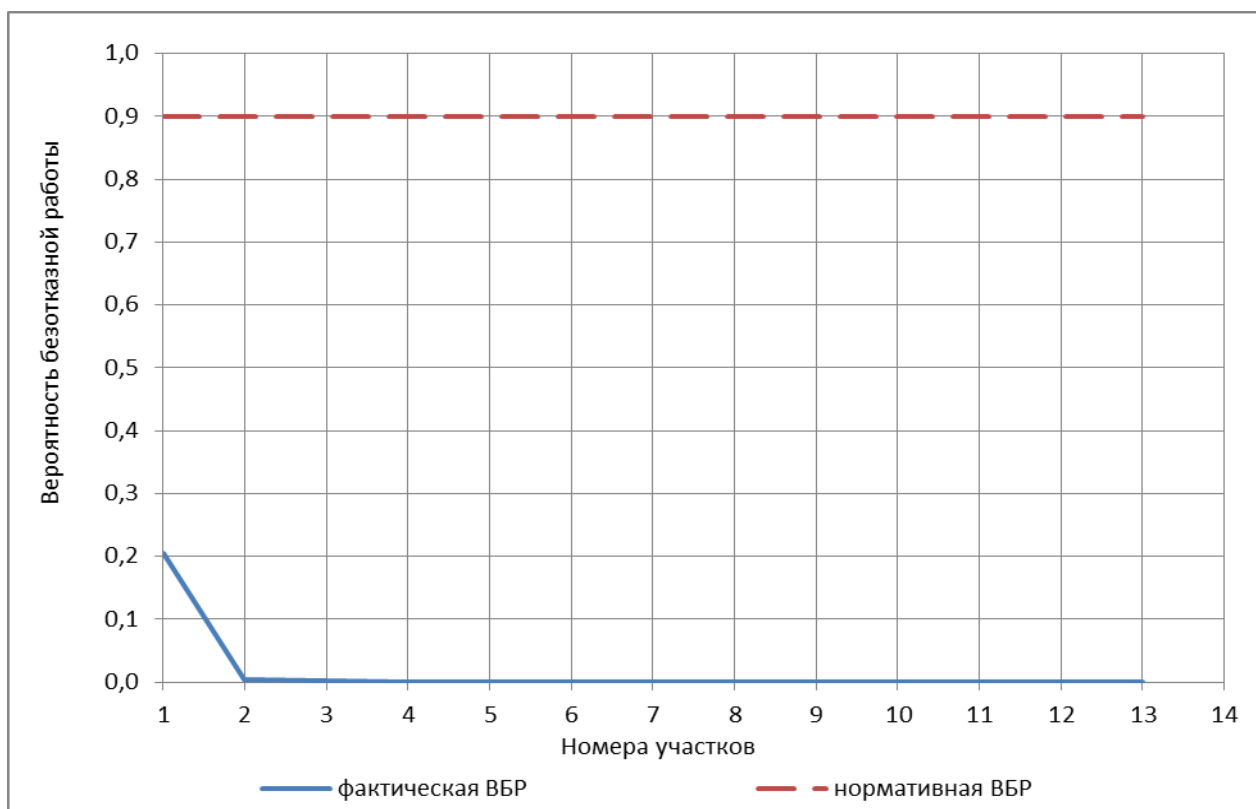


Рисунок 3.26 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 122» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

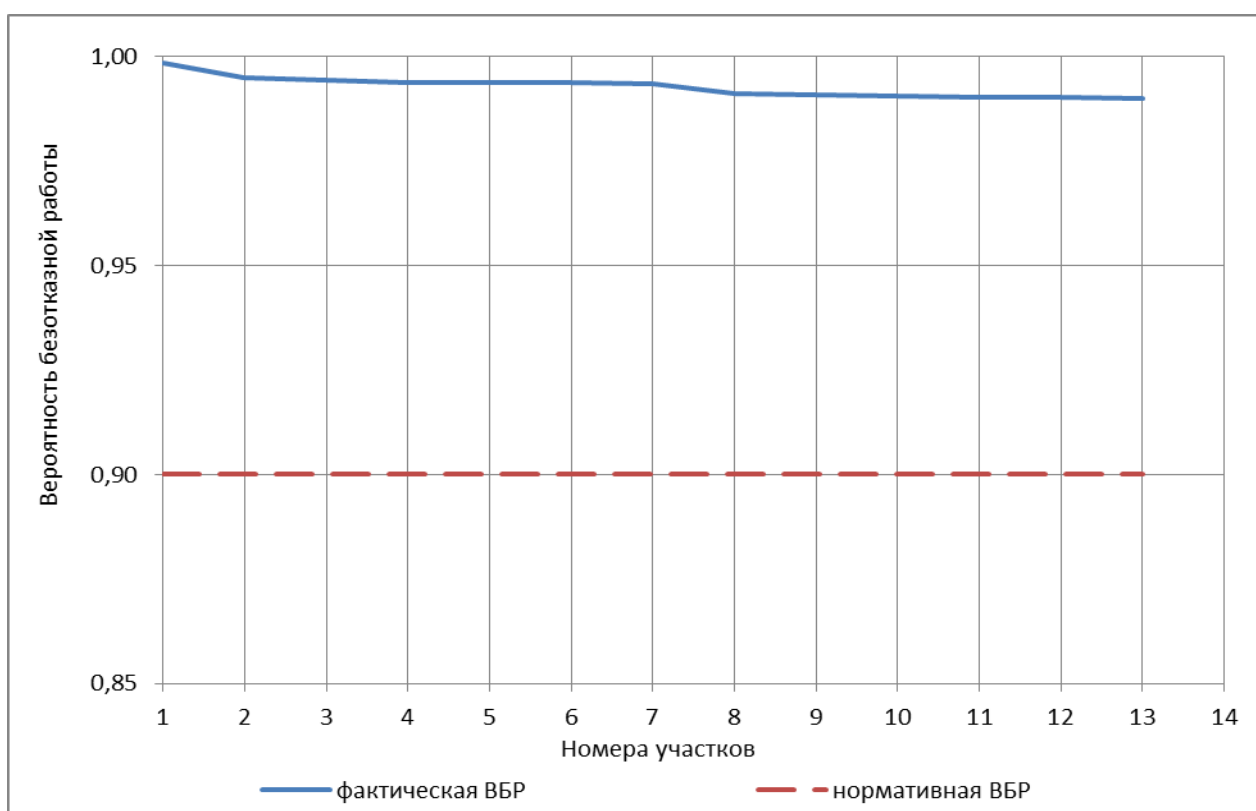


Рисунок 3.27 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 123» теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.18 – 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 2033 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	45	1,07E-03	18,7	1,585278	1,585278	0,204891
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	45	3,25E-03	16,8	4,061424	5,646702	0,003529
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	1988	2	45	5,36E-04	16,8	0,668776	6,315478	0,001808
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	1988	2	45	6,36E-04	15,5	0,672292	6,987770	0,000923
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	1988	2	45	1,12E-04	15,5	0,117946	7,105716	0,000820
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	1988	1	45	1,25E-03	5,4	0,002002	7,107718	0,000819
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	1988	2	45	2,23E-04	15,5	0,235892	7,343610	0,000647
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	1988	2	45	2,34E-03	15,5	2,476866	9,820476	0,000054
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	1988	2	45	5,80E-04	14,7	0,528962	10,349438	0,000032
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	1988	2	45	2,79E-04	14,7	0,254309	10,603747	0,000025
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	1988	2	45	2,68E-04	14,4	0,230251	10,833997	0,000020
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	1988	2	45	2,45E-04	14,4	0,211063	11,045060	0,000016
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	1988	2	45	1,67E-04	14,2	0,139688	11,184749	0,000014

Таблица 3.19 – 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 2033 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	45	1,07E-03	18,7	1,585278	1,585278	0,204891
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	2021	2	45	3,25E-03	16,8	4,061424	5,646702	0,003529
3	ТК-6 (У6а)	ТК-40	0,2	0,048	2021	2	45	5,36E-04	16,8	0,668776	6,315478	0,001808
4	ТК-40	ТК-41	0,125	0,057	2021	2	45	6,36E-04	15,5	0,672292	6,987770	0,000923
5	ТК-41	У-34 (У-18,19)	0,125	0,01	2021	2	45	1,12E-04	15,5	0,117946	7,105716	0,000820
6	У-34 (У-18,19)	ТК-43	0,125	0,112	2021	1	45	1,25E-03	5,4	0,002002	7,107718	0,000819
7	ТК-43	узел отв. на дом 52	0,125	0,02	2021	2	45	2,23E-04	15,5	0,235892	7,343610	0,000647
8	узел отв. на дом 52	ТК-44	0,125	0,21	2021	2	45	2,34E-03	15,5	2,476866	9,820476	0,000054
9	ТК-44	узел Московская 138	0,07	0,052	2021	2	45	5,80E-04	14,7	0,528962	10,349438	0,000032
10	узел Московская 138	узел Московская 140	0,07	0,025	2021	2	45	2,79E-04	14,7	0,254309	10,603747	0,000025
11	узел Московская 140	узел Московская 142	0,05	0,024	2021	2	45	2,68E-04	14,4	0,230251	10,833997	0,000020
12	узел Московская 142	узел Московская 144	0,05	0,022	2021	2	45	2,45E-04	14,4	0,211063	11,045060	0,000016
13	узел Московская 144	Московская ул., 122	0,04	0,015	2021	2	45	1,67E-04	14,2	0,139688	11,184749	0,000014

3.2.10 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 3.28 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-7-2).

В таблице 3.20 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 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети.

На рисунках 3.29 и 3.30 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 (Уба)»).

