



Городской округ город Липецк Липецкой области

**Схема теплоснабжения
городского округа города Липецка Липецкой области
на период до 2042 года (актуализация на 2026 год)**

**Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения
Глава 11 Оценка надежности теплоснабжения**

Липецк
2025 г.

Оглавление

Оглавление	2
Перечень таблиц	4
Перечень рисунков	5
1 Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения	7
2 Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения	9
3 Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	18
3.1 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома 20	
3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 город до жилого дома. 28	
3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 (ТМ ЛТЗ) до жилого дома 34	
3.4 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"	38
3.5 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от Котельная «Привокзальная» до ул. Сергея Казьмина д.6	41
3.6 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)	45
3.7 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Юго-западная» до нежилого помещения	50
3.8 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Угловая» до Детского сада №64	57
3.9 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио	61
3.10 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Центролит до узла ввода отопления	65
3.11 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Электроаппарат до жилого дома	70
3.12 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной 108 квартал до жилого дома 74	
3.13 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной по ул. Баумана до нежилого помещения	77
3.14 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной с. Подгорное до жилого дома	80
3.15 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №16 до жилого дома 83	
3.16 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №22 Северный Рудник 86	
4 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	89
5 Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии	90
6 Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения	92
6.1 Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования	92

6.2	Установка резервного оборудования.....	92
6.3	Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	92
6.4	Резервирование тепловых сетей смежных районов города.....	93
6.5	Устройство резервных насосных станций	97
6.6	Установка баков-аккумуляторов.....	97
7	Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей, и сооружений на них	98
8	Моделирование запроектных режимов работы систем теплоснабжения, связанные аварийными ситуациями на основных тепломагистральных базовых источниках тепловой энергии и с аварийным остановом базовых источников тепловой энергии на длительное время при погодных условиях, близких к расчетным	98
8.1	Липецкая ТЭЦ-2.....	99
8.1.1	Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения ТЭЦ-2	99
8.1.2	Моделирование аварийной ситуации на Липецкой ТЭЦ-2	100
8.2	Котельная «Северо-Западная».....	101
8.2.1	Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Северо-Западная»	101
8.3	Котельная «Юго-Западная».....	103
8.3.1	Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Юго-Западная»	103

Перечень таблиц

Таблица 1-1 – Количество отказов на тепловых сетях в эксплуатационном режиме работы ...	8
Таблица 2-1 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений	9
Таблица 2-2 – Показатели времени восстановления в системах теплоснабжения	9
Таблица 3-1 – Стационарная вероятность рабочего состояния тепловых сетей источников ..	19
Таблица 3-2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 город до жилого дома	22
Таблица 3-3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома	29
Таблица 3-4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК ...	35
Таблица 3-5 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"	39
Таблица 3-6 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26	42
Таблица 3-7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)	46
Таблица 3-8 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения.....	51
Таблица 3-9 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Угловая» до Детского сада №64	58
Таблица 3-10 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио	62
Таблица 3-11 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Центролит до узла ввода отопления	66
Таблица 3-12 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Электроаппарат до жилого дома.....	71
Таблица 3-13 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной 108 квартал до жилого дома	75
Таблица 3-14 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Баумана до нежилого помещения	78
Таблица 3-15 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной с. Подгорное до жилого дома.....	81
Таблица 3-16 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №16 до жилого дома	84
Таблица 3-17 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22	87
Таблица 4-1 – Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	89
Таблица 5-1 – Недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения	91
Таблица 6-1 – Допустимое снижение подачи теплоты для потребителей второй и третьей категорий от нормативной величины при аварийных режимах теплоснабжения	96
Таблица 8-1 – Время снижения температуры внутри отапливаемого помещения	99

Перечень рисунков

Рисунок 3-1 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома.....	21
Рисунок 3-2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома	27
Рисунок 3-3 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома.....	28
Рисунок 3-4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома	33
Рисунок 3-5 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК	34
Рисунок 3-6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК	37
Рисунок 3-7 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"	38
Рисунок 3-8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"	40
Рисунок 3-9 – Путь движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26	41
Рисунок 3-10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26	44
Рисунок 3-11 – Путь движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)	45
Рисунок 3-12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)	49
Рисунок 3-13 – Путь движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения.....	50
Рисунок 3-14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения	56
Рисунок 3-15 – Путь движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64	57
Рисунок 3-16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64	60
Рисунок 3-17 – Путь движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио	61
Рисунок 3-18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио.....	64
Рисунок 3-19 – Путь движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления	65
Рисунок 3-20 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления	69
Рисунок 3-21 – Путь движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома	70
Рисунок 3-22 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома	73
Рисунок 3-23 – Путь движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома	74
Рисунок 3-24 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома.....	76

Рисунок 3-25 – Путь движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения	77
Рисунок 3-26 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения	79
Рисунок 3-27 – Путь движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома..	80
Рисунок 3-28 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома	82
Рисунок 3-29 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома....	83
Рисунок 3-30 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома	85
Рисунок 3-31 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22	86
Рисунок 3-32 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22	88
Рисунок 6-1 – Внешний вид передвижных котельных установок.....	94
Рисунок 8-1 – Магистральный тепловой вывод ТЭЦ-2 – «Город» Ошибка! Закладка не определена.	
Рисунок 8-2 – Магистральный тепловой вывод ТЭЦ-2 – «ТМ ЛТЗ» Ошибка! Закладка не определена.	
Рисунок 8-3 – Магистральный тепловой вывод ТЭЦ-2 – «Матырский» Ошибка! Закладка не определена.	
Рисунок 8-4 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе от ТЭЦ-2.....	100
Рисунок 8-5 – Результаты расчета переключения потребителей, отключенных от ТЭЦ-2 на новую БМК ул. Неделина и котельную Юго-Западная.....	101
Рисунок 8-6 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе.....	102
Рисунок 8-7 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2	102
Рисунок 8-8 – Результаты расчета по котельной «Северо-Западная».....	103
Рисунок 8-9 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе.....	104
Рисунок 8-10 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2	104
Рисунок 8-11 – Результаты расчета по котельной «Юго-Западная»	105

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

Основным источником теплоснабжения городского округа Липецка является Липецкая ТЭЦ-2. Также в границах города имеются крупные котельные, образующие изолированные системы теплоснабжения. Небольшие котельные частично располагаются внутри зон действия крупных источников тепла, а некоторые из них обеспечивают теплом удаленные районы городского округа.

Исходные данные

При расчете показателей надежности теплоснабжения потребителей принято:

- 1 Продолжительность отопительного периода: $t_{от} = 4704 \text{ ч} = 196 \text{ суток}$.
- 2 Расчетная температура наружного воздуха: $t_{нр} = -25^\circ\text{C}$;
- 3 Средняя температура наружного воздуха в отопительном периоде: $t_{нсп. от} = -3,1^\circ\text{C}$.
- 4 Способ прокладки теплопроводов ТС: канальный, бесканальный, надземный.
- 5 Расчетная температура воздуха в зданиях потребителей: $t_{вз} = +20^\circ\text{C}$ /
- 6 Минимально допустимая температура воздуха в зданиях потребителей: $t_{вз \text{ min}} = +12^\circ\text{C}$.
- 7 Коэффициент тепловой аккумуляции зданий: $\beta = 60$.

8. Для оценки надежности теплоснабжения, с точки зрения численности отказов на участках тепловых сетей, применен количественный метод анализа направленный на выявление динамики изменения частоты отказов (аварий) на составных элементах тепловой сети.

9. Для целей анализа аварийности и отказов на тепловых сетях рассмотрены повреждения, произошедшие во время эксплуатационного периода. Повреждения, выявленные на тепловых сетях во время проведения испытаний, являются менее показательными, т.к. условия, при которых они выявляются, не сопоставимы и превышают параметры работы тепловых сетей в эксплуатационный период.

10. Технические характеристики элементов тепловой сети представлены в соответствующих базах данных электронной модели схемы теплоснабжения городского округа Липецк.

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

- Подтопления каналов ливневыми и канализационными стоками, грунтовыми водами и водопроводной водой.
- Непосредственным контактом трубопроводов с грунтом.
- Пересечением с электрическими кабелями (отсутствует электрохимическая защита трубопроводов).
- Нарушением гидроизоляции трубопроводов при бесканальной прокладке.
- Разрушением каналов, в том числе нарушением и отсутствием гидроизоляции канала, отсутствием плит перекрытия и т. п.

При наличии статистических данных, расчет интенсивности отказов участка тепловых сетей осуществляется по формуле:

$$\lambda_i = \text{потк} / 8760 * L_i \text{ 1/км/ч}$$

где:

потк_i — количество отказов на i-ом участке тепловой сети за предыдущий год, ед.

L_i — протяженность i-ого участка тепловой сети, км.

При отсутствии статистических данных расчет интенсивности отказов участка тепловых сетей со сроком службы до 25 лет проводится следующим образом:

$$\lambda_i = \lambda_{\text{нач}} \left(0.1 \tau_i^{\text{экс}} \right)^{\alpha_i - 1}, \text{ 1/км/год (1/км/ч) (1)}$$

где:

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

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

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

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

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

$$\alpha_i = \begin{cases} 0,8 - \text{при } 0 < \tau_i^{эксп} \leq 3 \\ 1,0 - \text{при } 3 < \tau_i^{эксп} \leq 17 \\ 0,5 \exp\left(\tau_i^{эксп} / 20\right) - \text{при } \tau_i^{эксп} > 17 \end{cases}$$

Предоставленная информация по количеству повреждения на тепловых сетях в эксплуатационном режиме (без учета испытаний), в результате которых произошло отключение потребителей, приведена в таблице.

Таблица 1-1 – Количество отказов на тепловых сетях в эксплуатационном режиме работы

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	ТЭЦ-2	219	404	404	414	283	467
2	Котельная "Привокзальная"	38	38	38	38	67	50
3	Котельная "СевероЗападная"	64	97	97	97	99	105
4	Котельная "ЮгоЗападная"	84	87	87	87	90	139
5	Котельная "Угловая"	18	31	31	31	54	77
6	Котельная "Улица Семашко, д. 10"	1	7	7	7	26	14
7	Котельная "Улица Октябрьская, д. 51 б" *	6	10	10	10	5	2
8	Котельная "Свободный Сокол"	5	0	0	50	37	37
9	Котельная "13 квартал"	12	0	0	0	0	0
10	Котельная "МСЧ "Свободный Сокол"	64	20	20	0	1	1
11	Котельная "Центролит"	5	11	11	26	29	29
12	Котельная "Электроаппарат"	1	2	2	6	5	5
13	Котельная "108 квартал"	13	5	5	2	1	1
14	Котельная "Улица Баумана, д.296"	0	0	0	4	6	6
15	Котельная "Село Подгорное"	3	0	0	1	1	1
16	Котельная "Школа № 16"	0	0	0	0	0	0
17	Котельная "Школа № 22"	0	0	0	0	0	0
18	Котельная "Школа № 26"	1	0	0	0	0	0
19	Котельная "Школа № 34"	0	0	0	1	0	0
20	Котельная "Школа № 35"	0	0	0	0	1	1
21	Котельная "У поселка Северный Рудник"	1	0	0	0	2	2
22	БМК по ул. Ковалева, 109а	8	9	9	0	0	0
23	Котельная "Поселок Дачный"	0	0	0	0	3	3
24	Котельная "Улица Механизаторов, д. 21"	4	0	0	0	0	0
25	Котельная "Акушерский корпус"	0	0	0	0	3	3
26	Котельная "Липецкие узоры"	2	0	0	1	0	0
27	Котельная "Упрснабсбыт"	0	2	2	6	0	0
28	БМК по ул. Энгельса	0	3	3	0	5	5
29	БМК "Ковалева, 107д"	6	0	0	1	37	37
30	БМК "Стратегия"	0	0	0	0	0	0
31	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	-	-	-	-	-	-

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	2019	2020	2021	2022	2023	2024
32	Котельная №1 ООО "ЭнергоКонсалт"	0	0	0	0		
33	Котельная №1а ООО "ЭнергоКонсалт"	0	0	0	0		
34	Котельная ООО "ЭнергоПлюс"	0	0	0	0		
35	Котельная ООО "Зем Рем Строй Липецк"	0	0	0	0		
36	Котельная ООО "Мегаполис-Недвижимость"	0	0	0	0		
37	Котельная ООО "Комус"	0	0	0	0		
38	Котельная Воронежской таможни	0	0	0	0		

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

Статистический анализ инцидентов на тепловых сетях показал, что в городском округе аварийных ситуаций не возникало. Происходили только отказы.

Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений в отопительный период, зависит от характеристик трубопровода отключаемой теплосети, а именно от диаметра трубопровода, типа прокладки, объема дренирования и заполнения тепловой сети, а также времени, затраченного на согласование раскопок с собственниками смежных коммуникаций.

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

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

где:

$L_{сз}$ – расстояние между секционирующими задвижками, км;

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

Значение коэффициентов: $a = 2,91$, $b = 20,89$, $c = -1,88$ получены на основе численных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров, рекомендуемых СП 124.13330-2012, приведенные в таблице ниже.

Таблица 2-1 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений

Диаметр труб тепловых сетей, мм	Время восстановления теплоснабжения, ч
300	15
400	18
500	22
600	26
700	29
800-1000	40
1200-1400	до 54

Показатели времени восстановления в системах теплоснабжения городского округа, предоставленные теплоснабжающими организациями, приведены в таблице. В целом по городскому округу время восстановления работоспособности тепловых сетей соответствует установленным нормативам.

Таблица 2-2 – Показатели времени восстановления в системах теплоснабжения

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ТЭЦ-2						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	8	6	7	8,4	9,8	9,8

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	10	10	9	9,33	10,4	10,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	6,2	6,2
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	8	8	8,91	10,1	10,1
Котельная "Привокзальная"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	10	12	2	1	7,6	7,6
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8	8	9	5	8,9	8,9
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	5,8	5,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	10	5,5	3	8,25	8,25
Котельная "Северо-Западная"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7	5	10	10	10,7	10,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	3	5	7	6,3	6,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	7,1	7,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6	4	7,5	8,5	8,5	8,5
Котельная "Юго-Западная"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7	1	4	6	9,2	9,2
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8	9	10	10	10,9	10,9
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	5,8	5,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,5	5	7	8	10,05	10,05
Котельная "Угловая"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	2	1	5	11	8,6	8,6
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	10	6	1	4,8	4,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	3,9	3,9
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	3,5	5,5	5,5	6	6,7	6,7

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Котельная "Улица Семашко, д. 10"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7	3	2	2	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	12	6	6	8	7,8	7,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9,5	4,5	4	5	7,8	7,8
Котельная "Улица Октябрьская, д. 51 б"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	1	9	7	2	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8	8	3	2	2,9	2,9
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	4,5	8,5	5	2	2,9	2,9
Котельная "Свободный Сокол"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	10,5	11,5	11,5
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	2,5	0	0	7,96	6,86	6,86
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	4,5	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	2,5	0	0	8,22	9,18	9,18
Котельная "13 квартал"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	8	0	0	0	0	0
Котельная "МСЧ "Свободный Сокол"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	8	1	0	0	0

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	8	1	0	0	0
Котельная "Центролит"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	14	12,8	12,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	3	6	4	10,56	9,6	9,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	10,75	8,5	8,5
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	3	6	4	10,86	11,2	11,2
Котельная "Электроаппарат"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	13	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	2	7	11	10,2	10,2
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5	2	7	11,33	10,2	10,2
Котельная "108 квартал"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6	3	3	10	6,7	6,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6	3	3	10	6,7	6,7
Котельная "Улица Баумана, д. 296"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	8,5	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	3	9	4	13	11,3	11,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	3	9	4	10,75	11,3	11,3
Котельная "Село Подгорное"						

[illegible]

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5	6	7	9	0	0
Котельная "Школа № 35"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	4	8	0	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	6,2	6,2
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5	4	8	0	5,7	5,7
Котельная "У поселка Северный Рудник"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	1	9	4	0	8,8	8,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	1	9	4	0	8,8	8,8
БМК по ул. Ковалева, 109а						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	3	8	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	3	8	0	0	0
Котельная "Поселок Дачный"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	5	3	0	7,6	7,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	5	3	0	7,6	7,6
Котельная "Улица Механизаторов, д. 21"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	1	2	5	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	1	2	5	0	0	0
Котельная "Акушерский корпус"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная "Липецкие узоры"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	8	7	6	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9	8	7	6	0	0
Котельная "Упрснабсбыт"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	10	7	7	8	9,4	9,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	10	7	7	8	9,4	9,4
БМК по ул. Энгельса						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4	8	10	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	4	8	10	0	0	0

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
БМК "Ковалева, 107д"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	3	1	5	7	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	3	1	5	7	0	0
БМК "Стратегия"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	8,3	8,3
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	5,7	5,7
БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6*						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	-	-	-	-	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	-	-	-	-	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	-	-	-	-	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	-	-	-	-	0	0
Котельная №1 ООО "ЭнергоКонсалт"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная №1а ООО "ЭнергоКонсалт"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная ООО "ЭнергоПлюс"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная ООО "Зем Рем Строй Липецк"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная ООО "Мегаполис-Недвижимость"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная ООО "Комус"						
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения поле повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0
Котельная Воронежской таможни						

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	0	0	0	0	0	0
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	0	0	0	0	0	0

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

Надежность систем централизованного теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ. Наиболее ненадежным звеном систем теплоснабжения являются тепловые сети, особенно при их подземной прокладке. Это обусловлено низким качеством применяемых ранее конструкций теплопроводов, тепловой изоляции, запорной арматуры, недостаточным уровнем автоматического регулирования процессов передачи, распределения и потребления тепловой энергии, а также все увеличивающимся моральным и физическим старением теплопроводов и оборудования из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура тепловых сетей в крупных системах не соответствует их масштабам.

В соответствии с п. 6.26 СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 расчет надежности теплоснабжения должен производиться для каждого потребителя, при этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника теплоты $R_{ит} = 0,97$;
- тепловых сетей $R_{тс} = 0,9$;
- потребителя теплоты $R_{пт} = 0,99$;
- системы СЦТ в целом $R_{сцт} = 0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$.

Расчет вероятности безотказной работы тепловой сети по отношению к каждому потребителю осуществляется по приведенному ниже алгоритму для участков, по которым была предоставлена следующая информация: диаметр, протяженность, год ввода в эксплуатацию. Участки, по которым данная информация отсутствует, расчету не подлежат.

1. Определяется не резервируемый путь передачи теплоносителя от источника до потребителя, по отношению к которому выполняется расчет вероятности безотказной работы тепловой сети и создается перечень участков теплопроводов, составляющих этот путь

2 Для каждого участка тепловой сети устанавливаются: год его ввода в эксплуатацию, диаметр и протяженность.

3 На основании обработки данных по отказам и времени, затраченном на ремонт и восстановление всех участков тепловых сетей за несколько лет их работы (при наличии и предоставлении таких данных теплоснабжающими организациями) устанавливаются

средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 1 до 3 лет, от 3 до 17 и от 17 и более лет $1/(км \cdot год)$.

4. Устанавливается средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети.

5. Устанавливается средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети в зависимости от диаметра участка.

Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению к потребителю представляется как последовательное (в смысле надежности) соединение элементов, при котором отказ одного из всей совокупности элементов приводит к отказу всей системы в целом.

Последовательность отказов элемента во времени составляет поток отказов. Поток отказов характеризуется параметром потока отказов ω , который является аналогом интенсивности отказов. На основе данных о частоте (потоке) отказов участков тепловой сети, температур наружного воздуха и данных о времени восстановления (ремонта) элемента (участка, НС, компенсатора и т.д.) тепловых сетей определяют вероятность отказа теплоснабжения потребителя. Средняя вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов, будет равна произведению вероятностей безотказной работы элемента за время t .

$$P_o(t) = e^{-\omega \cdot t}$$

где ω – параметр потока отказов (для линейных элементов размерность (год*км)⁻¹, а для сосредоточенных – год⁻¹), t – время работы элемента, лет.

Таким образом, функция надежности работы элемента подчиняется экспоненциальному закону.

Результаты расчета стационарной вероятности рабочего состояния тепловых сетей для источников теплоснабжения городского округа для существующего состояния на базовый 2023 год и расчетный 2042 год, приведены в таблице.

Таблица 3-1 – Стационарная вероятность рабочего состояния тепловых сетей источников

№ п/п	Наименование источника	Стационарная вероятность рабочего состояния сети	
		2024	2042
1	ТЭЦ-2 Город	0,837549	0,979435
1	ТЭЦ-2 Матвеевский	0,948060	0,999722
1	ТЭЦ-2 ЛТЗ	0,931481	0,990420
1	ТЭЦ-2 НЛМК	0,997090	0,992475
2	Котельная «Привокзальная»	0,958148	0,990330
3	Котельная «Северо-Западная»	0,911783	0,988154
4	Котельная «Юго-Западная»	0,974531	0,980826
5	Котельная «Угловая»	0,974531	0,980826
6	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	0,974531	0,980826
7	Котельная «Улица Октябрьская, д. 53»	0,974531	0,980826
8	Котельная Свободный Сокол	0,976640	0,999967
9	Котельная 13 квартал	1,000000	1,000000
10	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	0,999673	0,999969
11	Котельная Центролит	0,971522	0,997044
12	Котельная Электроаппарат	0,996442	0,999617
13	Котельная 108 квартал	0,998264	0,999832
14	Котельная Баумана	0,998094	0,999568
15	Котельная с. Подгорное	0,999807	0,999929
16	Котельная школы № 16	0,999996	0,999996
17	Котельная школы № 22 Северный Рудник	0,999966	0,999997
18	Котельная школы № 26	0,999998	0,999999
19	Котельная школы № 34	0,999984	0,999996
20	Котельная школы № 35	0,999977	0,999991
21	Котельная у поселка Северный Рудник	0,999169	0,999920

№ п/п	Наименование источника	Стационарная вероятность рабочего состояния сети	
		2024	2042
22	Котельная Ковалева 109	0,999993	0,999993
23	Котельная Дачный ЖКП-7	0,998298	1,000000
24	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	0,999937	0,999981
25	Котельная Акушерский корпус	0,999988	0,000000
26	Котельная Липецкие узоры	0,999392	0,999927
27	Котельная Упрснаббыт	0,999171	0,999847
28	БМК по ул. Энгельса	0,999634	0,999890
29	БМК Ковалева 107Д	0,999499	0,999864
30	БМК Стратегия	0,999891	0,999983
31	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	0,999928	0,999635
32	Котельная №1 ООО «ЭнергоКонсалт»	0,999448	0,999614
33	Котельная №1а ООО «ЭнергоКонсалт»	0,999448	0,999614
34	Котельная ООО «ЭнергоПлюс»	0,999860	0,999860
35	Котельная «Зем Рем Строй Липецк»	0,999995	0,999995
36	Котельная ООО «Мегаполис-Недвижимость»	0,999978	0,999979
37	Котельная ООО «Комус»	0,999937	0,999937
38	Котельная Воронежской таможни	0,999987	0,999987

Расчеты вероятности безотказной работы тепловых сетей на перспективное состояние 2042 года, выполненные с учетом запланированного объема переключений тепловых сетей, приведенного в Главе 8 для выбранного варианта развития, приведены ниже.

3.1 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома

ТЭЦ-2 имеет несколько магистральных тепловых выводов. Ниже представлен расчет по каждому из них.

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-2.

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

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

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.



Рисунок 3-1 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома

Таблица 3-2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 город до жилого дома

№ 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
Путь движения теплоносителя: ТЭЦ-2 - жил. дом												
1	ТЭЦ-2 город	ТЭЦ-2	0,998	3	до 1990	1	35	0,00000030	36,3	0,000011	0,000011	0,999989
2	ТЭЦ-2	б/н	0,998	282	до 1990	1	35	0,00000320	36,3	0,001145	0,001156	0,998844
3	б/н	БУ 5-5	0,998	41	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000165	0,001321	0,998679
4	БУ 5-5	б/н	0,998	419	до 1990	1	35	0,00000480	36,3	0,001697	0,003018	0,996982
5	б/н	б/н	0,998	439	до 1990	1	35	0,00000500	36,3	0,001778	0,004796	0,995204
6	б/н	БУ 5-7	0,998	20	до 1990	1	35	0,00000020	36,3	0,000082	0,004878	0,995122
7	БУ 5-7	б/н	0,998	317	до 1990	1	35	0,00000360	36,3	0,001284	0,006162	0,993838
8	б/н	БУ 5-8	0,998	61	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000246	0,006408	0,993592
9	БУ 5-8	б/н	0,998	595	до 1990	1	35	0,00000680	36,3	0,002412	0,008820	0,991180
10	б/н	БУ 5-9	0,998	48	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000195	0,009015	0,990985
11	БУ 5-9	БУ 5-10	0,998	115	до 1990	1	35	0,00000130	36,3	0,000468	0,009483	0,990517
12	БУ 5-10	б/н	0,998	440	до 1990	1	35	0,00000500	36,3	0,001784	0,011267	0,988733
13	б/н	БУ 5-11	0,998	63	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000254	0,011521	0,988479
14	БУ 5-11	БУ 5-12	0,998	401	до 1990	1	35	0,00000460	36,3	0,001625	0,013146	0,986854
15	БУ 5-12	б/н	0,998	59	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000238	0,013384	0,986616
16	б/н	БУ 5-13	0,998	301	до 1990	1	35	0,00000340	36,3	0,001220	0,014604	0,985396
17	БУ 5-13	б/н	0,998	306	до 1990	1	35	0,00000350	36,3	0,001239	0,015843	0,984157
18	б/н	БУ 5-14	0,998	79	до 1990	1	35	0,00000090	36,3	0,000319	0,016162	0,983838
19	БУ 5-14	б/н	0,998	24	до 1990	1	35	0,00000030	36,3	0,000098	0,016260	0,983740
20	б/н	бу 5-15	0,998	292	до 1990	1	35	0,00000330	36,3	0,001185	0,017445	0,982555
21	бу 5-15	НПС-3	0,998	5	до 1990	1	35	0,00000010	36,3	0,000021	0,017466	0,982534
22	НПС-3	б/н	0,998	10	до 1990	1	35	0,00000010	36,3	0,000042	0,017508	0,982492
23	б/н	БУ 5-16	0,998	705	до 1990	1	35	0,00000800	36,3	0,002858	0,020366	0,979634
24	БУ 5-16	б/н	0,998	283	до 1990	1	35	0,00000320	36,3	0,001148	0,021514	0,978486
25	б/н	БУ 5-17	0,998	66	до 1990	1	35	0,00000080	36,3	0,000268	0,021782	0,978218
26	БУ 5-17	б/н	0,998	42	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000171	0,021953	0,978047
27	б/н	БУ 5-18	0,998	136	до 1990	1	35	0,00000160	36,3	0,000551	0,022504	0,977496
28	БУ 5-18	б/н	0,998	34	до 1990	1	35	0,00000040	36,3	0,000137	0,022641	0,977359
29	б/н	БУ 5-19а	0,998	408	до 1990	1	35	0,00000470	36,3	0,001656	0,024297	0,975703

№ 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
30	ВУ 5-19а	б/н	0,998	88	до 1990	1	35	0,00000100	36,3	0,000358	0,024655	0,975345
31	б/н	ВУ 5-21	0,998	477	до 1990	1	35	0,00000540	36,3	0,001935	0,026590	0,973410
32	ВУ 5-21	б/н	0,998	11	до 1990	2	35	0,00000010	36,3	0,000045	0,026635	0,973365
33	б/н	ТК 5-22	0,998	41	до 1990	2	35	0,00000050	36,3	0,000165	0,026800	0,973200
34	ТК 5-22	ТК 5-22а	0,998	236	до 1990	2	35	0,00000270	36,3	0,000956	0,027756	0,972244
35	ТК 5-22а	ТК 5-23	0,998	49	до 1990	2	35	0,00000060	36,3	0,000198	0,027954	0,972046
36	ТК 5-23	ТК 5-24	0,998	245	до 1990	2	35	0,00000280	36,3	0,000992	0,028946	0,971054
37	ТК 5-24	вУ 5-24а	0,998	115	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000467	0,029413	0,970587
38	вУ 5-24а	вУ 5-24б	0,998	193	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000781	0,030194	0,969806
39	вУ 5-24б	вУ 5-24в	0,998	183	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000742	0,030936	0,969064
40	вУ 5-24в	ТК 3-1	0,998	11	до 1990	1	8	0,00000010	36,3	0,000045	0,030981	0,969019
41	ТК 3-1	б/н	0,998	9	с 2004	1	8	0,00000010	36,3	0,000036	0,031017	0,968983
42	б/н	б/н	0,998	25	с 2004	1	8	0,00000030	36,3	0,000101	0,031118	0,968882
43	б/н	ТК 5-25	0,998	35	с 2004	1	8	0,00000040	36,3	0,000142	0,031260	0,968740
44	ТК 5-25	ТК 5-27	0,998	52	с 2004	1	8	0,00000060	36,3	0,000210	0,031470	0,968530
45	ТК 5-27	ТК 5-28	0,998	311	с 2004	1	8	0,00000350	36,3	0,001261	0,032731	0,967269
46	ТК 5-28	ТК 5-29	0,998	271	с 2004	1	8	0,00000310	36,3	0,001100	0,033831	0,966169
47	ТК 5-29	ТК 5-30	0,998	139	с 2004	1	8	0,00000160	36,3	0,000565	0,034396	0,965604
48	ТК 5-30	ТК 5-31	0,998	207	с 2004	2	9	0,00000240	36,3	0,000837	0,035233	0,964767
49	ТК 5-31	ТК 5-32	0,998	242	с 2004	2	9	0,00000280	36,3	0,000982	0,036215	0,963785
50	ТК 5-32	б/н	0,998	118	с 2004	2	8	0,00000130	36,3	0,000477	0,036692	0,963308
51	б/н	ТК 5-33	0,998	78	с 2004	2	8	0,00000090	36,3	0,000317	0,037009	0,962991
52	ТК 5-33	ТК 5-34	0,998	193	с 2004	2	8	0,00000220	36,3	0,000783	0,037792	0,962208
53	ТК 5-34	б/н	0,998	53	с 2004	2	32	0,00000060	36,3	0,000217	0,038009	0,961991
54	б/н	3/А	0,998	8	до 1990	2	32	0,00000010	36,3	0,000032	0,038041	0,961959
55	б/н	3/А	0,998	1	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000005	0,038046	0,961954
56	б/н	3/А	0,998	4	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000014	0,038060	0,961940
57	3/А	б/н	0,998	2	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000008	0,038068	0,961932
58	б/н	б/н	0,998	8	до 1990	2	35	0,00000010	63,6	0,000055	0,038123	0,961877
59	б/н	3/А	0,802	2	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000006	0,038129	0,961871
60	3/А	НС ул. Неделина, 5	0,802	4	до 1990	2	35	0,00000000	49,6	0,000010	0,038139	0,961861

№ участ ка 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
61	НС ул. Неделина, 5	3/А	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000007	0,038146	0,961854
62	3/А	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000007	0,038153	0,961847
63	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000008	0,038161	0,961839
64	б/н	б/н	0,802	4	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000009	0,038170	0,961830
65	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000012	0,038182	0,961818
66	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000013	0,038195	0,961805
67	б/н	3/А	0,802	1	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000005	0,038200	0,961800
68	б/н	3/А	0,802	1	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000004	0,038204	0,961796
69	3/А	б/н	0,802	20	до 1990	2	35	0,00000020	42,9	0,000098	0,038302	0,961698
70	б/н	б/н	0,802	47	с 1999 по 2003	2	14	0,00000050	42,9	0,000225	0,038527	0,961473
71	б/н	ТК 5-35	0,802	236	до 1990	2	35	0,00000270	42,9	0,001129	0,039656	0,960344
72	ТК 5-35	ТК 5-36	0,802	261	до 1990	2	35	0,00000300	42,9	0,001252	0,040908	0,959092
73	ТК 5-36	ТК 5-37	0,802	112	до 1990	2	34	0,00000130	42,9	0,000538	0,041446	0,958554
74	ТК 5-37	ТК 5-38	0,802	120	до 1990	2	34	0,00000140	42,9	0,000577	0,042023	0,957977
75	ТК 5-38	ТК 5-39	0,802	116	до 1990	2	34	0,00000130	42,9	0,000554	0,042577	0,957423
76	ТК 5-39	ТК 5-40	0,802	182	до 1990	2	34	0,00000210	42,9	0,000874	0,043451	0,956549
77	ТК 5-40	ТК 5-40а	0,802	138	до 1990	2	34	0,00000160	42,9	0,000659	0,044110	0,955890
78	ТК 5-40а	ТК 5-41	0,802	321	с 1999 по 2003	2	9	0,00000370	42,9	0,001540	0,045650	0,954350
79	ТК 5-41	3/А	0,802	6	с 1999 по 2003	2	9	0,00000010	42,9	0,000028	0,045678	0,954322
80	3/А	ТК 5-42	0,614	295	с 1999 по 2003	2	9	0,00000340	35,8	0,001180	0,046858	0,953142
81	ТК 5-42	ТК 4-66	0,614	24	с 1999 по 2003	2	9	0,00000030	35,8	0,000095	0,046953	0,953047
82	ТК 4-66	ТК 4-65	0,515	182	с 1999 по 2003	2	35	0,00000210	28,6	0,000579	0,047532	0,952468
83	ТК 4-65	ТК 4-64	0,515	57	с 1999 по 2003	2	9	0,00000060	28,6	0,000180	0,047712	0,952288
84	ТК 4-64	ТК 4-63	0,515	73	до 1990	2	8	0,00000080	28,6	0,000231	0,047943	0,952057

