



Городской округ город Липецк Липецкой области Российской Федерации

**Схема теплоснабжения
городского округа город Липецк Липецкой области Российской Федерации
на период до 2042 года (актуализация на 2027 год)**

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

Липецк
2026 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.....	17
3.1 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 19б.....	19
3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9.....	27
3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 (ТМ ЛТЗ) до АБК по ул. Флерова, д. 1.....	33
3.4 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза".....	37
3.5 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от Котельная «Привокзальная» до ул. Сергея Казьмина д.6.....	40
3.6 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71.....	44
3.7 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Юго-западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а.....	49
3.8 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Угловая» до Детского сада №64.....	56
3.9 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио.....	60
3.10 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20.....	64
3.11 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2.....	69
3.12 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3.....	73
3.13 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной по ул. Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15.....	76
3.14 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9.....	79
3.15 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22.....	82
3.16 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №22 Северный Рудник.....	85
4 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	88
5 Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.....	89
6 Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения.....	91
6.1 Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность	

энергетического оборудования.....	91
6.2 Установка резервного оборудования.....	91
6.3 Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	91
6.4 Резервирование тепловых сетей смежных районов города.....	92
6.5 Устройство резервных насосных станций.....	96
6.6 Установка баков-аккумуляторов.....	96
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.....	97
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.....	97
8.1 Липецкая ТЭЦ-2.....	98
8.1.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения ТЭЦ-2.....	98
8.1.2 Моделирование аварийной ситуации на Липецкой ТЭЦ-2.....	99
8.2 Котельная «Северо-Западная».....	100
8.2.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Северо-Западная».....	100
8.3 Котельная «Юго-Западная».....	102
8.3.1 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения котельная «Юго-Западная».....	102
9 Мероприятия по резервированию источников тепловой энергии и тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности.....	104
10 Мероприятия по замене тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности.....	104
11 Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения (не менее одного для каждой зоны теплоснабжения с суммарной установленной тепловой мощностью источников тепловой энергии 100 Гкал/ч и более) на основе результатов моделирования аварийных ситуаций, включая моделирование отказов элементов, расчета послеаварийных гидравлических режимов и оценки надежности теплоснабжения в аварийных режимах теплоснабжения (при отказе головного участка теплопровода на одном (с наибольшим диаметром) из выводов тепловой мощности от источника тепловой энергии и при отключении насосной группы сетевых насосов на одном из источников тепловой энергии для систем с несколькими источниками тепловой энергии, работающими на единую тепловую сеть, в режиме плавающей точки водораздела (без выделенных зон действия)..	105

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....	18
Таблица 3-2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 19б.....	21
Таблица 3-3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9.....	28
Таблица 3-4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК по ул. Флерова, д. 1.....	34
Таблица 3-5 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза".....	38
Таблица 3-6 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26.....	41
Таблица 3-7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71.....	45
Таблица 3-8 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а.....	50
Таблица 3-9 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Угловая» до Детского сада №64.....	57
Таблица 3-10 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио.....	61
Таблица 3-11 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20.....	65
Таблица 3-12 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2.....	70
Таблица 3-13 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3.....	74
Таблица 3-14 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15.....	77
Таблица 3-15 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9.....	80
Таблица 3-16 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22.....	83
Таблица 3-17 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22.....	86
Таблица 4-1 – Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	88
Таблица 5-1 – Недоотпуск тепловой энергии на отопление в системе теплоснабжения.....	90
Таблица 6-1 – Допустимое снижение подачи теплоты для потребителей второй и третьей категорий от нормативной величины при аварийных режимах теплоснабжения.....	95
Таблица 8-1 – Время снижения температуры внутри отапливаемого помещения.....	98

Перечень рисунков

Рисунок 3-1 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 196.....	20
Рисунок 3-2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 196.....	26
Рисунок 3-3 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9.....	27
Рисунок 3-4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9.....	32
Рисунок 3-5 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК по ул. Флерова, д. 1.....	33
Рисунок 3-6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК по ул. Флерова, д. 1.....	36
Рисунок 3-7 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза".....	37
Рисунок 3-8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза".....	39
Рисунок 3-9 – Путь движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26.....	40
Рисунок 3-10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26.....	43
Рисунок 3-11 – Путь движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71.....	44
Рисунок 3-12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71.....	48
Рисунок 3-13 – Путь движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а.....	49
Рисунок 3-14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а.....	55
Рисунок 3-15 – Путь движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64.....	56
Рисунок 3-16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64.....	59
Рисунок 3-17 – Путь движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио.....	60
Рисунок 3-18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио.....	63
Рисунок 3-19 – Путь движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20.....	64
Рисунок 3-20 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20.....	68
Рисунок 3-21 – Путь движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2.....	69
Рисунок 3-22 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2.....	72

Рисунок 3-23 – Путь движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3.....	73
Рисунок 3-24 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3	75
Рисунок 3-25 – Путь движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15.....	76
Рисунок 3-26 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15.....	78
Рисунок 3-27 – Путь движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9.....	79
Рисунок 3-28 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9.....	81
Рисунок 3-29 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22.....	82
Рисунок 3-30 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22.....	84
Рисунок 3-31 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22.....	85
Рисунок 3-32 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22.....	87
Рисунок 6-1 – Внешний вид передвижных котельных установок.....	93
Рисунок 8-1 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе от ТЭЦ-2	99
Рисунок 8-2 – Результаты расчета переключения потребителей, отключенных от ТЭЦ-2 на существующие котельные.....	100
Рисунок 8-3 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе.....	101
Рисунок 8-4 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2.....	101
Рисунок 8-5 – Результаты расчета по котельной «Северо-Западная».....	102
Рисунок 8-6 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе.....	103
Рисунок 8-7 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2.....	103
Рисунок 8-8 – Результаты расчета по котельной «Юго-Западная».....	104

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_і — количество отказов на і-ом участке тепловой сети за предыдущий год, ед.

L_і — протяженность і-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:

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

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	2021	2022	2023	2024	2025
1	ТЭЦ-2	404	414	283	467	855
2	Котельная "Привокзальная"	38	38	67	50	0
3	Котельная "Северо-Западная"	97	97	99	105	93
4	Котельная "Юго-Западная"	87	87	90	139	192
5	Котельная "Угловая"	31	31	54	77	256
6	Котельная "Улица Семашко, д. 10"	7	7	26	14	141
7	Котельная «Октябрьская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	10	10	5	2	25
8	Котельная «Л. Толстого» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0	0	0	0	0
9	Котельная «Депутатская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0	0	0	0	0
10	Котельная "Свободный Сокол"	0	50	37	37	90
11	Котельная "13 квартал"	0	0	0	0	0
12	Котельная "МСЧ "Свободный Сокол"	20	0	1	1	0
13	Котельная "Центролит"	11	26	29	29	66
14	Котельная "Электроаппарат"	2	6	5	5	6
15	Котельная "108 квартал"	5	2	1	1	9
16	Котельная "Улица Баумана, д.296"	0	4	6	6	12
17	Котельная "Село Подгорное"	0	1	1	1	0
18	Котельная "Школа № 16"	0	0	0	0	0
19	Котельная "Школа № 22"	0	0	0	0	0
20	Котельная "Школа № 26"	0	0	0	0	0
21	Котельная "Школа № 34"	0	1	0	0	0
22	Котельная "Школа № 35"	0	0	1	1	0
23	Котельная "У поселка Северный Рудник"	0	0	2	2	2
24	БМК по ул. Ковалева, 109а	9	0	0	0	0
25	Котельная "Поселок Дачный"	0	0	3	3	16
26	Котельная "Улица Механизаторов, д. 21"	0	0	0	0	0
27	Котельная "Акушерский корпус"	0	0	3	3	0
28	Котельная "Липецкие узоры"	0	1	0	0	0
29	Котельная "Упрснабсбыт"	2	6	0	0	0

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	2021	2022	2023	2024	2025
30	БМК по ул. Энгельса	3	0	5	5	5
31	БМК "Ковалева, 107д"	0	1	37	37	3
32	БМК "Стратегия"	0	0	0	0	0
33	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	-	-	-	-	-
34	«Котельная № 1, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	0	0	0	0	0
35	«Котельная № 1а, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	0	0	0	0	0
36	«Котельная по ул. Бородинская»	0	0	0	0	0
37	«Котельная по ул. Тамбовская»	0	0	0	0	0
38	Котельная ООО "Мегаполис-Недвижимость"	0	0	0	0	0
39	Котельная ООО "Комус"	0	0	0	0	0
40	Котельная Воронежской таможни	0	0	0	0	0

* - с 06.2026 «АО «Раненбург-теплосервис»

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:

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

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	2021	2022	2023	2024	2025
ТЭЦ-2					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7	8,4	9,8	9,8	7,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	9,33	10,4	10,4	8,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	6,2	6,2	3
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	8	8,91	10,1	10,1	7,8
Котельная "Привокзальная"					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	2	1	7,6	7,6	4,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	9	5	8,9	8,9	6,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	5,8	5,8	2,6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,5	3	8,25	8,25	5,2
Котельная "Северо-Западная"					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	10	10	10,7	10,7	8,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	7	6,3	6,3	3,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	7,1	7,1	3,9
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,5	8,5	8,5	8,5	5,6
Котельная "Юго-Западная"					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	4	6	9,2	9,2	6,5
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	10	10	10,9	10,9	9,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	5,8	5,8	2,6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7	8	10,05	10,05	7,8
Котельная "Угловая"					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5	11	8,6	8,6	5,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6	1	4,8	4,8	1,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	3,9	3,9	1,2
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,5	6	6,7	6,7	3,5
Котельная "Улица Семашко, д. 10"					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	2	2	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6	8	7,8	7,8	4,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	4	5	7,8	7,8	4,7
Котельная «Октябрьская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7	2	0	0	0
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	3	2	2,9	2,9	0,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	0	0	0	0	0

[illegible]

[illegible]

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 2025 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	
		2025	2042
1	ТЭЦ-2 Город	0,835879	0,977482
2	ТЭЦ-2 Матвеевский	0,94617	0,997729
3	ТЭЦ-2 ЛТЗ	0,929624	0,988445
4	ТЭЦ-2 НЛМК	0,995102	0,990496
5	Котельная «Привокзальная»	0,956237	0,988355
6	Котельная «Северо-Западная»	0,909965	0,986184
7	Котельная «Юго-Западная»	0,972588	0,97887
8	Котельная «Угловая»	0,972588	0,97887
9	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	0,972588	0,97887
10	Котельная «Октябрьская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0,972588	0,97887
11	Котельная «Л. Толстого» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0,998004	0,998005
12	Котельная «Депутатская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0,99799	0,998002
13	Котельная Свободный Сокол	0,974693	0,997973
14	Котельная 13 квартал	0,998006	0,998006
15	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	0,99768	0,997975
16	Котельная Центролит	0,969585	0,995056
17	Котельная Электроаппарат	0,994455	0,997624
18	Котельная 108 квартал	0,996273	0,997838
19	Котельная Баумана	0,996104	0,997575
20	Котельная с. Подгорное	0,997813	0,997935
21	Котельная школы № 16	0,998002	0,998002
22	Котельная школы № 22 Северный Рудник	0,997972	0,998003
23	Котельная школы № 26	0,998004	0,998005
24	Котельная школы № 34	0,99799	0,998002
25	Котельная школы № 35	0,997983	0,997997
26	Котельная у поселка Северный Рудник	0,997177	0,997926
27	Котельная Ковалева 109	0,997999	0,997999
28	Котельная Дачный ЖКП-7	0,996307	0,998006
29	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	0,997943	0,997987
30	Котельная Акушерский корпус	0,997994	0
31	Котельная Липецкие узоры	0,997399	0,997933
32	Котельная Упрснабсбыт	0,997179	0,997853
33	БМК по ул. Энгельса	0,997641	0,997896
34	БМК Ковалева 107Д	0,997506	0,99787
35	БМК Стратегия	0,997897	0,997989

№ п/п	Наименование источника	Стационарная вероятность рабочего состояния сети	
		2025	2042
36	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	0,997934	0,997642
37	«Котельная № 1, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	0,997455	0,997621
38	«Котельная № 1а, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	0,997455	0,997621
39	«Котельная по ул. Бородинская»	0,997866	0,997866
40	«Котельная по ул. Тамбовская»	0,998001	0,998001
41	Котельная ООО «Мегаполис-Недвижимость»	0,997984	0,997985
42	Котельная ООО «Комус»	0,997943	0,997943
43	Котельная Воронежской таможни	0,997993	0,997993

* - с 06.2026 «АО «Раненбург-теплосервис»

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 по ул. Механизаторов, д. 196

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 ~~Рисунок~~ 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 по ул. Механизаторов, д. 196