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 тепло-

вых сетей, в таблице 3.21 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

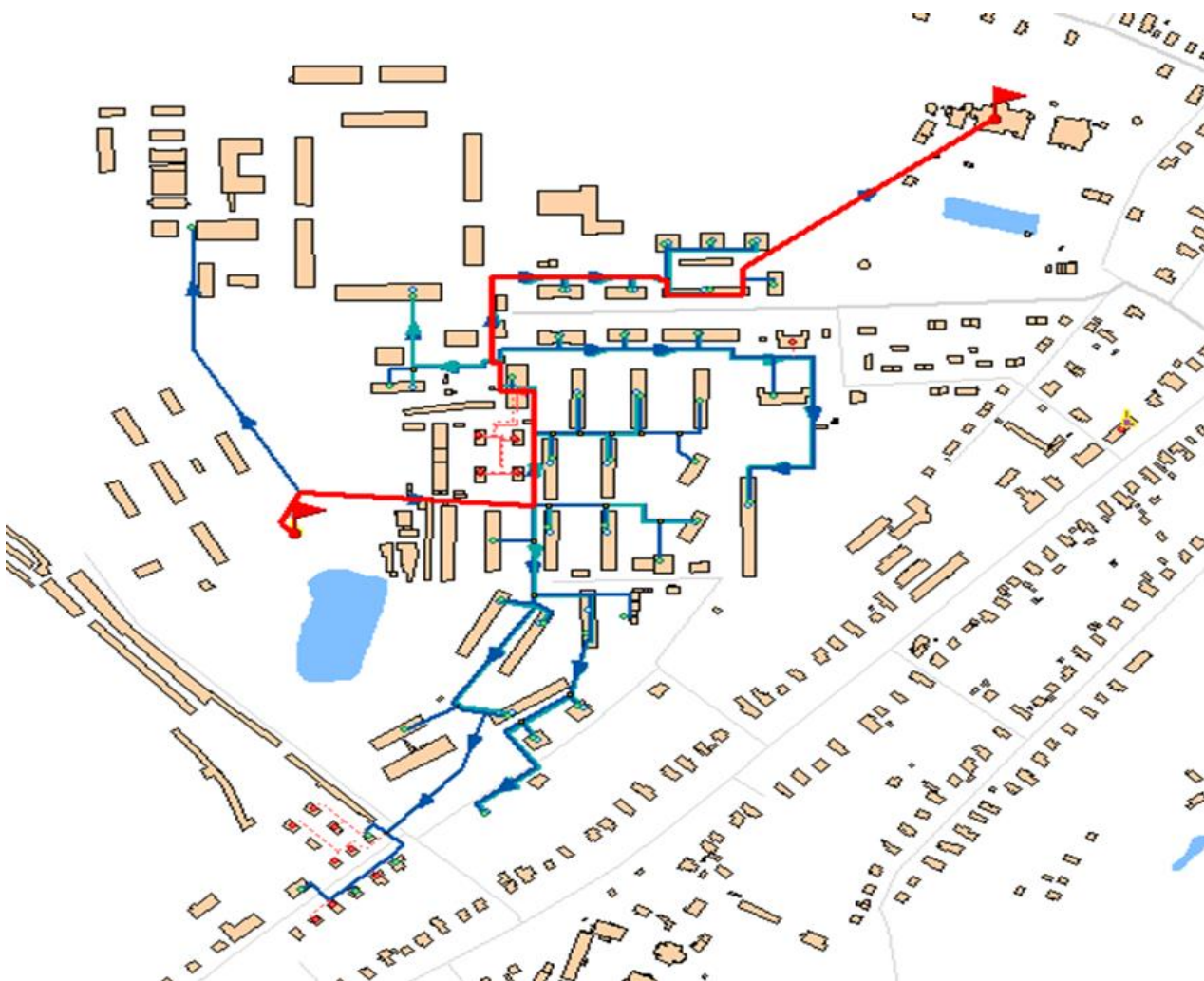


Рисунок 3.28 – Трассировка теплопровода от котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский до конечного потребителя «пер. Музейный, д. 4» (расчетный путь 2-7-2)