№ 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
85	ТК 4-63	ТК 4-62	0,515	24	до 1990	2	35	0,00000030	28,6	0,000077	0,048020	0,951980
86	ТК 4-62	ТК 4-61	0,515	101	до 1990	2	35	0,00000120	28,6	0,000322	0,048342	0,951658
87	ТК 4-61	ТК 4-60	0,515	35	до 1990	2	35	0,00000040	28,6	0,000113	0,048455	0,951545
88	ТК 4-60	ТК 4-59	0,515	35	до 1990	2	35	0,00000040	28,6	0,000111	0,048566	0,951434
89	ТК 4-59	ТК 4-58	0,515	24	до 1990	2	35	0,00000030	28,6	0,000076	0,048642	0,951358
90	ТК 4-58	ТК 4-57	0,515	49	до 1990	2	35	0,00000060	28,6	0,000157	0,048799	0,951201
91	ТК 4-57	ТК 4-56а	0,515	83	до 1990	2	35	0,00000090	28,6	0,000265	0,049064	0,950936
92	ТК 4-56а	ТК 4-56	0,515	62	до 1990	2	35	0,00000070	28,6	0,000198	0,049262	0,950738
93	ТК 4-56	3/А	0,515	4	до 1990	2	35	0,00000000	28,6	0,000012	0,049274	0,950726
94	3/А	ТК 4-55б	0,614	178	до 1990	2	35	0,00000200	35,0	0,000696	0,049970	0,950030
95	ТК 4-55б	ТК 4-55а	0,614	105	до 1990	2	35	0,00000120	35,0	0,000411	0,050381	0,949619
96	ТК 4-55а	ТК 4-55	0,614	76	до 1990	2	35	0,00000090	35,0	0,000297	0,050678	0,949322
97	ТК 4-55	ТК 4-54	0,614	231	до 1990	2	35	0,00000260	35,0	0,000903	0,051581	0,948419
98	ТК 4-54	ТК 4-53	0,515	156	до 1990	2	35	0,00000180	30,0	0,000521	0,052102	0,947898
99	ТК 4-53	3/А	0,309	3	до 1990	2	35	0,00000000	17,3	0,000005	0,052107	0,947893
100	3/А	ТК 4-53-1а	0,309	23	до 1990	2	15	0,00000030	17,3	0,000044	0,052151	0,947849
101	ТК 4-53-1а	ТК 4-53-2а	0,309	19	до 1990	2	9	0,00000020	17,3	0,000036	0,052187	0,947813
102	ТК 4-53-2а	ТК 4-53-3а	0,309	35	до 1990	2	9	0,00000040	17,3	0,000068	0,052255	0,947745
103	ТК 4-53-3а	ТК 4-53-1	0,309	30	до 1990	2	9	0,00000030	17,3	0,000058	0,052313	0,947687
104	ТК 4-53-1	ТК 4-53-2	0,309	48	до 1990	2	35	0,00000050	17,3	0,000093	0,052406	0,947594
105	ТК 4-53-2	ТК 4-53-3	0,309	132	до 1990	2	35	0,00000150	17,3	0,000255	0,052661	0,947339
106	ТК 4-53-3	ТК 4-53-4	0,309	55	до 1990	2	35	0,00000060	17,3	0,000106	0,052767	0,947233
107	ТК 4-53-4	ТК 4-53-5	0,257	106	до 1990	2	35	0,00000120	14,2	0,000168	0,052935	0,947065
108	ТК 4-53-5	ТК 4-53-6	0,257	71	до 1990	2	35	0,00000080	14,2	0,000112	0,053047	0,946953
109	ТК 4-53-6	ТК 4-53-7	0,257	65	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053151	0,946849
110	ТК 4-53-7	ТК 4-53-9	0,257	52	до 1990	2	35	0,00000060	14,2	0,000083	0,053234	0,946766
111	ТК 4-53-9	ТК 4-53-10	0,257	65	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053338	0,946662

№ участ ка 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
112	ТК 4-53-10	ТК 4-53-11	0,257	67	до 1990	2	35	0,00000080	14,2	0,000106	0,053444	0,946556
113	ТК 4-53-11	ТК 4-53-12	0,257	66	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053548	0,946452
114	ТК 4-53-12	б/н	0,257	47	до 1990	2	35	0,00000050	14,2	0,000075	0,053623	0,946377
115	б/н	3/А	0,205	59	до 1990	2	35	0,00000070	11,9	0,000078	0,053701	0,946299
116	3/А	ТК 4-53-14	0,205	2	до 1990	2	35	0,00000000	12,0	0,000003	0,053704	0,946296
117	ТК 4-53-14	ТК 4-53-15	0,15	48	до 1990	2	35	0,00000060	9,1	0,000049	0,053753	0,946247
118	ТК 4-53-15	3/А	0,125	6	до 1990	2	35	0,00000010	7,9	0,000005	0,053758	0,946242
119	3/А	ТК 4-53-15-1	0,125	48	до 1990	2	35	0,00000050	7,9	0,000043	0,053801	0,946199
120	ТК 4-53-15-1	3/А	0,082	2	до 1990	2	35	0,00000000	5,9	0,000001	0,053802	0,946198
121	3/А	жил. дом	0,082	40	до 1990	2	35	0,00000050	5,9	0,000026	0,053828	0,946172

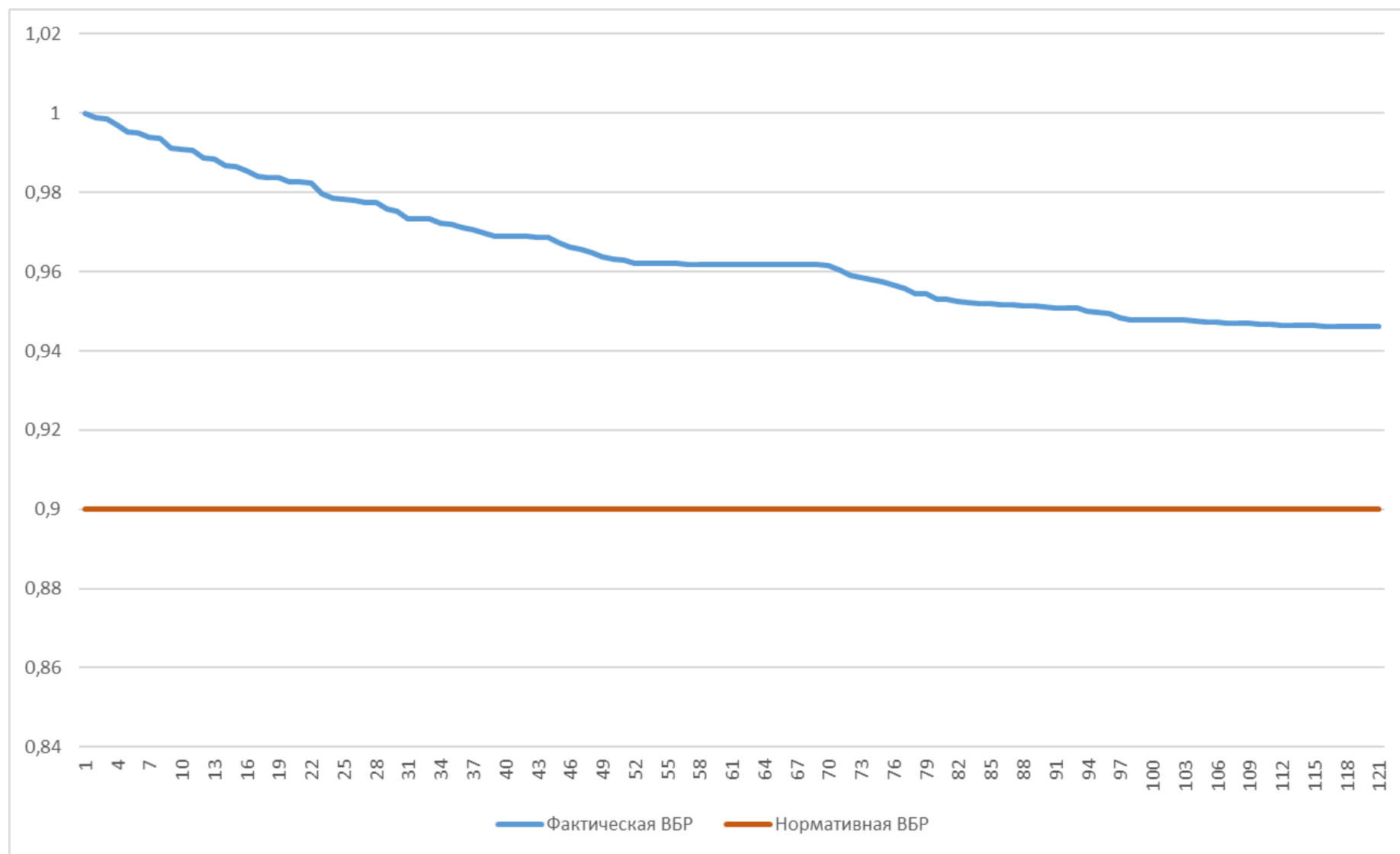


Рисунок 3-2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома

3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 город до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-3.

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

Для наглядности на рисунке 3-4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

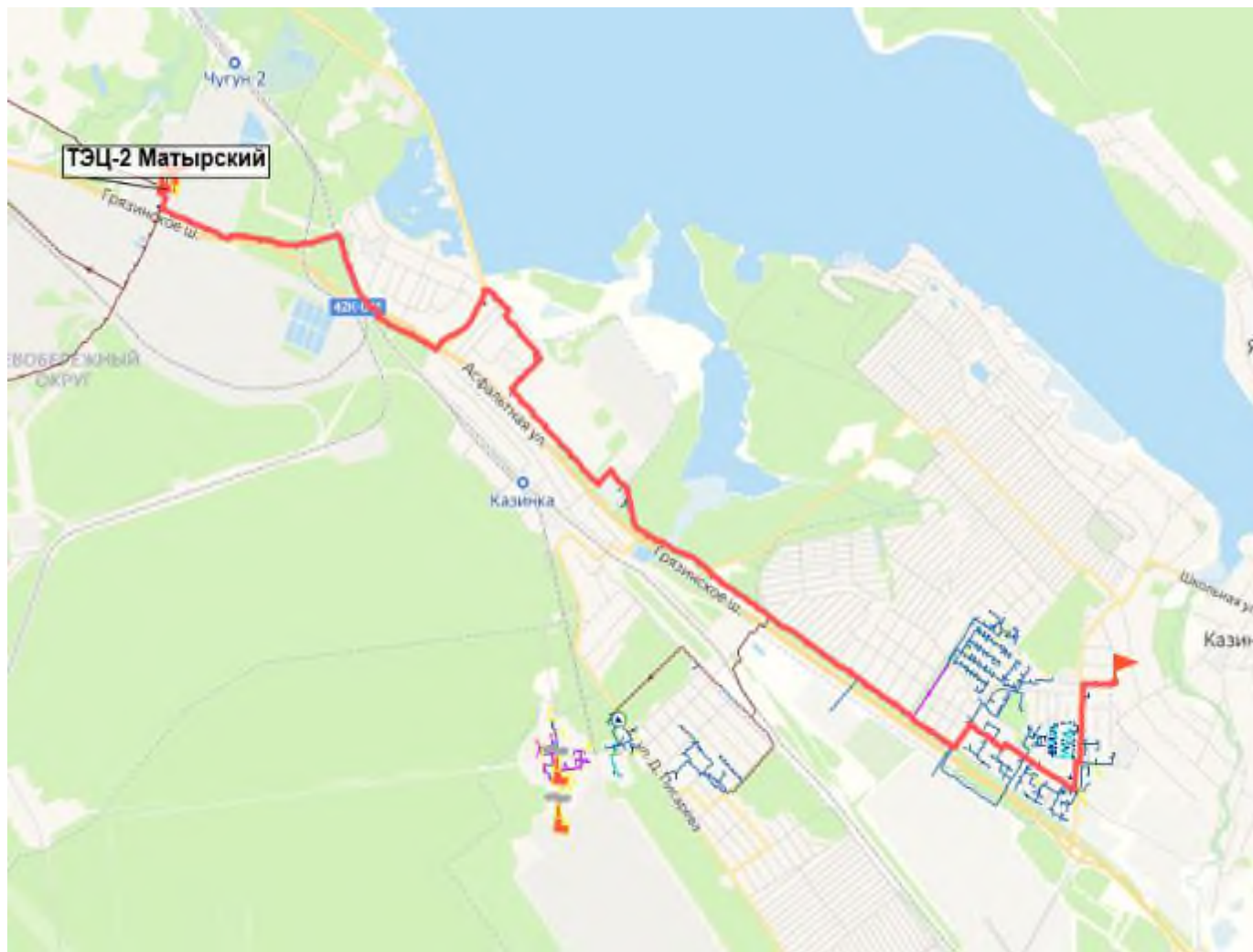


Рисунок 3-3 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома

Таблица 3-3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома

№ 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 накопленный в итоге, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Путь движения теплоносителя: ТЭЦ-2 Матырский - жил. дом												
1	ТЭЦ-2 Матырский	б/н	0,702	4	до 1990	1	32	0,00000000	32,0	0,000013	0,000013	0,999987
2	б/н	б/н	0,702	1	до 1990	1	32	0,00000000	32,0	0,000002	0,000015	0,999985
3	б/н	б/н	0,702	972	до 1990	1	32	0,00001110	34,3	0,003774	0,003789	0,996211
4	б/н	БУ 4-1	0,702	35	до 1990	1	35	0,00000040	42,4	0,000166	0,003955	0,996045
5	БУ 4-1	БУ 4-2	0,702	39	с 1990 по 1998	1	35	0,00000040	42,4	0,000189	0,004144	0,995856
6	БУ 4-2	БУ 4-3	0,702	225	с 1990 по 1998	1	35	0,00000260	36,6	0,000933	0,005077	0,994923
7	БУ 4-3	БУ 4-4	0,702	110	с 1990 по 1998	1	32	0,00000130	32,0	0,000398	0,005475	0,994525
8	БУ 4-4	ТК 4-5	0,702	323	с 1990 по 1998	1	32	0,00000370	32,0	0,001167	0,006642	0,993358
9	ТК 4-5	ТК 4-6	0,702	51	до 1990	2	32	0,00000060	32,0	0,000186	0,006828	0,993172
10	ТК 4-6	БУ 4-7	0,702	11	до 1990г	1	32	0,00000010	32,0	0,000039	0,006867	0,993133
11	БУ 4-7	ТК 4-8	0,702	230	с 1990 по 1998	1	32	0,00000260	32,0	0,000830	0,007697	0,992303
12	ТК 4-8	ТК 4-9	0,702	41	до 1990	2	32	0,00000050	32,0	0,000147	0,007844	0,992156
13	ТК 4-9	БУ 4-10	0,702	67	до 1990	1	32	0,00000080	32,0	0,000241	0,008085	0,991915
14	БУ 4-10	БУ 4-10а	0,702	319	до 1990	1	32	0,00000360	32,0	0,001152	0,009237	0,990763
15	БУ 4-10а	БУ 4-11	0,702	242	до 1990	1	32	0,00000280	32,0	0,000876	0,010113	0,989887
16	БУ 4-11	БУ 4-12	0,702	165	до 1990	1	32	0,00000190	32,0	0,000597	0,010710	0,989290
17	БУ 4-12	ТК 4-13	0,702	44	до 1990	2	32	0,00000050	32,0	0,000159	0,010869	0,989131
18	ТК 4-13	БУ 4-14	0,702	50	до 1990	1	32	0,00000060	32,0	0,000181	0,011050	0,988950
19	БУ 4-14	БУ 4-15	0,702	251	до 1990	1	32	0,00000290	32,0	0,000909	0,011959	0,988041
20	БУ 4-15	БУ 4-16	0,702	89	до 1990	1	32	0,00000100	32,0	0,000322	0,012281	0,987719
21	БУ 4-16	ТК 4-17	0,702	236	до 1990	1	32	0,00000270	32,0	0,000855	0,013136	0,986864
22	ТК 4-17	ТК 4-18	0,702	89	до 1990	2	32	0,00000100	32,0	0,000321	0,013457	0,986543
23	ТК 4-18	БУ 4-19	0,702	3	до 1990	1	32	0,00000000	32,0	0,000011	0,013468	0,986532

№ 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 накопленный итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
24	ВУ 4-19	ВУ 4-20	0,702	135	до 1990	1	32	0,00000150	32,0	0,000489	0,013957	0,986043
25	ВУ 4-20	ВУ 4-21	0,702	36	до 1990	1	32	0,00000040	32,0	0,000131	0,014088	0,985912
26	ВУ 4-21	ВУ 4-22	0,702	334	до 1990	1	32	0,00000380	32,0	0,001207	0,015295	0,984705
27	ВУ 4-22	ТК 4-23	0,702	40	до 1990	1	32	0,00000050	32,0	0,000145	0,015440	0,984560
28	ТК 4-23	ТК 4-24	0,702	60	до 1990	2	32	0,00000070	32,0	0,000217	0,015657	0,984343
29	ТК 4-24	ВУ 4-25	0,702	51	до 1990	1	32	0,00000060	32,0	0,000183	0,015840	0,984160
30	ВУ 4-25	ВУ 4-26	0,702	140	до 1990	1	32	0,00000160	32,0	0,000508	0,016348	0,983652
31	ВУ 4-26	ВУ 4-27	0,702	297	до 1990	2	32	0,00000340	32,0	0,001074	0,017422	0,982578
32	ВУ 4-27	ВУ 4-28	0,702	429	до 1990	1	32	0,00000490	32,0	0,001553	0,018975	0,981025
33	ВУ 4-28	ВУ 4-29	0,702	368	до 1990	1	32	0,00000420	32,0	0,001332	0,020307	0,979693
34	ВУ 4-29	ВУ 4-29а	0,702	65	до 1990	1	32	0,00000070	32,0	0,000235	0,020542	0,979458
35	ВУ 4-29а	ВУ 4-30	0,702	178	до 1990	1	32	0,00000200	32,0	0,000642	0,021184	0,978816
36	ВУ 4-30	ВУ 4-31	0,702	668	до 1990	1	32	0,00000760	32,0	0,002417	0,023601	0,976399
37	ВУ 4-31	ВУ 4-32	0,702	279	до 1990	1	32	0,00000320	32,0	0,001008	0,024609	0,975391
38	ВУ 4-32	ТК 4-33	0,702	10	до 1990	1	32	0,00000010	32,0	0,000037	0,024646	0,975354
39	ТК 4-33	ТК 4-34	0,702	14	до 1990	2	32	0,00000020	32,0	0,000049	0,024695	0,975305
40	ТК 4-34	ВУ 4-35	0,702	58	до 1990	1	32	0,00000070	32,0	0,000209	0,024904	0,975096
41	ВУ 4-35	ВУ 4-35а	0,702	26	до 1990	1	32	0,00000030	32,0	0,000096	0,025000	0,975000
42	ВУ 4-35а	ВУ 4-35б	0,702	145	до 1990	1	32	0,00000170	32,0	0,000526	0,025526	0,974474
43	ВУ 4-35б	ВУ 4-36	0,702	120	до 1990	1	32	0,00000140	32,0	0,000435	0,025961	0,974039
44	ВУ 4-36	ВУ 4-37	0,702	157	до 1990	1	32	0,00000180	32,0	0,000567	0,026528	0,973472
45	ВУ 4-37	ВУ 4-40	0,702	378	до 1990	1	32	0,00000430	32,0	0,001368	0,027896	0,972104
46	ВУ 4-40	ВУ 4-41	0,702	176	до 1990	1	32	0,00000200	32,0	0,000637	0,028533	0,971467
47	ВУ 4-41	ВУ 4-42	0,702	301	до 1990	1	32	0,00000340	32,0	0,001089	0,029622	0,970378
48	ВУ 4-42	ВУ 4-43	0,702	134	до 1990	1	32	0,00000150	32,0	0,000483	0,030105	0,969895
49	ВУ 4-43	ВУ 4-44	0,702	160	до 1990	1	32	0,00000180	32,0	0,000580	0,030685	0,969315
50	ВУ 4-44	ВУ 4-45	0,702	75	до 1990	1	32	0,00000090	32,0	0,000271	0,030956	0,969044
51	ВУ 4-45	ВУ 4-46	0,702	595	до 1990	1	32	0,00000680	32,0	0,002152	0,033108	0,966892
52	ВУ 4-46	ВУ 4-47	0,702	426	до 1990	1	32	0,00000490	32,0	0,001540	0,034648	0,965352
53	ВУ 4-47	ВУ 4-48	0,702	390	до 1990	1	32	0,00000440	32,0	0,001411	0,036059	0,963941
54	ВУ 4-48	ВУ 4-48а	0,702	171	до 1990	1	32	0,00000190	32,0	0,000618	0,036677	0,963323
55	ВУ 4-48а	ВУ 4-49	0,702	14	до 1990	1	32	0,00000020	32,0	0,000050	0,036727	0,963273
56	ВУ 4-49	ВУ 4-50	0,702	651	до 1990	1	32	0,00000740	32,0	0,002353	0,039080	0,960920

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро вода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год прокладки трубопров ода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжитель ность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкци и), лет	Частота (интенсивнос ть) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановле ния участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабж ения накопленны м итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
57	ВУ 4-50	ВУ 4-51	0,702	446	до 1990	1	32	0,00000510	32,0	0,001614	0,040694	0,959306
58	ВУ 4-51	З/А	0,406	1	до 1990	1	32	0,00000000	22,6	0,000003	0,040697	0,959303
59	З/А	ТК-83	0,406	265	до 1990	1	18	0,00000300	22,6	0,000678	0,041375	0,958625
60	ТК-83	ТК-84	0,406	50	до 1990	2	35	0,00000060	22,6	0,000128	0,041503	0,958497
61	ТК-84	ТК-85	0,406	127	до 1990	2	35	0,00000140	22,6	0,000325	0,041828	0,958172
62	ТК-85	З/А	0,406	46	до 1990	2	35	0,00000050	22,6	0,000118	0,041946	0,958054
63	З/А	ТК-86	0,406	3	до 1990	2	35	0,00000000	23,5	0,000007	0,041953	0,958047
64	ТК-86	З/А	0,257	4	до 1990	2	35	0,00000000	14,8	0,000007	0,041960	0,958040
65	З/А	ТК-87	0,309	24	до 1990	2	35	0,00000030	17,2	0,000047	0,042007	0,957993
66	ТК-87	ТК-88	0,309	35	до 1990	2	35	0,00000040	17,2	0,000067	0,042074	0,957926
67	ТК-88	ТК-98	0,309	81	до 1990	2	35	0,00000090	17,2	0,000158	0,042232	0,957768
68	ТК-98	ТК-104	0,309	66	до 1990	2	35	0,00000080	17,2	0,000129	0,042361	0,957639
69	ТК-104	ТК-105	0,309	100	до 1990	2	35	0,00000110	17,2	0,000195	0,042556	0,957444
70	ТК-105	ТК-106	0,309	95	до 1990	2	35	0,00000110	17,2	0,000185	0,042741	0,957259
71	ТК-106	З/А	0,309	4	до 1990	2	35	0,00000000	16,8	0,000008	0,042749	0,957251
72	З/А	ТК-106а	0,309	6	до 1990	2	35	0,00000010	17,3	0,000013	0,042762	0,957238
73	ТК-106а	ТК-112	0,309	76	до 1990	2	35	0,00000090	17,3	0,000149	0,042911	0,957089
74	ТК-112	ТК-113	0,309	141	до 1990	2	35	0,00000160	17,3	0,000277	0,043188	0,956812
75	ТК-113	ТК-113а	0,309	16	до 1990	2	35	0,00000020	17,3	0,000031	0,043219	0,956781
76	ТК-113а	ТК-130	0,309	13	до 1990	2	35	0,00000010	17,3	0,000025	0,043244	0,956756
77	ТК-130	б/к врезка	0,309	91	до 1990	2	35	0,00000100	17,3	0,000178	0,043422	0,956578
78	б/к врезка	ТК-142а	0,257	79	до 1990	2	35	0,00000090	14,5	0,000130	0,043552	0,956448
79	ТК-142а	ТК-142	0,257	137	до 1990	2	35	0,00000160	14,5	0,000225	0,043777	0,956223
80	ТК-142	ТК-143	0,15	35	до 1990	2	35	0,00000040	9,1	0,000036	0,043813	0,956187
81	ТК-143	З/А	0,15	2	до 1990	2	35	0,00000000	9,1	0,000002	0,043815	0,956185
82	З/А	ТК-151	0,15	139	до 1990	2	35	0,00000160	9,1	0,000142	0,043957	0,956043
83	ТК-151	З/А	0,15	2	до 1990	2	35	0,00000000	8,9	0,000002	0,043959	0,956041
84	З/А	ТК-151а	0,15	88	до 1990	2	35	0,00000100	8,9	0,000089	0,044048	0,955952
85	ТК-151а	ТК-155	0,15	257	до 1990	2	35	0,00000290	9,0	0,000261	0,044309	0,955691
86	ТК-155	точка В2	0,082	99	до 1990	2	35	0,00000110	5,9	0,000066	0,044375	0,955625
87	точка В2	З/А	0,082	18	до 1990	2	35	0,00000020	5,9	0,000012	0,044387	0,955613
88	З/А	ТК-156	0,1	4	до 1990	2	35	0,00000000	6,7	0,000003	0,044390	0,955610

№ 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
89	ТК-156	т. Уз-1	0,082	94	до 1990	1	35	0,00000110	5,9	0,000063	0,044453	0,955547
90	т. Уз-1	т. Уз-4	0,082	47	до 1990	1	35	0,00000050	5,9	0,000032	0,044485	0,955515
91	т. Уз-4	т. А8	0,1	5	до 1990	1	35	0,00000010	6,7	0,000004	0,044489	0,955511
92	т. А8	жил. дом	0,082	31	до 1990	1	35	0,00000040	5,9	0,000021	0,044510	0,955490

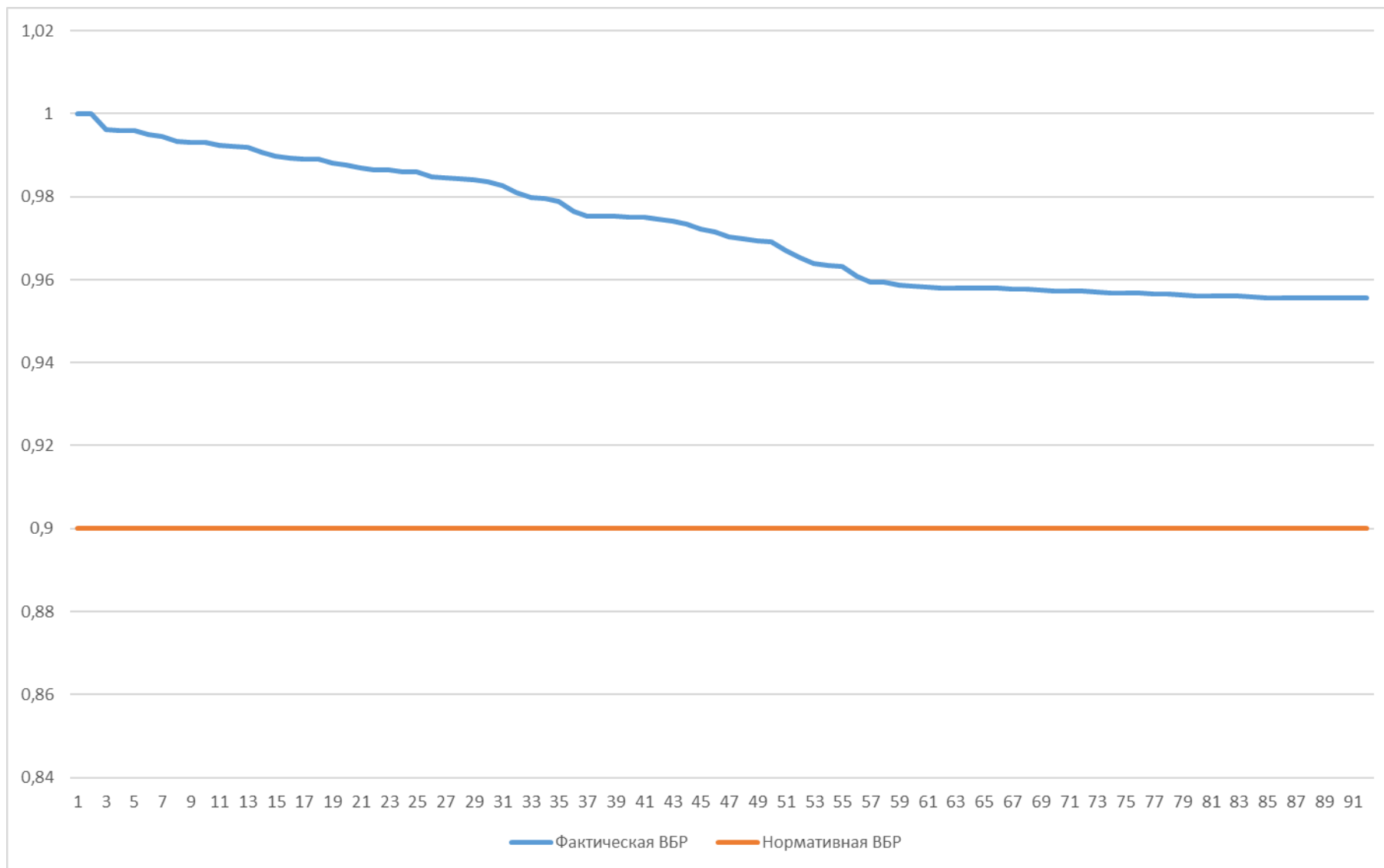


Рисунок 3-4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома

3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 (ТМ ЛТЗ) до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-5.

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

Для Наглядности на рисунке 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 выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.