Таблица 3-2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 196

№ 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	1,000989
2	ТЭЦ-2	б/н	0,998	282	до 1990	1	35	0,00000320	36,3	0,001146	0,001157	0,999843
3	б/н	БУ 5-5	0,998	41	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000165	0,001322	0,999678
4	БУ 5-5	б/н	0,998	419	до 1990	1	35	0,00000480	36,3	0,001699	0,003021	0,997979
5	б/н	б/н	0,998	439	до 1990	1	35	0,00000501	36,3	0,001780	0,004801	0,996199
6	б/н	БУ 5-7	0,998	20	до 1990	1	35	0,00000020	36,3	0,000082	0,004883	0,996117
7	БУ 5-7	б/н	0,998	317	до 1990	1	35	0,00000360	36,3	0,001285	0,006168	0,994832
8	б/н	БУ 5-8	0,998	61	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000246	0,006414	0,994586
9	БУ 5-8	б/н	0,998	595	до 1990	1	35	0,00000681	36,3	0,002414	0,008829	0,992171
10	б/н	БУ 5-9	0,998	48	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000195	0,009024	0,991976
11	БУ 5-9	БУ 5-10	0,998	115	до 1990	1	35	0,00000130	36,3	0,000468	0,009492	0,991508
12	БУ 5-10	б/н	0,998	440	до 1990	1	35	0,00000501	36,3	0,001786	0,011278	0,989722
13	б/н	БУ 5-11	0,998	63	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000254	0,011533	0,989467
14	БУ 5-11	БУ 5-12	0,998	401	до 1990	1	35	0,00000460	36,3	0,001627	0,013159	0,987841
15	БУ 5-12	б/н	0,998	59	до 1990	1	35	0,00000070	36,3	0,000238	0,013397	0,987603
16	б/н	БУ 5-13	0,998	301	до 1990	1	35	0,00000340	36,3	0,001221	0,014619	0,986381
17	БУ 5-13	б/н	0,998	306	до 1990	1	35	0,00000350	36,3	0,001240	0,015859	0,985141
18	б/н	БУ 5-14	0,998	79	до 1990	1	35	0,00000090	36,3	0,000319	0,016178	0,984822
19	БУ 5-14	б/н	0,998	24	до 1990	1	35	0,00000030	36,3	0,000098	0,016276	0,984724
20	б/н	бу 5-15	0,998	292	до 1990	1	35	0,00000330	36,3	0,001186	0,017462	0,983538
21	бу 5-15	НПС-3	0,998	5	до 1990	1	35	0,00000010	36,3	0,000021	0,017483	0,983517
22	НПС-3	б/н	0,998	10	до 1990	1	35	0,00000010	36,3	0,000042	0,017526	0,983474
23	б/н	БУ 5-16	0,998	705	до 1990	1	35	0,00000801	36,3	0,002861	0,020386	0,980614
24	БУ 5-16	б/н	0,998	283	до 1990	1	35	0,00000320	36,3	0,001149	0,021536	0,979464
25	б/н	БУ 5-17	0,998	66	до 1990	1	35	0,00000080	36,3	0,000268	0,021804	0,979196
26	БУ 5-17	б/н	0,998	42	до 1990	1	35	0,00000050	36,3	0,000171	0,021975	0,979025
27	б/н	БУ 5-18	0,998	136	до 1990	1	35	0,00000160	36,3	0,000552	0,022527	0,978473
28	БУ 5-18	б/н	0,998	34	до 1990	1	35	0,00000040	36,3	0,000137	0,022664	0,978336
29	б/н	БУ 5-19а	0,998	408	до 1990	1	35	0,00000470	36,3	0,001658	0,024321	0,976679

№ 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
30	БУ 5-19а	б/н	0,998	88	до 1990	1	35	0,00000100	36,3	0,000358	0,024680	0,976320
31	б/н	БУ 5-21	0,998	477	до 1990	1	35	0,00000541	36,3	0,001937	0,026617	0,974383
32	БУ 5-21	б/н	0,998	11	до 1990	2	35	0,00000010	36,3	0,000045	0,026662	0,974338
33	б/н	ТК 5-22	0,998	41	до 1990	2	35	0,00000050	36,3	0,000165	0,026827	0,974173
34	ТК 5-22	ТК 5-22а	0,998	236	до 1990	2	35	0,00000270	36,3	0,000957	0,027784	0,973216
35	ТК 5-22а	ТК 5-23	0,998	49	до 1990	2	35	0,00000060	36,3	0,000198	0,027982	0,973018
36	ТК 5-23	ТК 5-24	0,998	245	до 1990	2	35	0,00000280	36,3	0,000993	0,028975	0,972025
37	ТК 5-24	ву 5-24а	0,998	115	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000467	0,029442	0,971558
38	ву 5-24а	ву 5-24б	0,998	193	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000782	0,030224	0,970776
39	ву 5-24б	ву 5-24в	0,998	183	до 1990	1	8	0,00000130	36,3	0,000743	0,030967	0,970033
40	ву 5-24в	ТК 3-1	0,998	11	до 1990	1	8	0,00000010	36,3	0,000045	0,031012	0,969988
41	ТК 3-1	б/н	0,998	9	с 2004	1	8	0,00000010	36,3	0,000036	0,031048	0,969952
42	б/н	б/н	0,998	25	с 2004	1	8	0,00000030	36,3	0,000101	0,031149	0,969851
43	б/н	ТК 5-25	0,998	35	с 2004	1	8	0,00000040	36,3	0,000142	0,031291	0,969709
44	ТК 5-25	ТК 5-27	0,998	52	с 2004	1	8	0,00000060	36,3	0,000210	0,031501	0,969499
45	ТК 5-27	ТК 5-28	0,998	311	с 2004	1	8	0,00000350	36,3	0,001262	0,032764	0,968236
46	ТК 5-28	ТК 5-29	0,998	271	с 2004	1	8	0,00000310	36,3	0,001101	0,033865	0,967135
47	ТК 5-29	ТК 5-30	0,998	139	с 2004	1	8	0,00000160	36,3	0,000566	0,034430	0,966570
48	ТК 5-30	ТК 5-31	0,998	207	с 2004	2	9	0,00000240	36,3	0,000838	0,035268	0,965732
49	ТК 5-31	ТК 5-32	0,998	242	с 2004	2	9	0,00000280	36,3	0,000983	0,036251	0,964749
50	ТК 5-32	б/н	0,998	118	с 2004	2	8	0,00000130	36,3	0,000477	0,036729	0,964271
51	б/н	ТК 5-33	0,998	78	с 2004	2	8	0,00000090	36,3	0,000317	0,037046	0,963954
52	ТК 5-33	ТК 5-34	0,998	193	с 2004	2	8	0,00000220	36,3	0,000784	0,037830	0,963170
53	ТК 5-34	б/н	0,998	53	с 2004	2	32	0,00000060	36,3	0,000217	0,038047	0,962953
54	б/н	3/А	0,998	8	до 1990	2	32	0,00000010	36,3	0,000032	0,038079	0,962921
55	б/н	3/А	0,998	1	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000005	0,038084	0,962916
56	б/н	3/А	0,998	4	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000014	0,038098	0,962902
57	3/А	б/н	0,998	2	до 1990	2	32	0,00000000	36,3	0,000008	0,038106	0,962894
58	б/н	б/н	0,998	8	до 1990	2	35	0,00000010	63,6	0,000055	0,038161	0,962839
59	б/н	3/А	0,802	2	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000006	0,038167	0,962833
60	3/А	НС ул. Неделина, 5	0,802	4	до 1990	2	35	0,00000000	49,6	0,000010	0,038177	0,962823

№ 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	0,0000007	0,038184	0,962816
62	3/А	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,0000007	0,038191	0,962809
63	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,0000008	0,038199	0,962801
64	б/н	б/н	0,802	4	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,0000009	0,038208	0,962792
65	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000012	0,038220	0,962780
66	б/н	б/н	0,802	3	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000013	0,038233	0,962767
67	б/н	3/А	0,802	1	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000005	0,038238	0,962762
68	б/н	3/А	0,802	1	до 1990	2	35	0,00000000	42,9	0,000004	0,038242	0,962758
69	3/А	б/н	0,802	20	до 1990	2	35	0,00000020	42,9	0,000098	0,038340	0,962660
70	б/н	б/н	0,802	47	с 1999 по 2003	2	14	0,00000050	42,9	0,000225	0,038566	0,962434
71	б/н	ТК 5-35	0,802	236	до 1990	2	35	0,00000270	42,9	0,001130	0,039696	0,961304
72	ТК 5-35	ТК 5-36	0,802	261	до 1990	2	35	0,00000300	42,9	0,001253	0,040949	0,960051
73	ТК 5-36	ТК 5-37	0,802	112	до 1990	2	34	0,00000130	42,9	0,000539	0,041487	0,959513
74	ТК 5-37	ТК 5-38	0,802	120	до 1990	2	34	0,00000140	42,9	0,000578	0,042065	0,958935
75	ТК 5-38	ТК 5-39	0,802	116	до 1990	2	34	0,00000130	42,9	0,000555	0,042620	0,958380
76	ТК 5-39	ТК 5-40	0,802	182	до 1990	2	34	0,00000210	42,9	0,000875	0,043494	0,957506
77	ТК 5-40	ТК 5-40а	0,802	138	до 1990	2	34	0,00000160	42,9	0,000660	0,044154	0,956846
78	ТК 5-40а	ТК 5-41	0,802	321	с 1999 по 2003	2	9	0,00000370	42,9	0,001542	0,045696	0,955304
79	ТК 5-41	3/А	0,802	6	с 1999 по 2003	2	9	0,00000010	42,9	0,000028	0,045724	0,955276
80	3/А	ТК 5-42	0,614	295	с 1999 по 2003	2	9	0,00000340	35,8	0,001181	0,046905	0,954095
81	ТК 5-42	ТК 4-66	0,614	24	с 1999 по 2003	2	9	0,00000030	35,8	0,000095	0,047000	0,954000
82	ТК 4-66	ТК 4-65	0,515	182	с 1999 по 2003	2	35	0,00000210	28,6	0,000580	0,047580	0,953420
83	ТК 4-65	ТК 4-64	0,515	57	с 1999 по 2003	2	9	0,00000060	28,6	0,000180	0,047760	0,953240
84	ТК 4-64	ТК 4-63	0,515	73	до 1990	2	8	0,00000080	28,6	0,000231	0,047991	0,953009

№ 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	0,048068	0,952932
86	ТК 4-62	ТК 4-61	0,515	101	до 1990	2	35	0,00000120	28,6	0,000322	0,048390	0,952610
87	ТК 4-61	ТК 4-60	0,515	35	до 1990	2	35	0,00000040	28,6	0,000113	0,048503	0,952497
88	ТК 4-60	ТК 4-59	0,515	35	до 1990	2	35	0,00000040	28,6	0,000111	0,048615	0,952385
89	ТК 4-59	ТК 4-58	0,515	24	до 1990	2	35	0,00000030	28,6	0,000076	0,048691	0,952309
90	ТК 4-58	ТК 4-57	0,515	49	до 1990	2	35	0,00000060	28,6	0,000157	0,048848	0,952152
91	ТК 4-57	ТК 4-56а	0,515	83	до 1990	2	35	0,00000090	28,6	0,000265	0,049113	0,951887
92	ТК 4-56а	ТК 4-56	0,515	62	до 1990	2	35	0,00000070	28,6	0,000198	0,049311	0,951689
93	ТК 4-56	3/А	0,515	4	до 1990	2	35	0,00000000	28,6	0,000012	0,049323	0,951677
94	3/А	ТК 4-55б	0,614	178	до 1990	2	35	0,00000200	35	0,000697	0,050020	0,950980
95	ТК 4-55б	ТК 4-55а	0,614	105	до 1990	2	35	0,00000120	35	0,000411	0,050431	0,950569
96	ТК 4-55а	ТК 4-55	0,614	76	до 1990	2	35	0,00000090	35	0,000297	0,050729	0,950271
97	ТК 4-55	ТК 4-54	0,614	231	до 1990	2	35	0,00000260	35	0,000904	0,051633	0,949367
98	ТК 4-54	ТК 4-53	0,515	156	до 1990	2	35	0,00000180	30	0,000522	0,052154	0,948846
99	ТК 4-53	3/А	0,309	3	до 1990	2	35	0,00000000	17,3	0,000005	0,052159	0,948841
100	3/А	ТК 4-53-1а	0,309	23	до 1990	2	15	0,00000030	17,3	0,000044	0,052203	0,948797
101	ТК 4-53-1а	ТК 4-53-2а	0,309	19	до 1990	2	9	0,00000020	17,3	0,000036	0,052239	0,948761
102	ТК 4-53-2а	ТК 4-53-3а	0,309	35	до 1990	2	9	0,00000040	17,3	0,000068	0,052307	0,948693
103	ТК 4-53-3а	ТК 4-53-1	0,309	30	до 1990	2	9	0,00000030	17,3	0,000058	0,052365	0,948635
104	ТК 4-53-1	ТК 4-53-2	0,309	48	до 1990	2	35	0,00000050	17,3	0,000093	0,052458	0,948542
105	ТК 4-53-2	ТК 4-53-3	0,309	132	до 1990	2	35	0,00000150	17,3	0,000255	0,052714	0,948286
106	ТК 4-53-3	ТК 4-53-4	0,309	55	до 1990	2	35	0,00000060	17,3	0,000106	0,052820	0,948180
107	ТК 4-53-4	ТК 4-53-5	0,257	106	до 1990	2	35	0,00000120	14,2	0,000168	0,052988	0,948012
108	ТК 4-53-5	ТК 4-53-6	0,257	71	до 1990	2	35	0,00000080	14,2	0,000112	0,053100	0,947900
109	ТК 4-53-6	ТК 4-53-7	0,257	65	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053204	0,947796
110	ТК 4-53-7	ТК 4-53-9	0,257	52	до 1990	2	35	0,00000060	14,2	0,000083	0,053287	0,947713
111	ТК 4-53-9	ТК 4-53-10	0,257	65	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053391	0,947609
112	ТК 4-53-	ТК 4-53-	0,257	67	до 1990	2	35	0,00000080	14,2	0,000106	0,053497	0,947503

№ 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
	10	11										
113	ТК 4-53-11	ТК 4-53-12	0,257	66	до 1990	2	35	0,00000070	14,2	0,000104	0,053602	0,947398
114	ТК 4-53-12	б/н	0,257	47	до 1990	2	35	0,00000050	14,2	0,000075	0,053677	0,947323
115	б/н	3/А	0,205	59	до 1990	2	35	0,00000070	11,9	0,000078	0,053755	0,947245
116	3/А	ТК 4-53-14	0,205	2	до 1990	2	35	0,00000000	12	0,000003	0,053758	0,947242
117	ТК 4-53-14	ТК 4-53-15	0,15	48	до 1990	2	35	0,00000060	9,1	0,000049	0,053807	0,947193
118	ТК 4-53-15	3/А	0,125	6	до 1990	2	35	0,00000010	7,9	0,000005	0,053812	0,947188
119	3/А	ТК 4-53-15-1	0,125	48	до 1990	2	35	0,00000050	7,9	0,000043	0,053855	0,947145
120	ТК 4-53-15-1	3/А	0,082	2	до 1990	2	35	0,00000000	5,9	0,000001	0,053856	0,947144
121	3/А	жил. дом	0,082	40	до 1990	2	35	0,00000050	5,9	0,000026	0,053882	0,947118