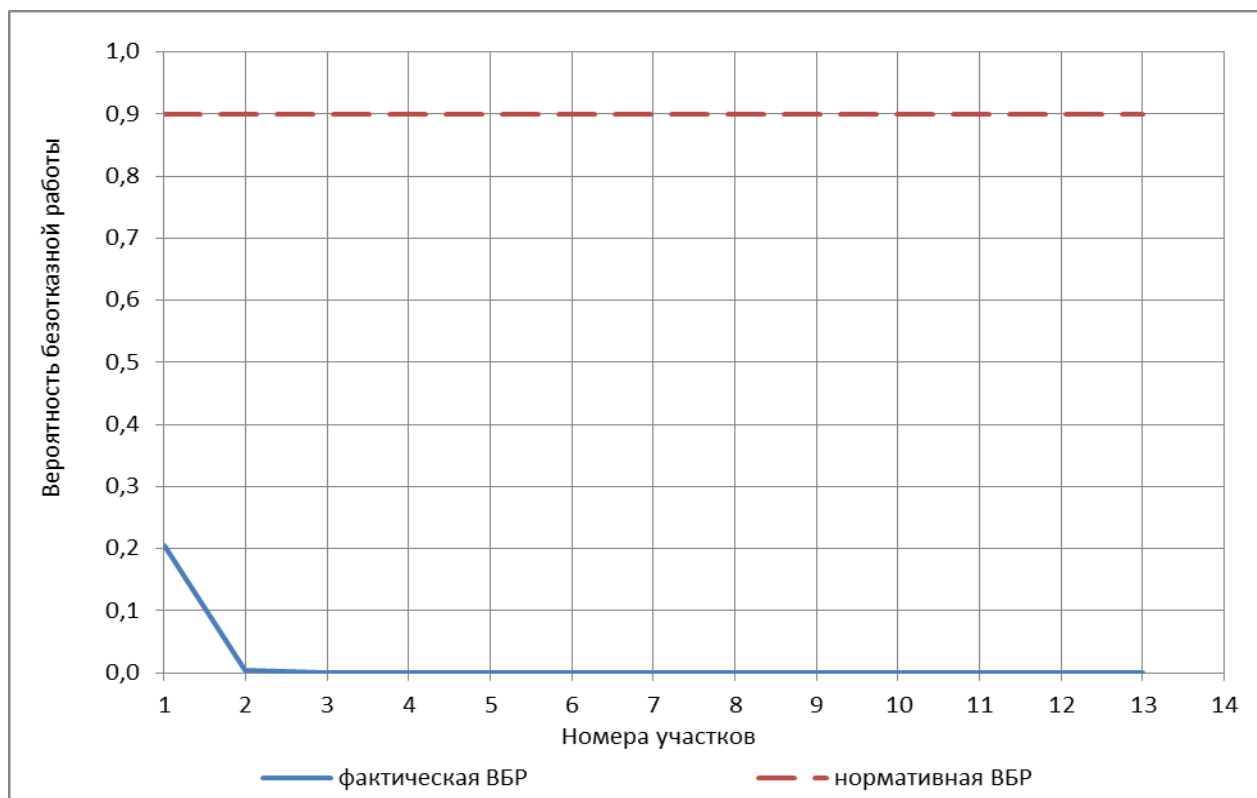


Рисунок 3.29 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

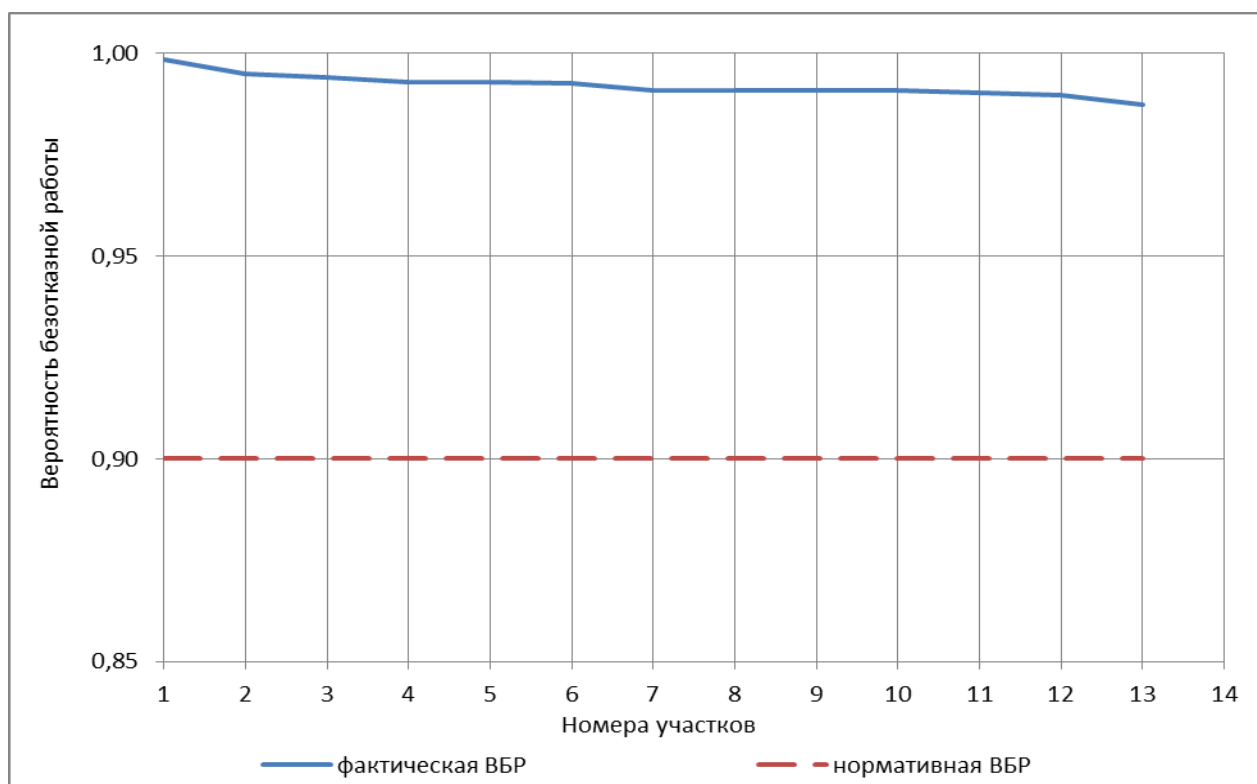


Рисунок 3.30 – ВБР относительно ТК потребителя (пер. Музейный, д. 4) теплопроводов зоны котельной мкр. Чкаловский / новой котельной мкр. Чкаловский (расчетный путь 2-7-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.20 – 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 2033 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	45	1,07E-03	18,7	1,585278	1,585278	0,204891
2	узел на в/ч №62681	ТК-6 (У6а)	0,2	0,2915	1988	2	45	3,25E-03	16,8	4,061424	5,646702	0,003529
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	1988	2	45	9,04E-04	16,8	1,128560	6,775262	0,001142
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	1988	2	45	8,76E-04	16,8	1,093728	7,868990	0,000382
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	1988	1	45	1,12E-05	5,8	0,000043	7,869033	0,000382
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	1988	2	45	3,68E-04	16,8	0,459784	8,328817	0,000241
7	У2	Узел	0,2	0,149	1988	2	45	1,66E-03	16,8	2,075993	10,404810	0,000030
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	1988	1	45	7,09E-04	5,5	0,001411	10,406222	0,000030
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	1988	1	45	6,03E-04	5,5	0,001200	10,407422	0,000030
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	1988	1	45	3,68E-04	5,5	0,000733	10,408155	0,000030
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	1988	2	45	6,14E-04	14,8	0,575641	10,983796	0,000017
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	1988	2	45	5,02E-04	14,8	0,470979	11,454776	0,000011
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	1988	2	45	2,87E-03	14,7	2,614291	14,069067	0,000001

Таблица 3.21 – 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 2033 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	12	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	12	2,92E-06	16,8	0,003640	0,005061	0,994952
3	ТК-6 (У6а)	ТК-8 (У8а)	0,2	0,081	2021	2	12	8,10E-07	16,8	0,001011	0,006072	0,993946
4	ТК-8 (У8а)	ЦТП мкр. Чкаловский	0,2	0,0785	2021	2	12	7,85E-07	16,8	0,000980	0,007052	0,992973
5	ЦТП мкр. Чкаловский	ЦТП-1	0,2	0,001	2021	1	12	1,00E-08	5,8	0,000000	0,007052	0,992973
6	ЦТП-1	У2	0,2	0,033	2021	2	12	3,30E-07	16,8	0,000412	0,007464	0,992564
7	У2	Узел	0,2	0,149	2021	2	12	1,49E-06	16,8	0,001860	0,009325	0,990719
8	Узел	ТК-21	0,15	0,0635	2021	1	12	6,35E-07	5,5	0,000001	0,009326	0,990717
9	ТК-21	ТК-22	0,15	0,054	2021	1	12	5,40E-07	5,5	0,000001	0,009327	0,990716
10	ТК-22	ТК-23	0,15	0,033	2021	1	12	3,30E-07	5,5	0,000001	0,009328	0,990716
11	ТК-23	У7	0,08	0,055	2021	2	12	5,50E-07	14,8	0,000516	0,009844	0,990205
12	У7	ТК-24	0,08	0,045	2021	2	12	4,50E-07	14,8	0,000422	0,010266	0,989787
13	ТК-24	Музейный пер., 4	0,07	0,257	2021	2	12	2,57E-06	14,7	0,002343	0,012609	0,987471

3.2.11Теплопроводы зоны котельной

пос. Сельхозтехника до потребителя

«ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1)

Теплопровод расчетного пути 2-8-1 начинается от котельной пос. Сельхозтехника до жилого здания по адресу ул. Московская, д. 117.

На рисунке 3.31 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-8-1).

В таблице 3.22 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 2033 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, 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-25 – ТК-29»).

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов пути 2-8-1, 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 истощением эксплуатационного ресурса) и новому строительству тепловых сетей, в таблице 3.23 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.



Рисунок 3.31 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1)