Рисунок 3-5 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК

Таблица 3-4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК

№ 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
Путь движения теплоносителя: ТЭЦ-2 ЛТЗ - АБК												
1	ТЭЦ-2 ЛТЗ	б/н	1,196	166	до 1990	1	35	0,00000190	60,1	0,001129	0,001129	0,998871
2	б/н	БУ 6-1	1,196	272	до 1990	1	35	0,00000310	60,1	0,001849	0,002978	0,997022
3	БУ 6-1	БУ 6-2	1,196	74	до 1990	1	35	0,00000080	60,1	0,000505	0,003483	0,996517
4	БУ 6-2	БУ 6-3	1,196	168	до 1990	1	35	0,00000190	60,1	0,001137	0,004620	0,995380
5	БУ 6-3	б/н	1,196	298	до 1990	1	35	0,00000340	60,1	0,002026	0,006646	0,993354
6	б/н	БУ 6-4	0,998	26	до 1990	1	10	0,00000030	49,4	0,000143	0,006789	0,993211
7	БУ 6-4	БУ 6-5	0,998	16	до 1990	1	10	0,00000020	49,4	0,000091	0,006880	0,993120
8	БУ 6-5	б/н	0,998	26	до 1990	1	10	0,00000030	49,4	0,000144	0,007024	0,992976
9	б/н	БУ 6-6	0,998	178	до 1990	1	10	0,00000200	49,4	0,000995	0,008019	0,991981
10	БУ 6-6	БУ 6-7	0,998	89	до 1990	1	35	0,00000100	49,4	0,000498	0,008517	0,991483
11	БУ 6-7	БУ 6-8	0,998	117	до 1990	1	35	0,00000130	49,4	0,000653	0,009170	0,990830
12	БУ 6-8	З/А	0,998	3	до 1990	1	35	0,00000000	49,4	0,000017	0,009187	0,990813
13	З/А	БУ 6-9	0,998	1240	до 1990	1	35	0,00001410	39,3	0,005505	0,014692	0,985308
14	БУ 6-9	БУ 6-10	0,998	306	до 1990	1	35	0,00000350	39,3	0,001358	0,016050	0,983950
15	БУ 6-10	БУ 6-11	0,998	349	до 1990	1	35	0,00000400	39,3	0,001551	0,017601	0,982399
16	БУ 6-11	БУ 6-12	0,998	191	до 1990	1	35	0,00000220	39,3	0,000847	0,018448	0,981552
17	БУ 6-12	БУ 6-13	0,998	220	до 1990	1	35	0,00000250	39,3	0,000977	0,019425	0,980575
18	БУ 6-13	БУ 6-14	0,998	165	до 1990	1	35	0,00000190	39,3	0,000733	0,020158	0,979842
19	БУ 6-14	БУ 6-15	0,998	301	до 1990	1	35	0,00000340	39,3	0,001336	0,021494	0,978506
20	БУ 6-15	З/А	0,802	3	до 1990	1	35	0,00000000	35,4	0,000012	0,021506	0,978494
21	З/А	БУ 6-16	0,802	223	до 1990	1	35	0,00000250	35,4	0,000894	0,022400	0,977600
22	БУ 6-16	З/А	0,802	581	до 1990	1	35	0,00000660	35,5	0,002327	0,024727	0,975273
23	З/А	БУ 6-17	0,802	15	до 1990	1	35	0,00000020	28,6	0,000049	0,024776	0,975224
24	БУ 6-17	БУ 6-18	0,802	760	до 1990	1	35	0,00000870	31,1	0,002667	0,027443	0,972557
25	БУ 6-18	БУ 6-19	0,802	305	до 1990	1	35	0,00000350	31,1	0,001070	0,028513	0,971487
26	БУ 6-19	БУ 6-20	0,802	175	до 1990	1	35	0,00000200	31,1	0,000616	0,029129	0,970871
27	БУ 6-20	БУ 6-21	0,802	148	до 1990	1	35	0,00000170	31,1	0,000521	0,029650	0,970350
28	БУ 6-21	БУ 6-22	0,802	541	до 1990	1	35	0,00000620	31,1	0,001900	0,031550	0,968450
29	БУ 6-22	БУ 6-23	0,802	201	до 1990	1	35	0,00000230	31,1	0,000705	0,032255	0,967745

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопро вода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год прокладки трубопров ода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжитель ность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивно сть) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабж ения накопленны м итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
30	ВУ 6-23	ВУ 6-24	0,802	15	до 1990	1	35	0,00000020	31,1	0,000054	0,032309	0,967691
31	ВУ 6-24	ВУ 6-25	0,802	23	до 1990	1	35	0,00000030	31,1	0,000081	0,032390	0,967610
32	ВУ 6-25	ВУ 6-26	0,998	141	до 1990	1	35	0,00000160	49,2	0,000783	0,033173	0,966827
33	ВУ 6-26	З/А	0,998	363	до 1990	1	35	0,00000410	49,2	0,002017	0,035190	0,964810
34	З/А	ВУ 6-27	0,998	38	до 1990	1	35	0,00000040	48,9	0,000210	0,035400	0,964600
35	ВУ 6-27	ВУ 6-28	0,998	4	до 1990	1	35	0,00000000	51,1	0,000022	0,035422	0,964578
36	ВУ 6-28	ВУ 6-29	0,998	25	до 1990	1	35	0,00000030	51,1	0,000147	0,035569	0,964431
37	ВУ 6-29	ВУ 6-30	0,998	6	до 1990	1	35	0,00000010	51,1	0,000036	0,035605	0,964395
38	ВУ 6-30	б/н	0,614	328	до 1990	1	35	0,00000370	25,2	0,000934	0,036539	0,963461
39	б/н	б/н	0,614	55	до 1990	1	35	0,00000060	35,4	0,000222	0,036761	0,963239
40	Насосная ЛТЗ	б/н	0,614	9	до 1990	1	35	0,00000010	35,4	0,000037	0,036798	0,963202
41	б/н	Насосная ЛТЗ	0,614	13	до 1990	1	35	0,00000010	35,4	0,000053	0,036851	0,963149
42	б/н	ВУ 2-5а	0,614	53	до 1990	1	35	0,00000060	35,4	0,000213	0,037064	0,962936
43	ВУ 2-5а	ВУ 2-6	0,614	299	до 1990	1	35	0,00000340	35,4	0,001197	0,038261	0,961739
44	ВУ 2-6	ТК 3-1	0,406	511	до 1990	2	35	0,00000580	22,4	0,001294	0,039555	0,960445
45	ТК 3-1	ТК 3-2	0,406	94	до 1990	2	35	0,00000110	22,4	0,000237	0,039792	0,960208
46	ТК 3-2	ТК 3-16	0,205	262	до 1990	2	35	0,00000300	11,2	0,000331	0,040123	0,959877
47	ТК 3-16	ТК 3-17	0,205	221	до 1990	2	35	0,00000250	11,2	0,000279	0,040402	0,959598
48	ТК 3-17	ТК 3-18	0,205	126	до 1990	2	35	0,00000140	11,2	0,000159	0,040561	0,959439
49	ТК 3-18	ТК 3-19	0,205	107	до 1990	2	35	0,00000120	11,2	0,000135	0,040696	0,959304
50	ТК 3-19	ТК 3-20	0,205	692	до 1990	2	35	0,00000790	11,2	0,000873	0,041569	0,958431
51	ТК 3-20	ТК 3-21	0,15	141	до 1990	2	35	0,00000160	9,1	0,000144	0,041713	0,958287
52	ТК 3-21	ТК 3-21-9	0,1	242	до 1990	2	35	0,00000280	6,6	0,000182	0,041895	0,958105
53	ТК 3-21-9	ТК 3-21-11	0,1	57	до 1990	2	35	0,00000060	6,6	0,000043	0,041938	0,958062
54	ТК 3-21-11	ТК 3-21-13	0,05	53	до 1990	2	35	0,00000060	4,6	0,000028	0,041966	0,958034
55	ТК 3-21-13	АБК	0,05	16	с 1990 по 1998	2	35	0,00000020	4,6	0,000008	0,041974	0,958026

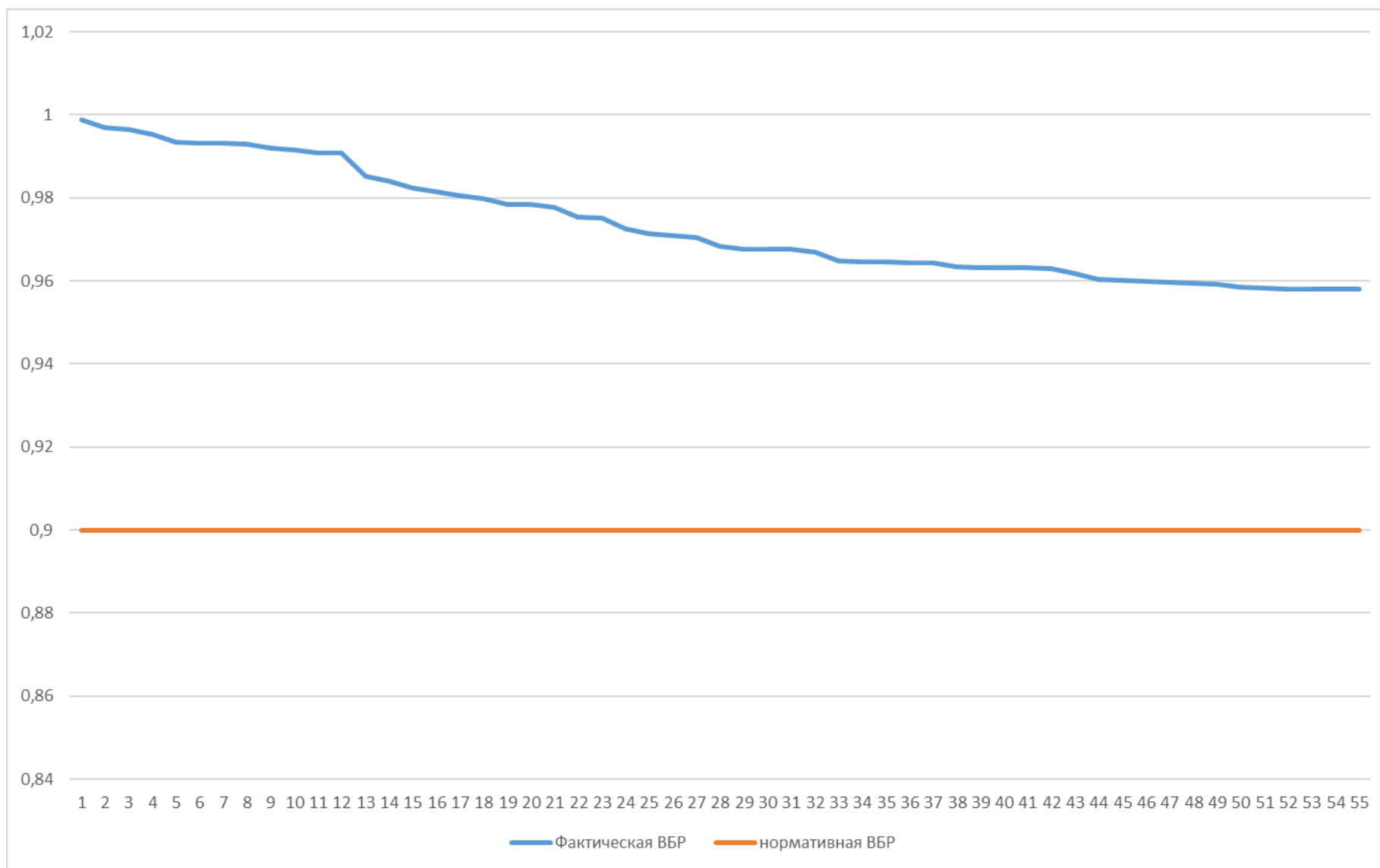


Рисунок 3-6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК

3.4 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-7.

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

Для Наглядности на рисунке 3-8 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

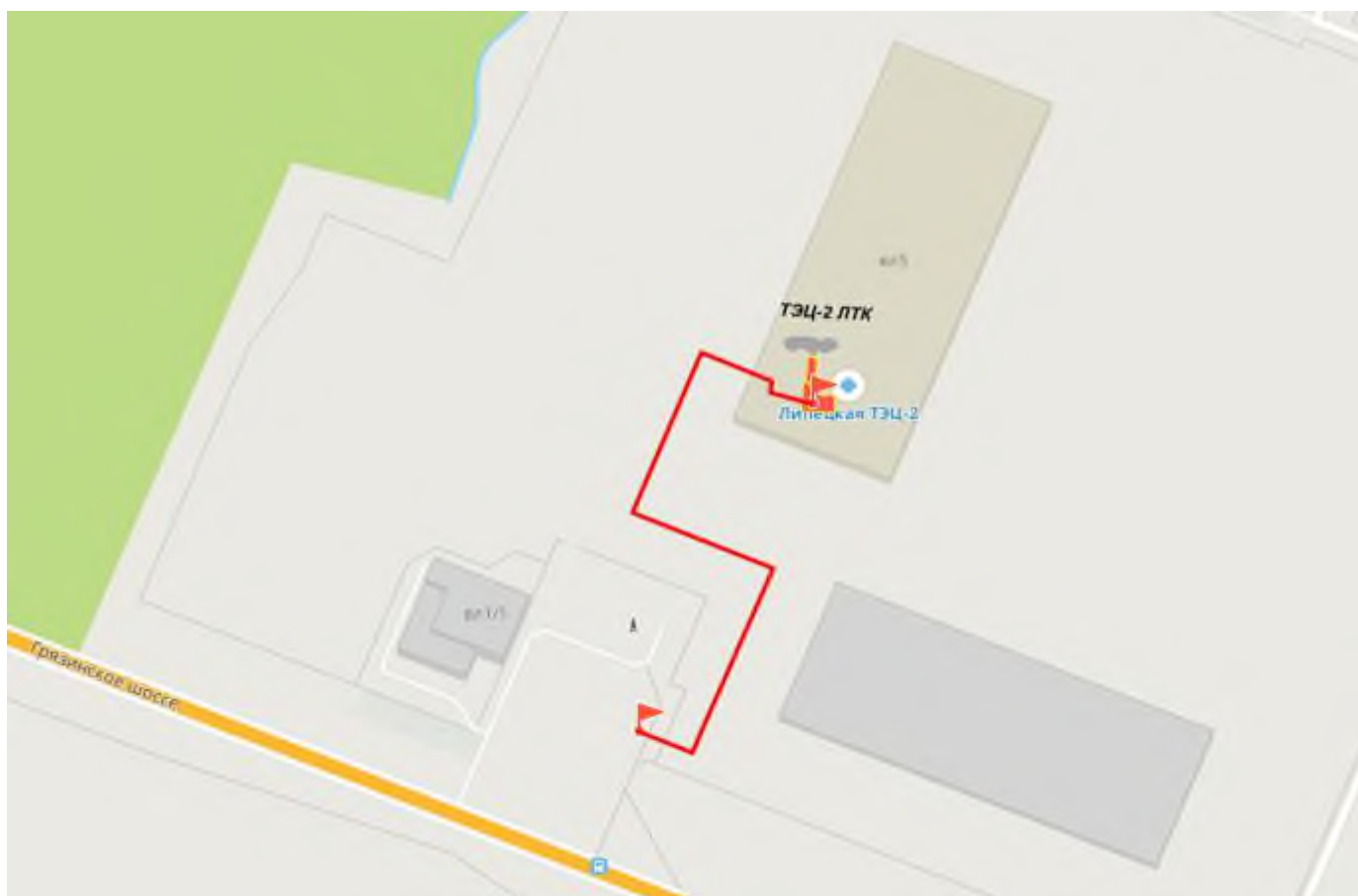


Рисунок 3-7 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

Таблица 3-5 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная ; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленный итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦ-2 ЛТК	-	1,196	5	до 1990	1	35	0,00000010	76,3	0,000041	0,000041	0,999959
2	-	-	1,196	289	до 1990	1	35	0,00000330	76,3	0,002517	0,002558	0,997442
3	-	ООО "Новолипецкая металлобаза"	0,205	40	до 1990	1	35	0,00000050	12,0	0,000054	0,002612	0,997388

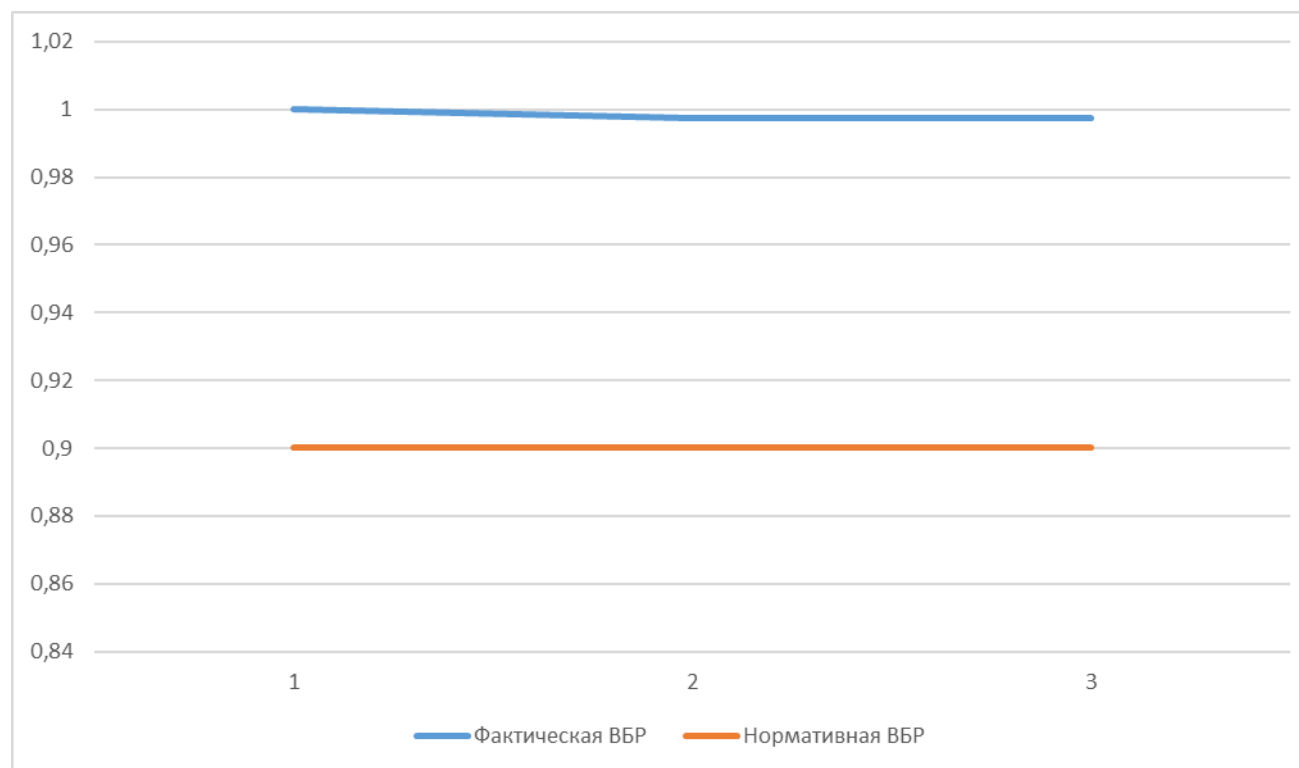


Рисунок 3-8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

Таблица 3-6 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная «Привокзальная» - Здание штаба, инв № 26												
1	Котельная «Привокзальная»	тк	0,614	1	до 1990	2	28	0,00000000	36,5	0,000004	0,000004	0,999996
2	тк	б/н	0,515	3	до 1990	2	28	0,00000000	30,0	0,000011	0,000015	0,999985
3	б/н	б/н	0,515	2	до 1990	2	28	0,00000000	30,0	0,000005	0,000020	0,999980
4	б/н	ТК 1-1	0,515	15	до 1990	2	28	0,00000020	30,0	0,000051	0,000071	0,999929
5	ТК 1-1	ТК 1-2	0,515	55	до 1990	2	28	0,00000060	30,0	0,000186	0,000257	0,999743
6	ТК 1-2	ТК 1-3	0,515	45	до 1990	2	28	0,00000050	30,0	0,000154	0,000411	0,999589
7	ТК 1-3	3/А	0,515	2	с 1999 по 2003	2	19	0,00000000	30,0	0,000006	0,000417	0,999583
8	3/А	ТК 1-3а	0,515	212	до 1990	2	28	0,00000240	28,7	0,000686	0,001103	0,998897
9	ТК 1-3а	ТК 1-4	0,515	232	до 1990	2	28	0,00000260	28,7	0,000752	0,001855	0,998145
10	ТК 1-4	ТК 1-5	0,515	220	до 1990	2	28	0,00000250	28,7	0,000712	0,002567	0,997433
11	ТК 1-5	3/А	0,515	3	до 1990	2	28	0,00000000	27,9	0,000009	0,002576	0,997424
12	3/А	ТК 1-5"	0,515	392	до 1990	2	28	0,00000450	28,7	0,001271	0,003847	0,996153
13	ТК 1-5"	ТК 1-33	0,515	120	до 1990	2	28	0,00000140	28,7	0,000389	0,004236	0,995764
14	ТК 1-33	3/А	0,515	154	до 1990	2	28	0,00000180	28,5	0,000496	0,004732	0,995268
15	3/А	ТК 1-34	0,515	2	до 1990	2	28	0,00000000	30,1	0,000007	0,004739	0,995261
16	ТК 1-34	ТК 1-35	0,515	61	до 1990	2	28	0,00000070	30,1	0,000207	0,004946	0,995054
17	ТК 1-35	ТК 1-35а	0,515	37	до 1990	2	28	0,00000040	30,1	0,000126	0,005072	0,994928
18	ТК 1-35а	3/А	0,406	3	с 1999 по 2003	2	16	0,00000000	22,9	0,000008	0,005080	0,994920
19	3/А	ТК 1-68	0,406	219	с 1999 по 2003	2	16	0,00000250	22,9	0,000565	0,005645	0,994355
20	ТК 1-68	ТК 1-69	0,406	145	с 1999 по 2003	2	16	0,00000170	22,9	0,000375	0,006020	0,993980
21	ТК 1-69	ТК 1-69а	0,309	87	до 1990г	2	28	0,00000100	16,6	0,000162	0,006182	0,993818
22	ТК 1-69а	ТК 1-70	0,309	41	до 1990г	2	28	0,00000050	16,6	0,000077	0,006259	0,993741
23	ТК 1-70	ТК 1-71	0,309	92	с 1999 по 2003	2	15	0,00000100	16,6	0,000171	0,006430	0,993570
24	ТК 1-71	ТК 1-72	0,309	94	до 1990	2	28	0,00000110	16,6	0,000175	0,006605	0,993395

№ 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
25	ТК 1-72	ТК 1-73	0,309	84	до 1990	2	28	0,00000100	16,6	0,000157	0,006762	0,993238
26	ТК 1-73	ТК 1-74	0,309	44	до 1990	2	28	0,00000050	16,6	0,000082	0,006844	0,993156
27	ТК 1-74	ТК 1-75	0,309	43	до 1990	2	28	0,00000050	16,6	0,000081	0,006925	0,993075
28	ТК 1-75	ТК 1-75-1	0,309	69	до 1990	2	28	0,00000080	16,6	0,000128	0,007053	0,992947
29	ТК 1-75-1	ТК 1-75-3	0,309	230	до 1990	2	28	0,00000260	16,6	0,000429	0,007482	0,992518
30	ТК 1-75-3	ТК 1-75-7	0,309	126	до 1990	2	28	0,00000140	16,6	0,000236	0,007718	0,992282
31	ТК 1-75-7	3/А	0,309	3	до 1990	2	28	0,00000000	16,4	0,000006	0,007724	0,992276
32	3/А	ТК 1-75-9	0,309	100	до 1990	2	28	0,00000110	16,4	0,000186	0,007910	0,992090
33	ТК 1-75-9	ТК 1-75-13	0,309	35	до 1990	2	28	0,00000040	17,3	0,000069	0,007979	0,992021
34	ТК 1-75-13	ТК 1-75-17	0,309	73	до 1990	2	28	0,00000080	17,3	0,000141	0,008120	0,991880
35	ТК 1-75-17	ТК 1-75-19	0,309	86	до 1990	2	28	0,00000100	17,3	0,000169	0,008289	0,991711
36	ТК 1-75-19	ТК 1-75-25	0,309	79	до 1990	2	28	0,00000090	17,3	0,000154	0,008443	0,991557
37	ТК 1-75-25	ТК 1-75-27	0,257	104	до 1990	2	28	0,00000120	14,7	0,000173	0,008616	0,991384
38	ТК 1-75-27	ТК 1-75-29	0,257	30	до 1990	2	28	0,00000030	14,7	0,000049	0,008665	0,991335
39	ТК 1-75-29	ТК 1-75-31	0,15	76	до 1990	2	28	0,00000090	9,1	0,000078	0,008743	0,991257
40	ТК 1-75-31	б/н	0,069	7	до 1990	2	28	0,00000010	5,4	0,000004	0,008747	0,991253
41	б/н	Здание штаба, инв № 26	0,082	97	до 1990	2	28	0,00000110	5,9	0,000065	0,008812	0,991188

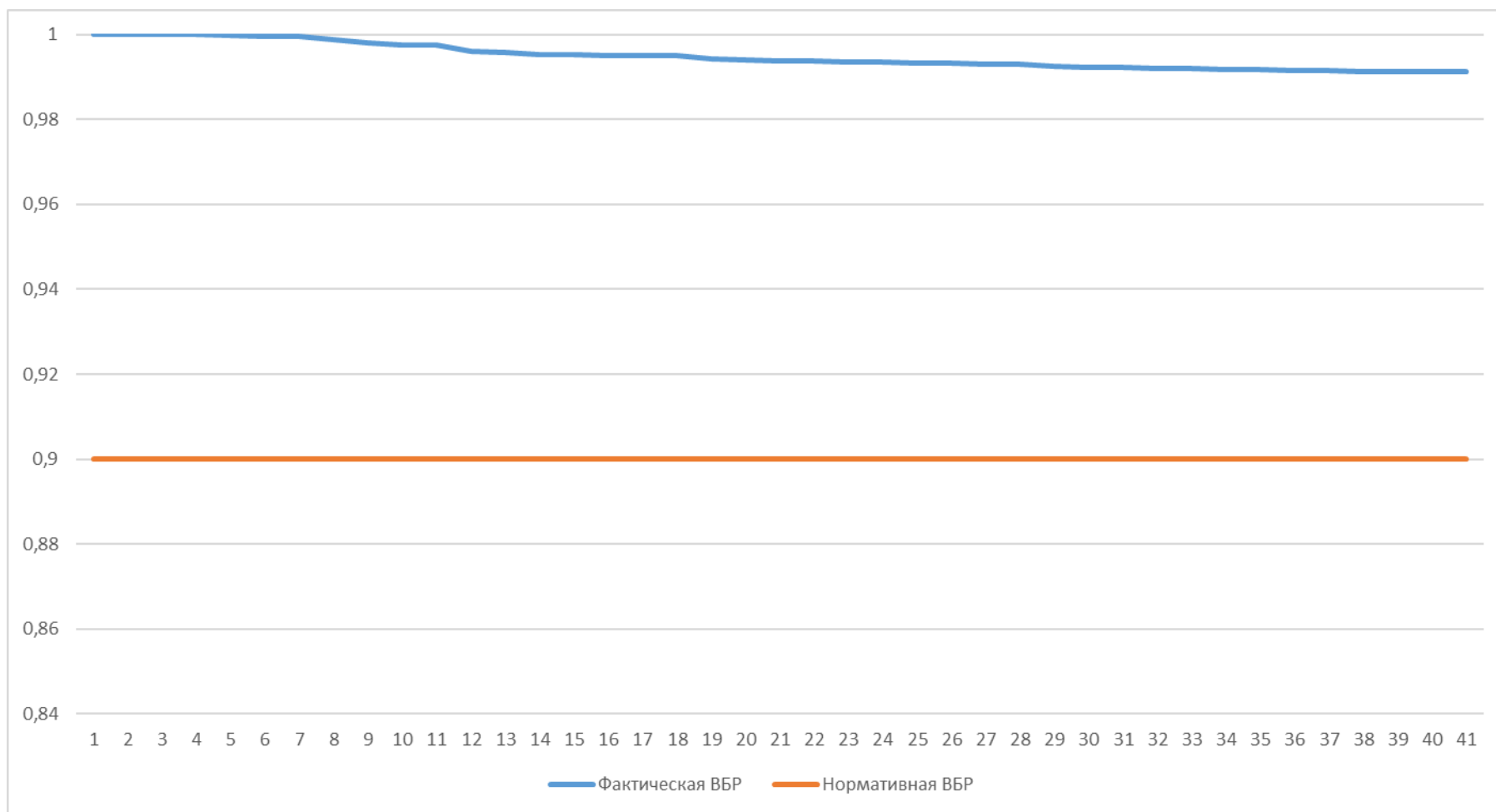


Рисунок 3-10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26

3.6 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-11.

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

Для Наглядности на рисунке 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 выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

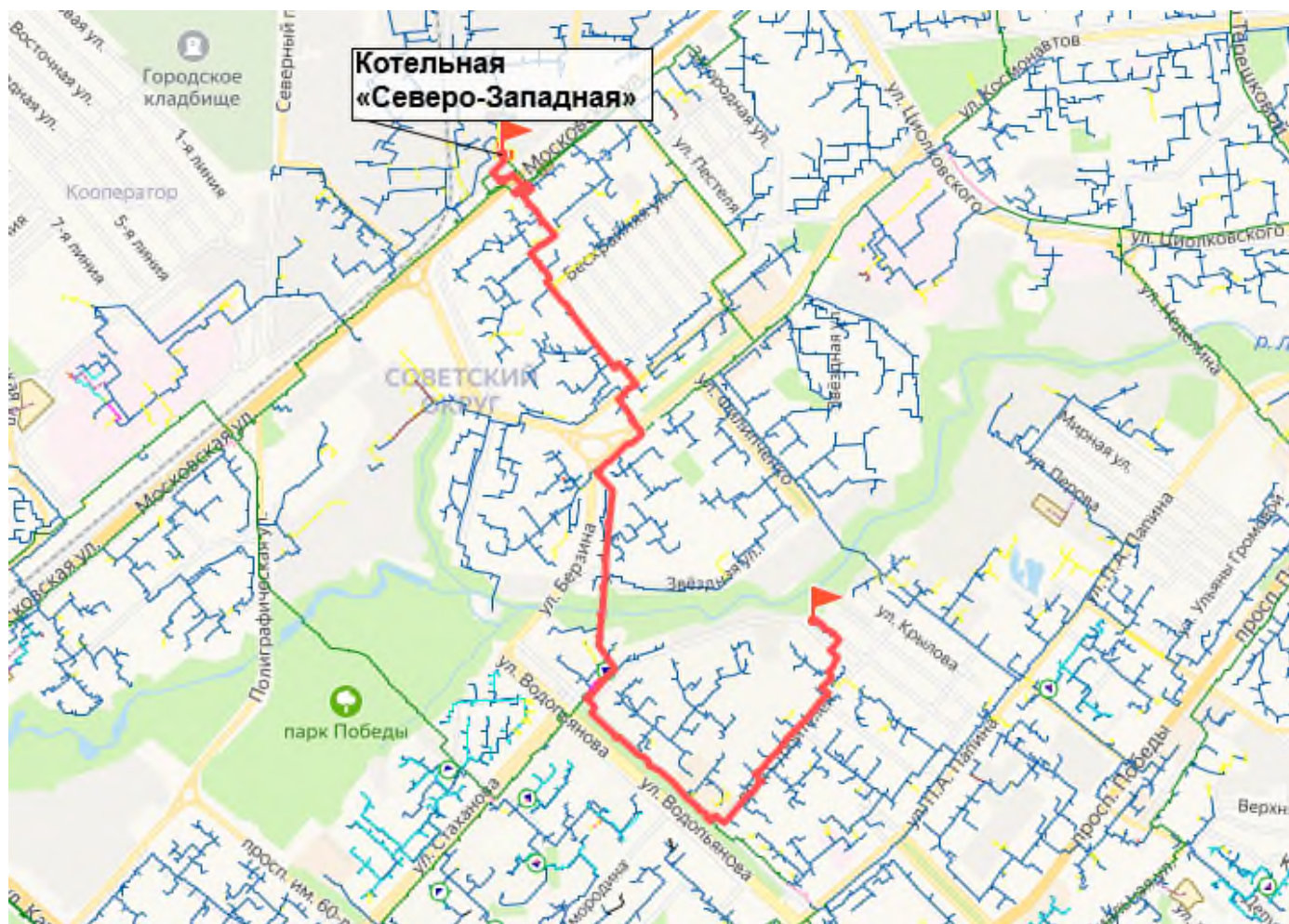


Рисунок 3-11 – Путь движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)

Таблица 3-7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная «Северо-Западная» - жил. дом (4 ввод)												
1	Котельная «Северо-Западная»	б/н	0,998	1	до 1990	2	37	0,00000000	61,9	0,000010	0,000010	0,999990
2	б/н	б/н	0,998	68	до 1990	2	37	0,00000080	61,9	0,000477	0,000487	0,999513
3	б/н	ТК 4-1	0,702	57	до 1990	2	37	0,00000060	42,5	0,000271	0,000758	0,999242
4	ТК 4-1	ТК 4-2	0,998	33	до 1990	2	37	0,00000040	61,9	0,000231	0,000989	0,999011
5	ТК 4-2	ТК 4-3	0,998	60	до 1990	2	37	0,00000070	61,9	0,000415	0,001404	0,998596
6	ТК 4-3	3/А	0,614	1	с 1990 по 1998	2	26	0,00000000	36,6	0,000005	0,001409	0,998591
7	3/А	ТК 4-19	0,614	48	с 1990 по 1998	2	26	0,00000050	36,6	0,000198	0,001607	0,998393
8	ТК 4-19	б/н	0,515	47	до 1990	2	37	0,00000050	30,2	0,000161	0,001768	0,998232
9	б/н	3/А	0,309	1	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000001	0,001769	0,998231
10	3/А	ТК 3-3	0,309	3	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000007	0,001776	0,998224
11	ТК 3-3	ТК 4-4	0,515	8	до 1990	2	37	0,00000010	30,3	0,000027	0,001803	0,998197
12	ТК 4-4	3/А	0,515	1	до 1990	2	37	0,00000000	30,3	0,000004	0,001807	0,998193
13	3/А	ТК 3-4	0,515	128	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000402	0,002209	0,997791
14	ТК 3-4	ТК 3-5	0,515	105	до 1990	2	37	0,00000120	27,9	0,000331	0,002540	0,997460
15	ТК 3-5	ТК 3-6	0,515	128	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000401	0,002941	0,997059
16	ТК 3-6	ТК 3-7	0,515	74	до 1990	2	37	0,00000080	27,9	0,000231	0,003172	0,996828
17	ТК 3-7	ТК 3-8	0,515	102	до 1990	2	37	0,00000120	27,9	0,000321	0,003493	0,996507
18	ТК 3-8	ТК 3-9	0,515	90	до 1990	2	37	0,00000100	27,9	0,000284	0,003777	0,996223
19	ТК 3-9	ТК 3-10	0,515	127	до 1990	2	37	0,00000140	27,9	0,000399	0,004176	0,995824
20	ТК 3-10	ТК 3-11	0,515	76	до 1990	2	37	0,00000090	27,9	0,000239	0,004415	0,995585
21	ТК 3-11	ТК 3-12	0,515	62	до 1990	2	37	0,00000070	27,9	0,000193	0,004608	0,995392
22	ТК 3-12	ТК 3-13	0,515	65	до 1990	2	37	0,00000070	27,9	0,000205	0,004813	0,995187
23	ТК 3-13	б/н	0,515	4	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000012	0,004825	0,995175
24	б/н	3/А	0,515	56	до 1990	2	37	0,00000060	27,9	0,000177	0,005002	0,994998
25	3/А	ТК 3-14	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000006	0,005008	0,994992
26	ТК 3-14	ТК 3-15	0,515	49	до 1990	2	37	0,00000060	30,2	0,000166	0,005174	0,994826
27	ТК 3-15	3/А	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	29,9	0,000008	0,005182	0,994818