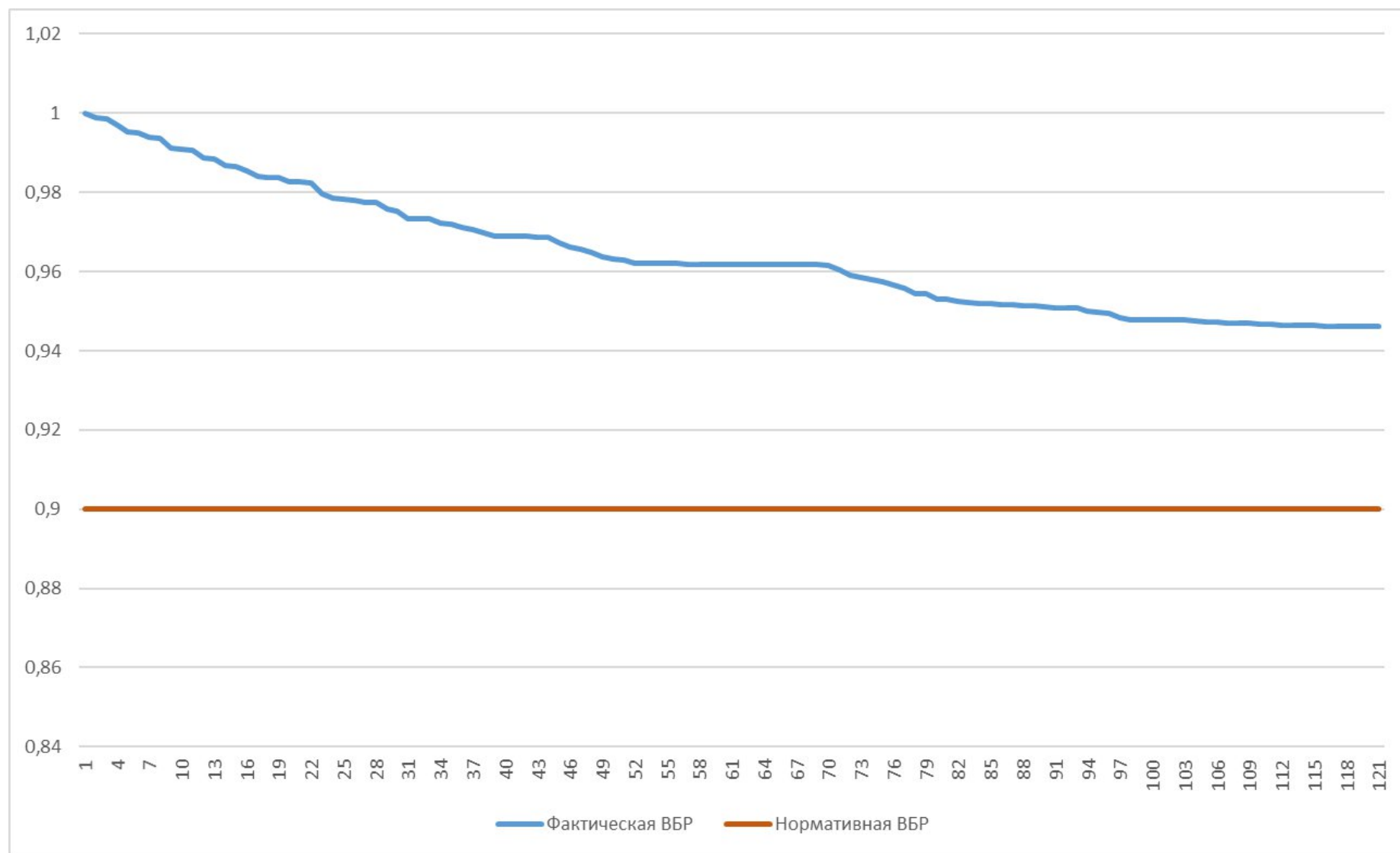


Рисунок 3-2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. Механизаторов, д. 196

3.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

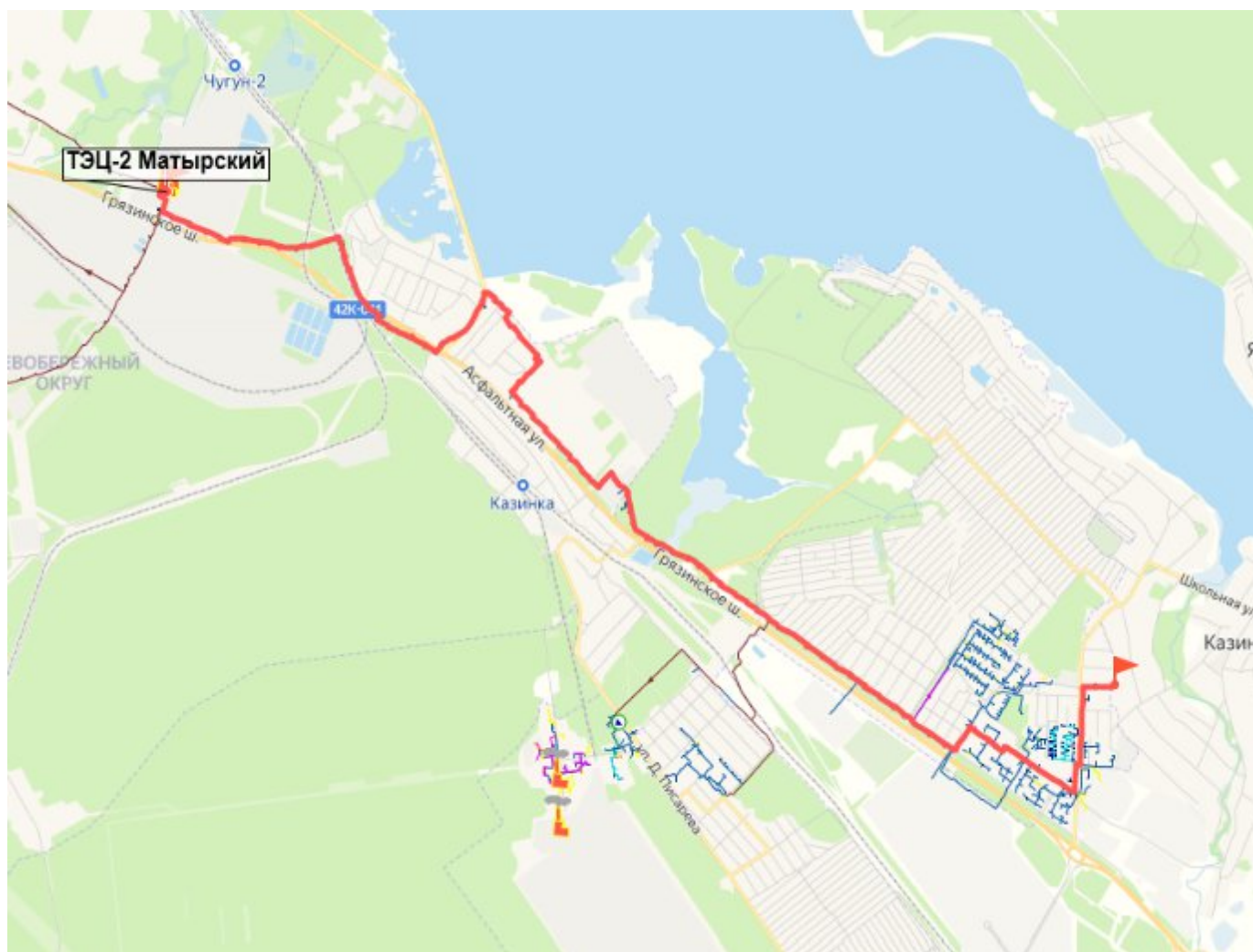


Рисунок 3-3 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9

Таблица 3-3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 Матырский до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9

№ 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	0,000013	0,000013	1,000987
2	б/н	б/н	0,702	1	до 1990	1	32	0,00000000	32	0,000002	0,000015	1,000985
3	б/н	б/н	0,702	972	до 1990	1	32	0,00001111	34,3	0,003778	0,003793	0,997207
4	б/н	ВУ 4-1	0,702	35	до 1990	1	35	0,00000040	42,4	0,000166	0,003959	0,997041
5	ВУ 4-1	ВУ 4-2	0,702	39	с 1990 по 1998	1	35	0,00000040	42,4	0,000189	0,004148	0,996852
6	ВУ 4-2	ВУ 4-3	0,702	225	с 1990 по 1998	1	35	0,00000260	36,6	0,000934	0,005082	0,995918
7	ВУ 4-3	ВУ 4-4	0,702	110	с 1990 по 1998	1	32	0,00000130	32	0,000398	0,005480	0,995520
8	ВУ 4-4	ТК 4-5	0,702	323	с 1990 по 1998	1	32	0,00000370	32	0,001168	0,006649	0,994351
9	ТК 4-5	ТК 4-6	0,702	51	до 1990	2	32	0,00000060	32	0,000186	0,006835	0,994165
10	ТК 4-6	ВУ 4-7	0,702	11	до 1990г	1	32	0,00000010	32	0,000039	0,006874	0,994126
11	ВУ 4-7	ТК 4-8	0,702	230	с 1990 по 1998	1	32	0,00000260	32	0,000831	0,007705	0,993295
12	ТК 4-8	ТК 4-9	0,702	41	до 1990	2	32	0,00000050	32	0,000147	0,007852	0,993148
13	ТК 4-9	ВУ 4-10	0,702	67	до 1990	1	32	0,00000080	32	0,000241	0,008093	0,992907
14	ВУ 4-10	ВУ 4-10а	0,702	319	до 1990	1	32	0,00000360	32	0,001153	0,009246	0,991754
15	ВУ 4-10а	ВУ 4-11	0,702	242	до 1990	1	32	0,00000280	32	0,000877	0,010123	0,990877
16	ВУ 4-11	ВУ 4-12	0,702	165	до 1990	1	32	0,00000190	32	0,000598	0,010721	0,990279
17	ВУ 4-12	ТК 4-13	0,702	44	до 1990	2	32	0,00000050	32	0,000159	0,010880	0,990120
18	ТК 4-13	ВУ 4-14	0,702	50	до 1990	1	32	0,00000060	32	0,000181	0,011061	0,989939
19	ВУ 4-14	ВУ 4-15	0,702	251	до 1990	1	32	0,00000290	32	0,000910	0,011971	0,989029
20	ВУ 4-15	ВУ 4-16	0,702	89	до 1990	1	32	0,00000100	32	0,000322	0,012293	0,988707
21	ВУ 4-16	ТК 4-17	0,702	236	до 1990	1	32	0,00000270	32	0,000856	0,013149	0,987851
22	ТК 4-17	ТК 4-18	0,702	89	до 1990	2	32	0,00000100	32	0,000321	0,013470	0,987530
23	ТК 4-18	ВУ 4-19	0,702	3	до 1990	1	32	0,00000000	32	0,000011	0,013481	0,987519

№ 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	0,000489	0,013971	0,987029
25	ВУ 4-20	ВУ 4-21	0,702	36	до 1990	1	32	0,00000040	32	0,000131	0,014102	0,986898
26	ВУ 4-21	ВУ 4-22	0,702	334	до 1990	1	32	0,00000380	32	0,001208	0,015310	0,985690
27	ВУ 4-22	ТК 4-23	0,702	40	до 1990	1	32	0,00000050	32	0,000145	0,015455	0,985545
28	ТК 4-23	ТК 4-24	0,702	60	до 1990	2	32	0,00000070	32	0,000217	0,015673	0,985327
29	ТК 4-24	ВУ 4-25	0,702	51	до 1990	1	32	0,00000060	32	0,000183	0,015856	0,985144
30	ВУ 4-25	ВУ 4-26	0,702	140	до 1990	1	32	0,00000160	32	0,000509	0,016364	0,984636
31	ВУ 4-26	ВУ 4-27	0,702	297	до 1990	2	32	0,00000340	32	0,001075	0,017439	0,983561
32	ВУ 4-27	ВУ 4-28	0,702	429	до 1990	1	32	0,00000490	32	0,001555	0,018994	0,982006
33	ВУ 4-28	ВУ 4-29	0,702	368	до 1990	1	32	0,00000420	32	0,001333	0,020327	0,980673
34	ВУ 4-29	ВУ 4-29a	0,702	65	до 1990	1	32	0,00000070	32	0,000235	0,020563	0,980437
35	ВУ 4-29a	ВУ 4-30	0,702	178	до 1990	1	32	0,00000200	32	0,000643	0,021205	0,979795
36	ВУ 4-30	ВУ 4-31	0,702	668	до 1990	1	32	0,00000761	32	0,002419	0,023625	0,977375
37	ВУ 4-31	ВУ 4-32	0,702	279	до 1990	1	32	0,00000320	32	0,001009	0,024634	0,976366
38	ВУ 4-32	ТК 4-33	0,702	10	до 1990	1	32	0,00000010	32	0,000037	0,024671	0,976329
39	ТК 4-33	ТК 4-34	0,702	14	до 1990	2	32	0,00000020	32	0,000049	0,024720	0,976280
40	ТК 4-34	ВУ 4-35	0,702	58	до 1990	1	32	0,00000070	32	0,000209	0,024929	0,976071
41	ВУ 4-35	ВУ 4-35a	0,702	26	до 1990	1	32	0,00000030	32	0,000096	0,025025	0,975975
42	ВУ 4-35a	ВУ 4-35б	0,702	145	до 1990	1	32	0,00000170	32	0,000527	0,025552	0,975448
43	ВУ 4-35б	ВУ 4-36	0,702	120	до 1990	1	32	0,00000140	32	0,000435	0,025987	0,975013
44	ВУ 4-36	ВУ 4-37	0,702	157	до 1990	1	32	0,00000180	32	0,000568	0,026555	0,974445
45	ВУ 4-37	ВУ 4-40	0,702	378	до 1990	1	32	0,00000430	32	0,001369	0,027924	0,973076
46	ВУ 4-40	ВУ 4-41	0,702	176	до 1990	1	32	0,00000200	32	0,000638	0,028562	0,972438
47	ВУ 4-41	ВУ 4-42	0,702	301	до 1990	1	32	0,00000340	32	0,001090	0,029652	0,971348
48	ВУ 4-42	ВУ 4-43	0,702	134	до 1990	1	32	0,00000150	32	0,000483	0,030135	0,970865
49	ВУ 4-43	ВУ 4-44	0,702	160	до 1990	1	32	0,00000180	32	0,000581	0,030716	0,970284
50	ВУ 4-44	ВУ 4-45	0,702	75	до 1990	1	32	0,00000090	32	0,000271	0,030987	0,970013
51	ВУ 4-45	ВУ 4-46	0,702	595	до 1990	1	32	0,00000681	32	0,002154	0,033141	0,967859
52	ВУ 4-46	ВУ 4-47	0,702	426	до 1990	1	32	0,00000490	32	0,001542	0,034683	0,966317
53	ВУ 4-47	ВУ 4-48	0,702	390	до 1990	1	32	0,00000440	32	0,001412	0,036095	0,964905
54	ВУ 4-48	ВУ 4-48a	0,702	171	до 1990	1	32	0,00000190	32	0,000619	0,036714	0,964286
55	ВУ 4-48a	ВУ 4-49	0,702	14	до 1990	1	32	0,00000020	32	0,000050	0,036764	0,964236
56	ВУ 4-49	ВУ 4-50	0,702	651	до 1990	1	32	0,00000741	32	0,002355	0,039119	0,961881