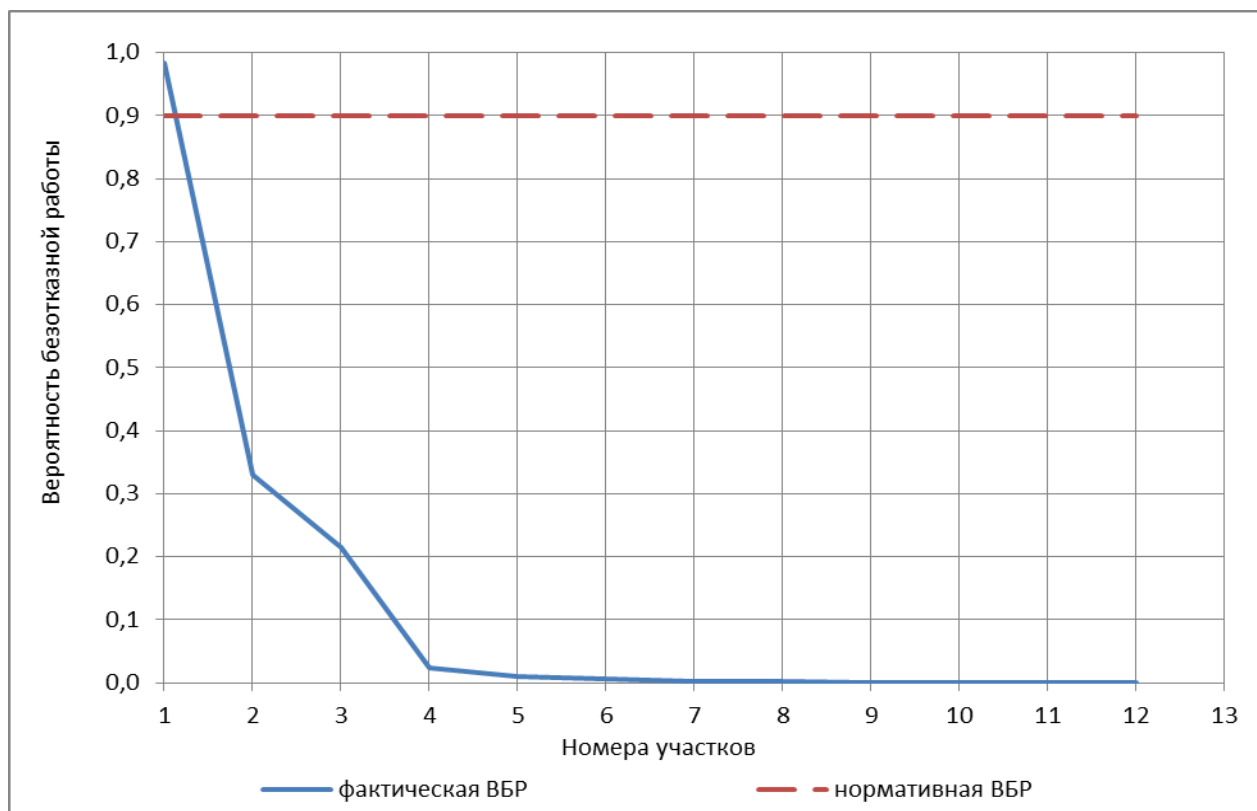


Рисунок 3.32 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

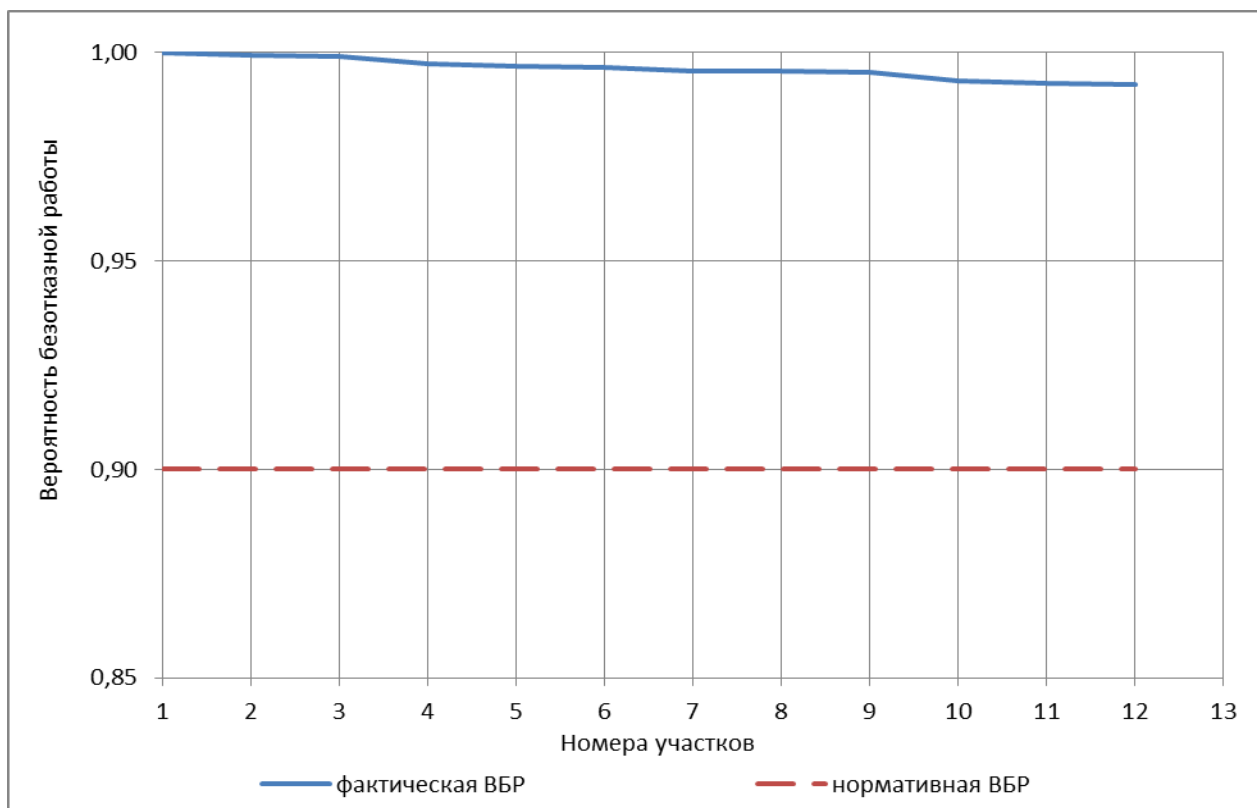


Рисунок 3.33 – ВБР относительно ТК потребителя «ул. Московская, д. 117» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.22 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 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	45	1,39E-05	15,9	0,015653	0,015653	0,984468
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	45	9,76E-04	15,9	1,095739	1,111393	0,329100
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	45	3,77E-04	15,9	0,422642	1,534035	0,215664
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	45	1,95E-03	15,9	2,191478	3,725513	0,024101
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	1988	2	45	8,37E-04	15,9	0,939205	4,664718	0,009422
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	1988	2	45	4,18E-04	15,9	0,469603	5,134321	0,005891
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	1988	2	45	9,07E-04	15,9	1,017472	6,151793	0,002130
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	1988	2	45	6,97E-05	15,9	0,078267	6,230060	0,001969
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	1988	2	45	5,58E-04	15,9	0,626137	6,856197	0,001053
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	1988	2	45	2,23E-03	15,9	2,504547	9,360744	0,000086
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	1988	2	45	1,12E-03	14,8	1,046621	10,407364	0,000030
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	1988	2	45	6,28E-04	14,4	0,539650	10,947014	0,000018

Таблица 3.23 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «ул. Московская, д. 117» (расчетный путь 2-8-1) по состоянию на 2033 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	11	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	11	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	11	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	11	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-15	0,15	0,06	2022	2	11	6,00E-07	15,9	0,000673	0,003344	0,996661
6	ТК-15	ТК-16	0,15	0,03	2022	2	11	3,00E-07	15,9	0,000337	0,003681	0,996326
7	ТК-16	ТК-20	0,15	0,065	2022	2	11	6,50E-07	15,9	0,000729	0,004411	0,995599
8	ТК-20	ТК-24	0,15	0,005	2022	2	11	5,00E-08	15,9	0,000056	0,004467	0,995543
9	ТК-24	ТК-25	0,15	0,04	2022	2	11	4,00E-07	15,9	0,000449	0,004916	0,995097
10	ТК-25	ТК-29	0,15	0,16	2022	2	11	1,60E-06	15,9	0,001796	0,006711	0,993311
11	ТК-29	ТК-32	0,08	0,08	2022	2	11	8,00E-07	14,8	0,000750	0,007462	0,992566
12	ТК-32	Московская ул., 117	0,05	0,045	2022	2	11	4,50E-07	14,4	0,000387	0,007848	0,992182



Рисунок 3.34 – Трассировка теплопровода от котельной пос. Сельхозтехника до конечного потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2)