№ участ ка 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
28	3/А	ТК 3-16	0,515	76	до 1990	2	37	0,00000090	30,0	0,000258	0,005440	0,994560
29	ТК 3-16	42430	0,515	25	до 1990	2	37	0,00000030	30,0	0,000085	0,005525	0,994475
30	42430	ТК 3-17	0,515	19	до 1990	2	37	0,00000020	30,0	0,000063	0,005588	0,994412
31	ТК 3-17	3/А	0,515	2	до 1990	2	32	0,00000000	27,9	0,000007	0,005595	0,994405
32	3/А	ТК 3-36	0,515	116	до 1990	2	37	0,00000130	27,9	0,000363	0,005958	0,994042
33	ТК 3-36	ТК 3-37	0,515	84	до 1990	2	37	0,00000100	27,9	0,000263	0,006221	0,993779
34	ТК 3-37	ТК 3-38	0,515	266	до 1990	2	37	0,00000300	27,9	0,000835	0,007056	0,992944
35	ТК 3-38	ТК 3-39	0,515	131	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000412	0,007468	0,992532
36	ТК 3-39	ТК 3-40	0,515	190	до 1990	1	37	0,00000220	27,9	0,000596	0,008064	0,991936
37	ТК 3-40	ТК 3-41	0,515	172	до 1990	2	37	0,00000200	27,9	0,000540	0,008604	0,991396
38	ТК 3-41	ТК 4-37а	0,515	30	до 1990	2	37	0,00000030	27,9	0,000093	0,008697	0,991303
39	ТК 4-37а	3/А	0,515	97	до 1990	2	37	0,00000110	27,9	0,000306	0,009003	0,990997
40	3/А	ТК 4-38	0,515	5	до 1990	2	37	0,00000010	30,3	0,000017	0,009020	0,990980
41	ТК 4-38	б/н	0,515	4	до 1990	2	26	0,00000000	30,3	0,000013	0,009033	0,990967
42	б/н	3/А	0,515	1	до 1990	2	37	0,00000000	30,3	0,000003	0,009036	0,990964
43	3/А	ТК 4-37	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	28,7	0,000005	0,009041	0,990959
44	ТК 4-37	ТК 4-38а	0,515	17	до 1990	2	26	0,00000020	28,8	0,000056	0,009097	0,990903
45	ТК 4-38а	ТК 4-39	0,515	268	с 1990 по 1998	2	26	0,00000310	28,8	0,000869	0,009966	0,990034
46	ТК 4-39	ТК 4-40	0,515	237	с 1990 по 1998	2	26	0,00000270	28,8	0,000767	0,010733	0,989267
47	ТК 4-40	3/А	0,515	118	с 1990 по 1998	2	26	0,00000130	28,8	0,000381	0,011114	0,988886
48	3/А	ТК 4-41	0,515	4	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000013	0,011127	0,988873
49	ТК 4-41	3/А	0,309	3	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000006	0,011133	0,988867
50	3/А	ТК 4-41-1а	0,309	29	до 1990	2	37	0,00000030	17,7	0,000058	0,011191	0,988809
51	ТК 4-41-1а	3/А	0,309	4	до 1990	2	37	0,00000000	17,4	0,000007	0,011198	0,988802
52	3/А	ТК 4-41-1	0,309	42	до 1990	2	37	0,00000050	17,4	0,000082	0,011280	0,988720
53	ТК 4-41-1	б/н	0,309	90	до 1990	2	37	0,00000100	17,5	0,000177	0,011457	0,988543
54	б/н	ТК 4-41-3	0,309	82	до 1990	2	37	0,00000090	17,5	0,000162	0,011619	0,988381
55	ТК 4-41-3	3/А	0,257	1	до 1990	2	37	0,00000000	14,8	0,000002	0,011621	0,988379

№ участ ка 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
56	3/А	ТК 4-41-7	0,257	36	до 1990	2	37	0,00000040	14,6	0,000058	0,011679	0,988321
57	ТК 4-41-7	ТК 4-41-8	0,257	73	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000120	0,011799	0,988201
58	ТК 4-41-8	ТК 4-41-9	0,257	71	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000117	0,011916	0,988084
59	ТК 4-41-9	ТК 4-41-10	0,257	70	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000115	0,012031	0,987969
60	ТК 4-41-10	3/А	0,257	1	до 1990	2	37	0,00000000	14,4	0,000002	0,012033	0,987967
61	3/А	ТК 4-41-11	0,257	53	до 1990	2	37	0,00000060	14,7	0,000087	0,012120	0,987880
62	ТК 4-41-11	ТК 4-41-12	0,257	99	до 1990	2	37	0,00000110	14,7	0,000163	0,012283	0,987717
63	ТК 4-41-12	3/А	0,205	70	до 1990	2	37	0,00000080	11,9	0,000095	0,012378	0,987622
64	3/А	ТК 4-41-13	0,205	2	до 1990	2	37	0,00000000	12,0	0,000003	0,012381	0,987619
65	ТК 4-41-13	ТК 4-41-14	0,15	41	до 1990	2	37	0,00000050	9,1	0,000042	0,012423	0,987577
66	ТК 4-41-14	3/А	0,125	3	до 1990	2	37	0,00000000	7,9	0,000002	0,012425	0,987575
67	3/А	ТК 4-41-14-1	0,125	90	до 1990	2	37	0,00000100	7,8	0,000080	0,012505	0,987495
68	ТК 4-41-14-1	ТК 4-41-14-2	0,125	87	до 1990	2	37	0,00000100	7,8	0,000077	0,012582	0,987418
69	ТК 4-41-14-2	ТК 4-41-14-3	0,1	36	до 1990	2	37	0,00000040	6,7	0,000027	0,012609	0,987391
70	ТК 4-41-14-3	ТК 4-41-14-4	0,1	32	до 1990	2	37	0,00000040	6,7	0,000024	0,012633	0,987367
71	ТК 4-41-14-4	3/А	0,069	2	до 1990	2	37	0,00000000	5,4	0,000001	0,012634	0,987366
72	3/А	ЖИЛ. ДОМ (4 ВВОД)	0,069	20	до 1990	2	37	0,00000020	5,4	0,000012	0,012646	0,987354

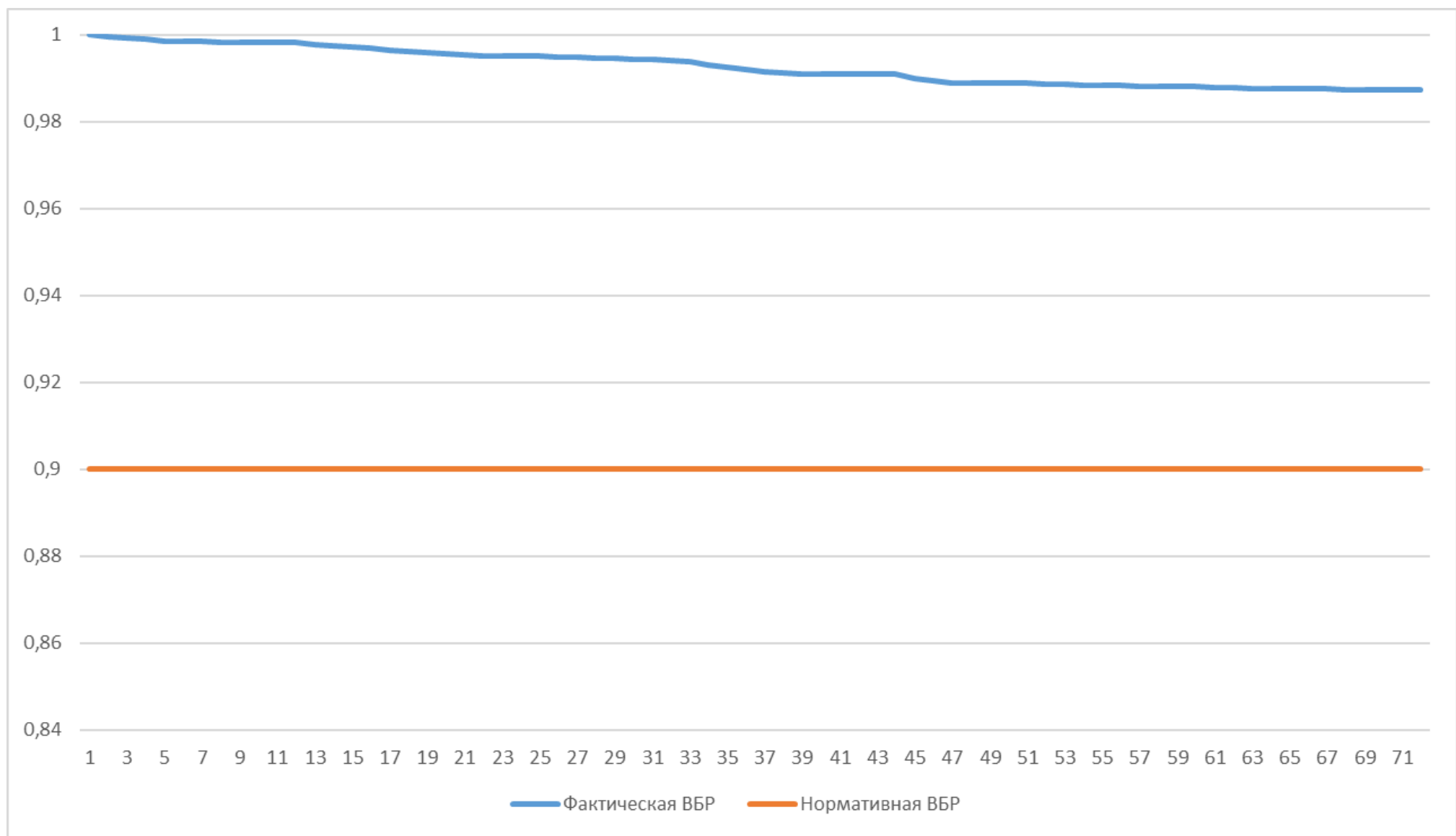


Рисунок 3-12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод)

3.7 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Юго-западная» до нежилого помещения

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-13.

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

Для Наглядности на рисунке 3-14 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

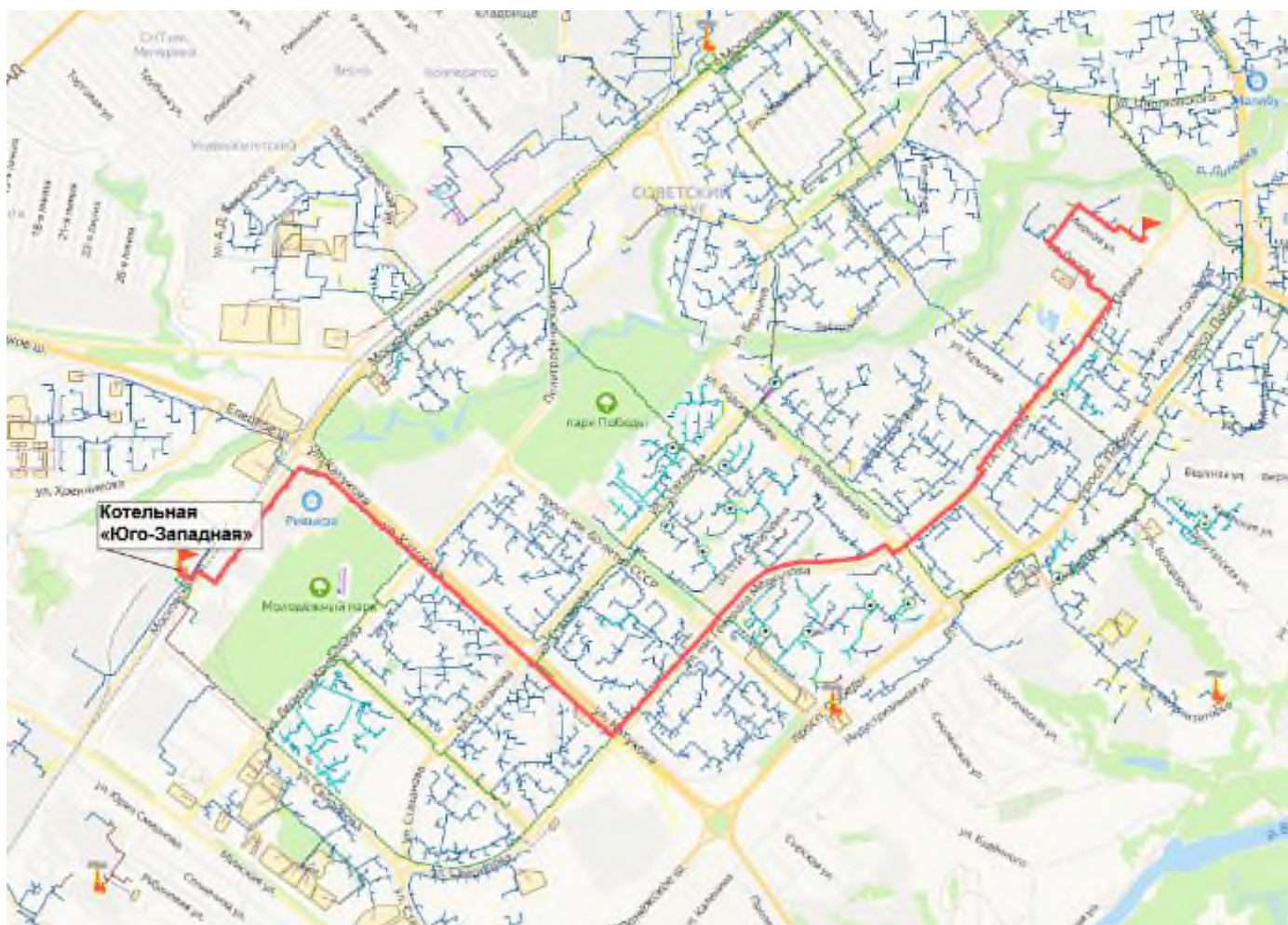


Рисунок 3-13 – Путь движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения

Таблица 3-8 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная «Юго-Западная» - нежилого помещения												
1	Котельная «Юго-Западная»	б/н	0,998	11	с 1990 по 1998	2	22	0,00000010	48,9	0,000059	0,000059	0,999941
2	б/н	б/н	0,998	2	с 1990г по 1998г	2	22	0,00000000	48,9	0,000012	0,000071	0,999929
3	б/н	ТК 6-1	0,998	14	с 1990 по 1998	2	22	0,00000020	48,9	0,000078	0,000149	0,999851
4	ТК 6-1	ТК 6-2	0,998	61	с 1999 по 2003	2	22	0,00000070	48,9	0,000332	0,000481	0,999519
5	ТК 6-2	ТК 6-2а	0,998	80	с 1999 по 2003	2	13	0,00000090	48,9	0,000437	0,000918	0,999082
6	ТК 6-2а	ТК 6-3	0,998	64	с 1999 по 2003	2	22	0,00000070	48,9	0,000350	0,001268	0,998732
7	ТК 6-3	ТК 6-3а	0,998	736	с 1990 по 1998	2	22	0,00000840	48,9	0,004022	0,005290	0,994710
8	ТК 6-3а	ТК 6-4	0,998	89	с 1990 по 1998	2	22	0,00000100	48,9	0,000486	0,005776	0,994224
9	ТК 6-4	ТК 6-5	0,998	388	с 1990 по 1998	2	22	0,00000440	48,9	0,002118	0,007894	0,992106
10	ТК 6-5	ТК 6-5а	0,802	522	с 1990 по 1998	2	22	0,00000600	38,7	0,002259	0,010153	0,989847
11	ТК 6-5а	ТК 6-6	0,802	85	с 1990 по 1998	2	22	0,00000100	38,7	0,000369	0,010522	0,989478
12	ТК 6-6	ТК 6-7	0,802	593	с 1990 по 1998	2	22	0,00000680	38,7	0,002565	0,013087	0,986913
13	ТК 6-7	ТК 6-7А	0,802	254	с 1990 по 1998	2	22	0,00000290	38,7	0,001101	0,014188	0,985812
14	ТК 6-7А	ТК 6-8	0,802	261	с 1990 по 1998	2	22	0,00000300	38,7	0,001129	0,015317	0,984683
15	ТК 6-8	ТК 6-9	0,802	220	до 1990	2	22	0,00000250	38,7	0,000951	0,016268	0,983732
16	ТК 6-9	ТК 6-10	0,802	104	до 1990	2	22	0,00000120	38,7	0,000451	0,016719	0,983281

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопр овода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год прокладки трубопров ода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительно сть эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивнос ть) отказа участка, 1/час	Среднее время восстано вления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабже ния накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК 6-10	б/н	0,802	125	до 1990	2	22	0,00000140	38,7	0,000539	0,017258	0,982742
18	б/н	ТК 6-11	0,802	150	до 1990	2	22	0,00000170	38,7	0,000647	0,017905	0,982095
19	ТК 6-11	ТК 6-12	0,802	88	до 1990	2	22	0,00000100	38,7	0,000379	0,018284	0,981716
20	ТК 6-12	ТК 6-13	0,802	192	до 1990	2	22	0,00000220	38,7	0,000829	0,019113	0,980887
21	ТК 6-13	3/А	0,802	3	до 1990	2	22	0,00000000	37,6	0,000011	0,019124	0,980876
22	3/А	ТК 4-72	0,802	3	до 1990	2	22	0,00000000	37,6	0,000011	0,019135	0,980865
23	ТК 4-72	б/н	0,802	100	с 1990 по 1998	2	22	0,00000110	48,5	0,000543	0,019678	0,980322
24	б/н	ТК 4-74	0,802	163	с 1990 по 1998	2	22	0,00000190	48,5	0,000882	0,020560	0,979440
25	ТК 4-74	ТК 4-75	0,702	81	с 1990 по 1998	2	22	0,00000090	40,0	0,000361	0,020921	0,979079
26	ТК 4-75	ТК 4-75а	0,702	79	до 1990	2	22	0,00000090	40,0	0,000352	0,021273	0,978727
27	ТК 4-75а	ТК 4-76	0,702	102	до 1990	2	22	0,00000120	40,0	0,000457	0,021730	0,978270
28	ТК 4-76	ТК 4-76а	0,702	95	до 1990	2	22	0,00000110	40,0	0,000423	0,022153	0,977847
29	ТК 4-76а	ТК 4-77	0,702	181	до 1990	2	22	0,00000210	40,0	0,000808	0,022961	0,977039
30	ТК 4-77	ТК 4-78	0,702	30	до 1990	2	22	0,00000030	40,0	0,000135	0,023096	0,976904
31	ТК 4-78	ТК 4-78а	0,702	41	до 1990	2	22	0,00000050	40,0	0,000185	0,023281	0,976719
32	ТК 4-78а	ТК 4-79	0,702	74	до 1990	2	22	0,00000080	40,0	0,000332	0,023613	0,976387
33	ТК 4-79	ТК 4-79а	0,702	32	до 1990	2	22	0,00000040	40,0	0,000142	0,023755	0,976245
34	ТК 4-79а	3/А	0,702	36	до 1990	2	22	0,00000040	40,0	0,000162	0,023917	0,976083
35	3/А	ТК 4-45	0,702	3	до 1990	2	22	0,00000000	42,7	0,000016	0,023933	0,976067
36	ТК 4-45	ТК 4-45а	0,515	66	с 2004	2	10	0,00000080	30,1	0,000224	0,024157	0,975843
37	ТК 4-45а	ТК 4-44-1	0,515	25	до 1990	2	22	0,00000030	30,1	0,000083	0,024240	0,975760
38	ТК 4-44-1	3/А	0,515	5	до 1990	2	22	0,00000010	30,1	0,000018	0,024258	0,975742
39	3/А	ТК 4-44-1а	0,515	162	до 1990	2	22	0,00000180	29,1	0,000526	0,024784	0,975216
40	ТК 4-44-1а	ТК 4-44-2а	0,515	123	до 1990	2	22	0,00000140	29,1	0,000400	0,025184	0,974816
41	ТК 4-44-2а	ТК 4-44-3а	0,515	53	до 1990	2	22	0,00000060	29,1	0,000172	0,025356	0,974644
42	ТК 4-44-3а	ТК 4-44-4а	0,515	110	до 1990	2	22	0,00000130	29,1	0,000359	0,025715	0,974285

№ 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
43	ТК 4-44-4а	ТК 4-44-5а	0,515	55	до 1990	2	22	0,00000060	29,1	0,000180	0,025895	0,974105
44	ТК 4-44-5а	3/А	0,515	2	до 1990	2	22	0,00000000	29,1	0,000007	0,025902	0,974098
45	3/А	ТК 4-44-6а	0,515	105	до 1990	2	22	0,00000120	27,9	0,000326	0,026228	0,973772
46	ТК 4-44-6а	ТК 4-44-7а	0,515	106	до 1990	2	22	0,00000120	28,9	0,000342	0,026570	0,973430
47	ТК 4-44-7а	ТК 4-44-8а	0,515	192	до 1990	2	22	0,00000220	28,9	0,000620	0,027190	0,972810
48	ТК 4-44-8а	ТК 4-44-9а	0,515	179	до 1990	2	22	0,00000200	28,9	0,000579	0,027769	0,972231
49	ТК 4-44-9а	ТК 4-44-10а	0,359	29	до 1990	2	22	0,00000030	20,7	0,000066	0,027835	0,972165
50	ТК 4-44-10а	3/А	0,309	3	до 1990	2	22	0,00000000	17,1	0,000006	0,027841	0,972159
51	3/А	ТК 4-44-11а	0,309	148	до 1990	2	22	0,00000170	17,1	0,000283	0,028124	0,971876
52	ТК 4-44-11а	ТК 4-44-12а	0,309	84	до 1990	2	22	0,00000100	17,1	0,000162	0,028286	0,971714
53	ТК 4-44-12а	ТК 4-44-13а	0,309	145	до 1990	2	22	0,00000170	17,1	0,000278	0,028564	0,971436
54	ТК 4-44-13а	ТК 4-44-14а	0,309	35	до 1990	2	22	0,00000040	17,1	0,000067	0,028631	0,971369
55	ТК 4-44-14а	ТК 4-44-15а	0,309	56	до 1990	2	22	0,00000060	17,1	0,000108	0,028739	0,971261
56	ТК 4-44-15а	3/А	0,309	2	до 1990	2	22	0,00000000	17,0	0,000004	0,028743	0,971257
57	3/А	ТК 4-44-16а	0,309	126	до 1990	2	22	0,00000140	17,6	0,000248	0,028991	0,971009
58	ТК 4-44-16а	3/А	0,257	3	до 1990	2	22	0,00000000	14,3	0,000004	0,028995	0,971005
59	3/А	ТК 4-44-16а-4	0,257	38	до 1990	2	22	0,00000040	14,3	0,000061	0,029056	0,970944

№ 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
60	ТК 4-44-16а-4	ТК 4-44-17а	0,257	58	до 1990	2	22	0,00000070	14,3	0,000092	0,029148	0,970852
61	ТК 4-44-17а	ТК 4-44-17а-1	0,257	53	до 1990	2	22	0,00000060	14,3	0,000085	0,029233	0,970767
62	ТК 4-44-17а-1	ТК 4-44-18а	0,257	37	до 1990	2	22	0,00000040	14,3	0,000059	0,029292	0,970708
63	ТК 4-44-18а	ТК 4-44-19а	0,257	69	до 1990	2	22	0,00000080	14,3	0,000110	0,029402	0,970598
64	ТК 4-44-19а	ТК 4-44-20а	0,257	136	до 1990	2	22	0,00000150	14,3	0,000217	0,029619	0,970381
65	ТК 4-44-20а	ТК 4-44-21а	0,257	49	до 1990	2	22	0,00000060	14,3	0,000079	0,029698	0,970302
66	ТК 4-44-21а	ТК 4-44-22а	0,257	62	до 1990	2	22	0,00000070	14,3	0,000100	0,029798	0,970202
67	ТК 4-44-22а	3/А	0,257	1	до 1990	2	22	0,00000000	14,3	0,000001	0,029799	0,970201
68	3/А	ТК 4-44-23а	0,257	142	до 1990	2	22	0,00000160	14,0	0,000222	0,030021	0,969979
69	ТК 4-44-23а	ТК 4-44-24а	0,257	106	до 1990	2	22	0,00000120	14,6	0,000173	0,030194	0,969806
70	ТК 4-44-24а	3/А	0,257	2	до 1990	2	22	0,00000000	14,5	0,000003	0,030197	0,969803
71	3/А	ТК 4-44-25а	0,257	24	до 1990	2	22	0,00000030	14,8	0,000039	0,030236	0,969764
72	ТК 4-44-25а	ТК 4-44-26а	0,205	80	до 1990	2	22	0,00000090	11,8	0,000107	0,030343	0,969657
73	ТК 4-44-26а	ТК 4-44-27а	0,205	106	до 1990	2	22	0,00000120	11,8	0,000141	0,030484	0,969516
74	ТК 4-44-27а	ТК 4-44-29а	0,15	150	до 1990	2	22	0,00000170	9,0	0,000151	0,030635	0,969365
75	ТК 4-44-29а	б/н	0,15	2	до 1990	2	22	0,00000000	9,0	0,000002	0,030637	0,969363
76	б/н	ТК 4-44-30а	0,15	6	до 1990	2	22	0,00000010	9,0	0,000006	0,030643	0,969357

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопр овода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год прокладки трубопров ода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительно сть эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивнос ть) отказа участка, 1/час	Среднее время восстано вления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабже ния накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
77	ТК 4-44-30a	3/A	0,15	50	до 1990	2	22	0,00000060	9,0	0,000051	0,030694	0,969306
78	3/A	ТК 4-44-31a	0,15	1	до 1990	2	22	0,00000000	9,2	0,000001	0,030695	0,969305
79	ТК 4-44-31a	3/A	0,1	1	до 1990	2	22	0,00000000	6,7	0,000001	0,030696	0,969304
80	3/A	нежил. пом.	0,1	25	до 1990	2	22	0,00000030	6,7	0,000019	0,030715	0,969285

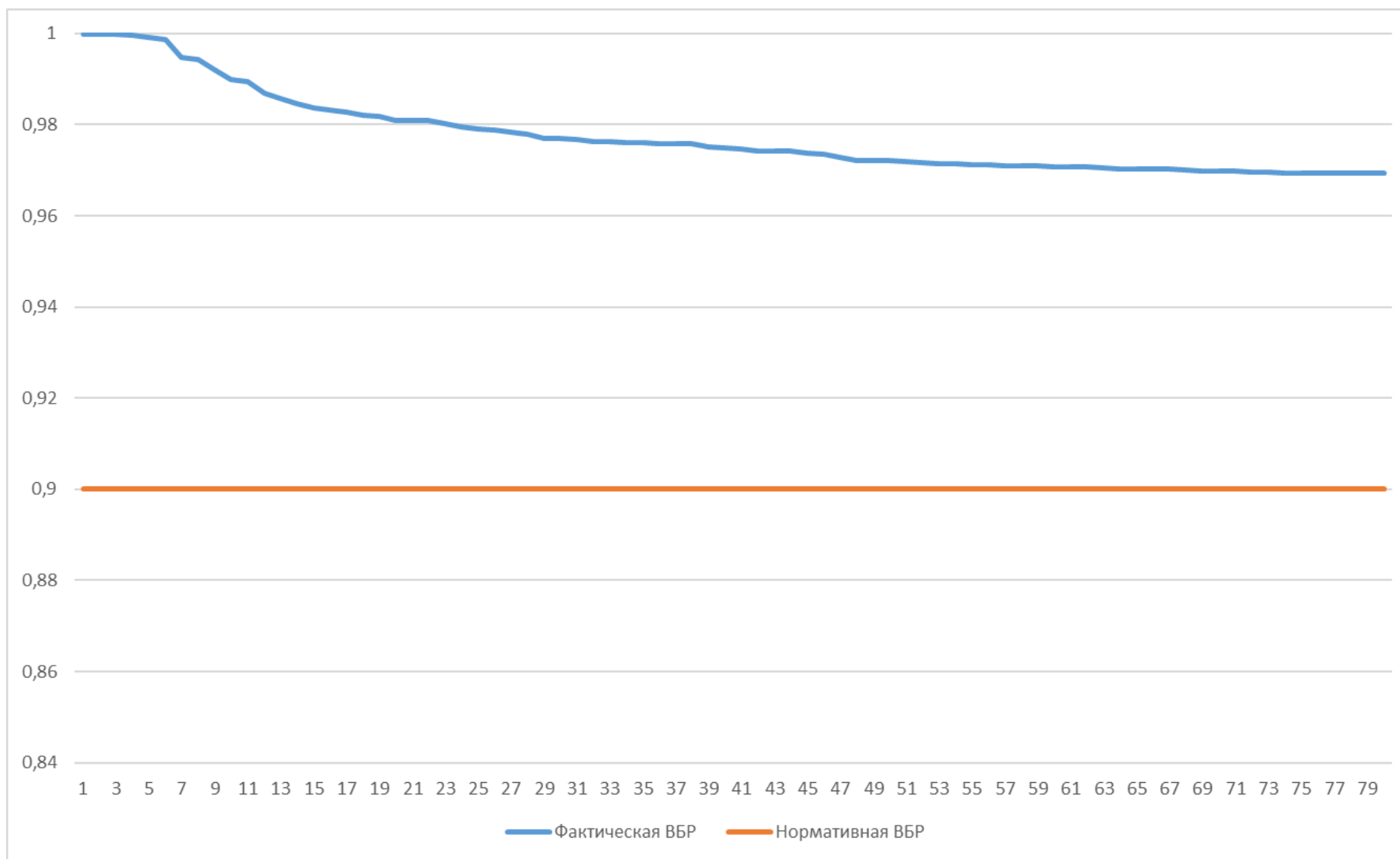


Рисунок 3-14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения

3.8 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Угловая» до Детского сада №64

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-15.