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
57	ВУ 4-50	ВУ 4-51	0,702	446	до 1990	1	32	0,00000511	32	0,001616	0,040735	0,960265
58	ВУ 4-51	З/А	0,406	1	до 1990	1	32	0,00000000	22,6	0,000003	0,040738	0,960262
59	З/А	ТК-83	0,406	265	до 1990	1	18	0,00000300	22,6	0,000679	0,041416	0,959584
60	ТК-83	ТК-84	0,406	50	до 1990	2	35	0,00000060	22,6	0,000128	0,041545	0,959455
61	ТК-84	ТК-85	0,406	127	до 1990	2	35	0,00000140	22,6	0,000325	0,041870	0,959130
62	ТК-85	З/А	0,406	46	до 1990	2	35	0,00000050	22,6	0,000118	0,041988	0,959012
63	З/А	ТК-86	0,406	3	до 1990	2	35	0,00000000	23,5	0,000007	0,041995	0,959005
64	ТК-86	З/А	0,257	4	до 1990	2	35	0,00000000	14,8	0,000007	0,042002	0,958998
65	З/А	ТК-87	0,309	24	до 1990	2	35	0,00000030	17,2	0,000047	0,042049	0,958951
66	ТК-87	ТК-88	0,309	35	до 1990	2	35	0,00000040	17,2	0,000067	0,042116	0,958884
67	ТК-88	ТК-98	0,309	81	до 1990	2	35	0,00000090	17,2	0,000158	0,042274	0,958726
68	ТК-98	ТК-104	0,309	66	до 1990	2	35	0,00000080	17,2	0,000129	0,042403	0,958597
69	ТК-104	ТК-105	0,309	100	до 1990	2	35	0,00000110	17,2	0,000195	0,042599	0,958401
70	ТК-105	ТК-106	0,309	95	до 1990	2	35	0,00000110	17,2	0,000185	0,042784	0,958216
71	ТК-106	З/А	0,309	4	до 1990	2	35	0,00000000	16,8	0,000008	0,042792	0,958208
72	З/А	ТК-106а	0,309	6	до 1990	2	35	0,00000010	17,3	0,000013	0,042805	0,958195
73	ТК-106а	ТК-112	0,309	76	до 1990	2	35	0,00000090	17,3	0,000149	0,042954	0,958046
74	ТК-112	ТК-113	0,309	141	до 1990	2	35	0,00000160	17,3	0,000277	0,043231	0,957769
75	ТК-113	ТК-113а	0,309	16	до 1990	2	35	0,00000020	17,3	0,000031	0,043262	0,957738
76	ТК-113а	ТК-130	0,309	13	до 1990	2	35	0,00000010	17,3	0,000025	0,043287	0,957713
77	ТК-130	б/к врезка	0,309	91	до 1990	2	35	0,00000100	17,3	0,000178	0,043465	0,957535
78	б/к врезка	ТК-142а	0,257	79	до 1990	2	35	0,00000090	14,5	0,000130	0,043596	0,957404
79	ТК-142а	ТК-142	0,257	137	до 1990	2	35	0,00000160	14,5	0,000225	0,043821	0,957179
80	ТК-142	ТК-143	0,15	35	до 1990	2	35	0,00000040	9,1	0,000036	0,043857	0,957143
81	ТК-143	З/А	0,15	2	до 1990	2	35	0,00000000	9,1	0,000002	0,043859	0,957141
82	З/А	ТК-151	0,15	139	до 1990	2	35	0,00000160	9,1	0,000142	0,044001	0,956999
83	ТК-151	З/А	0,15	2	до 1990	2	35	0,00000000	8,9	0,000002	0,044003	0,956997
84	З/А	ТК-151а	0,15	88	до 1990	2	35	0,00000100	8,9	0,000089	0,044092	0,956908
85	ТК-151а	ТК-155	0,15	257	до 1990	2	35	0,00000290	9	0,000261	0,044353	0,956647
86	ТК-155	точка В2	0,082	99	до 1990	2	35	0,00000110	5,9	0,000066	0,044419	0,956581
87	точка В2	З/А	0,082	18	до 1990	2	35	0,00000020	5,9	0,000012	0,044431	0,956569
88	З/А	ТК-156	0,1	4	до 1990	2	35	0,00000000	6,7	0,000003	0,044434	0,956566

№ 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	0,044497	0,956503
90	т. Уз-1	т. Уз-4	0,082	47	до 1990	1	35	0,00000050	5,9	0,000032	0,044529	0,956471
91	т. Уз-4	т. А8	0,1	5	до 1990	1	35	0,00000010	6,7	0,000004	0,044533	0,956467
92	т. А8	жил. дом	0,082	31	до 1990	1	35	0,00000040	5,9	0,000021	0,044555	0,956445

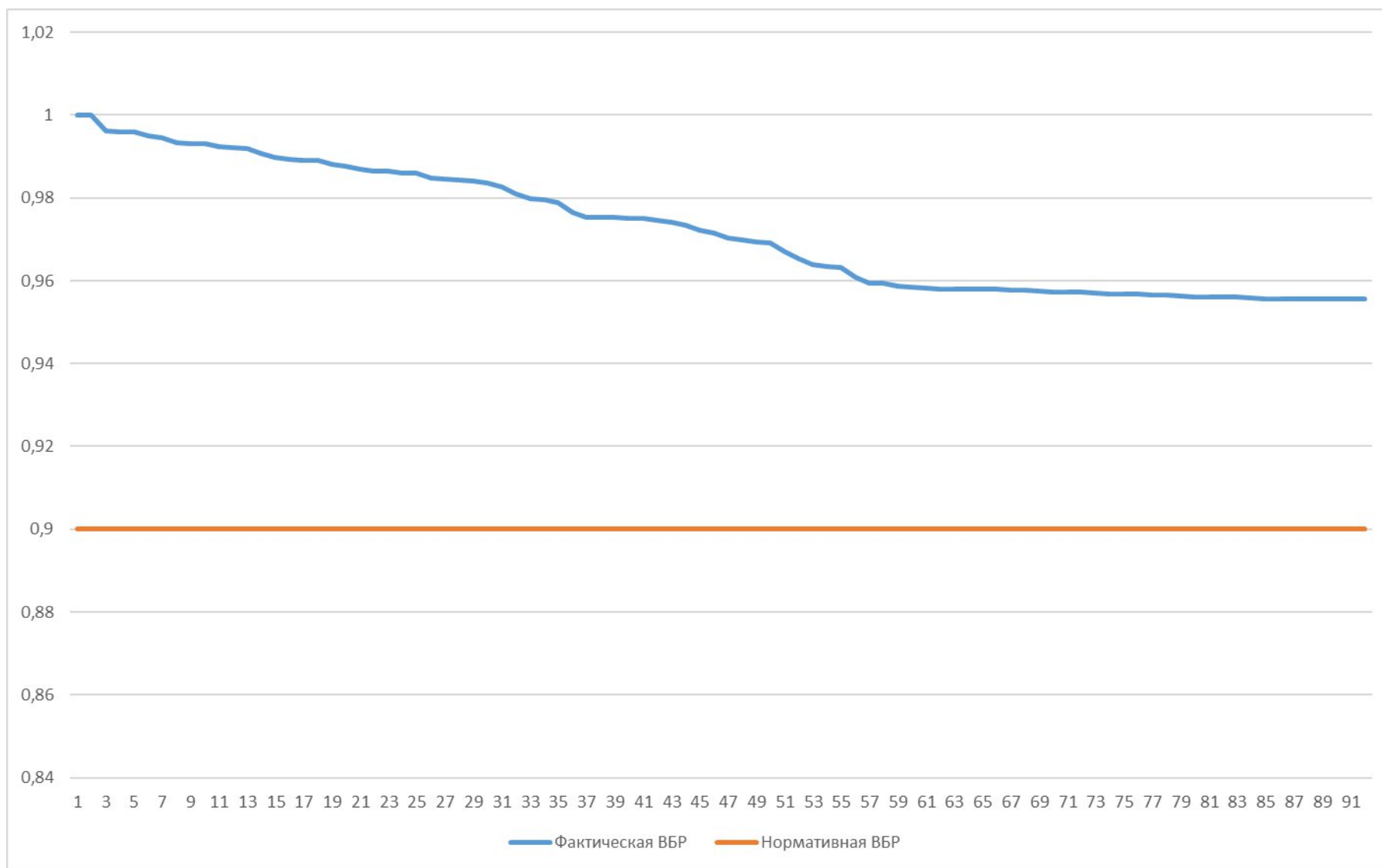


Рисунок 3-4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 город до жилого дома по ул. 70 лет Октября, д. 9

3.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от ТЭЦ-2 (ТМ ЛТЗ) до АБК по ул. Флерова, д. 1

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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 по ул. Флерова, д. 1

Таблица 3-4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК по ул. Флерова, д. 1

№ 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 ЛТЗ - АБК												
1	ТЭЦ-2 ЛТЗ	б/н	1,196	166	до 1990	1	35	0,00000190	60,1	0,001130	0,001130	0,999870
2	б/н	ВУ 6-1	1,196	272	до 1990	1	35	0,00000310	60,1	0,001851	0,002981	0,998019
3	ВУ 6-1	ВУ 6-2	1,196	74	до 1990	1	35	0,00000080	60,1	0,000506	0,003486	0,997514
4	ВУ 6-2	ВУ 6-3	1,196	168	до 1990	1	35	0,00000190	60,1	0,001138	0,004625	0,996375
5	ВУ 6-3	б/н	1,196	298	до 1990	1	35	0,00000340	60,1	0,002028	0,006653	0,994347
6	б/н	ВУ 6-4	0,998	26	до 1990	1	10	0,00000030	49,4	0,000143	0,006796	0,994204
7	ВУ 6-4	ВУ 6-5	0,998	16	до 1990	1	10	0,00000020	49,4	0,000091	0,006887	0,994113
8	ВУ 6-5	б/н	0,998	26	до 1990	1	10	0,00000030	49,4	0,000144	0,007031	0,993969
9	б/н	ВУ 6-6	0,998	178	до 1990	1	10	0,00000200	49,4	0,000996	0,008027	0,992973
10	ВУ 6-6	ВУ 6-7	0,998	89	до 1990	1	35	0,00000100	49,4	0,000498	0,008526	0,992474
11	ВУ 6-7	ВУ 6-8	0,998	117	до 1990	1	35	0,00000130	49,4	0,000654	0,009179	0,991821
12	ВУ 6-8	З/А	0,998	3	до 1990	1	35	0,00000000	49,4	0,000017	0,009196	0,991804
13	З/А	ВУ 6-9	0,998	1240	до 1990	1	35	0,00001411	39,3	0,005511	0,014707	0,986293
14	ВУ 6-9	ВУ 6-10	0,998	306	до 1990	1	35	0,00000350	39,3	0,001359	0,016066	0,984934
15	ВУ 6-10	ВУ 6-11	0,998	349	до 1990	1	35	0,00000400	39,3	0,001553	0,017619	0,983381
16	ВУ 6-11	ВУ 6-12	0,998	191	до 1990	1	35	0,00000220	39,3	0,000848	0,018466	0,982534
17	ВУ 6-12	ВУ 6-13	0,998	220	до 1990	1	35	0,00000250	39,3	0,000978	0,019444	0,981556
18	ВУ 6-13	ВУ 6-14	0,998	165	до 1990	1	35	0,00000190	39,3	0,000734	0,020178	0,980822
19	ВУ 6-14	ВУ 6-15	0,998	301	до 1990	1	35	0,00000340	39,3	0,001337	0,021515	0,979485
20	ВУ 6-15	З/А	0,802	3	до 1990	1	35	0,00000000	35,4	0,000012	0,021528	0,979472
21	З/А	ВУ 6-16	0,802	223	до 1990	1	35	0,00000250	35,4	0,000895	0,022422	0,978578
22	ВУ 6-16	З/А	0,802	581	до 1990	1	35	0,00000661	35,5	0,002329	0,024752	0,976248
23	З/А	ВУ 6-17	0,802	15	до 1990	1	35	0,00000020	28,6	0,000049	0,024801	0,976199
24	ВУ 6-17	ВУ 6-18	0,802	760	до 1990	1	35	0,00000871	31,1	0,002670	0,027470	0,973530
25	ВУ 6-18	ВУ 6-19	0,802	305	до 1990	1	35	0,00000350	31,1	0,001071	0,028542	0,972458
26	ВУ 6-19	ВУ 6-20	0,802	175	до 1990	1	35	0,00000200	31,1	0,000617	0,029158	0,971842
27	ВУ 6-20	ВУ 6-21	0,802	148	до 1990	1	35	0,00000170	31,1	0,000522	0,029680	0,971320
28	ВУ 6-21	ВУ 6-22	0,802	541	до 1990	1	35	0,00000621	31,1	0,001902	0,031582	0,969418
29	ВУ 6-22	ВУ 6-23	0,802	201	до 1990	1	35	0,00000230	31,1	0,000706	0,032287	0,968713