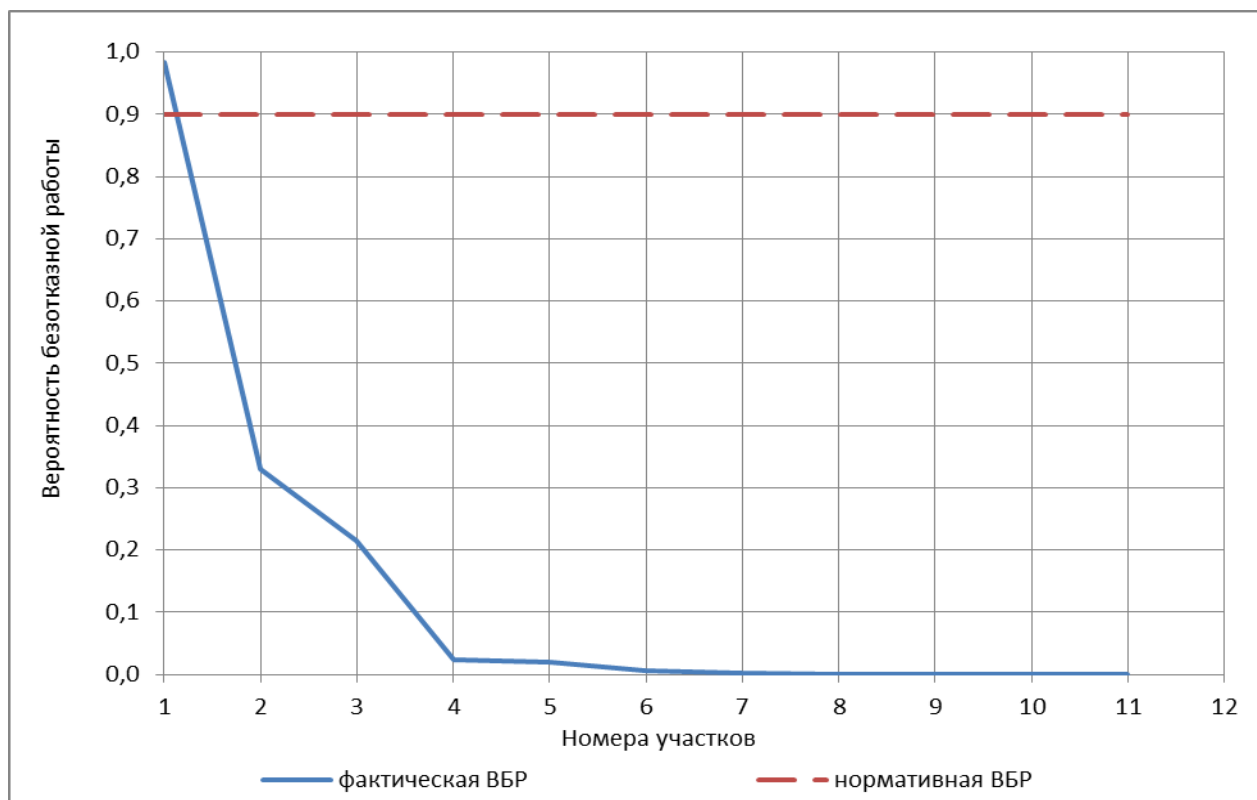


Рисунок 3.35 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

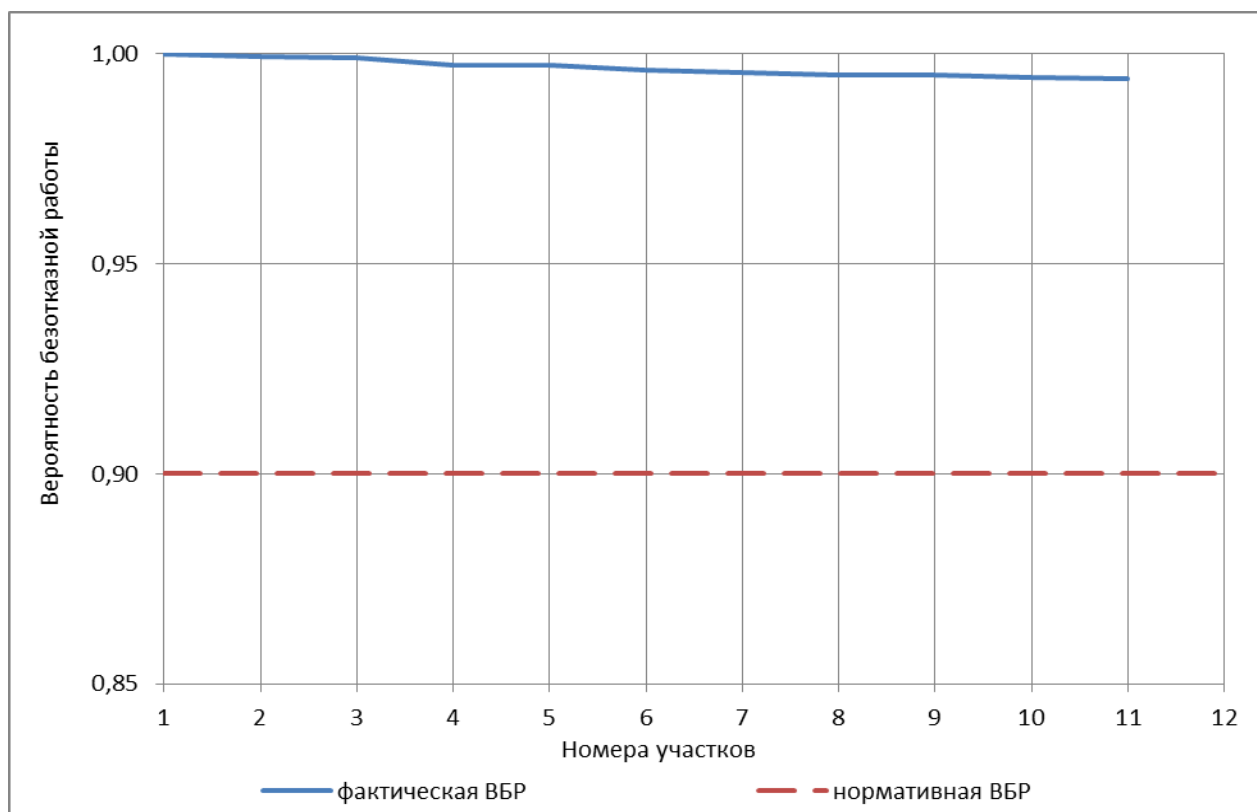


Рисунок 3.36 – ВБР относительно ТК потребителя «пер. Почтовый, д. 11» тепловых сетей зоны котельной пос. Сельхозтехника (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.24 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 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	45	1,39E-05	15,9	0,015653	0,015653	0,984468
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	1988	2	45	9,76E-04	15,9	1,095739	1,111393	0,329100
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	1988	2	45	3,77E-04	15,9	0,422642	1,534035	0,215664
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	1988	2	45	1,95E-03	15,9	2,191478	3,725513	0,024101
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	1988	2	45	2,09E-04	15,1	0,207324	3,932838	0,019588
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	1988	2	45	1,33E-03	15,1	1,313053	5,245891	0,005269
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	1988	2	45	1,26E-03	14,7	1,144388	6,390279	0,001678
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	1988	2	45	5,58E-04	14,4	0,479689	6,869968	0,001039
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	1988	2	45	2,79E-04	14,4	0,239844	7,109812	0,000817
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	1988	2	45	6,97E-04	14,4	0,599611	7,709423	0,000449
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	1988	2	45	4,88E-04	14,4	0,419728	8,129150	0,000295

Таблица 3.25 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Сельхозтехника до потребителя «пер. Почтовый, д. 11» (расчетный путь 2-8-2) по состоянию на 2033 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	11	1,00E-08	15,9	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТК-1	ТК-2	0,15	0,07	2022	2	11	7,00E-07	15,9	0,000786	0,000797	0,999204
3	ТК-2	ТК-4	0,15	0,027	2022	2	11	2,70E-07	15,9	0,000303	0,001100	0,998901
4	ТК-4	ТК-6	0,15	0,14	2022	2	11	1,40E-06	15,9	0,001571	0,002671	0,997333
5	ТК-6	ТК-7	0,1	0,015	2022	2	11	1,50E-07	15,1	0,000149	0,002820	0,997184
6	ТК-7	ТК-8	0,1	0,095	2022	2	11	9,50E-07	15,1	0,000941	0,003761	0,996246
7	ТК-8	ТК-9	0,07	0,09	2022	2	11	9,00E-07	14,7	0,000820	0,004582	0,995429
8	ТК-9	ТК-12	0,05	0,04	2022	2	11	4,00E-07	14,4	0,000344	0,004925	0,995087
9	ТК-12	УТ-1	0,05	0,02	2022	2	11	2,00E-07	14,4	0,000172	0,005097	0,994916
10	УТ-1	ТК-14	0,05	0,05	2022	2	11	5,00E-07	14,4	0,000430	0,005527	0,994488
11	ТК-14	Почтовый пер., 11	0,05	0,035	2022	2	11	3,50E-07	14,4	0,000301	0,005828	0,994189

3.2.13 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 3.37 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного перспективного потребителя (расчетный путь 2-9-1).

В таблице 3.26 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 2033 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, 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 2033 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 3.27 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.



Рисунок 3.37 – Трассировка теплотрасса от котельной пос. Молодежный до конечного перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1)

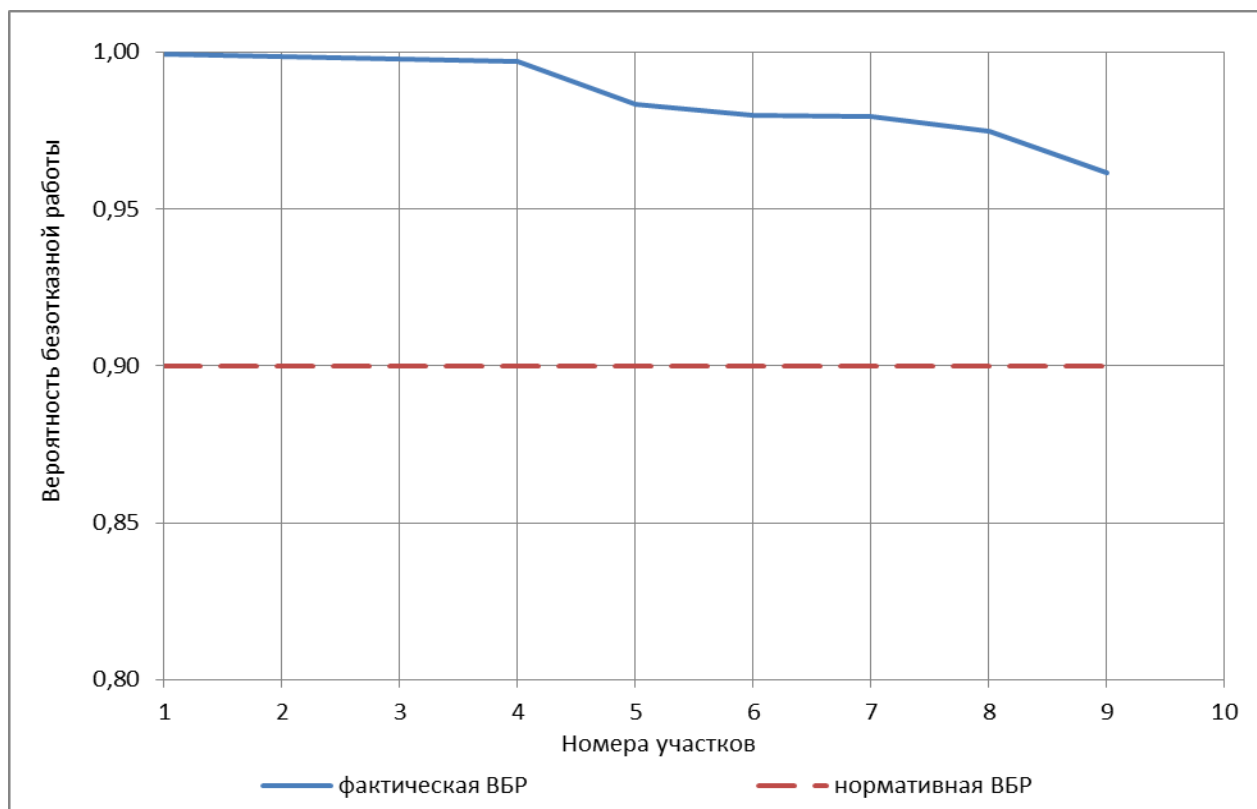


Рисунок 3.38 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

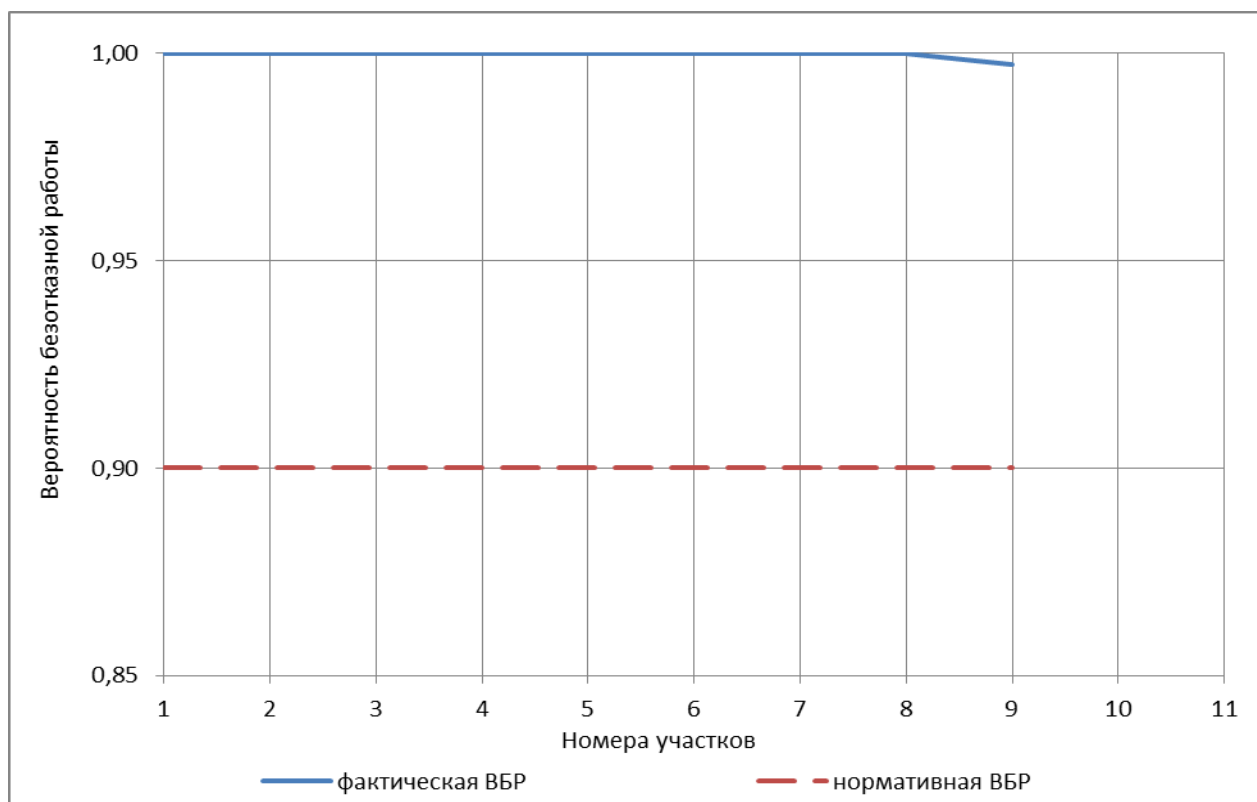


Рисунок 3.39 – ВБР относительно ТК перспективного потребителя (ПП_42_2017) теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.26 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 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	45	1,67E-04	5,8	0,000645	0,000645	0,999355
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	1988	1	45	3,35E-04	5,5	0,000667	0,001311	0,998689
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	1988	1	45	3,77E-04	5,5	0,000750	0,002062	0,997941
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	1988	1	45	3,21E-04	5,5	0,000639	0,002700	0,997303
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	1988	1	45	3,60E-03	5,8	0,013862	0,016563	0,983574
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	1988	1	45	5,02E-04	6,0	0,003464	0,020027	0,980173
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	1988	1	45	1,26E-04	5,8	0,000484	0,020510	0,979699
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	1988	1	45	7,11E-04	6,0	0,004907	0,025417	0,974903
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	16	1,60E-05	14,4	0,013714	0,039131	0,961625