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

Для Наглядности на рисунке 3-16 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

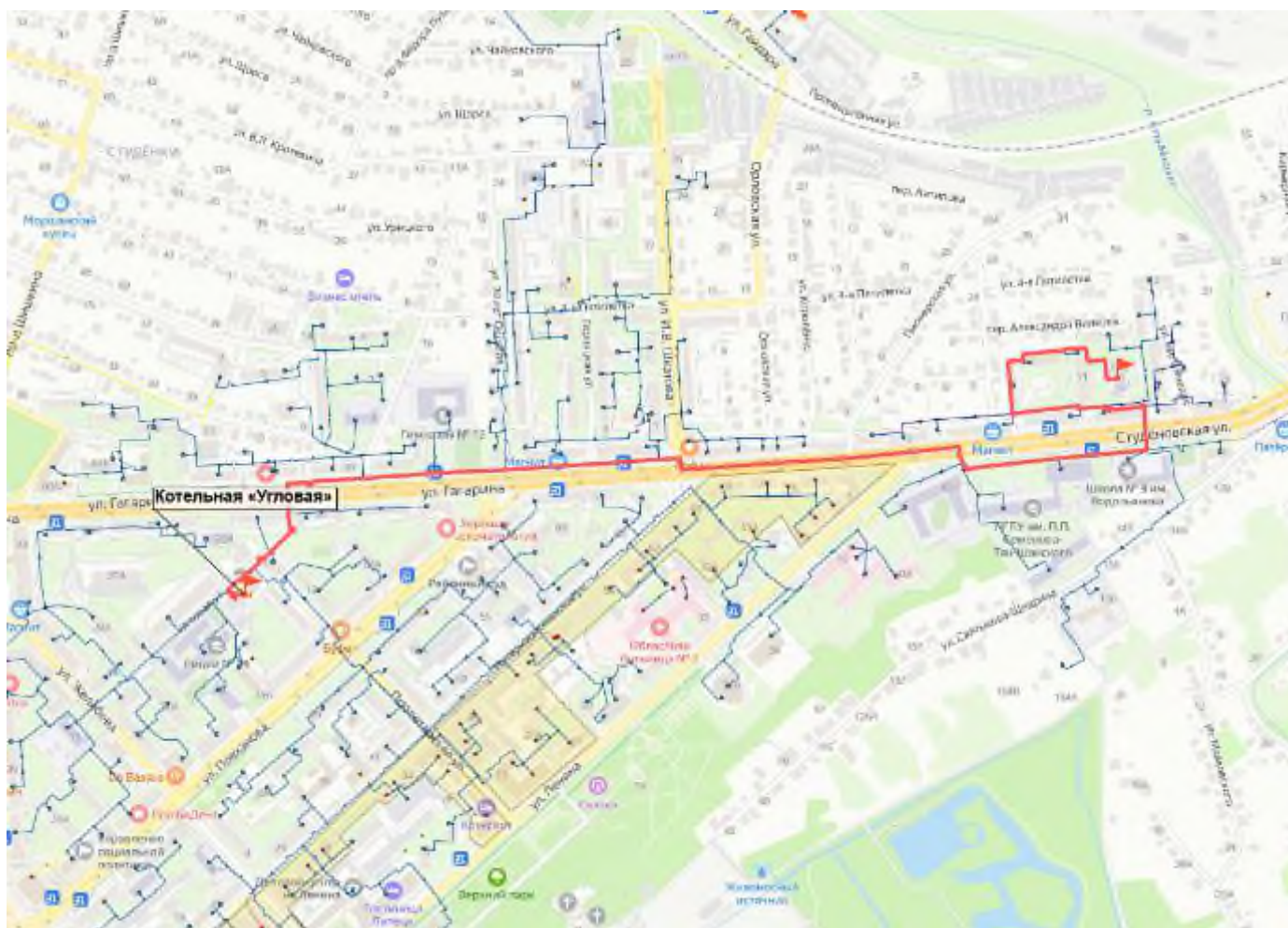


Рисунок 3-15 – Путь движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64

Таблица 3-9 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Угловая» до Детского сада №64

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная «Угловая» - Дет.сад № 64												
1	Котельная «Угловая»	ТК 8	0,515	13	до 1990	2	39	0,00000020	30,3	0,000045	0,000045	0,999955
2	ТК 8	3/А	0,406	2	до 1990	2	39	0,00000000	23,5	0,000006	0,000051	0,999949
3	3/А	ТК 8-0	0,515	57	до 1990	2	39	0,00000060	30,2	0,000194	0,000245	0,999755
4	ТК 8-0	ТК 8-1	0,406	45	до 1990	2	39	0,00000050	23,5	0,000118	0,000363	0,999637
5	ТК 8-1	3/А	0,515	3	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000012	0,000375	0,999625
6	3/А	ТК 8-1-2	0,406	66	с 2004	2	39	0,00000080	23,4	0,000175	0,000550	0,999450
7	ТК 8-1-2	ТК 8-1-2а	0,515	25	с 2004	2	39	0,00000030	29,1	0,000082	0,000632	0,999368
8	ТК 8-1-2а	ТК 8-1-3	0,515	19	с 2004	2	39	0,00000020	29,1	0,000064	0,000696	0,999304
9	ТК 8-1-3	ТК 8-1-4	0,515	107	с 2004	2	39	0,00000120	29,1	0,000353	0,001049	0,998951
10	ТК 8-1-4	ТК 8-1-27	0,515	105	с 2004	2	39	0,00000120	29,1	0,000345	0,001394	0,998606
11	ТК 8-1-27	ТК 8-1-28	0,515	97	с 2004	2	39	0,00000110	29,1	0,000318	0,001712	0,998288
12	ТК 8-1-28	ТК 8-1-57	0,515	130	с 2004	2	39	0,00000150	29,1	0,000429	0,002141	0,997859
13	ТК 8-1-57	3/А	0,515	3	до 1990	2	39	0,00000000	29,1	0,000010	0,002151	0,997849
14	3/А	ТК 8-1-58	0,515	79	с 2004	2	39	0,00000090	27,9	0,000250	0,002401	0,997599
15	ТК 8-1-58	ТК 8-1-76	0,515	41	с 2004	2	39	0,00000050	29,1	0,000133	0,002534	0,997466
16	ТК 8-1-76	ТК 8-1-77	0,515	124	с 2004	2	39	0,00000140	29,1	0,000406	0,002940	0,997060
17	ТК 8-1-77	ТК 8-1-78	0,515	111	с 2004	2	39	0,00000130	29,1	0,000365	0,003305	0,996695
18	ТК 8-1-78	ТК 8-1-79	0,515	115	с 2004	2	39	0,00000130	29,1	0,000379	0,003684	0,996316
19	ТК 8-1-79	ТК 8-1-80	0,515	39	с 2004	2	39	0,00000040	29,1	0,000127	0,003811	0,996189
20	ТК 8-1-80	б/н	0,257	32	с 2004	2	39	0,00000040	14,8	0,000054	0,003865	0,996135
21	б/н	ТК 8-1-81	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003871	0,996129
22	ТК 8-1-81	7, 8	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003877	0,996123
23	7, 8	1, 2	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003883	0,996117
24	1, 2	б/н	0,515	5	до 1990	2	39	0,00000010	29,4	0,000017	0,003900	0,996100
25	б/н	ТК 8-1-82	0,515	119	до 1990	2	39	0,00000140	29,5	0,000396	0,004296	0,995704
26	ТК 8-1-82	ТК 8-1-83	0,515	92	до 1990	2	39	0,00000110	29,5	0,000307	0,004603	0,995397
27	ТК 8-1-83	ТК 8-1-84	0,515	31	до 1990	2	39	0,00000030	29,5	0,000102	0,004705	0,995295
28	ТК 8-1-84	3/А	0,15	3	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000003	0,004708	0,995292
29	3/А	ТК 8-1-88	0,15	46	до 1990	2	39	0,00000050	9,1	0,000047	0,004755	0,995245

№ 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
30	ТК 8-1-88	б/н	0,15	12	до 1990	2	39	0,00000010	9,1	0,000013	0,004768	0,995232
31	б/н	З/А	0,15	2	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000002	0,004770	0,995230
32	З/А	З/А	0,15	39	до 1990	2	39	0,00000040	9,1	0,000041	0,004811	0,995189
33	З/А	ЦТП ул. Студеновская, 15	0,15	2	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000002	0,004813	0,995187
34	ЦТП ул. Студеновская, 15	ЦТП ул. Студеновская, 15	0,15	5	до 1990	2	39	0,00000010	9,1	0,000005	0,004818	0,995182
35	ЦТП ул. Студеновская, 15	б/н	0,15	4	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000004	0,004822	0,995178
36	б/н	ТК 8-1-88а-1	0,15	99	до 1990	2	39	0,00000110	9,1	0,000102	0,004924	0,995076
37	ТК 8-1-88а-1	ТК 8-1-88а-2	0,15	31	до 1990	2	39	0,00000040	9,1	0,000032	0,004956	0,995044
38	ТК 8-1-88а-2	б/н	0,1	34	до 1990	2	39	0,00000040	6,6	0,000025	0,004981	0,995019
39	б/н	б/н	0,1	44	до 1990	2	39	0,00000050	6,6	0,000033	0,005014	0,994986
40	б/н	ТК 8-1-88а-4	0,1	13	до 1990	2	10	0,00000010	6,6	0,000010	0,005024	0,994976
41	ТК 8-1-88а-4	ТК 8-1-88а-5	0,15	67	до 1990	2	39	0,00000080	9,1	0,000069	0,005093	0,994907
42	ТК 8-1-88а-5	ТК 8-1-88а-6	0,069	71	до 1990	2	39	0,00000080	5,3	0,000043	0,005136	0,994864
43	ТК 8-1-88а-6	Дет.сад № 64	0,069	42	до 1990	2	39	0,00000050	5,3	0,000025	0,005161	0,994839

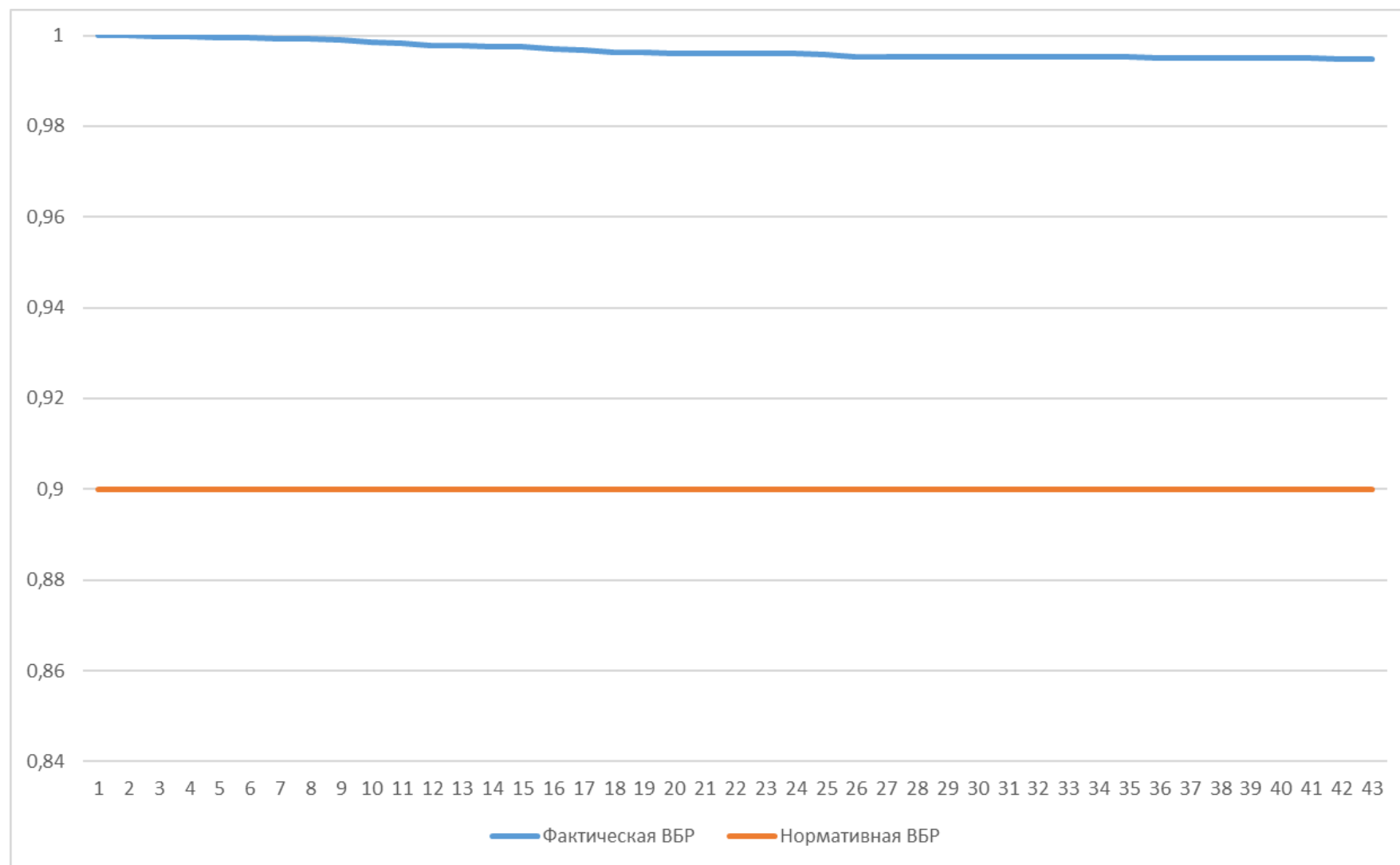


Рисунок 3-16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64

3.9 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-17.

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

Для Наглядности на рисунке 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 выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

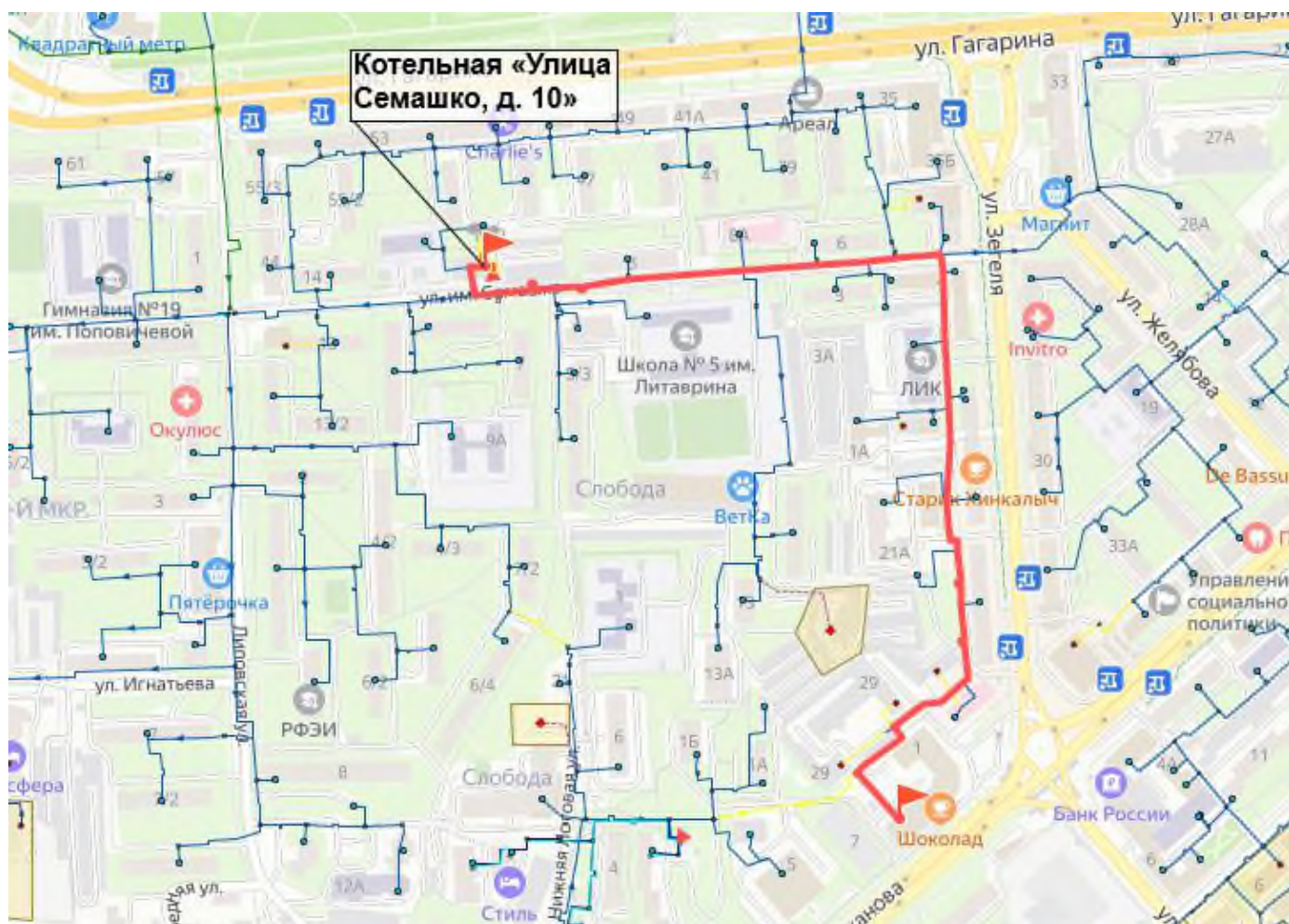


Рисунок 3-17 – Путь движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

Таблица 3-10 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная «Улица Семашко, д. 10» - Дом радио												
1	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	б/н	0,309	7	до 1990	2	39	0,00000010	17,5	0,000013	0,000013	0,999987
2	б/н	ТК 9-1	0,309	13	с 1999 по 2003	2	16	0,00000020	17,5	0,000026	0,000039	0,999961
3	ТК 9-1	т. 9-1а	0,309	7	с 1999 по 2003	2	16	0,00000010	17,5	0,000013	0,000052	0,999948
4	т. 9-1а	т. 9-5а	0,408	73	с 2004	2	16	0,00000080	23,5	0,000193	0,000245	0,999755
5	т. 9-5а	т. 9-6а	0,309	68	с 2004	2	16	0,00000080	17,3	0,000133	0,000378	0,999622
6	т. 9-6а	ТК 9-8	0,309	92	с 2004	2	16	0,00000110	17,3	0,000181	0,000559	0,999441
7	ТК 9-8	б/н	0,309	59	с 1999 по 2003	2	39	0,00000070	17,3	0,000116	0,000675	0,999325
8	б/н	б/н	0,309	46	с 1999 по 2003	2	39	0,00000050	17,3	0,000090	0,000765	0,999235
9	б/н	б/н	0,309	23	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	17,3	0,000045	0,000810	0,999190
10	б/н	ТК 9-12	0,309	33	с 1999 по 2003	2	39	0,00000040	17,3	0,000065	0,000875	0,999125
11	ТК 9-12	3/А	0,205	2	с 1999 по 2003	2	17	0,00000000	11,6	0,000003	0,000878	0,999122
12	3/А	ТК 9-12-1	0,205	12	с 1999 по 2003	2	39	0,00000010	11,6	0,000016	0,000894	0,999106
13	ТК 9-12-1	ТК 9-12-2	0,205	57	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000074	0,000968	0,999032
14	ТК 9-12-2	ТК 9-12-3	0,205	45	с 1999 по 2003	2	39	0,00000050	11,6	0,000060	0,001028	0,998972
15	ТК 9-12-3	ТК 9-12-4	0,205	50	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000066	0,001094	0,998906
16	ТК 9-12-4	ТК 9-12-5	0,205	20	с 1999 по 2003	2	39	0,00000020	11,6	0,000026	0,001120	0,998880

№ участ ка 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
17	ТК 9-12-5	ТК 9-12-5а	0,205	26	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	11,6	0,000034	0,001154	0,998846
18	ТК 9-12-5а	ТК 9-12-6	0,205	49	с 1999 по 2003	2	10	0,00000060	11,6	0,000064	0,001218	0,998782
19	ТК 9-12-6	ТК 9-12-7	0,205	74	с 1999 по 2003	2	39	0,00000080	11,6	0,000097	0,001315	0,998685
20	ТК 9-12-7	ТК 9-12-8	0,205	22	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	11,6	0,000029	0,001344	0,998656
21	ТК 9-12-8	ТК 9-12-9	0,205	54	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000071	0,001415	0,998585
22	ТК 9-12-9	б/н	0,205	1	до 1990	2	39	0,00000000	11,6	0,000002	0,001417	0,998583
23	б/н	ТК 9-12-10	0,205	52	до 1990	2	39	0,00000060	11,6	0,000068	0,001485	0,998515
24	ТК 9-12-10	3/А	0,1	1	до 1990	2	39	0,00000000	6,7	0,000001	0,001486	0,998514
25	3/А	Дом радио	0,1	54	до 1990	2	39	0,00000060	6,7	0,000041	0,001527	0,998473

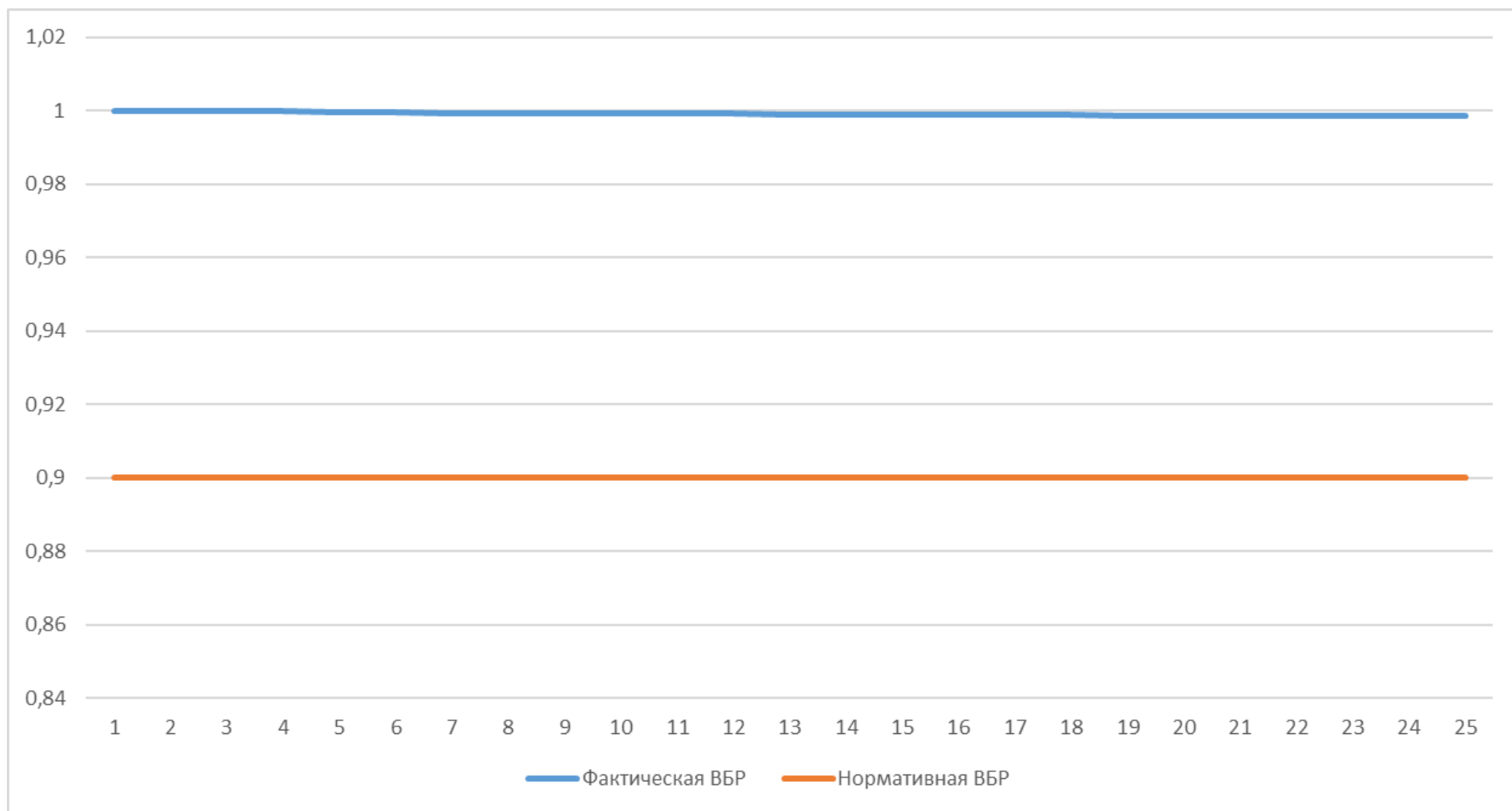


Рисунок 3-18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

3.10 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Центролит до узла ввода отопления

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-19.

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

Для Наглядности на рисунке 3-20 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.



Рисунок 3-19 – Путь движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления

Таблица 3-11 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Центролит до узла ввода отопления

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная Центролит - уз. ввода отопления												
1	Котельная Центролит	б/н	0,515	25	до 1990	1	36	0,00000030	30,2	0,000084	0,000084	0,999916
2	б/н	тк-97	0,515	16	до 1990	2	35	0,00000020	30,2	0,000054	0,000138	0,999862
3	тк-97	3/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	30,2	0,000007	0,000145	0,999855
4	3/А	б/н	0,515	80	до 1990	1	35	0,00000090	29,5	0,000268	0,000413	0,999587
5	б/н	ТК 96	0,515	246	до 1990	1	35	0,00000280	29,5	0,000826	0,001239	0,998761
6	ТК 96	3/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000005	0,001244	0,998756
7	3/А	3/А1	0,515	188	до 1990	1	36	0,00000210	27,9	0,000595	0,001839	0,998161
8	3/А1	б/н	0,515	509	до 1990	1	36	0,00000580	27,9	0,001614	0,003453	0,996547
9	б/н	б/н	0,515	56	до 1990	2	36	0,00000060	27,9	0,000179	0,003632	0,996368
10	б/н	б/н	0,515	715	до 1990	1	36	0,00000810	27,9	0,002265	0,005897	0,994103
11	б/н	б/н	0,515	32	до 1990	2	36	0,00000040	27,9	0,000102	0,005999	0,994001
12	б/н	1	0,515	1077	до 1990	1	36	0,00001230	27,9	0,003414	0,009413	0,990587
13	1	б/н	0,515	28	до 1990	2	36	0,00000030	27,9	0,000090	0,009503	0,990497
14	б/н	ВУ 1	0,515	16	до 1990	1	36	0,00000020	27,9	0,000051	0,009554	0,990446
15	ВУ 1	ТК 1а	0,515	259	до 1990	1	36	0,00000300	27,9	0,000822	0,010376	0,989624
16	ТК 1а	ТК 3а	0,515	39	с 2004	2	36	0,00000040	27,9	0,000124	0,010500	0,989500
17	ТК 3а	б/н	0,515	41	до 1990	1	36	0,00000050	27,9	0,000130	0,010630	0,989370
18	б/н	3/А	0,515	0	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000002	0,010632	0,989368
19	3/А	ТК 3	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000007	0,010639	0,989361
20	ТК 3	3/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	30,1	0,000007	0,010646	0,989354
21	3/А	ТК 4	0,515	26	до 1990	2	36	0,00000030	30,1	0,000088	0,010734	0,989266
22	ТК 4	3/А	0,257	1	до 1990	2	36	0,00000000	14,8	0,000001	0,010735	0,989265
23	3/А	ТК 76	0,205	57	до 1990	2	36	0,00000060	11,3	0,000073	0,010808	0,989192
24	ТК 76	ТК 77	0,205	103	до 1990	2	36	0,00000120	11,3	0,000131	0,010939	0,989061
25	ТК 77	ТК 78	0,309	81	до 1990	2	36	0,00000090	14,6	0,000135	0,011074	0,988926
26	ТК 78	ТК 79	0,309	31	до 1990	2	36	0,00000040	14,6	0,000052	0,011126	0,988874
27	ТК 79	ТК 80	0,309	86	до 1990	2	36	0,00000100	14,6	0,000142	0,011268	0,988732
28	ТК 80	3/А	0,309	2	до 1990	2	36	0,00000000	14,4	0,000003	0,011271	0,988729

№ 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
29	З/А	ТК 81	0,309	23	до 1990	2	36	0,00000030	14,6	0,000038	0,011309	0,988691
30	ТК 81	ТК 75	0,309	155	до 1990	2	36	0,00000180	14,6	0,000258	0,011567	0,988433
31	ТК 75	З/А	0,205	2	до 1990	2	36	0,00000000	10,2	0,000002	0,011569	0,988431
32	З/А	ТК 75а	0,205	140	до 1990	2	36	0,00000160	10,2	0,000163	0,011732	0,988268
33	ТК 75а	б/н	0,205	82	до 1990	2	36	0,00000090	10,2	0,000096	0,011828	0,988172
34	б/н	б/н	0,205	48	до 1990	2	36	0,00000060	10,2	0,000056	0,011884	0,988116
35	б/н	б/н	0,205	67	до 1990	2	36	0,00000080	10,2	0,000078	0,011962	0,988038
36	б/н	ТК 73	0,205	133	до 1990	2	36	0,00000150	10,2	0,000154	0,012116	0,987884
37	ТК 73	б/н	0,205	250	до 1990	2	36	0,00000290	11,8	0,000335	0,012451	0,987549
38	б/н	З/А	0,205	2	до 1990	2	36	0,00000000	11,8	0,000003	0,012454	0,987546
39	З/А	ЦТП ул. Металлистов	0,205	13	до 1990	2	36	0,00000010	12,0	0,000018	0,012472	0,987528
40	ЦТП ул. Металлистов	ЦТП Металлистов, 15	0,205	5	до 1990	2	36	0,00000010	12,0	0,000007	0,012479	0,987521
41	ЦТП Металлистов, 15	З/А	0,205	3	до 1990	2	36	0,00000000	12,0	0,000004	0,012483	0,987517
42	З/А	б/н	0,205	6	до 1990	2	36	0,00000010	11,3	0,000007	0,012490	0,987510
43	б/н	ТК 1А	0,205	194	до 1990	2	36	0,00000220	11,3	0,000251	0,012741	0,987259
44	ТК 1А	б/н	0,205	445	до 1990	2	36	0,00000510	11,3	0,000574	0,013315	0,986685
45	б/н	б/н	0,205	41	до 1990	2	36	0,00000050	11,3	0,000053	0,013368	0,986632
46	б/н	б/н	0,205	108	до 1990	2	36	0,00000120	11,3	0,000140	0,013508	0,986492
47	б/н	З/А	0,15	2	до 1990	2	36	0,00000000	9,2	0,000002	0,013510	0,986490
48	З/А	ТК 2-1	0,205	38	до 1990	2	36	0,00000040	11,9	0,000052	0,013562	0,986438
49	ТК 2-1	ТК 2	0,205	36	до 1990	2	36	0,00000040	11,9	0,000048	0,013610	0,986390
50	ТК 2	ТК 1	0,15	85	до 1990	2	36	0,00000100	9,1	0,000088	0,013698	0,986302
51	ТК 1	б/н	0,257	30	до 1990	2	36	0,00000030	14,8	0,000050	0,013748	0,986252
52	б/н	б/н	0,15	200	до 1990	2	36	0,00000230	8,9	0,000203	0,013951	0,986049
53	б/н	ТК 1	0,15	152	с 2004	1	36	0,00000170	8,9	0,000154	0,014105	0,985895
54	ТК 1	б/н	0,15	26	с 2004	1	36	0,00000030	8,9	0,000026	0,014131	0,985869
55	б/н	З/А	0,15	49	с 2004	1	36	0,00000060	8,9	0,000049	0,014180	0,985820

№ участ ка 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
56	З/А	ТК 1	0,205	2	с 2004	1	36	0,00000000	12,0	0,000002	0,014182	0,985818
57	ТК 1	З/А	0,082	2	с 2004	1	36	0,00000000	5,9	0,000001	0,014183	0,985817
58	З/А	ТК 3а	0,082	30	с 2004	1	36	0,00000030	5,9	0,000020	0,014203	0,985797
59	ТК 3а	уз. ввода отопления	0,082	23	с 2004	1	36	0,00000030	5,9	0,000015	0,014218	0,985782

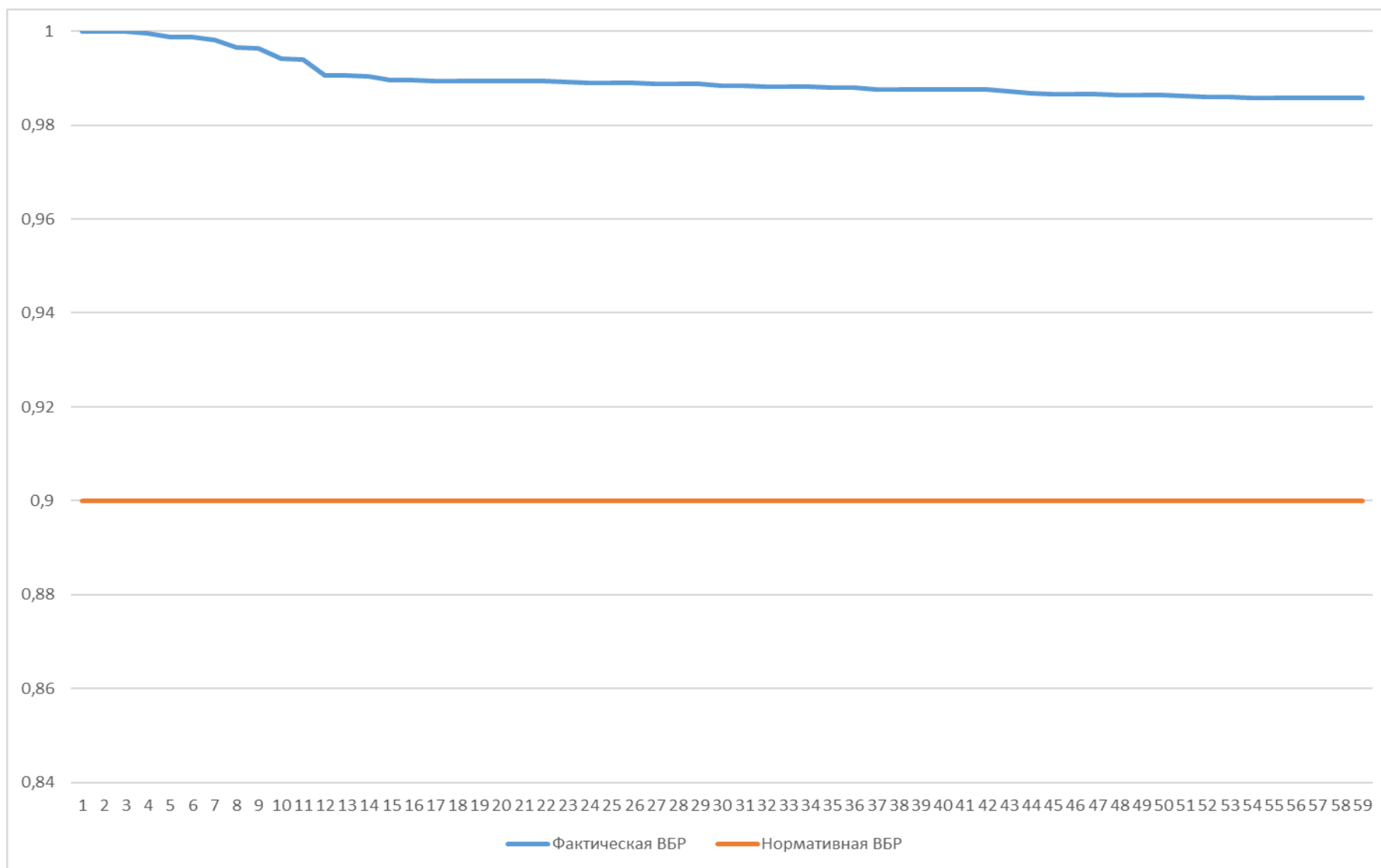


Рисунок 3-20 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления

3.11 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Электроаппарат до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-21.