№ 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 6-23	ВУ 6-24	0,802	15	до 1990	1	35	0,00000020	31,1	0,000054	0,032341	0,968659
31	ВУ 6-24	ВУ 6-25	0,802	23	до 1990	1	35	0,00000030	31,1	0,000081	0,032422	0,968578
32	ВУ 6-25	ВУ 6-26	0,998	141	до 1990	1	35	0,00000160	49,2	0,000784	0,033206	0,967794
33	ВУ 6-26	З/А	0,998	363	до 1990	1	35	0,00000410	49,2	0,002019	0,035225	0,965775
34	З/А	ВУ 6-27	0,998	38	до 1990	1	35	0,00000040	48,9	0,000210	0,035435	0,965565
35	ВУ 6-27	ВУ 6-28	0,998	4	до 1990	1	35	0,00000000	51,1	0,000022	0,035457	0,965543
36	ВУ 6-28	ВУ 6-29	0,998	25	до 1990	1	35	0,00000030	51,1	0,000147	0,035605	0,965395
37	ВУ 6-29	ВУ 6-30	0,998	6	до 1990	1	35	0,00000010	51,1	0,000036	0,035641	0,965359
38	ВУ 6-30	б/н	0,614	328	до 1990	1	35	0,00000370	25,2	0,000935	0,036576	0,964424
39	б/н	б/н	0,614	55	до 1990	1	35	0,00000060	35,4	0,000222	0,036798	0,964202
40	Насосная ЛТЗ	б/н	0,614	9	до 1990	1	35	0,00000010	35,4	0,000037	0,036835	0,964165
41	б/н	Насосная ЛТЗ	0,614	13	до 1990	1	35	0,00000010	35,4	0,000053	0,036888	0,964112
42	б/н	ВУ 2-5а	0,614	53	до 1990	1	35	0,00000060	35,4	0,000213	0,037101	0,963899
43	ВУ 2-5а	ВУ 2-6	0,614	299	до 1990	1	35	0,00000340	35,4	0,001198	0,038299	0,962701
44	ВУ 2-6	ТК 3-1	0,406	511	до 1990	2	35	0,00000581	22,4	0,001295	0,039595	0,961405
45	ТК 3-1	ТК 3-2	0,406	94	до 1990	2	35	0,00000110	22,4	0,000237	0,039832	0,961168
46	ТК 3-2	ТК 3-16	0,205	262	до 1990	2	35	0,00000300	11,2	0,000331	0,040163	0,960837
47	ТК 3-16	ТК 3-17	0,205	221	до 1990	2	35	0,00000250	11,2	0,000279	0,040442	0,960558
48	ТК 3-17	ТК 3-18	0,205	126	до 1990	2	35	0,00000140	11,2	0,000159	0,040602	0,960398
49	ТК 3-18	ТК 3-19	0,205	107	до 1990	2	35	0,00000120	11,2	0,000135	0,040737	0,960263
50	ТК 3-19	ТК 3-20	0,205	692	до 1990	2	35	0,00000791	11,2	0,000874	0,041611	0,959389
51	ТК 3-20	ТК 3-21	0,15	141	до 1990	2	35	0,00000160	9,1	0,000144	0,041755	0,959245
52	ТК 3-21	ТК 3-21-9	0,1	242	до 1990	2	35	0,00000280	6,6	0,000182	0,041937	0,959063
53	ТК 3-21-9	ТК 3-21-11	0,1	57	до 1990	2	35	0,00000060	6,6	0,000043	0,041980	0,959020
54	ТК 3-21-11	ТК 3-21-13	0,05	53	до 1990	2	35	0,00000060	4,6	0,000028	0,042008	0,958992
55	ТК 3-21-13	АБК	0,05	16	с 1990 по 1998	2	35	0,00000020	4,6	0,000008	0,042016	0,958984

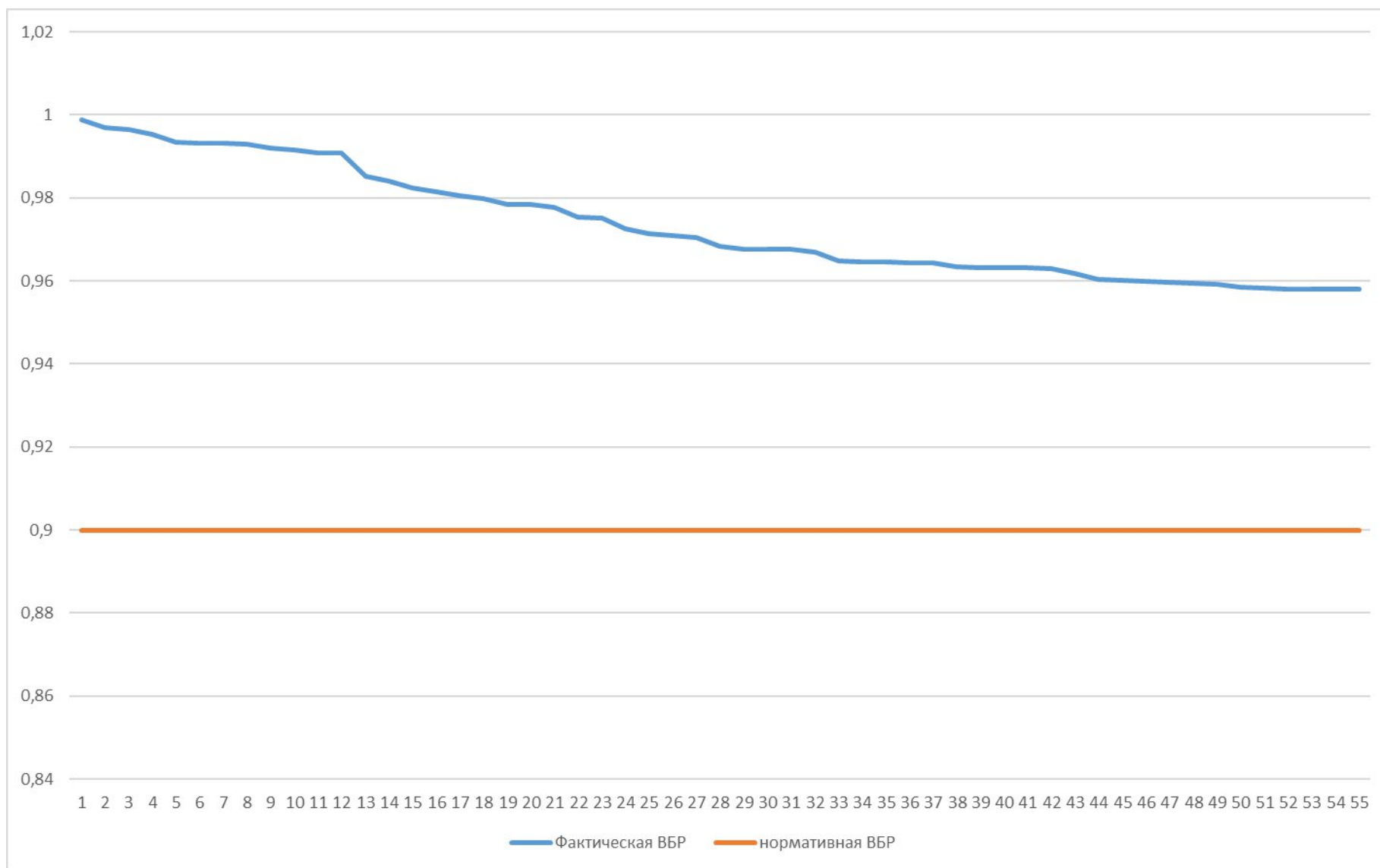


Рисунок 3-6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТЗ-АБК по ул. Флерова, д. 1

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 ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

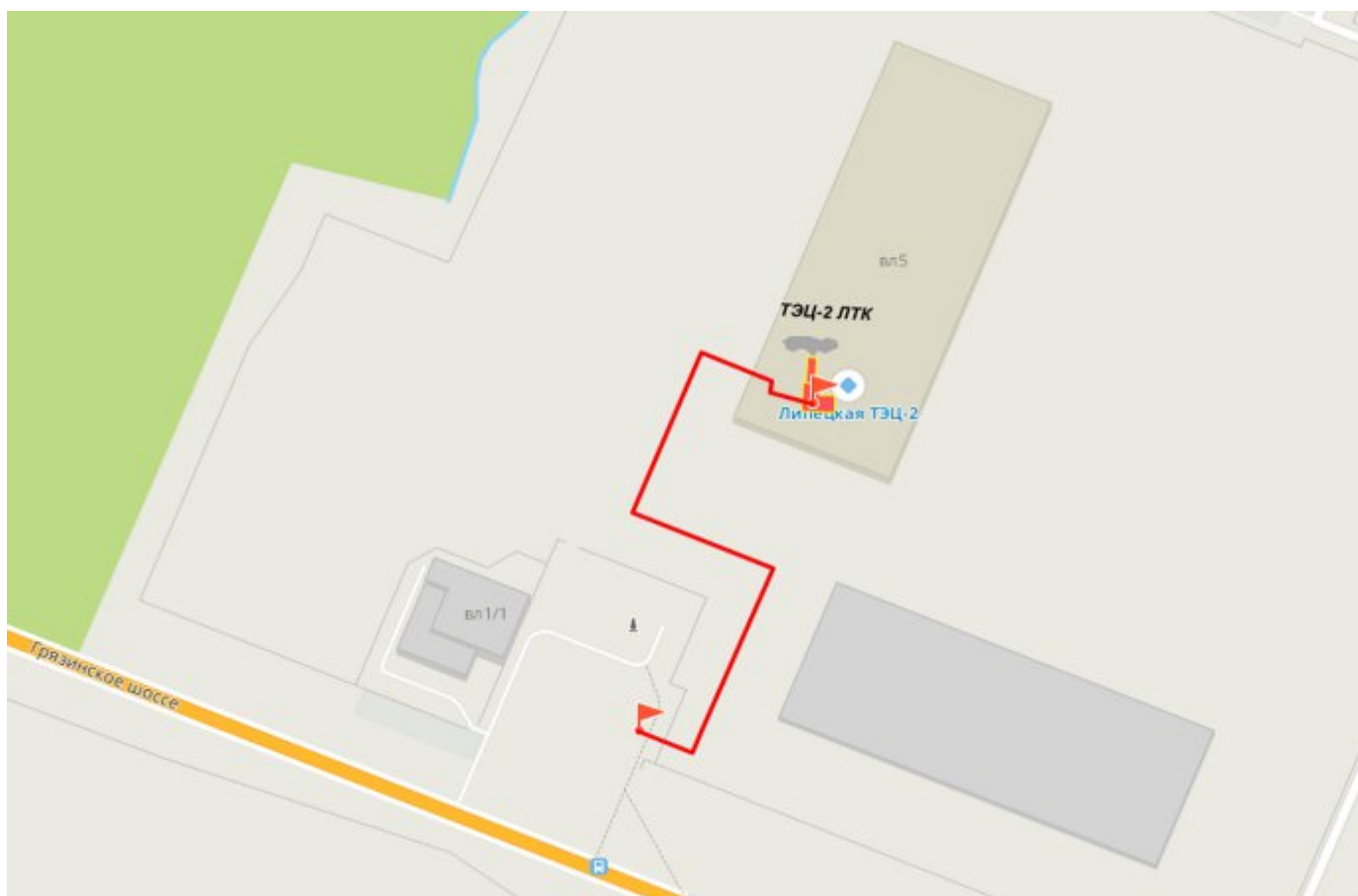


Рисунок 3-7 – Путь движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

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 накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ТЭЦ-2 ЛТК	-	1,196	5	до 1990	1	35	0,0000001 0	76,3	0,000041	0,000041	1,000959
2	-	-	1,196	289	до 1990	1	35	0,0000033 0	76,3	0,002520	0,002561	0,998439
3	-	ООО "Новолипецкая металлобаза"	0,205	40	до 1990	1	35	0,0000005 0	12	0,000054	0,002615	0,998385

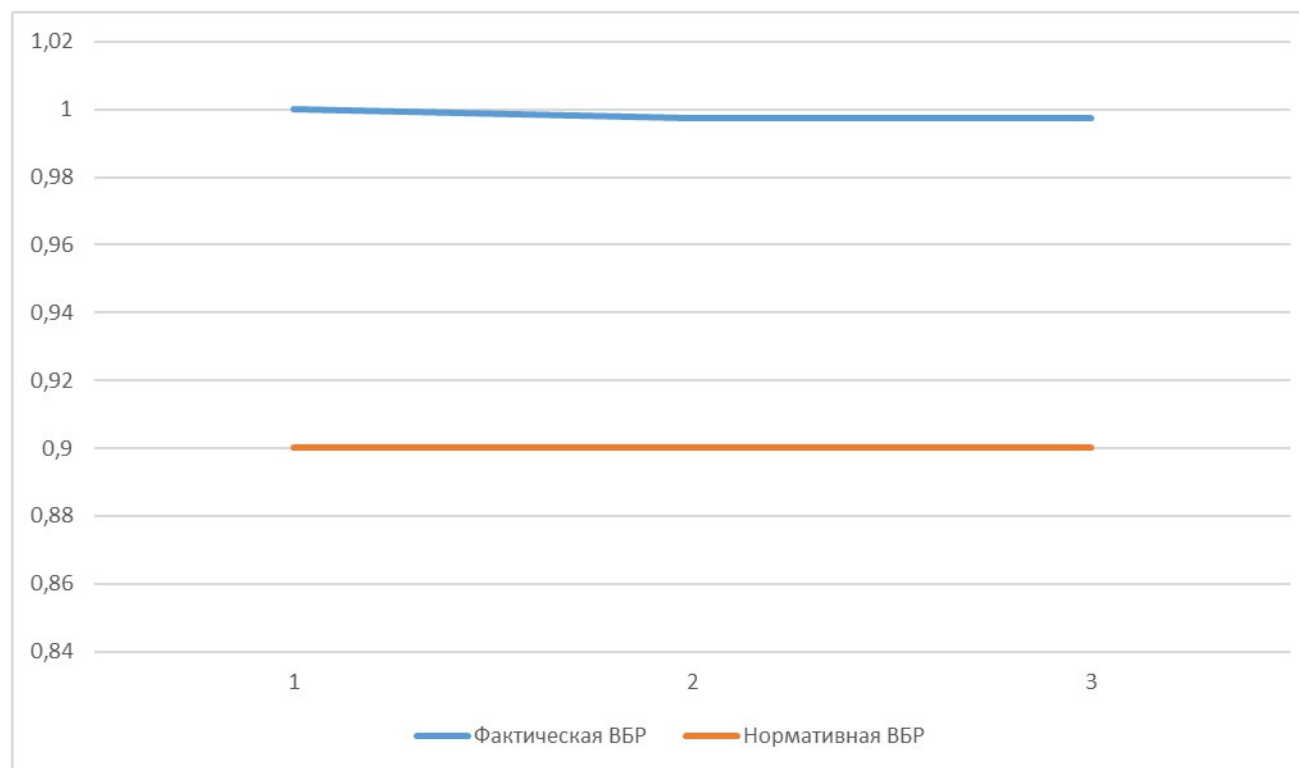


Рисунок 3-8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от ТЭЦ-2 ЛТК до ООО "Новолипецкая металлобаза"

3.5 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от Котельная «Привокзальная» до ул. Сергея Казьмина д.6

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 3-9.