Таблица 3.27 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной пос. Молодежный до перспективного потребителя «ПП_42_2017» (расчетный путь 2-9-1) по состоянию на 2033 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	12	1,20E-07	5,8	0,000000	0,000000	1,000000
2	ТК-1	ТК-7	0,15	0,024	2022	1	11	2,40E-07	5,5	0,000000	0,000001	0,999999
3	ТК-7	ТК-3	0,15	0,027	2022	1	11	2,70E-07	5,5	0,000001	0,000001	0,999999
4	ТК-3	УТ-2	0,15	0,023	2021	1	12	2,30E-07	5,5	0,000000	0,000002	0,999998
5	УТ-2	ТК-2	0,2	0,258	2021	1	12	2,58E-06	5,8	0,000010	0,000012	0,999988
6	ТК-2	УТ-3	0,25	0,036	2021	1	12	3,60E-07	6,0	0,000002	0,000014	0,999986
7	УТ-3	УТ-4	0,2	0,009	2021	1	12	9,00E-08	5,8	0,000000	0,000015	0,999985
8	УТ-4	УТ-5	0,25	0,051	2021	1	12	5,10E-07	6,0	0,000004	0,000018	0,999982
9	УТ-5	ПП_42_2017	0,05	0,319	2017	2	16	3,19E-06	14,4	0,002743	0,002761	0,997243

3.2.14 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 3.40 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-10-1).

В таблице 3.28 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 2033 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 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 3.29 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

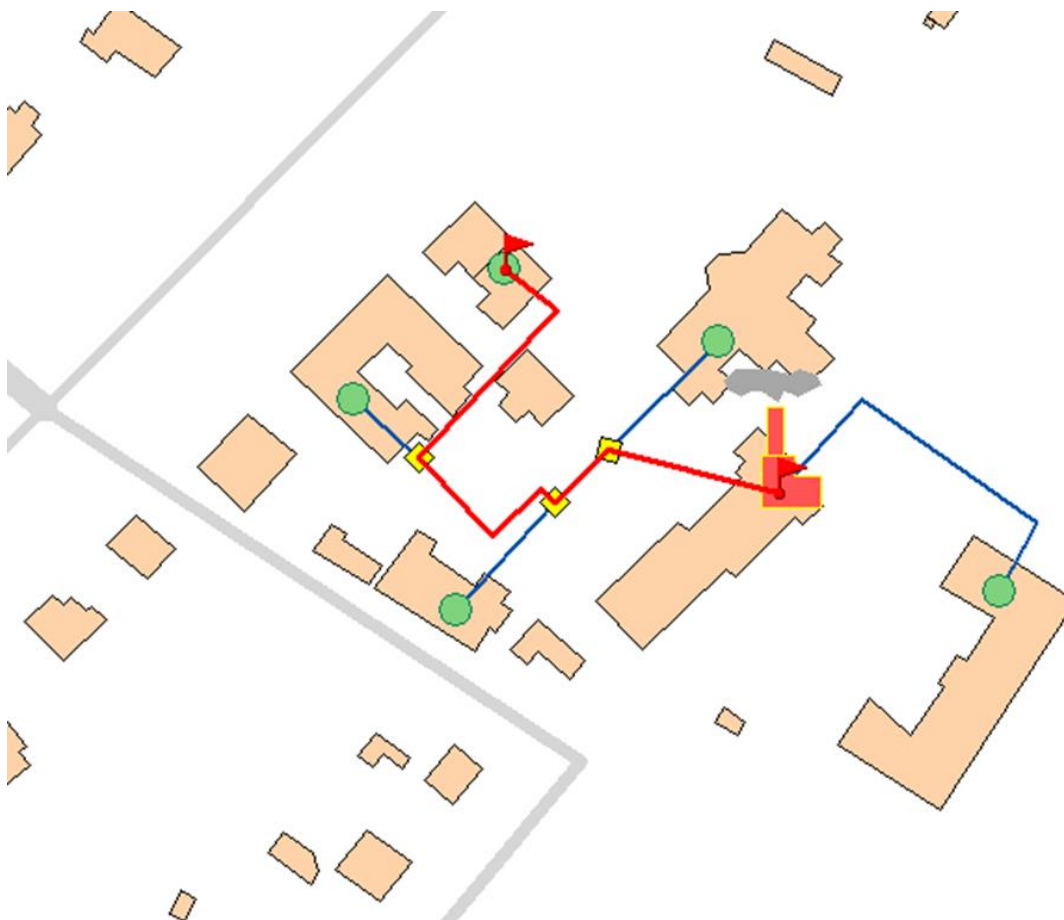


Рисунок 3.40 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Московская, д. 15 до конечного потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1)