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

Для Наглядности на рисунке 3-22 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.



Рисунок 3-21 – Путь движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома

Таблица 3-12 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Электроаппарат до жилого дома

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная Электроаппарат до жилого дома												
1	Котельная Электроаппарат	Электроаппарат	0,309	31	до 1990	2	43	0,00000040	17,7	0,000063	0,000063	0,999937
2	Электроаппарат	б/н	0,257	21	до 1990	2	43	0,00000020	14,4	0,000035	0,000098	0,999902
3	б/н	ТК 14-28	0,257	341	до 1990	2	34	0,00000390	14,4	0,000562	0,000660	0,999340
4	ТК 14-28	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,9	0,000003	0,000663	0,999337
5	З/А	б/н	0,205	37	до 1990	2	34	0,00000040	11,9	0,000050	0,000713	0,999287
6	б/н	ТК 14-27	0,205	25	до 1990	2	34	0,00000030	11,9	0,000034	0,000747	0,999253
7	ТК 14-27	ТК 14-26	0,205	57	до 1990	2	34	0,00000060	11,9	0,000077	0,000824	0,999176
8	ТК 14-26	ТК 14	0,205	20	до 1990	2	34	0,00000020	11,9	0,000028	0,000852	0,999148
9	ТК 14	З/А	0,205	1	до 1990	2	43	0,00000000	11,6	0,000002	0,000854	0,999146
10	З/А	ТК 14-1	0,205	12	до 1990	2	34	0,00000010	11,6	0,000016	0,000870	0,999130
11	ТК 14-1	ТК 14-2	0,205	17	до 1990	2	34	0,00000020	11,7	0,000023	0,000893	0,999107
12	ТК 14-2	ТК 14-3	0,205	47	до 1990	2	34	0,00000050	11,7	0,000063	0,000956	0,999044
13	ТК 14-3	ТК 14-4	0,205	40	до 1990	2	34	0,00000050	11,7	0,000054	0,001010	0,998990
14	ТК 14-4	ТК 14-5	0,205	27	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000035	0,001045	0,998955
15	ТК 14-5	ТК 14-6	0,205	7	до 1990	2	34	0,00000010	11,7	0,000010	0,001055	0,998945
16	ТК 14-6	ТК 14-7	0,205	92	до 1990	2	34	0,00000110	11,7	0,000123	0,001178	0,998822
17	ТК 14-7	ТК 14-8	0,205	28	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000037	0,001215	0,998785
18	ТК 14-8	б/н	0,205	26	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000035	0,001250	0,998750
19	б/н	ТК 14-11	0,205	37	до 1990	2	34	0,00000040	11,7	0,000049	0,001299	0,998701
20	ТК 14-11	З/А	0,205	1	до 1990	2	43	0,00000000	11,5	0,000002	0,001301	0,998699
21	З/А	ТК 14-10	0,205	12	до 1990	2	43	0,00000010	11,8	0,000016	0,001317	0,998683
22	ТК 14-10	ТК 14-12	0,205	119	до 1990	2	34	0,00000140	11,8	0,000160	0,001477	0,998523
23	ТК 14-12	ТК 14-13	0,205	40	до 1990	2	34	0,00000050	11,8	0,000054	0,001531	0,998469
24	ТК 14-13	ТК 14-18	0,205	60	до 1990	2	34	0,00000070	11,8	0,000081	0,001612	0,998388
25	ТК 14-18	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,8	0,000002	0,001614	0,998386
26	З/А	ТК 14-20	0,205	13	до 1990	2	34	0,00000010	12,0	0,000018	0,001632	0,998368
27	ТК 14-20	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,9	0,000003	0,001635	0,998365

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечна я камера участка	Диаметр трубопров ода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год проклад ки трубопр овода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительнос ть эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивн ость) отказа участка, 1/час	Среднее время восстанов ления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжени я накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	З/А	ТК 14-20-1	0,205	28	до 1990	2	34	0,00000030	11,9	0,000038	0,001673	0,998327
29	ТК 14-20-1	ТК 14-21	0,205	62	до 1990	2	34	0,00000070	11,9	0,000084	0,001757	0,998243
30	ТК 14-21	ТК 14-22	0,205	35	до 1990	2	34	0,00000040	11,9	0,000047	0,001804	0,998196
31	ТК 14-22	З/А	0,15	2	до 1990	2	43	0,00000000	9,1	0,000002	0,001806	0,998194
32	З/А	ТК 14-23	0,15	46	до 1990	2	34	0,00000050	9,1	0,000047	0,001853	0,998147
33	ТК 14-23	ТК 14-24	0,15	75	до 1990	2	34	0,00000080	9,1	0,000077	0,001930	0,998070
34	ТК 14-24	З/А	0,15	2	до 1990	2	43	0,00000000	9,1	0,000002	0,001932	0,998068
35	З/А	ТК 14-25	0,15	45	до 1990	2	43	0,00000050	9,1	0,000047	0,001979	0,998021
36	ТК 14-25	З/А	0,082	2	до 1990	2	43	0,00000000	5,9	0,000001	0,001980	0,998020
37	З/А	Жил. дом	0,082	125	до 1990	2	43	0,00000140	5,9	0,000084	0,002064	0,997936

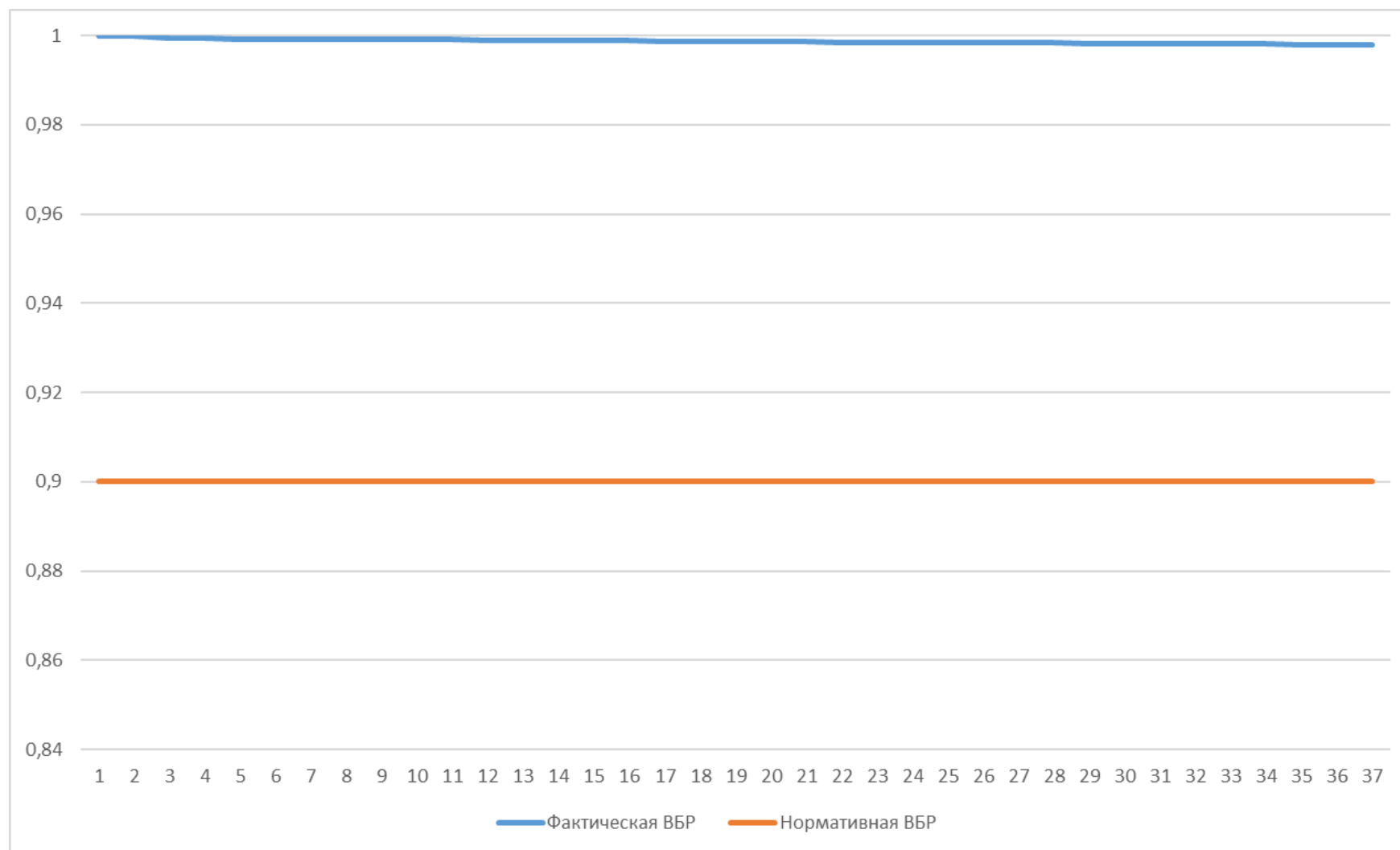


Рисунок 3-22 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома

3.12 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной 108 квартал до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-23.

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

Для Наглядности на рисунке 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 выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

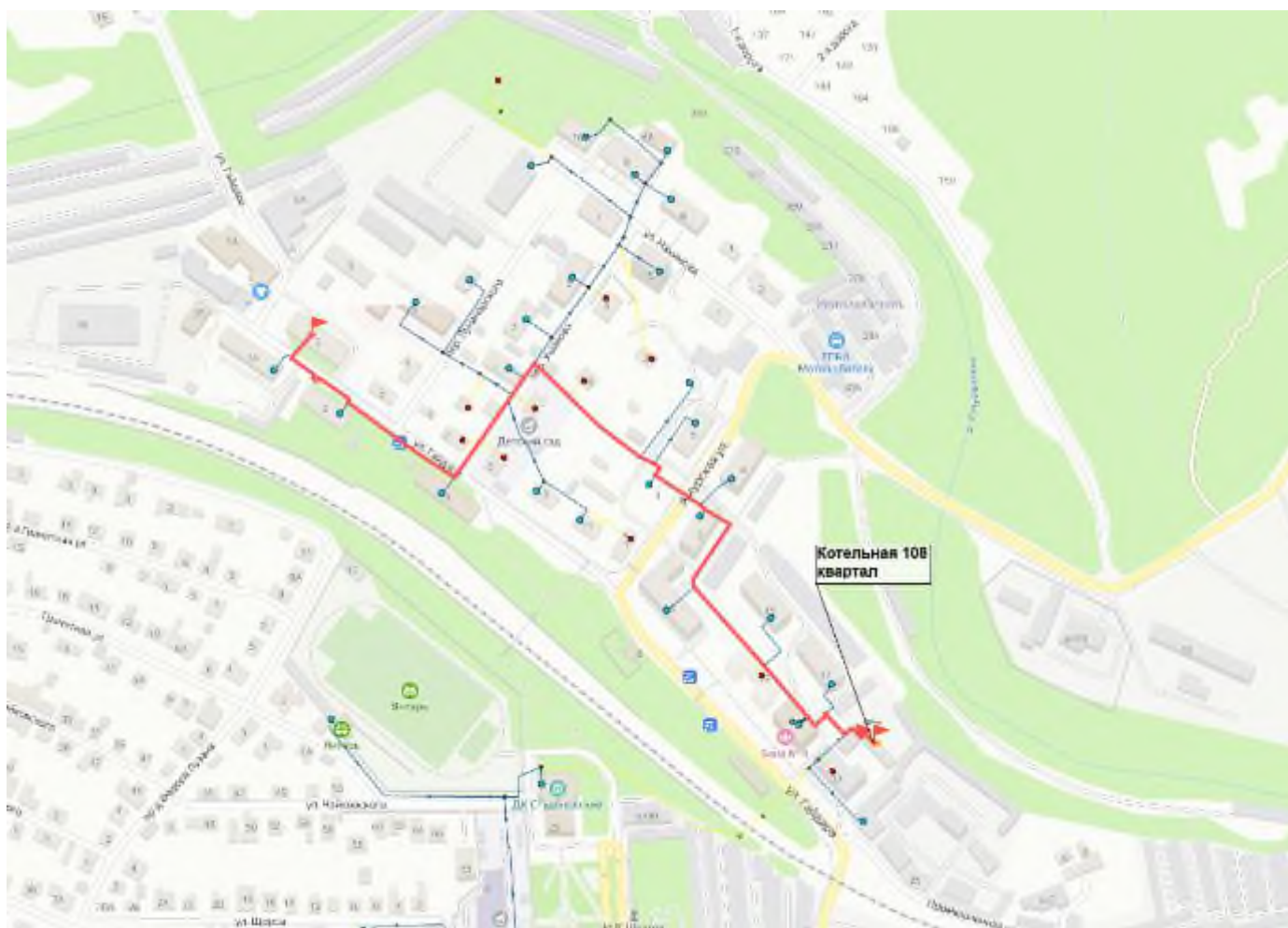


Рисунок 3-23 – Путь движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома

Таблица 3-13 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной 108 квартал до жилого дома

№ 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
Путь движения теплоносителя: Котельная 108 квартал - жил. дом												
1	Котельная 108 квартал	ГВС 108 Квартал	0,205	11	до 1990	2	57	0,00000010	12,0	0,000016	0,000016	0,999984
2	ГВС 108 Квартал	3/А	0,205	7	до 1990	2	57	0,00000010	12,0	0,000009	0,000025	0,999975
3	3/А	ТК 15-1	0,205	12	до 1990	2	57	0,00000010	12,0	0,000017	0,000042	0,999958
4	ТК 15-1	3/А	0,205	2	до 1990	2	57	0,00000000	12,0	0,000002	0,000044	0,999956
5	3/А	ТК 15-6	0,205	20	до 1990	2	57	0,00000020	12,0	0,000027	0,000071	0,999929
6	ТК 15-6	ТК 15-7	0,205	21	до 1990	2	57	0,00000020	12,0	0,000029	0,000100	0,999900
7	ТК 15-7	ТК 15-8	0,2	51	до 1990	2	57	0,00000060	11,6	0,000068	0,000168	0,999832
8	ТК 15-8	ТК 15-9	0,2	79	до 1990	2	57	0,00000090	11,6	0,000105	0,000273	0,999727
9	ТК 15-9	ТК 15-10	0,15	78	до 1990	2	57	0,00000090	9,0	0,000080	0,000353	0,999647
10	ТК 15-10	ТК 15-11	0,15	5	до 1990	2	57	0,00000010	9,0	0,000005	0,000358	0,999642
11	ТК 15-11	ТК 15-13	0,15	41	до 1990	2	57	0,00000050	9,0	0,000042	0,000400	0,999600
12	ТК 15-13	ТК 15-14	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9,0	0,000013	0,000413	0,999587
13	ТК 15-14	ТК 15-15	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9,0	0,000012	0,000425	0,999575
14	ТК 15-15	ТК 15-16	0,15	76	до 1990	2	57	0,00000090	9,0	0,000078	0,000503	0,999497
15	ТК 15-16	3/А	0,15	30	до 1990	2	57	0,00000030	8,9	0,000030	0,000533	0,999467
16	3/А	ТК 15-17	0,15	1	до 1990	2	57	0,00000000	8,9	0,000001	0,000534	0,999466
17	ТК 15-17	3/А	0,15	2	до 1990	2	57	0,00000000	9,0	0,000002	0,000536	0,999464
18	3/А	ТК 15-29	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9,1	0,000013	0,000549	0,999451
19	ТК 15-29	ТК 15-30	0,15	15	до 1990	2	57	0,00000020	9,1	0,000015	0,000564	0,999436
20	ТК 15-30	ТК 15-31	0,15	6	до 1990	2	57	0,00000010	9,1	0,000006	0,000570	0,999430
21	ТК 15-31	ТК 15-32	0,15	37	до 1990	2	57	0,00000040	9,1	0,000039	0,000609	0,999391
22	ТК 15-32	ТК 15-33	0,15	33	до 1990	2	57	0,00000040	9,1	0,000034	0,000643	0,999357
23	ТК 15-33	3/А	0,15	2	до 1990	2	57	0,00000000	9,1	0,000002	0,000645	0,999355
24	3/А	ТК 15-36	0,15	97	до 1990	2	57	0,00000110	9,0	0,000099	0,000744	0,999256
25	ТК 15-36	ТК 15-37	0,15	63	до 1990	2	57	0,00000070	9,1	0,000065	0,000809	0,999191
26	ТК 15-37	3/А	0,082	2	до 1990	2	57	0,00000000	5,9	0,000001	0,000810	0,999190
27	3/А	жил. дом	0,082	21	до 1990	2	57	0,00000020	5,9	0,000014	0,000824	0,999176

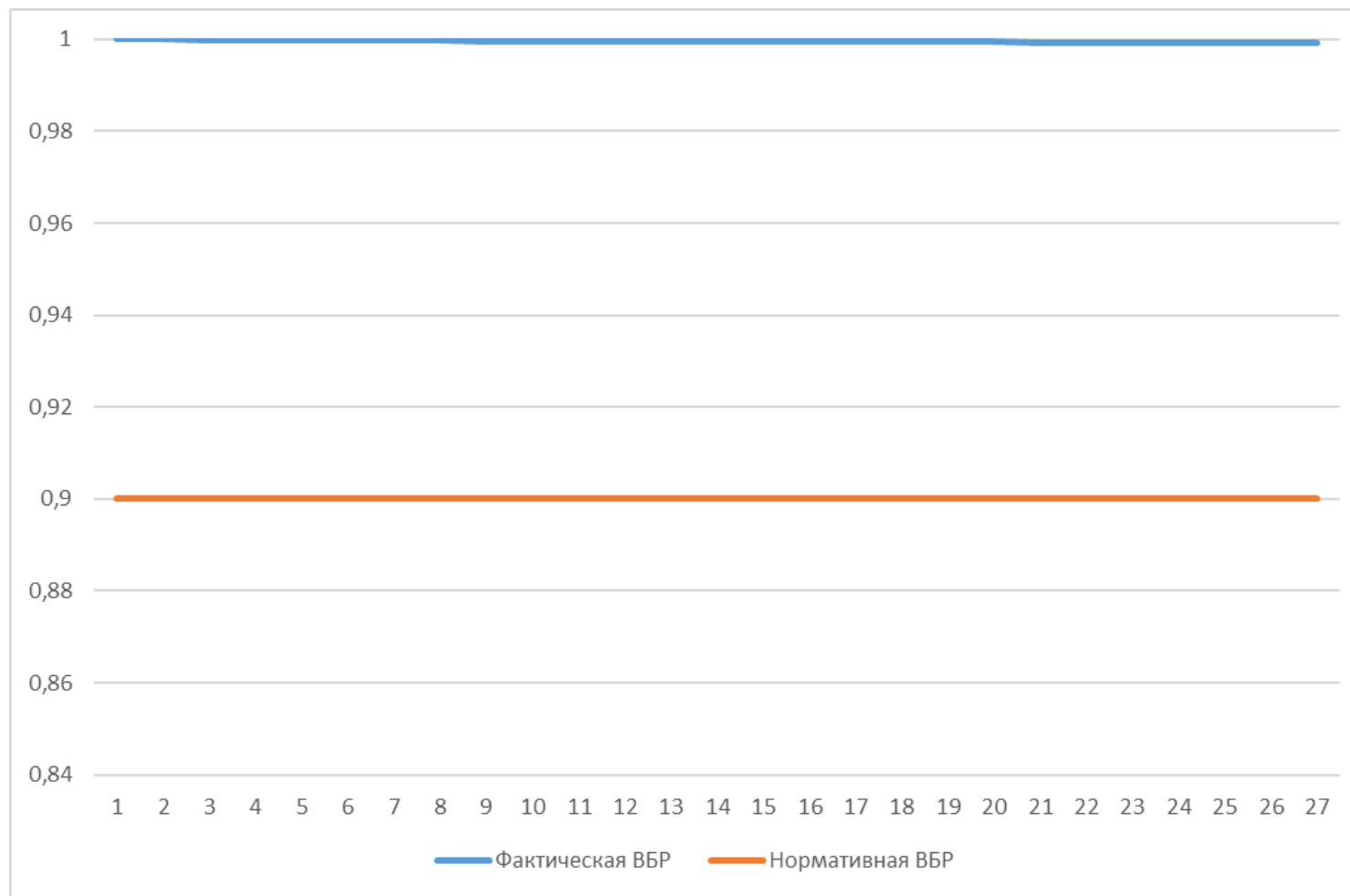


Рисунок 3-24 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома

3.13 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной по ул. Баумана до нежилого помещения

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-25.

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

Для Наглядности на рисунке 3-26 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

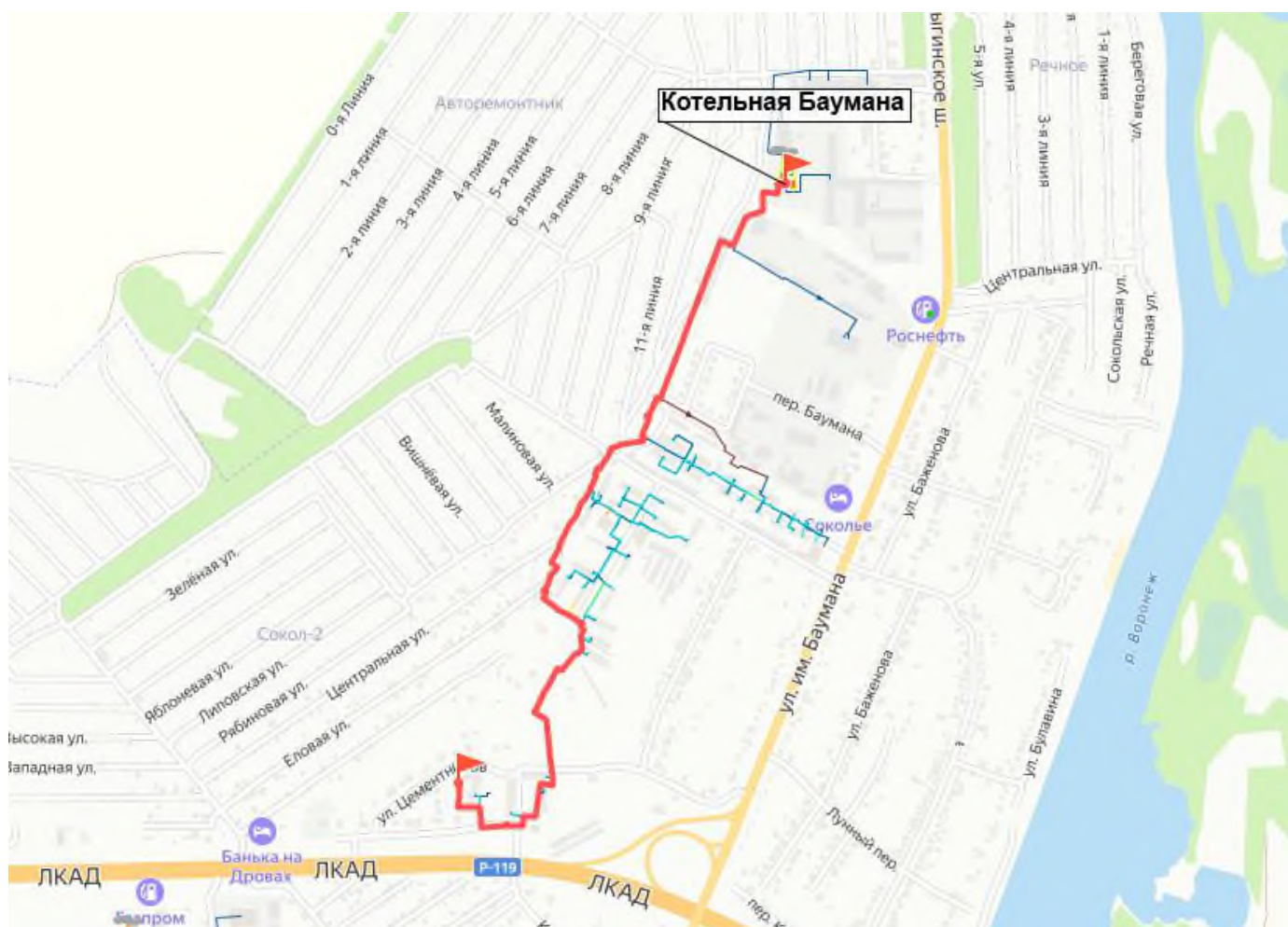


Рисунок 3-25 – Путь движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения

Таблица 3-14 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Баумана до нежилого помещения

№ участ ка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопр овода на участке, м	Длина трубопр овода на участке, км	Год проклад ки трубопр овода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительно сть эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивн ость) отказа участка, 1/час	Среднее время восстано вления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабже ния при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжени я накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Путь движения теплоносителя: Котельная Баумана - нежил. пом.												
1	Котельная Баумана	Баумана	0,257	11	до 1990	2	31	0,00000010	14,2	0,000018	0,000018	0,999982
2	Баумана	б/н	0,257	4	до 1990	2	31	0,00000000	14,2	0,000006	0,000024	0,999976
3	б/н	ТК 33-2	0,257	13	до 1990	1	31	0,00000020	14,2	0,000021	0,000045	0,999955
4	ТК 33-2	ТК 33-3	0,257	155	до 1990	1	31	0,00000180	14,2	0,000250	0,000295	0,999705
5	ТК 33-3	ТК 33-5	0,257	333	до 1990	1	31	0,00000380	14,2	0,000538	0,000833	0,999167
6	ТК 33-5	ТК 33-5	0,257	6	до 1990	1	31	0,00000010	14,2	0,000010	0,000843	0,999157
7	ТК 33-5	ТК 33-7	0,257	92	до 1990	2	30	0,00000100	14,2	0,000149	0,000992	0,999008
8	ТК 33-7	З/А	0,257	2	до 1990	2	31	0,00000000	14,2	0,000002	0,000994	0,999006
9	З/А	ТК 33-8	0,257	71	до 1990	2	31	0,00000080	14,0	0,000114	0,001108	0,998892
10	ТК 33-8	ТК 33-9	0,257	89	до 1990	2	30	0,00000100	14,7	0,000148	0,001256	0,998744
11	ТК 33-9	З/А	0,205	2	до 1990	2	31	0,00000000	12,0	0,000003	0,001259	0,998741
12	З/А	ТК 33-10	0,205	313	до 1990	2	30	0,00000360	11,3	0,000404	0,001663	0,998337
13	ТК 33-10	б/н	0,205	20	до 1990	2	30	0,00000020	11,3	0,000026	0,001689	0,998311
14	б/н	ТК 33-11	0,205	8	до 1990	2	31	0,00000010	11,3	0,000010	0,001699	0,998301
15	ТК 33-11	ТК 33-12	0,205	31	до 1990	2	30	0,00000040	11,3	0,000040	0,001739	0,998261
16	ТК 33-12	ТК 33-14	0,205	28	до 1990	2	30	0,00000030	11,3	0,000036	0,001775	0,998225
17	ТК 33-14	ТК 33-14а	0,205	156	до 1990	2	30	0,00000180	11,3	0,000201	0,001976	0,998024
18	ТК 33-14а	ТК 33-15а	0,205	27	до 1990	2	30	0,00000030	11,3	0,000034	0,002010	0,997990
19	ТК 33-15а	ТК 33-15	0,205	118	до 1990	2	30	0,00000130	11,3	0,000152	0,002162	0,997838
20	ТК 33-15	ТК 33-16	0,205	30	до 1990	2	31	0,00000030	11,3	0,000039	0,002201	0,997799
21	ТК 33-16	ТК 33-17	0,205	89	до 1990	2	31	0,00000100	11,3	0,000114	0,002315	0,997685
22	ТК 33-17	ТК 33-19	0,125	115	до 1990	2	31	0,00000130	7,9	0,000103	0,002418	0,997582
23	ТК 33-19	ТК 33-19	0,125	27	до 1990	2	31	0,00000030	7,9	0,000024	0,002442	0,997558
24	ТК 33-19	б/н	0,069	85	до 1990	2	31	0,00000100	5,4	0,000052	0,002494	0,997506
25	б/н	нежил. пом.	0,069	8	до 1990	2	31	0,00000010	5,4	0,000005	0,002499	0,997501

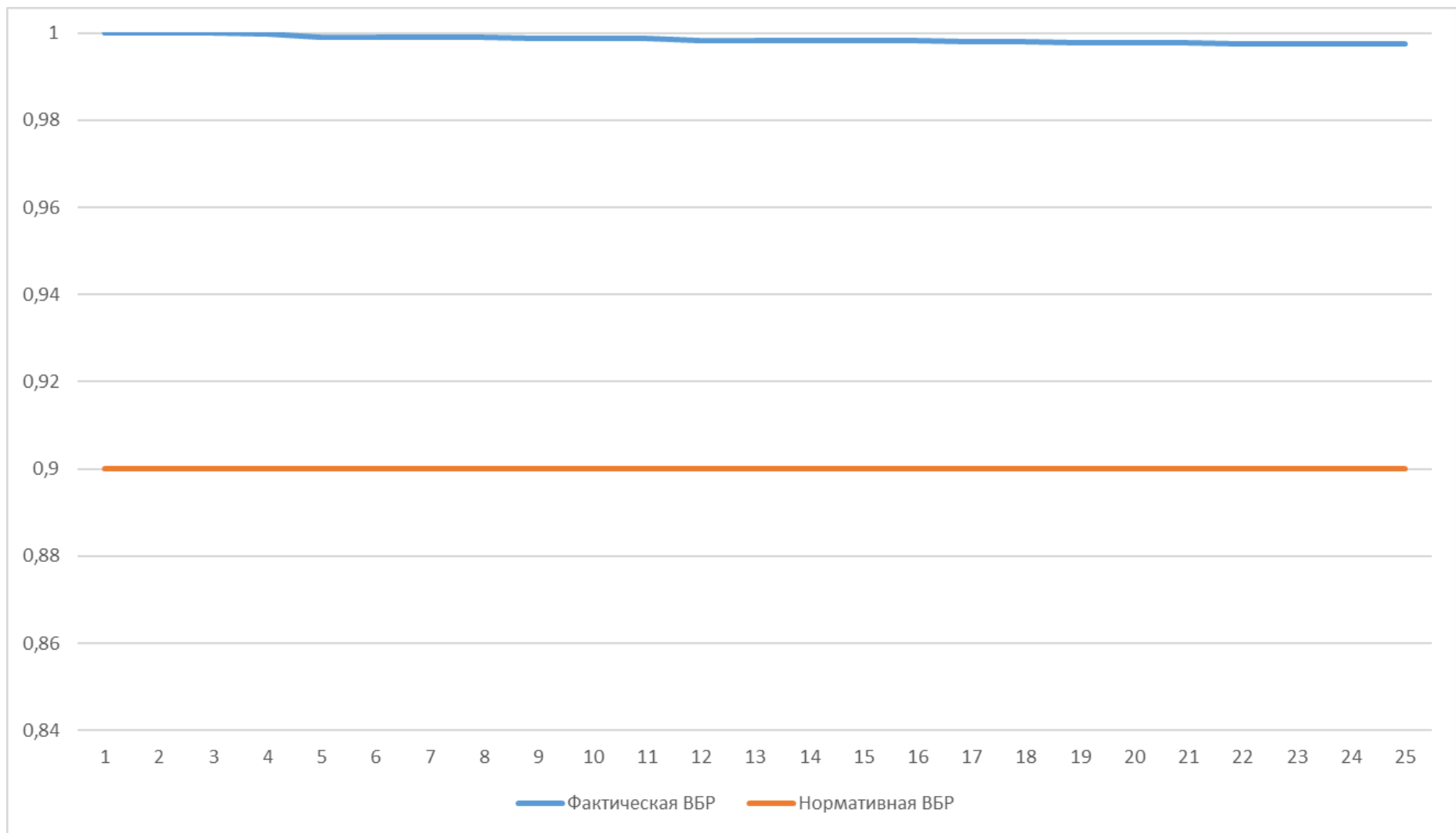


Рисунок 3-26 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения

3.14 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной с. Подгорное до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-27.