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 ~~Рисунок~~ 3-10 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

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

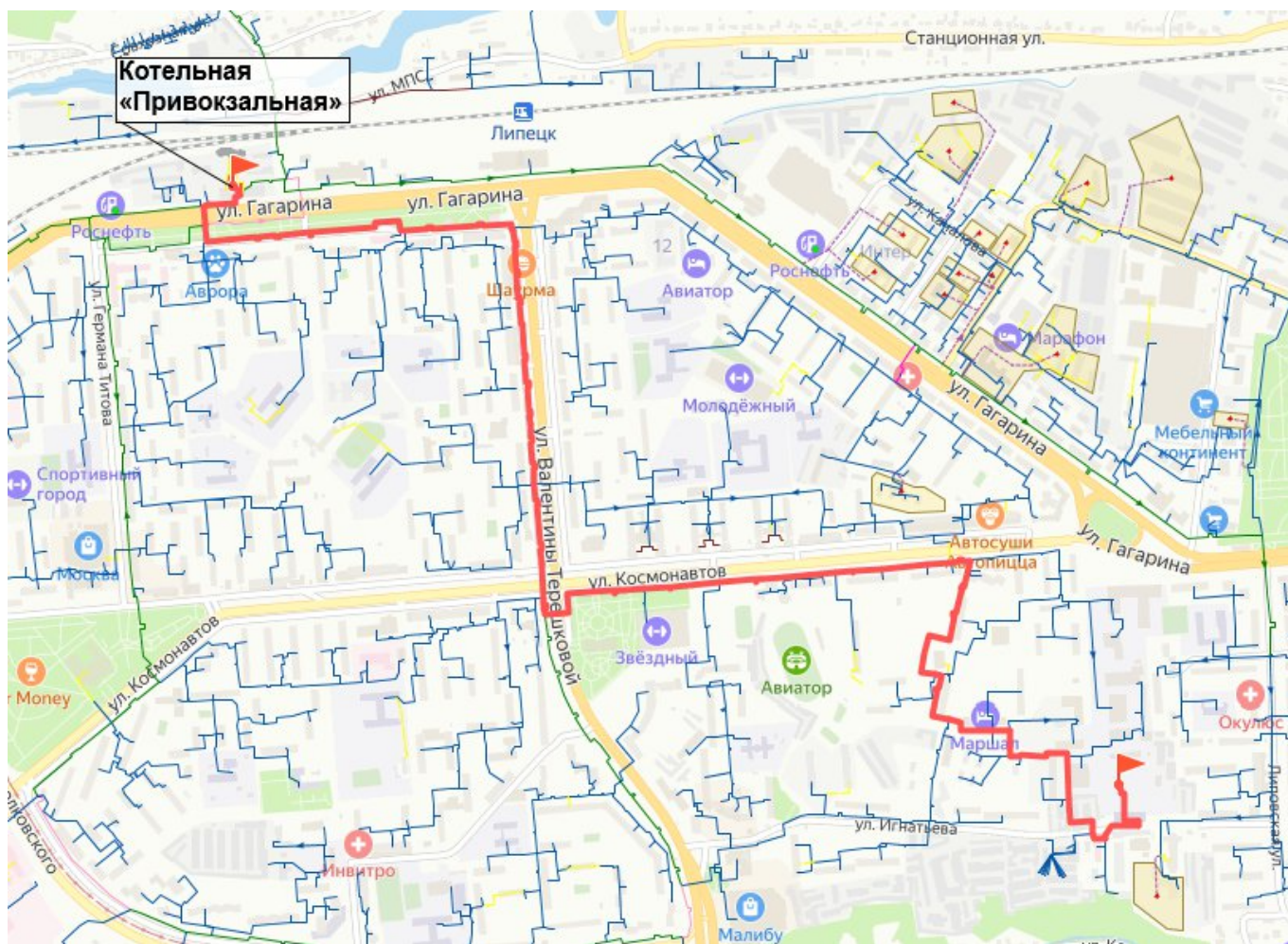


Рисунок 3-9 – Путь движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26

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	1,000996
2	тк	б/н	0,515	3	до 1990	2	28	0,00000000	30	0,000011	0,000015	1,000985
3	б/н	б/н	0,515	2	до 1990	2	28	0,00000000	30	0,000005	0,000020	1,000980
4	б/н	ТК 1-1	0,515	15	до 1990	2	28	0,00000020	30	0,000051	0,000071	1,000929
5	ТК 1-1	ТК 1-2	0,515	55	до 1990	2	28	0,00000060	30	0,000186	0,000257	1,000743
6	ТК 1-2	ТК 1-3	0,515	45	до 1990	2	28	0,00000050	30	0,000154	0,000411	1,000589
7	ТК 1-3	3/А	0,515	2	с 1999 по 2003	2	19	0,00000000	30	0,000006	0,000417	1,000583
8	3/А	ТК 1-3а	0,515	212	до 1990	2	28	0,00000240	28,7	0,000687	0,001104	0,999896
9	ТК 1-3а	ТК 1-4	0,515	232	до 1990	2	28	0,00000260	28,7	0,000753	0,001857	0,999143
10	ТК 1-4	ТК 1-5	0,515	220	до 1990	2	28	0,00000250	28,7	0,000713	0,002570	0,998430
11	ТК 1-5	3/А	0,515	3	до 1990	2	28	0,00000000	27,9	0,000009	0,002579	0,998421
12	3/А	ТК 1-5"	0,515	392	до 1990	2	28	0,00000450	28,7	0,001272	0,003851	0,997149
13	ТК 1-5"	ТК 1-33	0,515	120	до 1990	2	28	0,00000140	28,7	0,000389	0,004240	0,996760
14	ТК 1-33	3/А	0,515	154	до 1990	2	28	0,00000180	28,5	0,000496	0,004737	0,996263
15	3/А	ТК 1-34	0,515	2	до 1990	2	28	0,00000000	30,1	0,000007	0,004744	0,996256
16	ТК 1-34	ТК 1-35	0,515	61	до 1990	2	28	0,00000070	30,1	0,000207	0,004951	0,996049
17	ТК 1-35	ТК 1-35а	0,515	37	до 1990	2	28	0,00000040	30,1	0,000126	0,005077	0,995923
18	ТК 1-35а	3/А	0,406	3	с 1999 по 2003	2	16	0,00000000	22,9	0,000008	0,005085	0,995915
19	3/А	ТК 1-68	0,406	219	с 1999 по 2003	2	16	0,00000250	22,9	0,000566	0,005651	0,995349
20	ТК 1-68	ТК 1-69	0,406	145	с 1999 по 2003	2	16	0,00000170	22,9	0,000375	0,006026	0,994974
21	ТК 1-69	ТК 1-69а	0,309	87	до 1990г	2	28	0,00000100	16,6	0,000162	0,006188	0,994812
22	ТК 1-69а	ТК 1-70	0,309	41	до 1990г	2	28	0,00000050	16,6	0,000077	0,006265	0,994735
23	ТК 1-70	ТК 1-71	0,309	92	с 1999 по 2003	2	15	0,00000100	16,6	0,000171	0,006436	0,994564
24	ТК 1-71	ТК 1-72	0,309	94	до 1990	2	28	0,00000110	16,6	0,000175	0,006612	0,994388

№ 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	0,006769	0,994231
26	ТК 1-73	ТК 1-74	0,309	44	до 1990	2	28	0,00000050	16,6	0,000082	0,006851	0,994149
27	ТК 1-74	ТК 1-75	0,309	43	до 1990	2	28	0,00000050	16,6	0,000081	0,006932	0,994068
28	ТК 1-75	ТК 1-75-1	0,309	69	до 1990	2	28	0,00000080	16,6	0,000128	0,007060	0,993940
29	ТК 1-75-1	ТК 1-75-3	0,309	230	до 1990	2	28	0,00000260	16,6	0,000429	0,007489	0,993511
30	ТК 1-75-3	ТК 1-75-7	0,309	126	до 1990	2	28	0,00000140	16,6	0,000236	0,007726	0,993274
31	ТК 1-75-7	3/А	0,309	3	до 1990	2	28	0,00000000	16,4	0,000006	0,007732	0,993268
32	3/А	ТК 1-75-9	0,309	100	до 1990	2	28	0,00000110	16,4	0,000186	0,007918	0,993082
33	ТК 1-75-9	ТК 1-75-13	0,309	35	до 1990	2	28	0,00000040	17,3	0,000069	0,007987	0,993013
34	ТК 1-75-13	ТК 1-75-17	0,309	73	до 1990	2	28	0,00000080	17,3	0,000141	0,008128	0,992872
35	ТК 1-75-17	ТК 1-75-19	0,309	86	до 1990	2	28	0,00000100	17,3	0,000169	0,008297	0,992703
36	ТК 1-75-19	ТК 1-75-25	0,309	79	до 1990	2	28	0,00000090	17,3	0,000154	0,008451	0,992549
37	ТК 1-75-25	ТК 1-75-27	0,257	104	до 1990	2	28	0,00000120	14,7	0,000173	0,008625	0,992375
38	ТК 1-75-27	ТК 1-75-29	0,257	30	до 1990	2	28	0,00000030	14,7	0,000049	0,008674	0,992326
39	ТК 1-75-29	ТК 1-75-31	0,15	76	до 1990	2	28	0,00000090	9,1	0,000078	0,008752	0,992248
40	ТК 1-75-31	б/н	0,069	7	до 1990	2	28	0,00000010	5,4	0,000004	0,008756	0,992244
41	б/н	Здание штаба, инв № 26	0,082	97	до 1990	2	28	0,00000110	5,9	0,000065	0,008821	0,992179

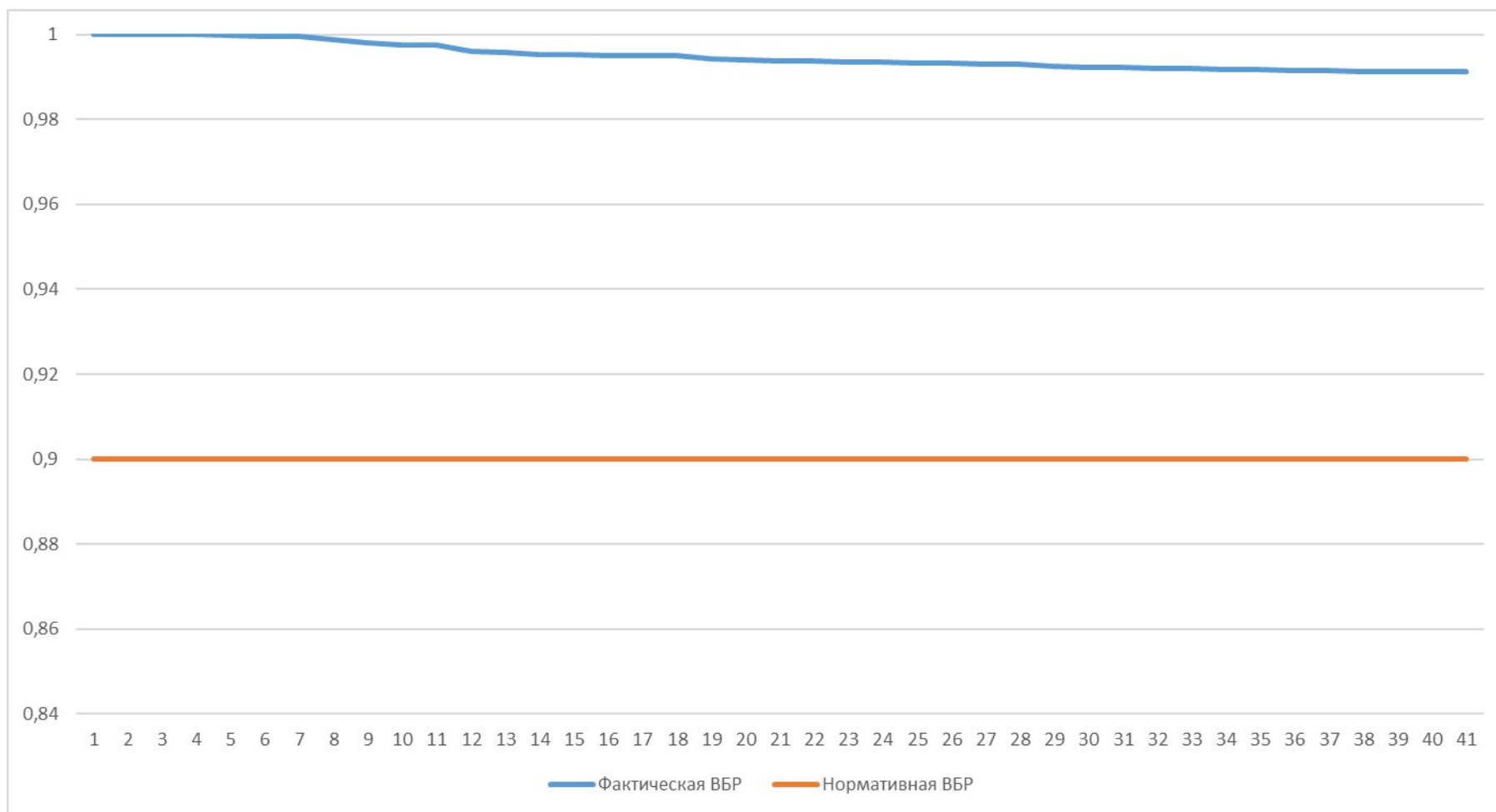


Рисунок 3-10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Привокзальная» до здания штаба, инв №26

до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71

потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 3-11.

к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице.

Для наглядности на рисунке ~~рисунке~~ 5-12 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.