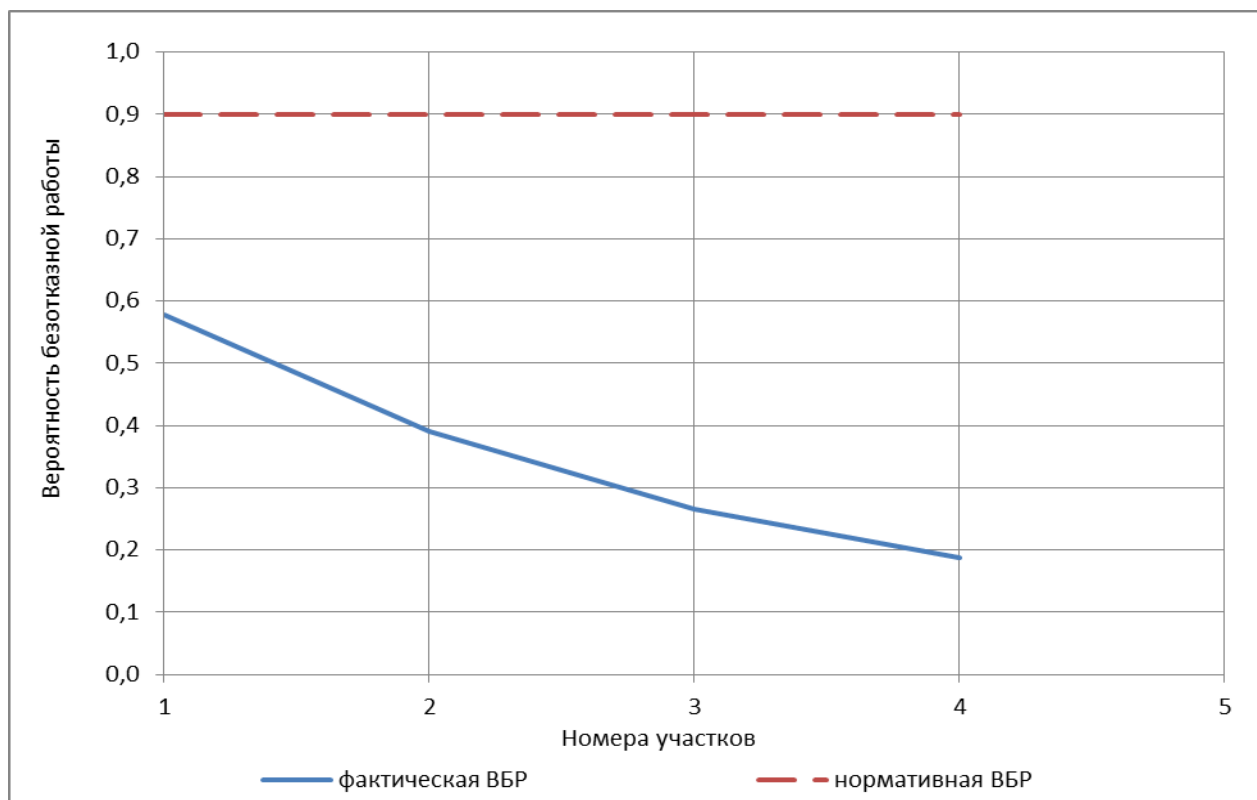


Рисунок 3.41 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

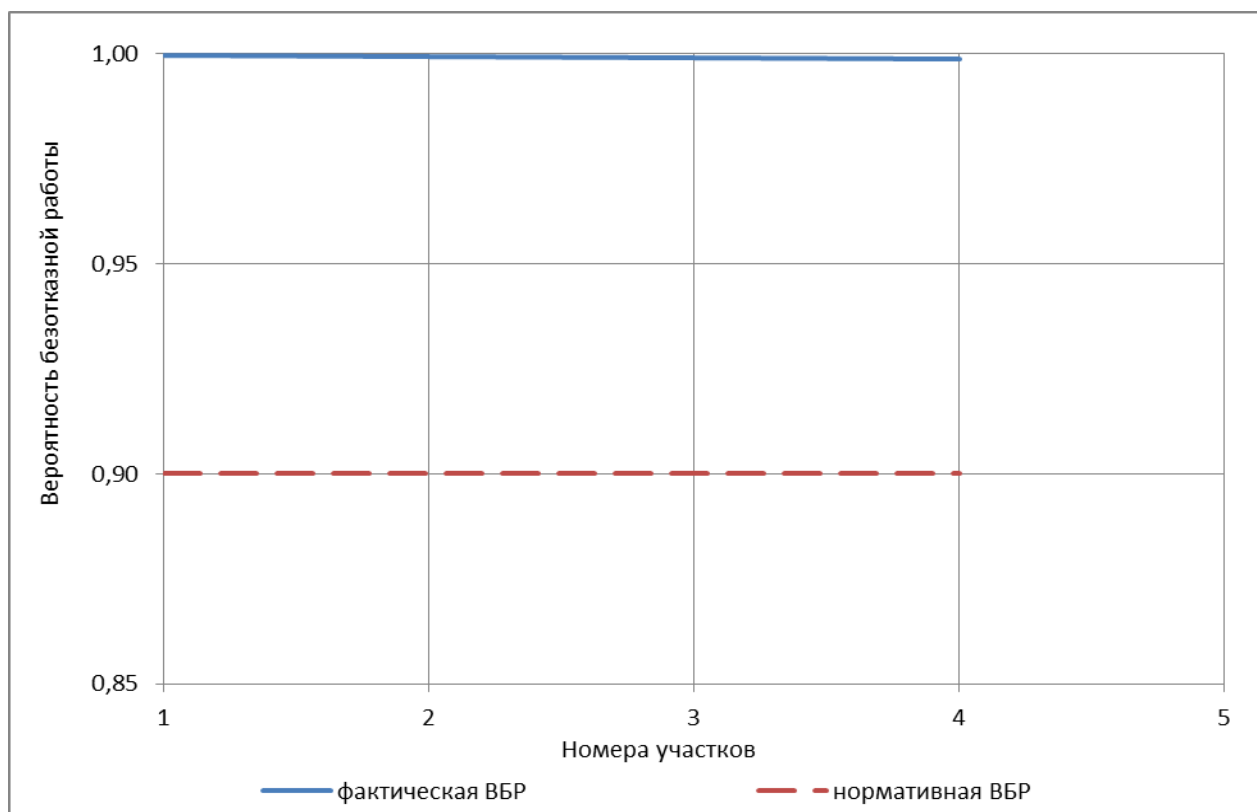


Рисунок 3.42 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Московская, д. 15) теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.28 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 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	45	5,86E-04	14,8	0,549476	0,549476	0,577252
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	1988	2	45	4,18E-04	14,8	0,392483	0,941959	0,389863
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	1988	2	45	4,18E-04	14,7	0,381463	1,323421	0,266223
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	1988	2	45	4,04E-04	14,4	0,347774	1,671196	0,188022

Таблица 3.29 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Московская, д. 15 до потребителя «ул. Московская, д. 15» (расчетный путь 2-10-1) по состоянию на 2033 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	11	4,20E-07	14,8	0,000394	0,000394	0,999606
2	ТК-1	ТК-2	0,08	0,03	2022	2	11	3,00E-07	14,8	0,000281	0,000675	0,999325
3	ТК-2	ТК-3	0,07	0,03	2022	2	11	3,00E-07	14,7	0,000273	0,000949	0,999052
4	ТК-3	Московская ул., 15	0,05	0,029	2022	2	11	2,90E-07	14,4	0,000249	0,001198	0,998803

3.2.15 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 3.43 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя (расчетный путь 2-11-1).

В таблице 3.30 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 2033 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 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 3.31 показана вероятность безотказной работы относительно теплового узла рассматриваемого потребителя по состоянию на 2033 год.

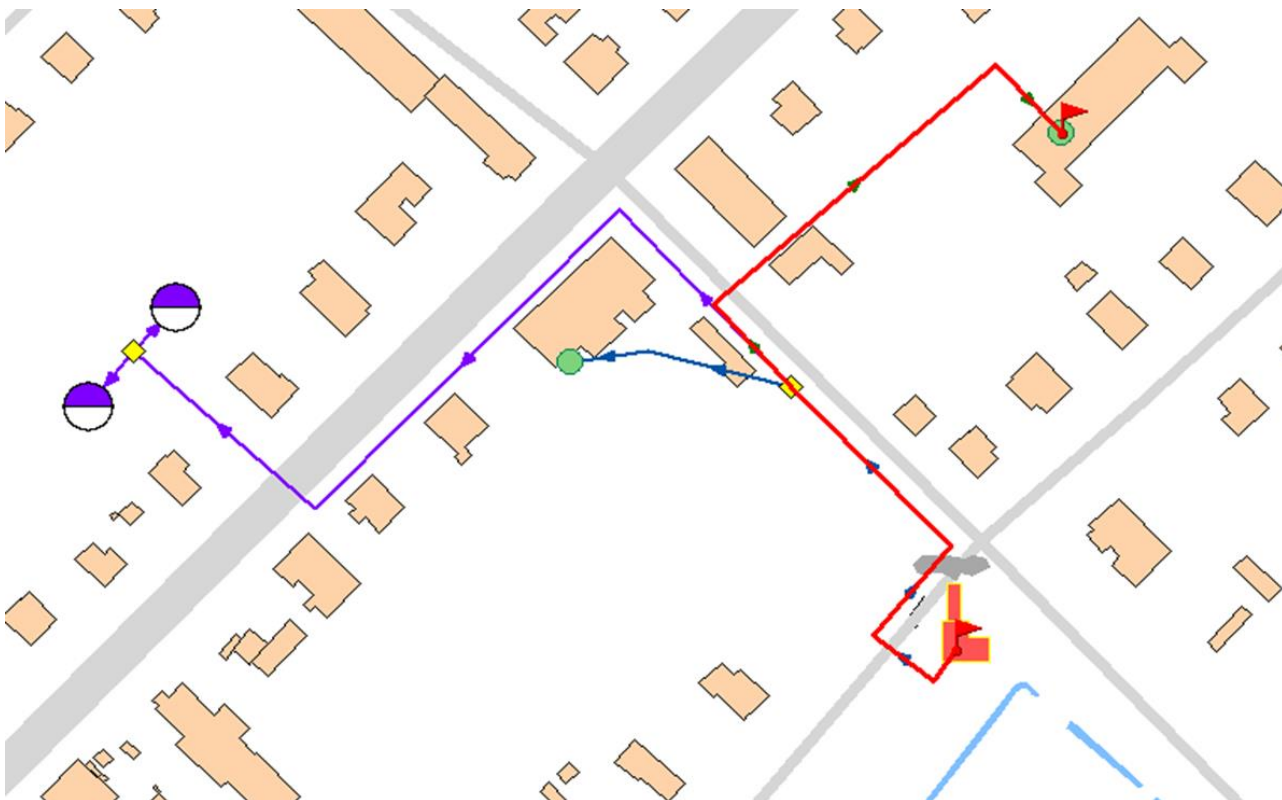


Рисунок 3.43 – Трассировка теплопровода от котельной ул. Зеленая до конечного потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1)

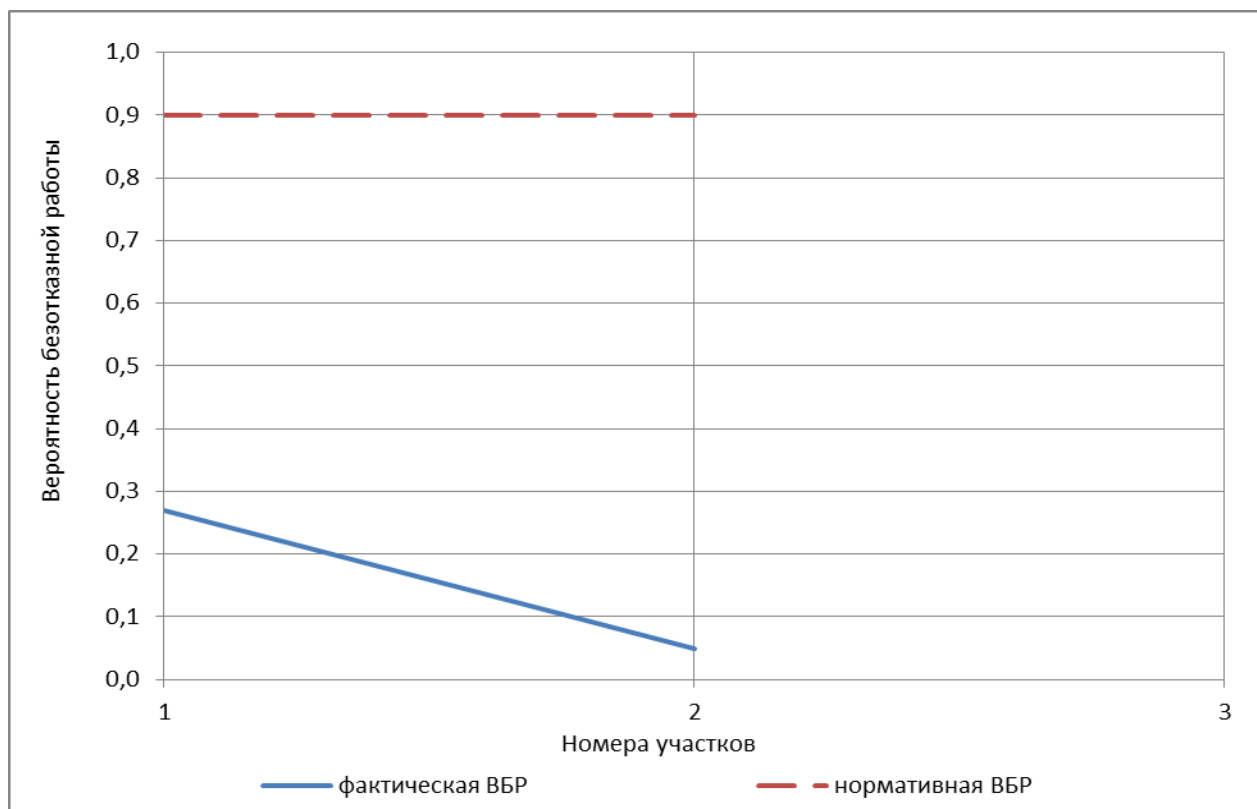


Рисунок 3.44 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год без проведения мероприятий по реконструкции участков тепловой сети