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

Для Наглядности на рисунке 3-28 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

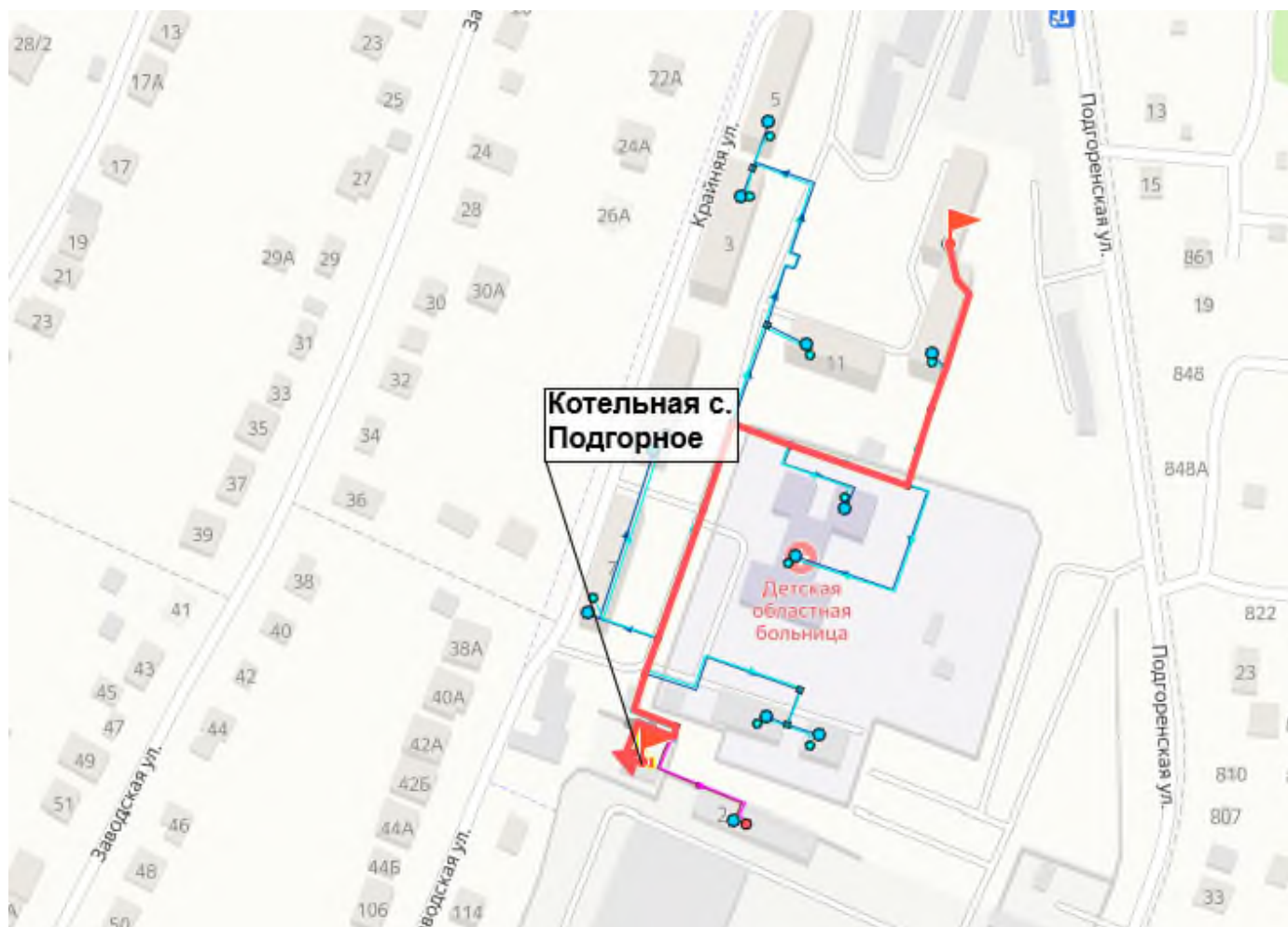


Рисунок 3-27 – Путь движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома

Таблица 3-15 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной с. Подгорное до жилого дома

№ участ ка 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
Путь движения теплоносителя: 15.Котельная с. Подгорное - жилой дом												
1	Котельная с. Подгорное	ГВС Подгорное	0,15	6	до 1990	2	28	0,00000010	8,5	0,000005	0,000005	0,999995
2	ГВС Подгорное	б/н	0,15	35	до 1990	2	23	0,00000040	8,5	0,000034	0,000039	0,999961
3	б/н	б/н	0,15	34	до 1990	2	28	0,00000040	8,5	0,000033	0,000072	0,999928
4	б/н	б/н	0,15	14	до 1990	2	28	0,00000020	8,5	0,000014	0,000086	0,999914
5	б/н	б/н	0,15	55	до 1990	2	28	0,00000060	8,5	0,000053	0,000139	0,999861
6	б/н	б/н	0,15	36	до 1990	2	28	0,00000040	8,5	0,000035	0,000174	0,999826
7	б/н	б/н	0,1	25	до 1990	2	28	0,00000030	6,5	0,000019	0,000193	0,999807
8	б/н	б/н	0,1	49	до 1990	2	28	0,00000060	6,5	0,000037	0,000230	0,999770
9	б/н	б/н	0,1	32	до 1990	2	28	0,00000040	6,5	0,000024	0,000254	0,999746
10	б/н	б/н	0,1	17	до 1990	2	28	0,00000020	6,5	0,000013	0,000267	0,999733
11	б/н	Жил. дом	0,1	53	до 1990	2	28	0,00000060	6,7	0,000041	0,000308	0,999692

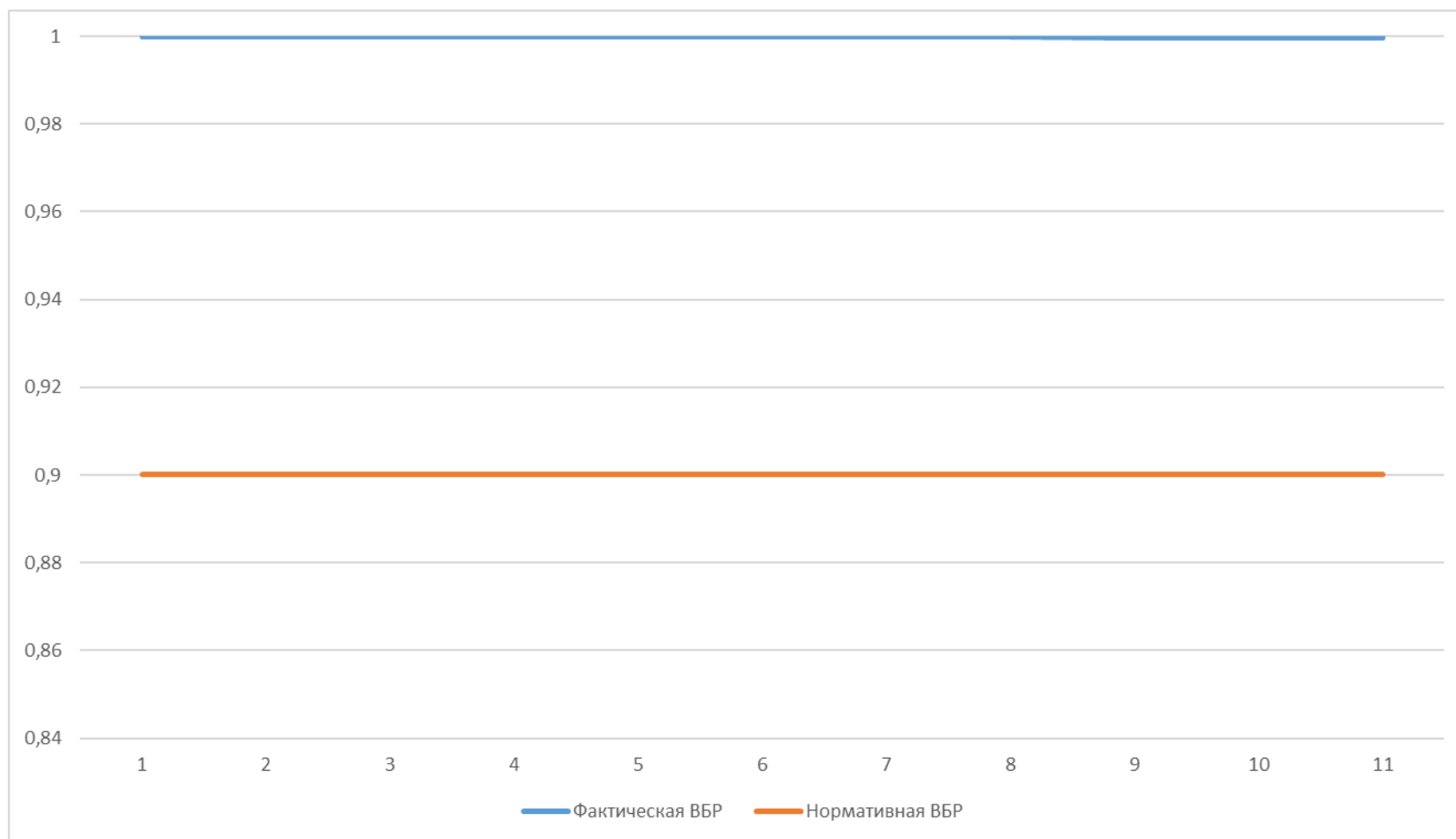


Рисунок 3-28 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома

3.15 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №16 до жилого дома

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-29.

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

Для Наглядности на рисунке 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 данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

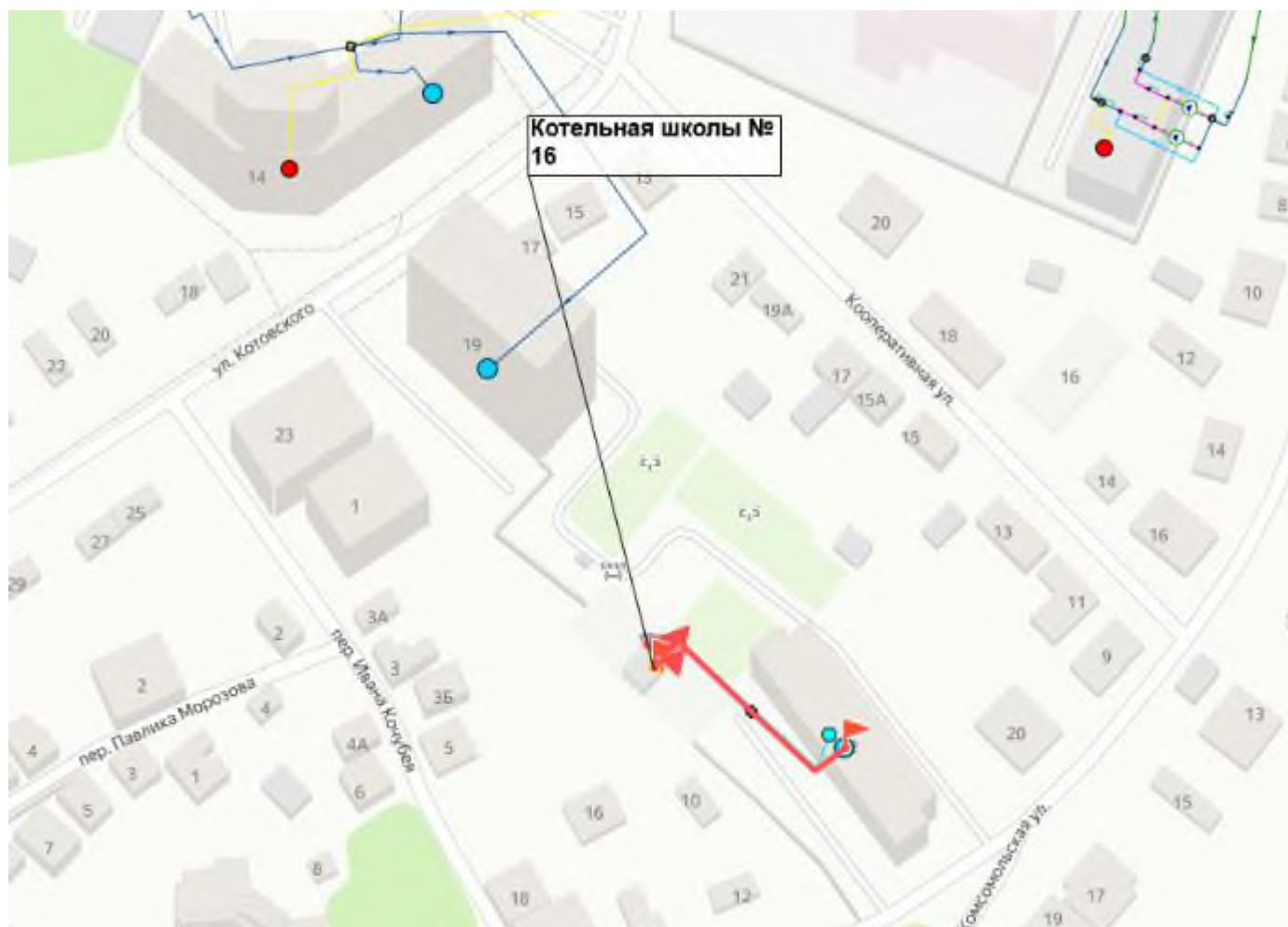


Рисунок 3-29 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома

Таблица 3-16 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №16 до жилого дома

№ 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
Путь движения теплоносителя: 16.Котельная школы № 16 - жил.дом												
1	Котельная школы № 16	ГВС Школа №16	0,1	7	до 1990	2	6	0,00000010	6,7	0,000005	0,000005	0,999995
2	ГВС Школа №16	б/н	0,082	27	с 2004	2	6	0,00000030	5,9	0,000018	0,000023	0,999977
3	б/н	жил.дом	0,082	30	с 2004	2	6	0,00000030	5,9	0,000020	0,000043	0,999957

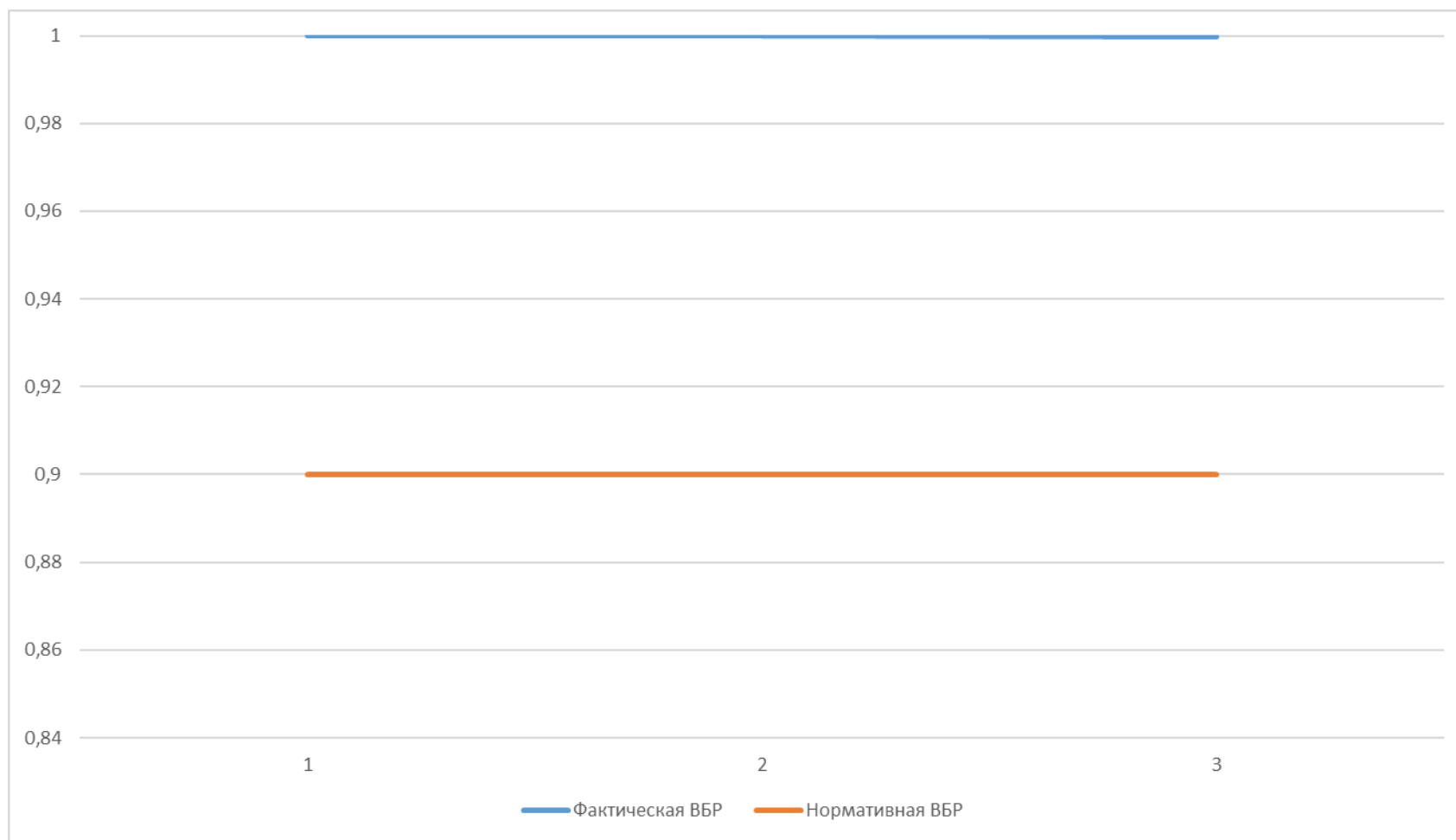


Рисунок 3-30 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома

3.16 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №22 Северный Рудник

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3-31.

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

Для Наглядности на рисунке 3-32 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003.

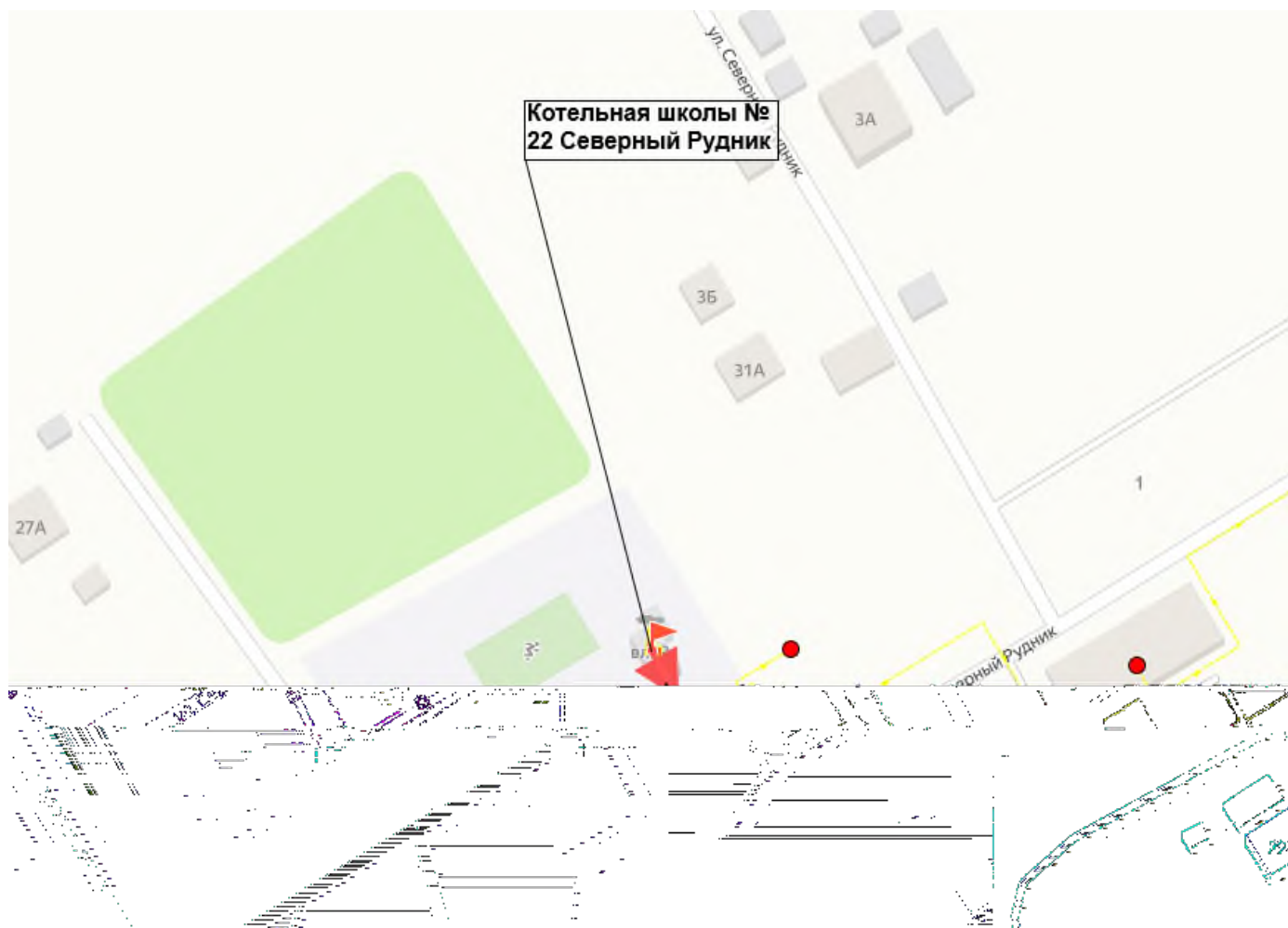


Рисунок 3-31 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22

Таблица 3-17 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22

№ 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
Путь движения теплоносителя: 17.Котельная школы № 22 Северный Рудник - Школа № 22												
1	Котельная школы № 22 Северный Рудник	ГВС Школа №22	0,125	7	до 1990	2	40	0,00000010	7,9	0,000006	0,000006	0,999994
2	ГВС Школа №22	б/н	0,1	14	до 1990	2	40	0,00000020	6,7	0,000011	0,000017	0,999983
3	б/н	Школа № 22	0,082	24	до 1990	2	40	0,00000030	5,9	0,000016	0,000033	0,999967

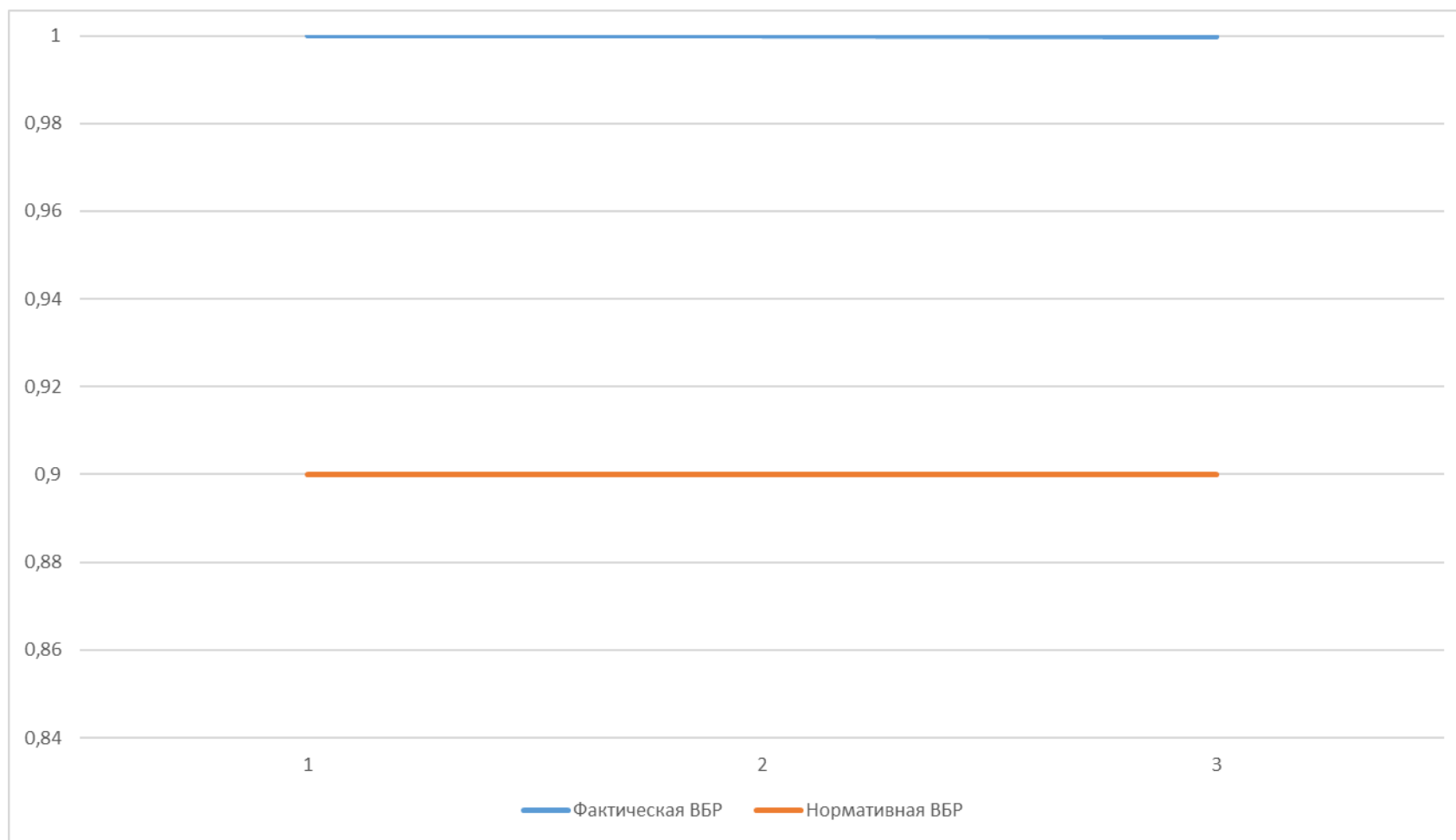


Рисунок 3-32 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22

4 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

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

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

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

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

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

То же самое необходимо сделать, если при увеличении объема резервирования тепловых сетей величина показателя коэффициента готовности становится меньше нормативного значения, а показатель надежности P_j еще не достиг своего нормативного значения.

В программно-расчетном комплексе ZuluThermo 2021 с помощью модуля «Надежность» были рассчитаны показатели надежности, в том числе, коэффициенты готовности. Результаты расчета приведены в таблице.

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

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

Таблица 4-1 – Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки					
		2024			2042		
		Кг мин	Кг макс	Кг ср	Кг мин	Кг макс	Кг ср
1	ТЭЦ-2	0,852201	0,997090	0,881988	0,981678	0,999722	0,985073
2	Котельная «Привокзальная»	0,961953	0,962532	0,962232	0,991500	0,991764	0,991697
3	Котельная «Северо-Западная»	0,923251	0,933539	0,932458	0,989935	0,991162	0,991018
4	Котельная «Юго-Западная»	0,980580	0,982621	0,982092	0,985393	0,986761	0,986402
5	Котельная «Угловая»	0,961897	0,962553	0,962312	0,991679	0,991748	0,991719
6	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	0,961960	0,962403	0,962171	0,991639	0,991726	0,991677

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки					
		2024			2042		
		Кг мин	Кг макс	Кг ср	Кг мин	Кг макс	Кг ср
7	Котельная «Улица Октябрьская, д. 53»	0,854316	0,854555	0,854385	-	-	-
8	Котельная Свободный Сокол	0,977342	0,978261	0,977492	-	-	-
9	Котельная 13 квартал	-	-	-	-	-	-
10	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	0,999738	0,999878	0,999793	0,999975	0,999988	0,999980
11	Котельная Центролит	0,972772	0,974988	0,972964	0,997170	0,997387	0,997190
12	Котельная Электроаппарат	0,996445	0,996688	0,996501	0,999617	0,999643	0,999623
13	Котельная 108 квартал	0,998266	0,998361	0,998289	0,999833	0,999842	0,999835
14	Котельная Баумана	0,998115	0,998604	0,998256	0,999573	0,999692	0,999606
15	Котельная с. Подгорное	0,999817	0,999894	0,999862	0,999936	0,999961	0,999950
16	Котельная школы № 16	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
17	Котельная школы № 22 Северный Рудник	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
18	Котельная школы № 26	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
19	Котельная школы № 34	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
20	Котельная школы № 35	0,999979	0,999979	0,999979	0,999992	0,999992	0,999992
21	Котельная у поселка Северный Рудник	0,999197	0,999397	0,999264	0,999924	0,999943	0,999930
22	Котельная Ковалева 109	0,999994	0,999994	0,999994	0,999994	0,999994	0,999994
23	Котельная Дачный ЖКП-7	0,998301	0,998513	0,998361	-	-	-
24	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	0,999951	0,999967	0,999958	0,999985	0,999990	0,999987
25	Котельная Акушерский корпус	0,999989	0,999989	0,999989	-	-	-
26	Котельная Липецкие узоры	0,999505	0,999933	0,999693	0,999938	0,999979	0,999955
27	Котельная Упрснабсбыт	0,999192	0,999524	0,999292	0,999851	0,999915	0,999863
28	БМК по ул. Энгельса	0,999639	0,999683	0,999650	0,999892	0,999905	0,999895
29	БМК Ковалева 107Д	0,999506	0,999583	0,999546	0,999866	0,999885	0,999876
30	БМК Стратегия	0,999912	0,999992	0,999952	0,999992	0,999992	0,999992
31	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	0,999932	0,999945	0,999937	0,999822	0,999838	0,999824
32	Котельная №1 ООО «ЭнергоКонсалт»	0,999586	0,999615	0,999606	0,999664	0,999698	0,999682
33	Котельная №1а ООО «ЭнергоКонсалт»	0,999586	0,999615	0,999606	0,999664	0,999698	0,999682
34	Котельная ООО «ЭнергоПлюс»	0,999860	0,999875	0,999867	0,999860	0,999875	0,999867
35	Котельная «Зем Рем Строй Липецк»	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
36	Котельная ООО «Мегаполис-Недвижимость»	0,999978	0,999985	0,999980	0,999979	0,999985	0,999981
37	Котельная ООО «Комус»	0,999937	0,999963	0,999952	0,999937	0,999963	0,999952
38	Котельная Воронежской таможни	0,999990	0,999995	0,999993	0,999990	0,999995	0,999993

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

Показатели недоотпуска тепловой энергии по причине отказов и простоев тепловых сетей по источникам теплоснабжения городского округа за базовый 2024 год и ожидаемая величина годового недоотпуска тепловой энергии на 2042 год, приведены в таблице.