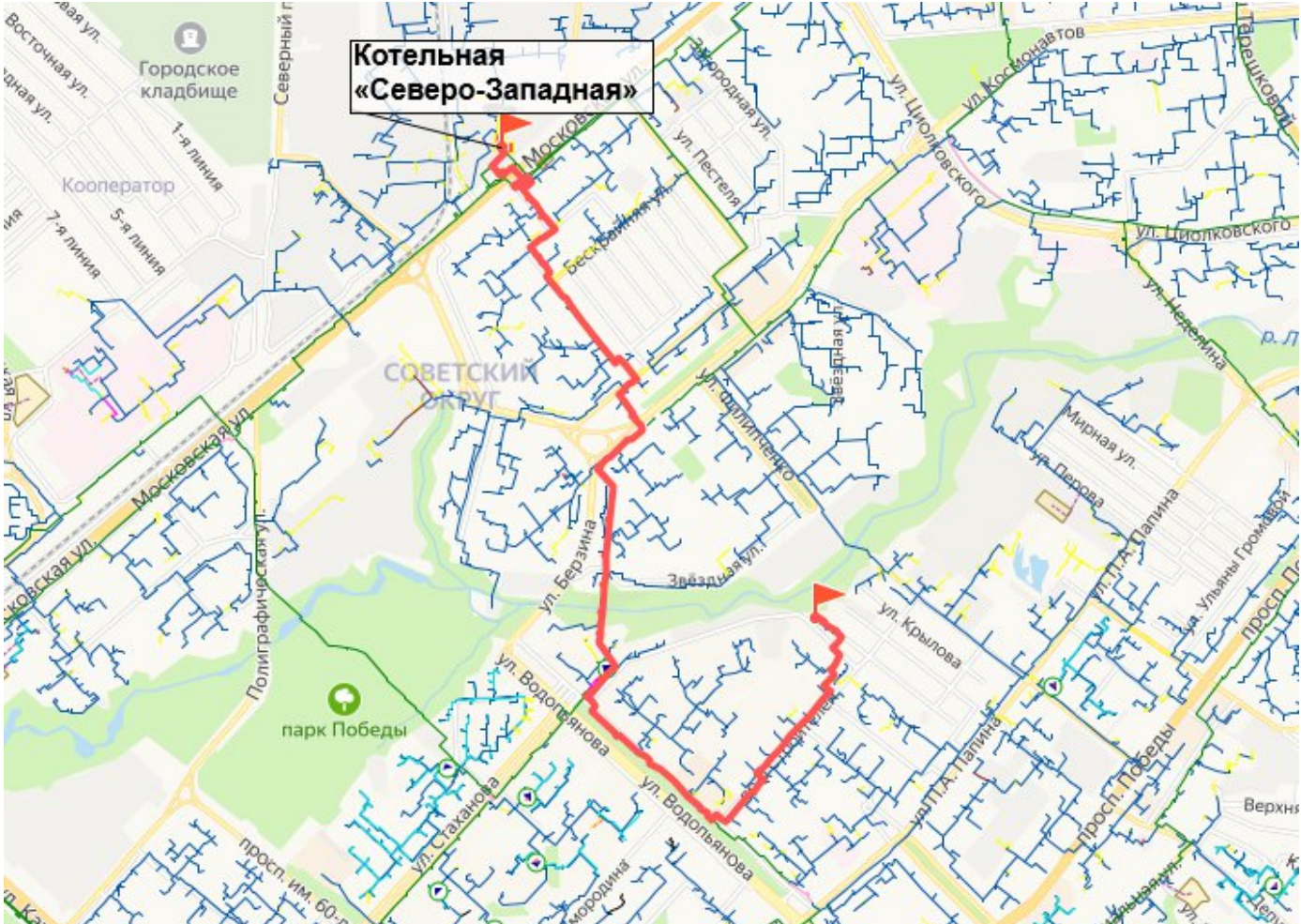


Рисунок 3-11 – Путь движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 вввод) по ул. Достоевского, д. 71

Таблица 3-7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71

№ 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	1,000990
2	б/н	б/н	0,998	68	до 1990	2	37	0,00000080	61,9	0,000477	0,000487	1,000513
3	б/н	ТК 4-1	0,702	57	до 1990	2	37	0,00000060	42,5	0,000271	0,000759	1,000241
4	ТК 4-1	ТК 4-2	0,998	33	до 1990	2	37	0,00000040	61,9	0,000231	0,000990	1,000010
5	ТК 4-2	ТК 4-3	0,998	60	до 1990	2	37	0,00000070	61,9	0,000415	0,001405	0,999595
6	ТК 4-3	3/А	0,614	1	с 1990 по 1998	2	26	0,00000000	36,6	0,000005	0,001410	0,999590
7	3/А	ТК 4-19	0,614	48	с 1990 по 1998	2	26	0,00000050	36,6	0,000198	0,001609	0,999391
8	ТК 4-19	б/н	0,515	47	до 1990	2	37	0,00000050	30,2	0,000161	0,001770	0,999230
9	б/н	3/А	0,309	1	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000001	0,001771	0,999229
10	3/А	ТК 3-3	0,309	3	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000007	0,001778	0,999222
11	ТК 3-3	ТК 4-4	0,515	8	до 1990	2	37	0,00000010	30,3	0,000027	0,001805	0,999195
12	ТК 4-4	3/А	0,515	1	до 1990	2	37	0,00000000	30,3	0,000004	0,001809	0,999191
13	3/А	ТК 3-4	0,515	128	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000402	0,002211	0,998789
14	ТК 3-4	ТК 3-5	0,515	105	до 1990	2	37	0,00000120	27,9	0,000331	0,002543	0,998457
15	ТК 3-5	ТК 3-6	0,515	128	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000401	0,002944	0,998056
16	ТК 3-6	ТК 3-7	0,515	74	до 1990	2	37	0,00000080	27,9	0,000231	0,003175	0,997825
17	ТК 3-7	ТК 3-8	0,515	102	до 1990	2	37	0,00000120	27,9	0,000321	0,003496	0,997504
18	ТК 3-8	ТК 3-9	0,515	90	до 1990	2	37	0,00000100	27,9	0,000284	0,003781	0,997219
19	ТК 3-9	ТК 3-10	0,515	127	до 1990	2	37	0,00000140	27,9	0,000399	0,004180	0,996820
20	ТК 3-10	ТК 3-11	0,515	76	до 1990	2	37	0,00000090	27,9	0,000239	0,004419	0,996581
21	ТК 3-11	ТК 3-12	0,515	62	до 1990	2	37	0,00000070	27,9	0,000193	0,004613	0,996387
22	ТК 3-12	ТК 3-13	0,515	65	до 1990	2	37	0,00000070	27,9	0,000205	0,004818	0,996182
23	ТК 3-13	б/н	0,515	4	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000012	0,004830	0,996170
24	б/н	3/А	0,515	56	до 1990	2	37	0,00000060	27,9	0,000177	0,005007	0,995993
25	3/А	ТК 3-14	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000006	0,005013	0,995987
26	ТК 3-14	ТК 3-15	0,515	49	до 1990	2	37	0,00000060	30,2	0,000166	0,005179	0,995821

№ 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
27	ТК 3-15	3/А	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	29,9	0,000008	0,005187	0,995813
28	3/А	ТК 3-16	0,515	76	до 1990	2	37	0,00000090	30	0,000258	0,005445	0,995555
29	ТК 3-16	42430	0,515	25	до 1990	2	37	0,00000030	30	0,000085	0,005531	0,995469
30	42430	ТК 3-17	0,515	19	до 1990	2	37	0,00000020	30	0,000063	0,005594	0,995406
31	ТК 3-17	3/А	0,515	2	до 1990	2	32	0,00000000	27,9	0,000007	0,005601	0,995399
32	3/А	ТК 3-36	0,515	116	до 1990	2	37	0,00000130	27,9	0,000363	0,005964	0,995036
33	ТК 3-36	ТК 3-37	0,515	84	до 1990	2	37	0,00000100	27,9	0,000263	0,006227	0,994773
34	ТК 3-37	ТК 3-38	0,515	266	до 1990	2	37	0,00000300	27,9	0,000836	0,007063	0,993937
35	ТК 3-38	ТК 3-39	0,515	131	до 1990	2	37	0,00000150	27,9	0,000412	0,007475	0,993525
36	ТК 3-39	ТК 3-40	0,515	190	до 1990	1	37	0,00000220	27,9	0,000597	0,008072	0,992928
37	ТК 3-40	ТК 3-41	0,515	172	до 1990	2	37	0,00000200	27,9	0,000541	0,008613	0,992387
38	ТК 3-41	ТК 4-37а	0,515	30	до 1990	2	37	0,00000030	27,9	0,000093	0,008706	0,992294
39	ТК 4-37а	3/А	0,515	97	до 1990	2	37	0,00000110	27,9	0,000306	0,009012	0,991988
40	3/А	ТК 4-38	0,515	5	до 1990	2	37	0,00000010	30,3	0,000017	0,009029	0,991971
41	ТК 4-38	б/н	0,515	4	до 1990	2	26	0,00000000	30,3	0,000013	0,009042	0,991958
42	б/н	3/А	0,515	1	до 1990	2	37	0,00000000	30,3	0,000003	0,009045	0,991955
43	3/А	ТК 4-37	0,515	2	до 1990	2	37	0,00000000	28,7	0,000005	0,009050	0,991950
44	ТК 4-37	ТК 4-38а	0,515	17	до 1990	2	26	0,00000020	28,8	0,000056	0,009106	0,991894
45	ТК 4-38а	ТК 4-39	0,515	268	с 1990 по 1998	2	26	0,00000310	28,8	0,000870	0,009976	0,991024
46	ТК 4-39	ТК 4-40	0,515	237	с 1990 по 1998	2	26	0,00000270	28,8	0,000768	0,010744	0,990256
47	ТК 4-40	3/А	0,515	118	с 1990 по 1998	2	26	0,00000130	28,8	0,000381	0,011125	0,989875
48	3/А	ТК 4-41	0,515	4	до 1990	2	37	0,00000000	27,9	0,000013	0,011138	0,989862
49	ТК 4-41	3/А	0,309	3	до 1990	2	37	0,00000000	17,8	0,000006	0,011144	0,989856
50	3/А	ТК 4-41-1а	0,309	29	до 1990	2	37	0,00000030	17,7	0,000058	0,011202	0,989798
51	ТК 4-41-1а	3/А	0,309	4	до 1990	2	37	0,00000000	17,4	0,000007	0,011209	0,989791
52	3/А	ТК 4-41-1	0,309	42	до 1990	2	37	0,00000050	17,4	0,000082	0,011291	0,989709
53	ТК 4-41-1	б/н	0,309	90	до 1990	2	37	0,00000100	17,5	0,000177	0,011468	0,989532
54	б/н	ТК 4-41-3	0,309	82	до 1990	2	37	0,00000090	17,5	0,000162	0,011631	0,989369

№ 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
55	ТК 4-41-3	3/А	0,257	1	до 1990	2	37	0,00000000	14,8	0,000002	0,011633	0,989367
56	3/А	ТК 4-41-7	0,257	36	до 1990	2	37	0,00000040	14,6	0,000058	0,011691	0,989309
57	ТК 4-41-7	ТК 4-41-8	0,257	73	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000120	0,011811	0,989189
58	ТК 4-41-8	ТК 4-41-9	0,257	71	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000117	0,011928	0,989072
59	ТК 4-41-9	ТК 4-41-10	0,257	70	до 1990	2	37	0,00000080	14,6	0,000115	0,012043	0,988957
60	ТК 4-41-10	3/А	0,257	1	до 1990	2	37	0,00000000	14,4	0,000002	0,012045	0,988955
61	3/А	ТК 4-41-11	0,257	53	до 1990	2	37	0,00000060	14,7	0,000087	0,012132	0,988868
62	ТК 4-41-11	ТК 4-41-12	0,257	99	до 1990	2	37	0,00000110	14,7	0,000163	0,012295	0,988705
63	ТК 4-41-12	3/А	0,205	70	до 1990	2	37	0,00000080	11,9	0,000095	0,012390	0,988610
64	3/А	ТК 4-41-13	0,205	2	до 1990	2	37	0,00000000	12	0,000003	0,012393	0,988607
65	ТК 4-41-13	ТК 4-41-14	0,15	41	до 1990	2	37	0,00000050	9,1	0,000042	0,012435	0,988565
66	ТК 4-41-14	3/А	0,125	3	до 1990	2	37	0,00000000	7,9	0,000002	0,012437	0,988563
67	3/А	ТК 4-41-14-1	0,125	90	до 1990	2	37	0,00000100	7,8	0,000080	0,012518	0,988482
68	ТК 4-41-14-1	ТК 4-41-14-2	0,125	87	до 1990	2	37	0,00000100	7,8	0,000077	0,012595	0,988405
69	ТК 4-41-14-2	ТК 4-41-14-3	0,1	36	до 1990	2	37	0,00000040	6,7	0,000027	0,012622	0,988378
70	ТК 4-41-14-3	ТК 4-41-14-4	0,1	32	до 1990	2	37	0,00000040	6,7	0,000024	0,012646	0,988354
71	ТК 4-41-14-4	3/А	0,069	2	до 1990	2	37	0,00000000	5,4	0,000001	0,012647	0,988353
72	3/А	ЖИЛ. ДОМ (4 ВВОД)	0,069	20	до 1990	2	37	0,00000020	5,4	0,000012	0,012659	0,988341