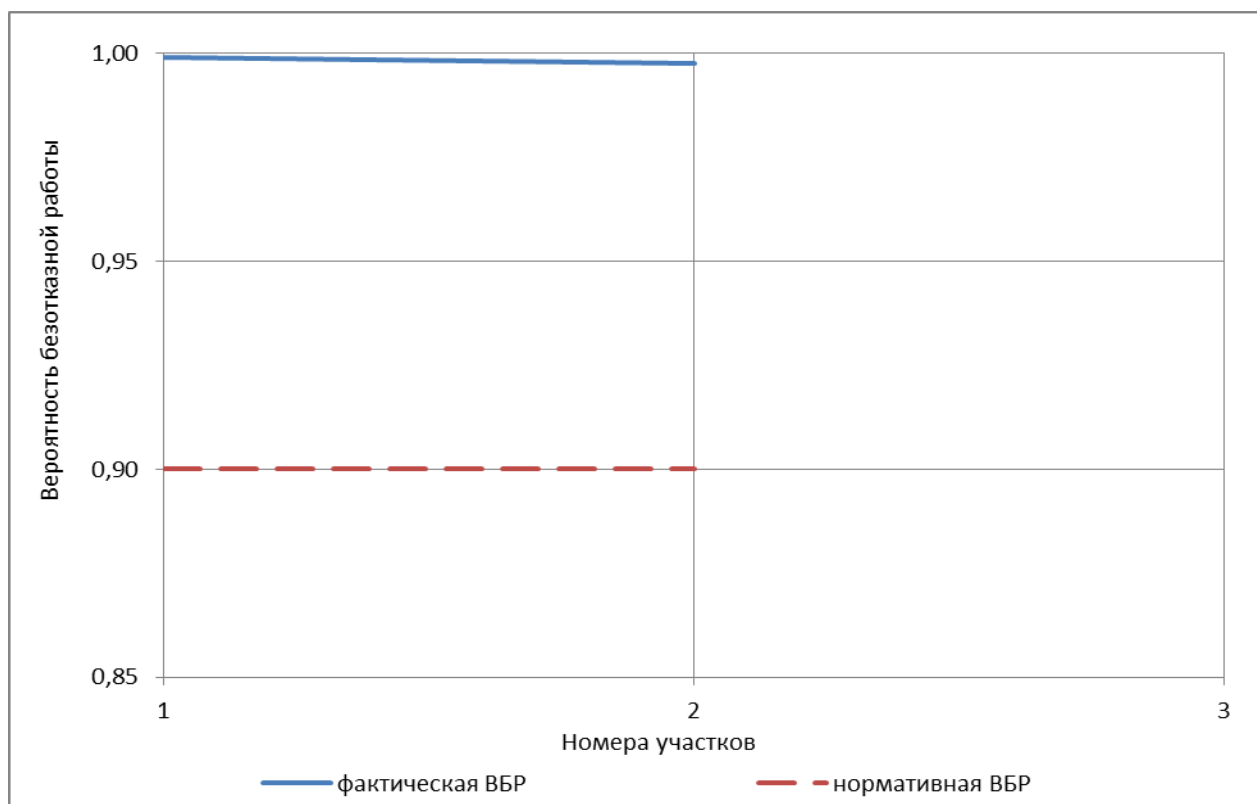


Рисунок 3.45 – ВБР относительно ТК потребителя (ул. Кардовского, д. 53А) теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 год с проведением мероприятий по реконструкции существующих и строительством новых участков тепловой сети

Таблица 3.30 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 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	45	1,39E-03	14,8	1,308276	1,308276	0,270286
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,032	0,15	1988	2	45	2,09E-03	14,1	1,705091	3,013367	0,049126

Таблица 3.31 – Результаты расчета ВБР теплопроводов зоны котельной ул. Зеленая до потребителя «ул. Кардовского, д. 53А» (расчетный путь 2-11-1) по состоянию на 2033 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	11	1,00E-06	14,8	0,000938	0,000938	0,999062
2	ТК-1	Кардовского ул., 53А	0,08	0,15	2018	2	15	1,50E-06	14,8	0,001407	0,002345	0,997658

3.3 Анализ результатов расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей при реализации актуализированного варианта развития систем теплоснабжения города Переславля-Залесского Ярославской области

Сравнительная оценка значений ВБР наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии для актуализированного варианта развития систем теплоснабжения по состоянию на 2033 год приведена на рисунке 3.46.

Как следует из рисунка 3.46, средневзвешенная величина ВБР тепловых сетей при реализации актуализированного варианта для большинства наиболее удаленных конечных потребителей тепловой энергии, присоединяемых в 2019÷2020 годах к новым котельным (4, 5 и 6 мкр., Брембола, «Больничный комплекс», «Валовое кольцо» и «Фрегат»), к 2033 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.

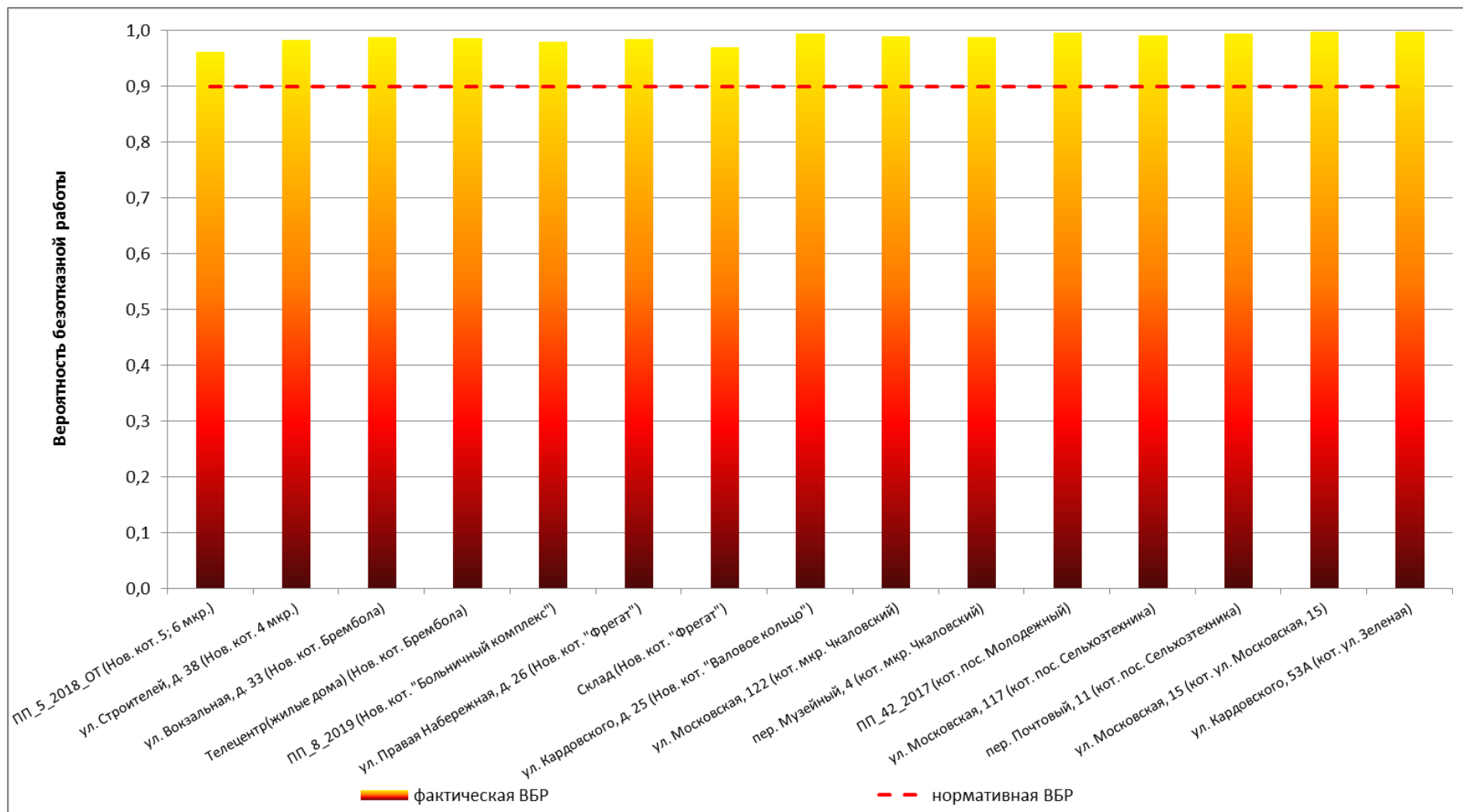


Рисунок 3.46 – Сравнительная оценка значений вероятности безотказной работы наиболее удаленных от источников потребителей тепловой энергии города Переславля-Залесского для актуализированного варианта развития систем теплоснабжения по состоянию на 2033 год