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

$$\bar{Q}_j = \left(\theta_j^p - \sum_{f=0} p_f q_{i,j} \right) \times (\tau_1^p - \tau_2^p) \times \frac{t_j^{B.P} - t^{H.CP}}{t_j^{B.P} - t^{H.P}} \tau^{OT}, \text{ Гкал}$$

где, θ_j^p - расчетный при $t^{H.P}$ часовой расход теплоносителя у j-того потребителя, т/ч;
 $\theta_{i,j}$ - часовой расход теплоносителя у j-того потребителя при отказе f-того участка тепловой сети, т/ч;

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

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

Таблица 5-1 – Недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения

№ п/п	Наименование источника	Суммарный недоотпуск, Гкал / от. период	
		2024	2042
1	ТЭЦ-2	36792,4	9843,8
1	ТЭЦ-2 НЛМК		1477,7
1	ТЭЦ-2 ЛТЗ		51,0
1	ТЭЦ-2 Матyrский		1093,5
2	Котельная «Привокзальная»	9278,6	3475,5
3	Котельная «Северо-Западная»	21014,1	8748,3
4	Котельная «Юго-Западная»	32909,6	21033,6
5	Котельная «Угловая»	3487,3	1128,9
6	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	1209,4	452,0
7	Котельная «Улица Октябрьская, д. 53»	798,9	0
8	Котельная Свободный Сокол	3033,1	0
9	Котельная 13 квартал	472,8	0
10	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	38,1	0
11	Котельная Центролит	3143,0	212,6
12	Котельная Электроаппарат	567,6	3,4
13	Котельная 108 квартал	160,0	0,5
14	Котельная Баумана	505,6	3,6
15	Котельная с. Подгорное	150,3	0,2
16	Котельная школы № 16	18,8	0
17	Котельная школы № 22 Северный Рудник	18,2	0
18	Котельная школы № 26	9,1	0
19	Котельная школы № 34	9,1	0
20	Котельная школы № 35	43,1	0
21	Котельная у поселка Северный Рудник	68,4	0,1
22	Котельная Ковалева 109	19,8	0
23	Котельная Дачный ЖКП-7	203,8	0
24	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	42,4	0
25	Котельная Акушерский корпус	30,0	0
26	Котельная Липецкие узоры	128,1	0,1
27	Котельная Упрснабсбыт	267,8	0,3
28	БМК по ул. Энгельса	241,3	0,5
29	БМК Ковалева 107Д	188,3	0,4
30	БМК Стратегия	40,2	0
31	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	0,0	10,9
32	Котельная №1 ООО «ЭнергоКонсалт»	309,3	10,8
33	Котельная №1а ООО «ЭнергоКонсалт»	1249,1	0
34	Котельная ООО «ЭнергоПлюс»	451,9	1,1
35	Котельная «Зем Рем Строй Липецк»	64,5	0
36	Котельная ООО «Мегаполис-Недвижимость»	110,7	0,1
37	Котельная ООО «Комус»	546,5	0,7
38	Котельная Воронежской таможни	40,2	0
39	Новая котельная делового кластера	0	5,6
40	Новая котельная ул. Студёновская	0	2,3
41	Новая котельная ул. Железнякова	0	3,2
42	Новая котельная ул. Шахтерская	0	2,9
43	Новая котельная ш. Лебедянское	0	1,9
44	Новая котельная 48:20:0028408:1	0	0,8
45	Новая котельная Свободный Сокол	0	97,1
46	Новая котельная ш. Лебедянское 48:20:0028504:11	0	0,4
47	Новая котельная проспект Победы, 99	0	0

№ п/п	Наименование источника	Суммарный недоотпуск, Гкал / от. период	
		2024	2042
48	Новая Котельная ул. Одоевская д. 10	0	0
49	Новая БМК ул. Неделина	0	674,0
50	Новая котельная п. Дачный	0	0,4
Всего		117661	48338

6 Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

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

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

6.2 Установка резервного оборудования

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

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

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

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;

- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

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

6.4 Резервирование тепловых сетей смежных районов города

В соответствии со СП 41-02-2003 «Тепловые сети» в системах теплоснабжения используются следующие способы резервирования:

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

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

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

Повышение надежности систем теплоснабжения может быть достигнуто путем использования передвижных котельных, которые при аварии на тепловой сети должны применяться в качестве резервных (аварийных) источников теплоты, обеспечивая подачу тепла

как целым кварталам (через центральные тепловые пункты), так и отдельным зданиям, в первую очередь потребителям первой категории. Для целей аварийного теплоснабжения каждая теплоснабжающая организация должна иметь как минимум одну передвижную котельную. Подключение передвижной котельной к центральному тепловому пункту или тепловому пункту здания (потребителя первой категории) осуществляется через специальные вводы с фланцами, выведенными за пределы здания и отключаемыми от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри здания. Кроме этого, указанные объекты оборудуются вводами для подключения передвижных котельных к источнику электроэнергии мощностью 10-50 кВт (в зависимости от типа котельной).

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



Рисунок 6-1 – Внешний вид передвижных котельных установок

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

Необходимую производительность мобильной котельной, применяемой для поддержания в помещениях минимально допустимой температуры воздуха, можно определить из выражений:

$$Q = q_x \cdot Q_p$$

или

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

где G_p - расчетный расход теплоносителя в системе отопления, м³; c - теплоемкость воды, ккал/(ч.°C); ρ - плотность воды, кг/м³; q_x - относительный расход тепла, необходимый для

поддержания минимально допустимой температуры воздуха в помещениях; t_{1p} , t_{2p} - расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления ($t_{1p}=95^{\circ}\text{C}$; $t_{2p}=70^{\circ}\text{C}$); Q_p - расчетный (максимальный) расход тепла в системе отопления, Гкал/ч.

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

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

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

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

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

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

Нарушения в снабжении энергоносителями или нарушение работоспособности технологического оборудования приводят, как правило, только к частичным отказам источников теплоты, которые проявляются в виде снижения температуры или расхода теплоносителя. В случае снижения температуры теплоносителя гидравлические режимы тепловых сетей не изменяются (при условии отсутствия управляющих воздействий со стороны обслуживающего персонала и отсутствии внешних возмущающих воздействий на систему со стороны населения). При этом пропорционально недоотпуску тепла снижается температура в отапливаемых помещениях всех потребителей. Уменьшение же расхода теплоносителя приводит к разрегулировке тепловой сети.

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

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

Таблица 6-1 – Допустимое снижение подачи теплоты для потребителей второй и третьей категорий от нормативной величины при аварийных режимах теплоснабжения

Показатель	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления*, °С				
	-10	-20	-30	-40	-50
Допустимое снижение подачи теплоты, %, до	78	84	87	89	91
Примечание: *таблица соответствует температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.					

При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

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

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

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

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

6.5 Устройство резервных насосных станций

Установка резервных насосных станций не требуется.

6.6 Установка баков-аккумуляторов

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение теплогидроаккумулирующих установок, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также использовать аккумулярующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях.

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

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

В закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более предусматривается установка баков запаса химически обработанной и деаэрированной

подпиточной воды вместимостью 3 % объема воды в системе теплоснабжения, при этом обеспечивается обновление воды в баках.

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

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

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

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

Представлен метод и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения.

Представлен метод и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения.

Приведены результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам.

Приведены, результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки и результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.

Изменений в результатах расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей не выявлено. В базовой версии и проекте актуализируемой Схемы теплоснабжения вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя на период до 2042 года выше нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя должна быть больше или равной 0,9).

8 Моделирование запроектных режимов работы систем теплоснабжения, связанные аварийными ситуациями на основных тепломагистралях базовых источников тепловой энергии и с аварийным остановом базовых источников тепловой энергии на длительное время при погодных условиях, близких к расчетным

С использованием данных о теплоаккумулирующей способности объектов теплопотребления (зданий) определяют время, за которое температура внутри отапливаемого помещения снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения. Отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СП 124.13330.2012 Тепловые сети).

Для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t_b = t_n + \frac{Q_0}{q_0 V} + \frac{t'_b - t_n - \frac{Q_0}{q_0 V}}{\exp(z/\beta)}$$

где t_b - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °C;

Z - время отсчитываемое после начала исходного события, ч;

t'_b - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °C;

t_n - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °C;

Q_0 - подача те плотности в помещение, Дж/ч;

$q_0 V$ - удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч×°C);

β - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

Для расчета времени снижения температуры в жилом задании до +12°C при внезапном прекращении теплоснабжения эта формула при $Q_0 / (q_0 V) = 0$ имеет следующий вид:

$$z = \beta \times \ln \frac{(t_b - t_n)}{(t_{b.a} - t_n)}$$

где $t_{b.a}$ – внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (+12°C для жилых зданий).

Расчет проводится для каждой градации повторяемости температуры наружного воздуха. Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения при коэффициенте аккумуляции жилого здания $\beta=60$ часов, приведён в таблице.

Для анализа аварийных режимов работы тепловых сетей от источников теплоснабжения в электронной модели были смоделированы случаи прекращения подачи тепловой энергии по основным тепловым магистралям от крупных источников теплоснабжения.

Таблица 8-1 – Время снижения температуры внутри отапливаемого помещения

Температура наружного воздуха, °C	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °C
8	54,05
3	31,61
-2	21,31
-7	16,81
-12	13,40
-17	11,43
-22	9,65
-27	8,60

8.1 Липецкая ТЭЦ-2

8.1.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения ТЭЦ-2

При аварийной ситуации на ТЭЦ-2 присутствует технологическая возможность переключения тепловой нагрузки на иные источники теплоснабжения – котельные АО «РИР Энерго», при этом при определённых ограничениях на теплопотребляющих установках потребителей, температуру внутреннего воздуха в помещениях не достигнет показателей ниже +12 градусов на всем периоде восстановительных работ на тепломатриали «Город» от ТЭЦ-2.

Моделирование аварийной ситуации на магистральных тепловых выводах ТЭЦ-2

Липецкая ТЭЦ-2 имеет 4 магистральных тепловых вывода:

- ТЭЦ-2 – «Город» диаметром 1000 мм;
- ТЭЦ-2 – «ТМ НЛМК» диаметром 1200 мм;
- ТЭЦ-2 – «ЛТЗ» диаметром 1200 мм;

Магистральные сети от ТЭЦ-2 имеют технологические связи с магистральными сетями от других источников теплоснабжения – котельных и частично могут быть зарезервированы от них в случае выхода из строя магистральной тепловой сети.

- магистраль ТЭЦ-2 – Город диаметром 1000 мм имеет длину 9400 м до насосной станции на ул. Неделина (смотри рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

- магистраль ТЭЦ-2 - «ЛТЗ» диаметром 1200 мм имеет длину 11700 м до потребителей по ул. Краснозаводская (рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

- магистраль ТЭЦ-2 – «Матырский» диаметром 700 мм имеет длину 11400 м до потребителей по ул. Энергоносителей (смотри рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

В актуализированной схеме теплоснабжения до 2042 года предложены мероприятия по строительству и реконструкции участков тепловых сетей для повышения показателей надежности теплоснабжения потребителей.

Для моделирования аварийных ситуаций на магистральном тепловом выводе Липецкая ТЭЦ-2 - город было выполнено отключение участка тепловой магистрали, приведенный на рисунке. и были проведены каскадные переключения тепловых нагрузок на котельные Северо-Западную, Привокзальную, Юго-Западную и прочие существующие котельные АО «РИР Энерго». После этого был выполнен расчет в ПК ZuluThermo. Результаты расчета показывают, что установленной мощности котельных хватает на отопление потребителей с учетом ограничений в подаче теплоносителя, связанных с аварией.

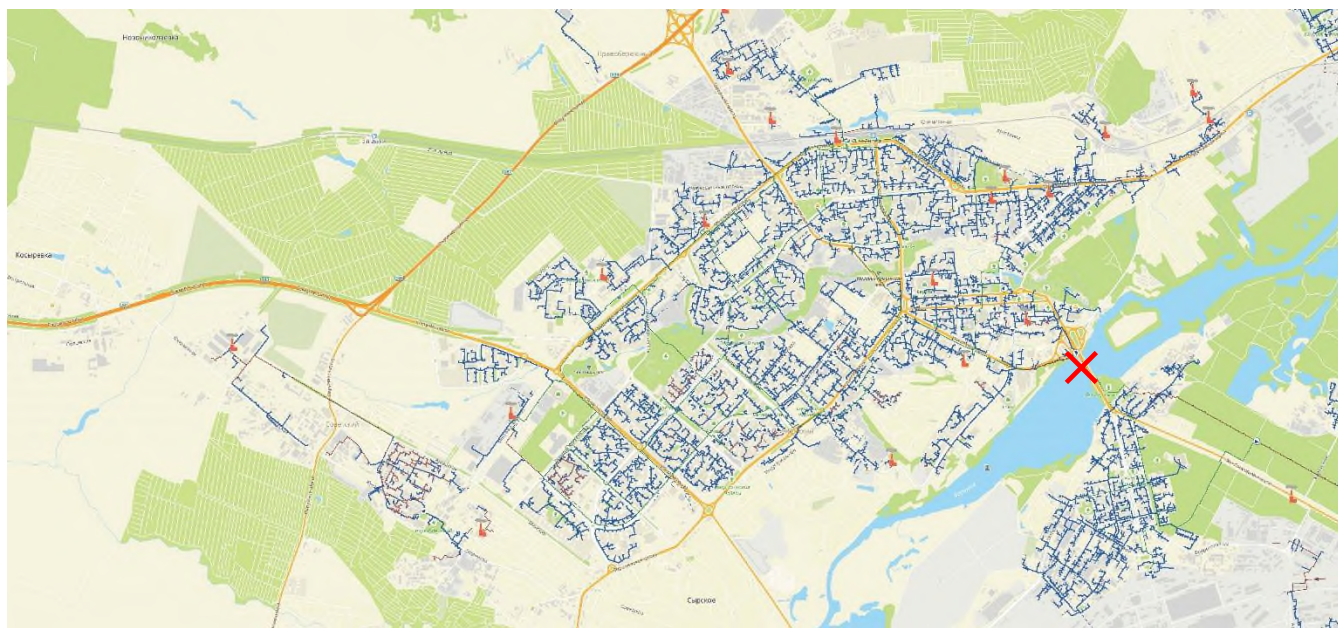


Рисунок 8-1 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе от ТЭЦ-2

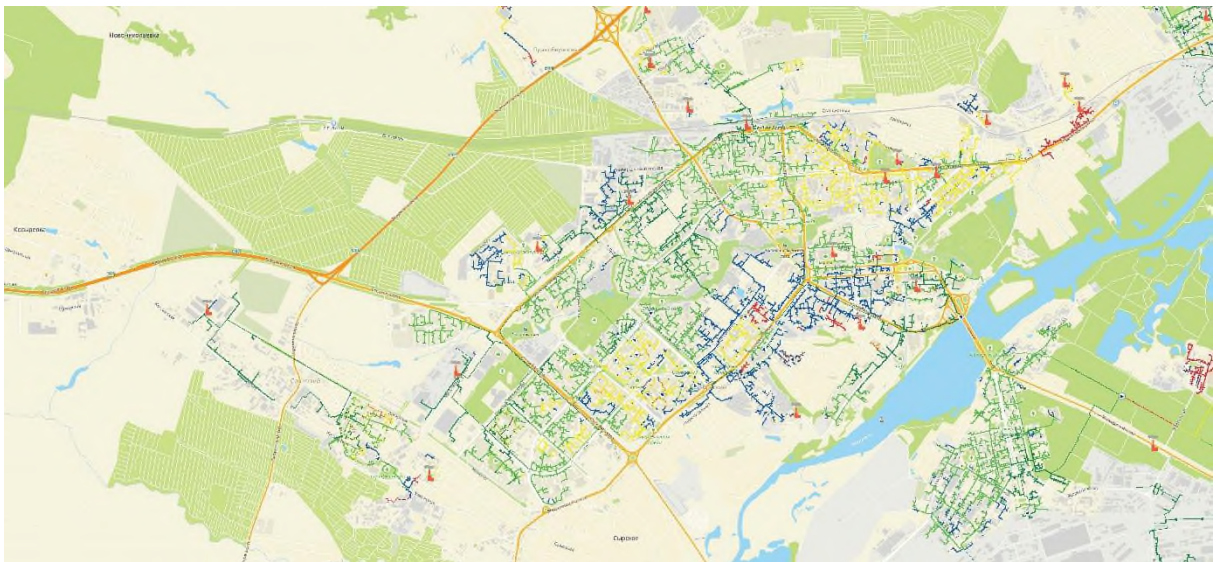


Рисунок 8-2 – Результаты расчета переключения потребителей, отключенных от ТЭЦ-2 на существующие котельные.

8.2 Котельная «Северо-Западная»

8.2.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Северо-Западная»

При аварийной ситуации на котельной «Северо-Западная» отсутствует возможность переключения нагрузок теплоснабжения на другие источники тепла.

Моделирование аварийной ситуации на магистральных тепловых выводах котельной «Северо-Западная»

Котельная «Северо-Западная» имеет 2 магистральных тепловых вывода: №1 диаметром 800 мм и №2 диаметром 600 мм.

Для моделирования аварийных ситуаций на магистральном тепловом выводе №1 котельной «Северо-Западная» было выполнено отключение головного участка тепловой магистрали (смотри рисунок 8-3). После отключения головного участка магистрального теплового вывода №1 был выполнен расчет в ПК ZuluThermo. Результаты расчета показывают, что пропускной способности магистрального теплового вывода №2 будет недостаточно для покрытия нагрузок потребителей во время аварийной ситуации, поэтому теплоснабжение потребителей, подключенных к тепловой магистрали №1, будет нарушено.

Аналогичная ситуация наблюдается при моделировании аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе №2.



Рисунок 8-3 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе

При этом магистральный тепловой вывод № 1 от котельной «Северо-Западная» имеет перемычку диаметром 500 мм с тепловыми сетями ТЭЦ-2, а магистральный тепловой вывод №2 имеет перемычку диаметром 500 мм с тепловыми сетями котельной «Юго-Западная», показанные на рисунке.

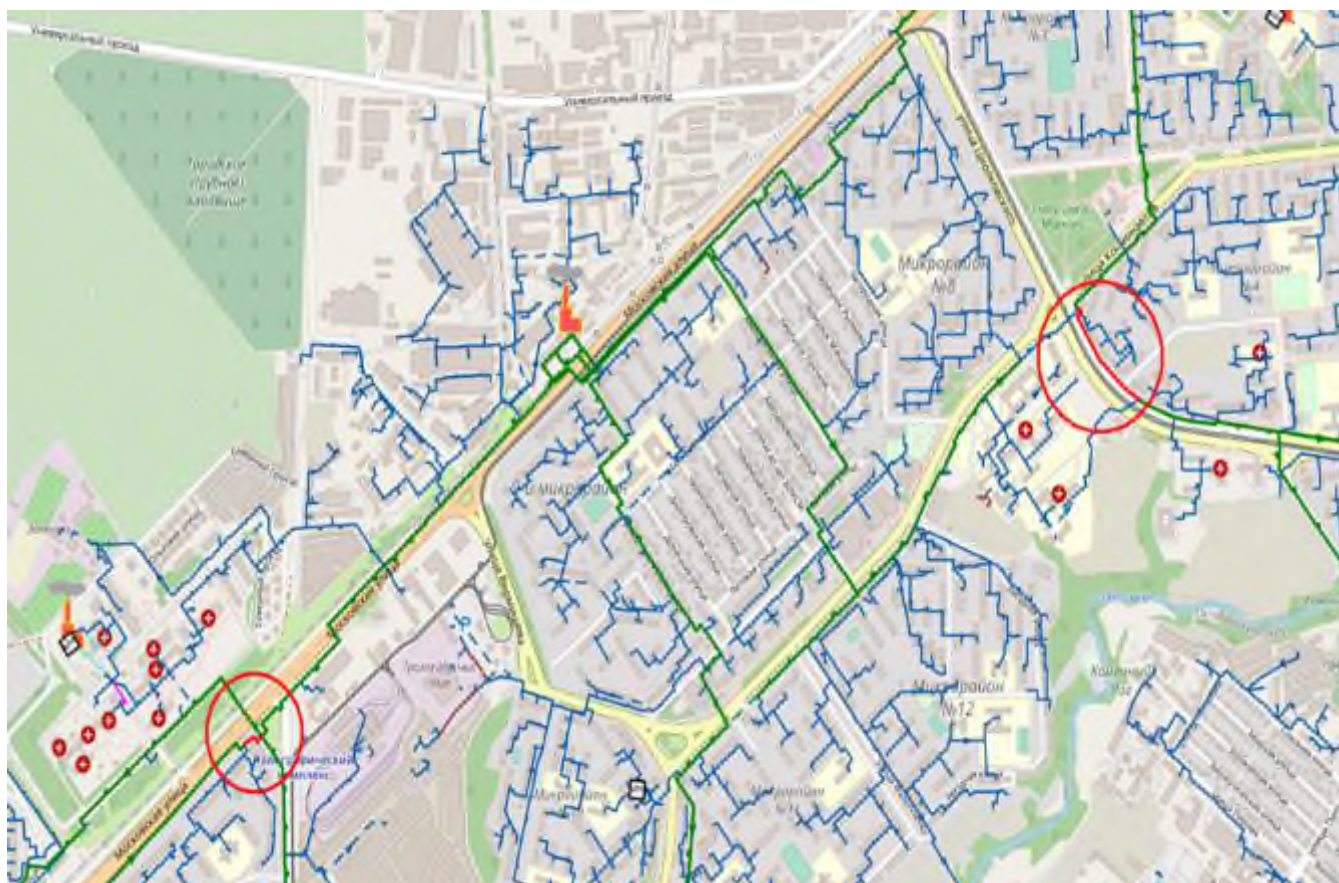


Рисунок 8-4 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2

Результаты расчета (рисунок) показывают, что резерва тепловой мощности котельной «Юго-Западная» и пропускной способности тепловых сетей будет достаточно для покрытия нагрузок теплоснабжения потребителей от котельной «Северо-Западная» в случае аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе.

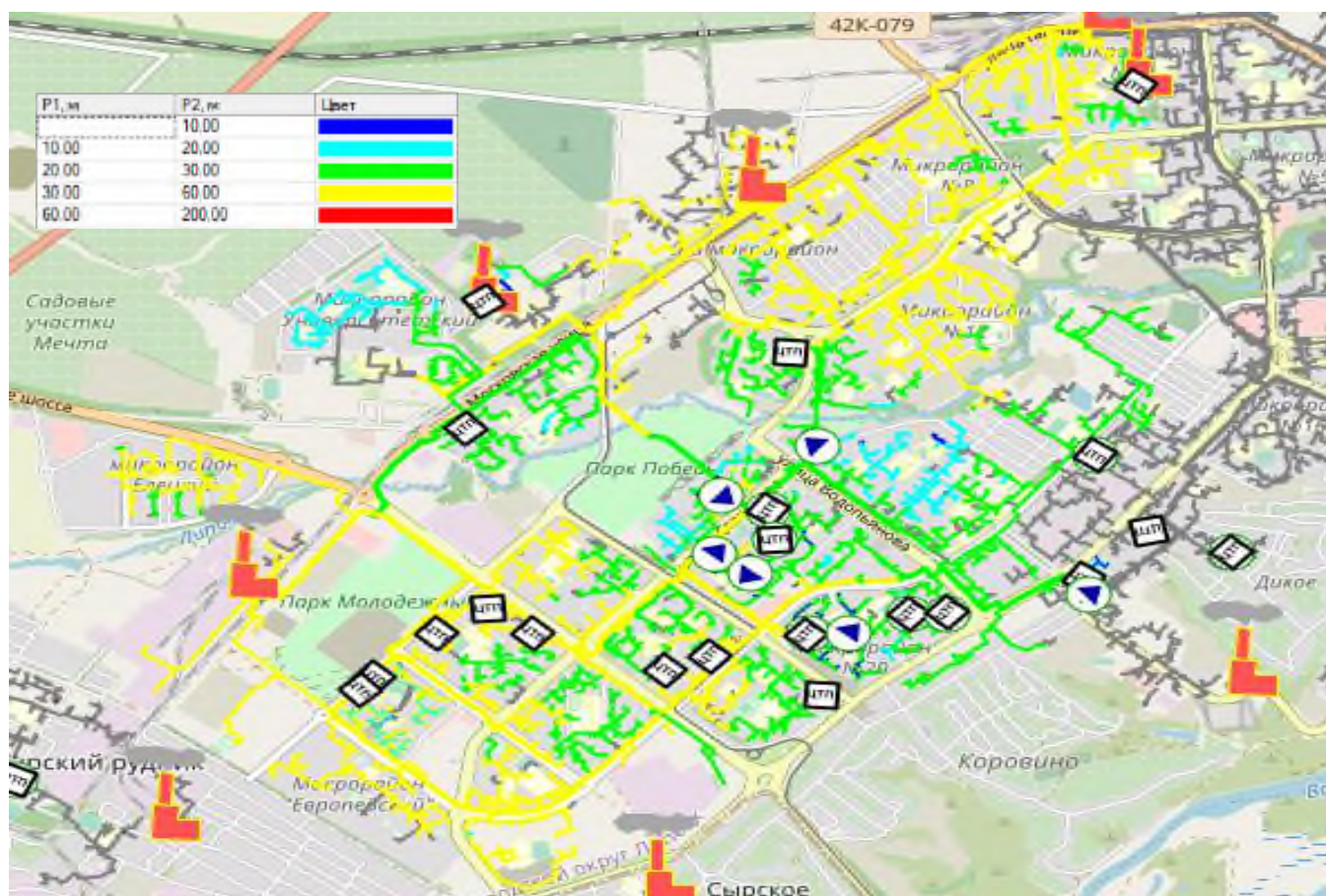


Рисунок 8-5 – Результаты расчета по котельной «Северо-Западная»

8.3 Котельная «Юго-Западная»

8.3.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Юго-Западная»

При аварийной ситуации на котельной «Юго-Западная» отсутствует возможность переключения нагрузок теплоснабжения на другие источники.

Моделирование аварийной ситуации на магистральных тепловых выводах котельной «Юго-Западная»

Котельная «Юго-Западная» имеет 2 магистральных тепловых вывода: №1 диаметром 1000 мм и №2 диаметром 1000 мм.

Для моделирования аварийных ситуаций на магистральном тепловом выводе №1 котельной «Юго-Западная» было выполнено отключение головного участка тепловой магистрали, приведенный на рисунке.

После отключения головного участка магистрального теплового вывода №1 был выполнен расчет в ПК ZuluThermo. Результаты расчета показывают, что пропускной способности магистрального теплового вывода №2 будет недостаточно для покрытия нагрузок потребителей во время аварийной ситуации, поэтому теплоснабжение потребителей, подключенных к тепловой магистрали №1, будет нарушено.

Аналогичная ситуация наблюдается при моделировании аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе №2.



Рисунок 8-6 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе

При этом магистральный тепловой вывод №1 от котельной «Юго-Западная» имеет перемычку диаметром 500 мм с тепловыми сетями ТЭЦ-2, а магистральный тепловой вывод №2 имеет перемычку диаметром 500 мм с тепловыми сетями котельной «Северо-Западная», показанные на рисунке.

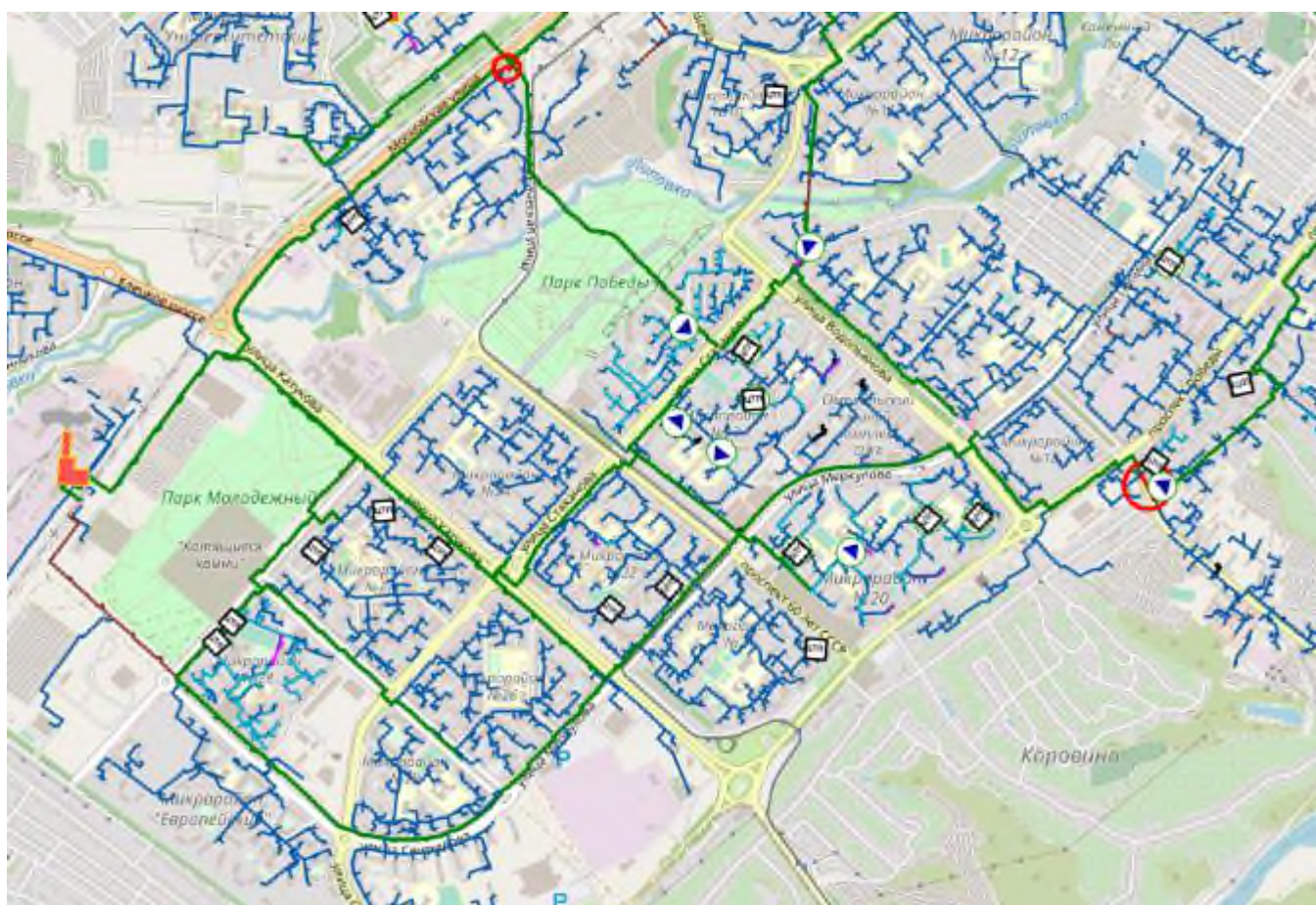


Рисунок 8-7 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2

Результаты расчета (рисунок) показывают, что резерва тепловой мощности котельной «Юго-Западная» и пропускной способности тепловых сетей будет достаточно для покрытия нагрузок теплоснабжения потребителей от котельной «Северо-Западная» в случае аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе.

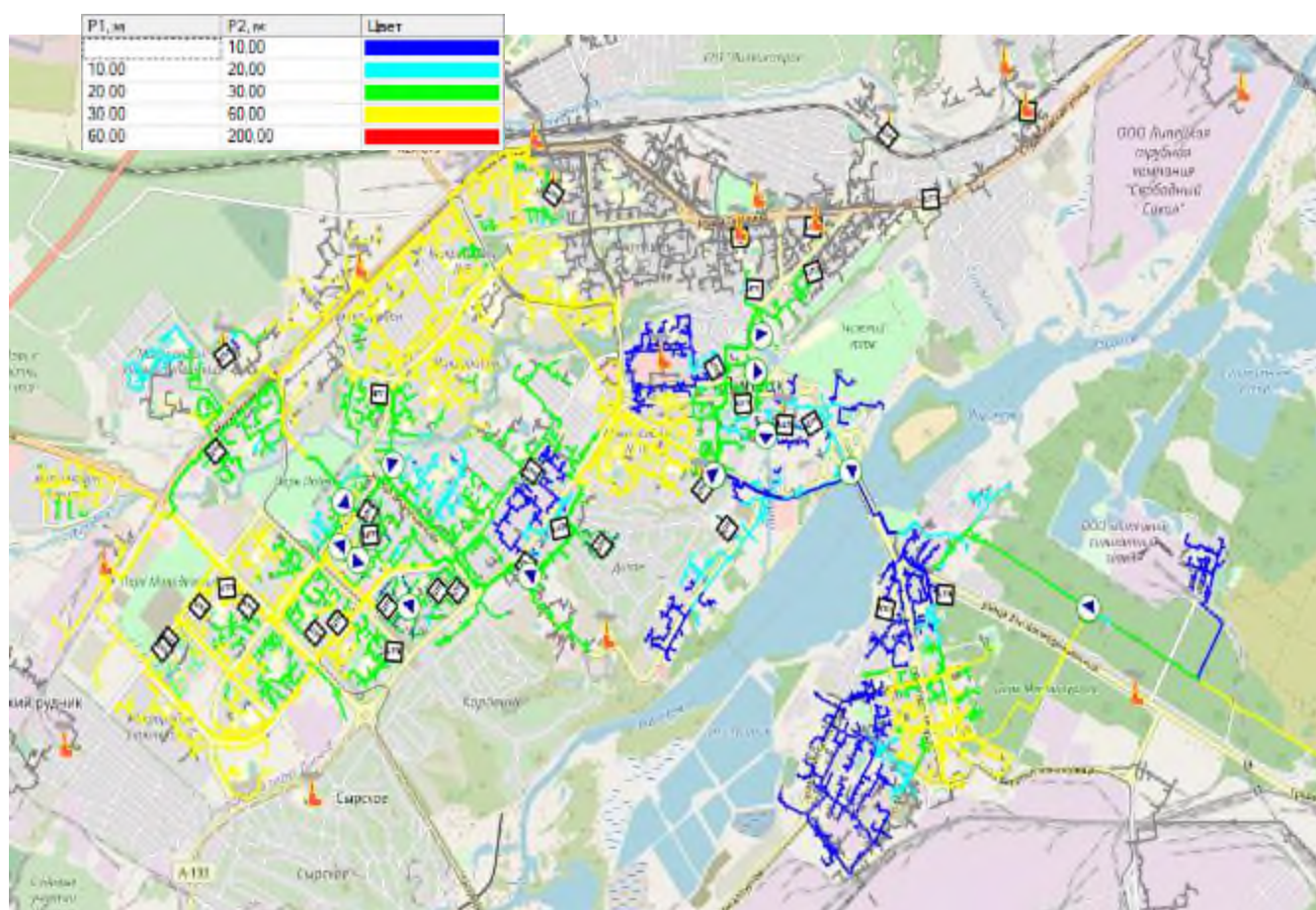


Рисунок 8-8 – Результаты расчета по котельной «Юго-Западная»