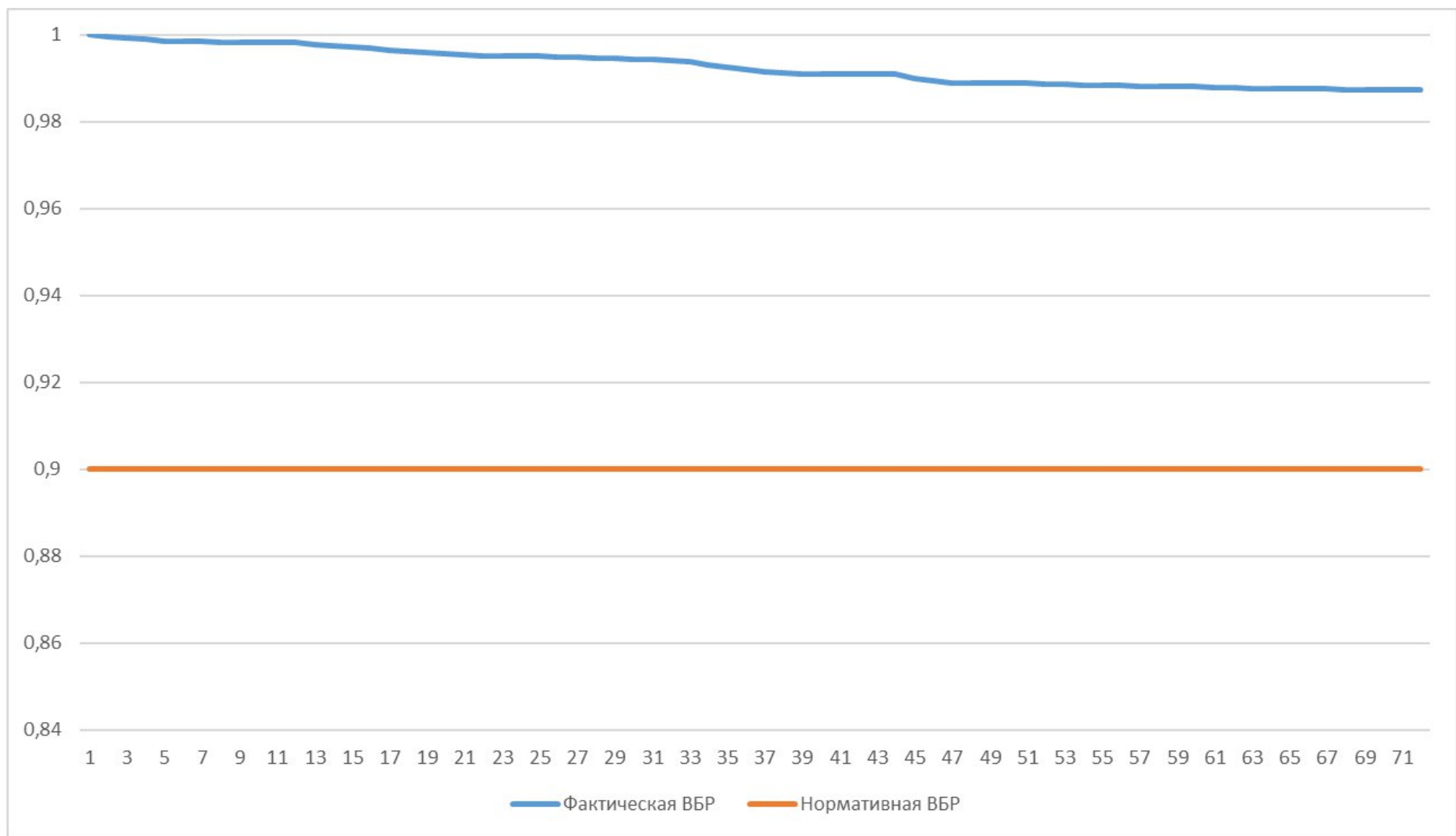


Рисунок 3-12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Северо-Западная» до жилого дома (4 ввод) по ул. Достоевского, д. 71

Таблица 3-8 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а

№ 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	1,000941
2	б/н	б/н	0,998	2	с 1990г по 1998г	2	22	0,00000000	48,9	0,000012	0,000071	1,000929
3	б/н	ТК 6-1	0,998	14	с 1990 по 1998	2	22	0,00000020	48,9	0,000078	0,000149	1,000851
4	ТК 6-1	ТК 6-2	0,998	61	с 1999 по 2003	2	22	0,00000070	48,9	0,000332	0,000481	1,000519
5	ТК 6-2	ТК 6-2а	0,998	80	с 1999 по 2003	2	13	0,00000090	48,9	0,000437	0,000919	1,000081
6	ТК 6-2а	ТК 6-3	0,998	64	с 1999 по 2003	2	22	0,00000070	48,9	0,000350	0,001269	0,999731
7	ТК 6-3	ТК 6-3а	0,998	736	с 1990 по 1998	2	22	0,00000841	48,9	0,004026	0,005295	0,995705
8	ТК 6-3а	ТК 6-4	0,998	89	с 1990 по 1998	2	22	0,00000100	48,9	0,000486	0,005782	0,995218
9	ТК 6-4	ТК 6-5	0,998	388	с 1990 по 1998	2	22	0,00000440	48,9	0,002120	0,007902	0,993098
10	ТК 6-5	ТК 6-5а	0,802	522	с 1990 по 1998	2	22	0,00000601	38,7	0,002261	0,010163	0,990837
11	ТК 6-5а	ТК 6-6	0,802	85	с 1990 по 1998	2	22	0,00000100	38,7	0,000369	0,010533	0,990467
12	ТК 6-6	ТК 6-7	0,802	593	с 1990 по 1998	2	22	0,00000681	38,7	0,002568	0,013100	0,987900
13	ТК 6-7	ТК 6-7А	0,802	254	с 1990 по 1998	2	22	0,00000290	38,7	0,001102	0,014202	0,986798
14	ТК 6-7А	ТК 6-8	0,802	261	с 1990 по 1998	2	22	0,00000300	38,7	0,001130	0,015332	0,985668
15	ТК 6-8	ТК 6-9	0,802	220	до 1990	2	22	0,00000250	38,7	0,000952	0,016284	0,984716
16	ТК 6-9	ТК 6-10	0,802	104	до 1990	2	22	0,00000120	38,7	0,000451	0,016736	0,984264

№ 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
17	ТК 6-10	б/н	0,802	125	до 1990	2	22	0,00000140	38,7	0,000540	0,017275	0,983725
18	б/н	ТК 6-11	0,802	150	до 1990	2	22	0,00000170	38,7	0,000648	0,017923	0,983077
19	ТК 6-11	ТК 6-12	0,802	88	до 1990	2	22	0,00000100	38,7	0,000379	0,018302	0,982698
20	ТК 6-12	ТК 6-13	0,802	192	до 1990	2	22	0,00000220	38,7	0,000830	0,019132	0,981868
21	ТК 6-13	3/А	0,802	3	до 1990	2	22	0,00000000	37,6	0,000011	0,019143	0,981857
22	3/А	ТК 4-72	0,802	3	до 1990	2	22	0,00000000	37,6	0,000011	0,019154	0,981846
23	ТК 4-72	б/н	0,802	100	с 1990 по 1998	2	22	0,00000110	48,5	0,000544	0,019698	0,981302
24	б/н	ТК 4-74	0,802	163	с 1990 по 1998	2	22	0,00000190	48,5	0,000883	0,020581	0,980419
25	ТК 4-74	ТК 4-75	0,702	81	с 1990 по 1998	2	22	0,00000090	40	0,000361	0,020942	0,980058
26	ТК 4-75	ТК 4-75а	0,702	79	до 1990	2	22	0,00000090	40	0,000352	0,021294	0,979706
27	ТК 4-75а	ТК 4-76	0,702	102	до 1990	2	22	0,00000120	40	0,000457	0,021752	0,979248
28	ТК 4-76	ТК 4-76а	0,702	95	до 1990	2	22	0,00000110	40	0,000423	0,022175	0,978825
29	ТК 4-76а	ТК 4-77	0,702	181	до 1990	2	22	0,00000210	40	0,000809	0,022984	0,978016
30	ТК 4-77	ТК 4-78	0,702	30	до 1990	2	22	0,00000030	40	0,000135	0,023119	0,977881
31	ТК 4-78	ТК 4-78а	0,702	41	до 1990	2	22	0,00000050	40	0,000185	0,023304	0,977696
32	ТК 4-78а	ТК 4-79	0,702	74	до 1990	2	22	0,00000080	40	0,000332	0,023637	0,977363
33	ТК 4-79	ТК 4-79а	0,702	32	до 1990	2	22	0,00000040	40	0,000142	0,023779	0,977221
34	ТК 4-79а	3/А	0,702	36	до 1990	2	22	0,00000040	40	0,000162	0,023941	0,977059
35	3/А	ТК 4-45	0,702	3	до 1990	2	22	0,00000000	42,7	0,000016	0,023957	0,977043
36	ТК 4-45	ТК 4-45а	0,515	66	с 2004	2	10	0,00000080	30,1	0,000224	0,024181	0,976819
37	ТК 4-45а	ТК 4-44-1	0,515	25	до 1990	2	22	0,00000030	30,1	0,000083	0,024264	0,976736
38	ТК 4-44-1	3/А	0,515	5	до 1990	2	22	0,00000010	30,1	0,000018	0,024282	0,976718
39	3/А	ТК 4-44-1а	0,515	162	до 1990	2	22	0,00000180	29,1	0,000527	0,024809	0,976191
40	ТК 4-44-1а	ТК 4-44-2а	0,515	123	до 1990	2	22	0,00000140	29,1	0,000400	0,025209	0,975791
41	ТК 4-44-2а	ТК 4-44-3а	0,515	53	до 1990	2	22	0,00000060	29,1	0,000172	0,025381	0,975619
42	ТК 4-44-3а	ТК 4-44-4а	0,515	110	до 1990	2	22	0,00000130	29,1	0,000359	0,025741	0,975259

№ 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	0,025921	0,975079
44	ТК 4-44-5а	3/А	0,515	2	до 1990	2	22	0,00000000	29,1	0,000007	0,025928	0,975072
45	3/А	ТК 4-44-6а	0,515	105	до 1990	2	22	0,00000120	27,9	0,000326	0,026254	0,974746
46	ТК 4-44-6а	ТК 4-44-7а	0,515	106	до 1990	2	22	0,00000120	28,9	0,000342	0,026597	0,974403
47	ТК 4-44-7а	ТК 4-44-8а	0,515	192	до 1990	2	22	0,00000220	28,9	0,000621	0,027217	0,973783
48	ТК 4-44-8а	ТК 4-44-9а	0,515	179	до 1990	2	22	0,00000200	28,9	0,000580	0,027797	0,973203
49	ТК 4-44-9а	ТК 4-44-10а	0,359	29	до 1990	2	22	0,00000030	20,7	0,000066	0,027863	0,973137
50	ТК 4-44-10а	3/А	0,309	3	до 1990	2	22	0,00000000	17,1	0,000006	0,027869	0,973131
51	3/А	ТК 4-44-11а	0,309	148	до 1990	2	22	0,00000170	17,1	0,000283	0,028152	0,972848
52	ТК 4-44-11а	ТК 4-44-12а	0,309	84	до 1990	2	22	0,00000100	17,1	0,000162	0,028314	0,972686
53	ТК 4-44-12а	ТК 4-44-13а	0,309	145	до 1990	2	22	0,00000170	17,1	0,000278	0,028593	0,972407
54	ТК 4-44-13а	ТК 4-44-14а	0,309	35	до 1990	2	22	0,00000040	17,1	0,000067	0,028660	0,972340
55	ТК 4-44-14а	ТК 4-44-15а	0,309	56	до 1990	2	22	0,00000060	17,1	0,000108	0,028768	0,972232
56	ТК 4-44-15а	3/А	0,309	2	до 1990	2	22	0,00000000	17	0,000004	0,028772	0,972228
57	3/А	ТК 4-44-16а	0,309	126	до 1990	2	22	0,00000140	17,6	0,000248	0,029020	0,971980
58	ТК 4-44-16а	3/А	0,257	3	до 1990	2	22	0,00000000	14,3	0,000004	0,029024	0,971976
59	3/А	ТК 4-44-16а-4	0,257	38	до 1990	2	22	0,00000040	14,3	0,000061	0,029085	0,971915

№ 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	0,029177	0,971823
61	ТК 4-44-17а	ТК 4-44-17а-1	0,257	53	до 1990	2	22	0,00000060	14,3	0,000085	0,029262	0,971738
62	ТК 4-44-17а-1	ТК 4-44-18а	0,257	37	до 1990	2	22	0,00000040	14,3	0,000059	0,029321	0,971679
63	ТК 4-44-18а	ТК 4-44-19а	0,257	69	до 1990	2	22	0,00000080	14,3	0,000110	0,029431	0,971569
64	ТК 4-44-19а	ТК 4-44-20а	0,257	136	до 1990	2	22	0,00000150	14,3	0,000217	0,029649	0,971351
65	ТК 4-44-20а	ТК 4-44-21а	0,257	49	до 1990	2	22	0,00000060	14,3	0,000079	0,029728	0,971272
66	ТК 4-44-21а	ТК 4-44-22а	0,257	62	до 1990	2	22	0,00000070	14,3	0,000100	0,029828	0,971172
67	ТК 4-44-22а	3/А	0,257	1	до 1990	2	22	0,00000000	14,3	0,000001	0,029829	0,971171
68	3/А	ТК 4-44-23а	0,257	142	до 1990	2	22	0,00000160	14	0,000222	0,030051	0,970949
69	ТК 4-44-23а	ТК 4-44-24а	0,257	106	до 1990	2	22	0,00000120	14,6	0,000173	0,030224	0,970776
70	ТК 4-44-24а	3/А	0,257	2	до 1990	2	22	0,00000000	14,5	0,000003	0,030227	0,970773
71	3/А	ТК 4-44-25а	0,257	24	до 1990	2	22	0,00000030	14,8	0,000039	0,030266	0,970734
72	ТК 4-44-25а	ТК 4-44-26а	0,205	80	до 1990	2	22	0,00000090	11,8	0,000107	0,030373	0,970627
73	ТК 4-44-26а	ТК 4-44-27а	0,205	106	до 1990	2	22	0,00000120	11,8	0,000141	0,030514	0,970486
74	ТК 4-44-27а	ТК 4-44-29а	0,15	150	до 1990	2	22	0,00000170	9	0,000151	0,030666	0,970334
75	ТК 4-44-29а	б/н	0,15	2	до 1990	2	22	0,00000000	9	0,000002	0,030668	0,970332
76	б/н	ТК 4-44-30а	0,15	6	до 1990	2	22	0,00000010	9	0,000006	0,030674	0,970326

№ 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	З/А	0,15	50	до 1990	2	22	0,00000060	9	0,000051	0,030725	0,970275
78	З/А	ТК 4-44- 31a	0,15	1	до 1990	2	22	0,00000000	9,2	0,000001	0,030726	0,970274
79	ТК 4-44- 31a	З/А	0,1	1	до 1990	2	22	0,00000000	6,7	0,000001	0,030727	0,970273
80	З/А	нежил. пом.	0,1	25	до 1990	2	22	0,00000030	6,7	0,000019	0,030746	0,970254

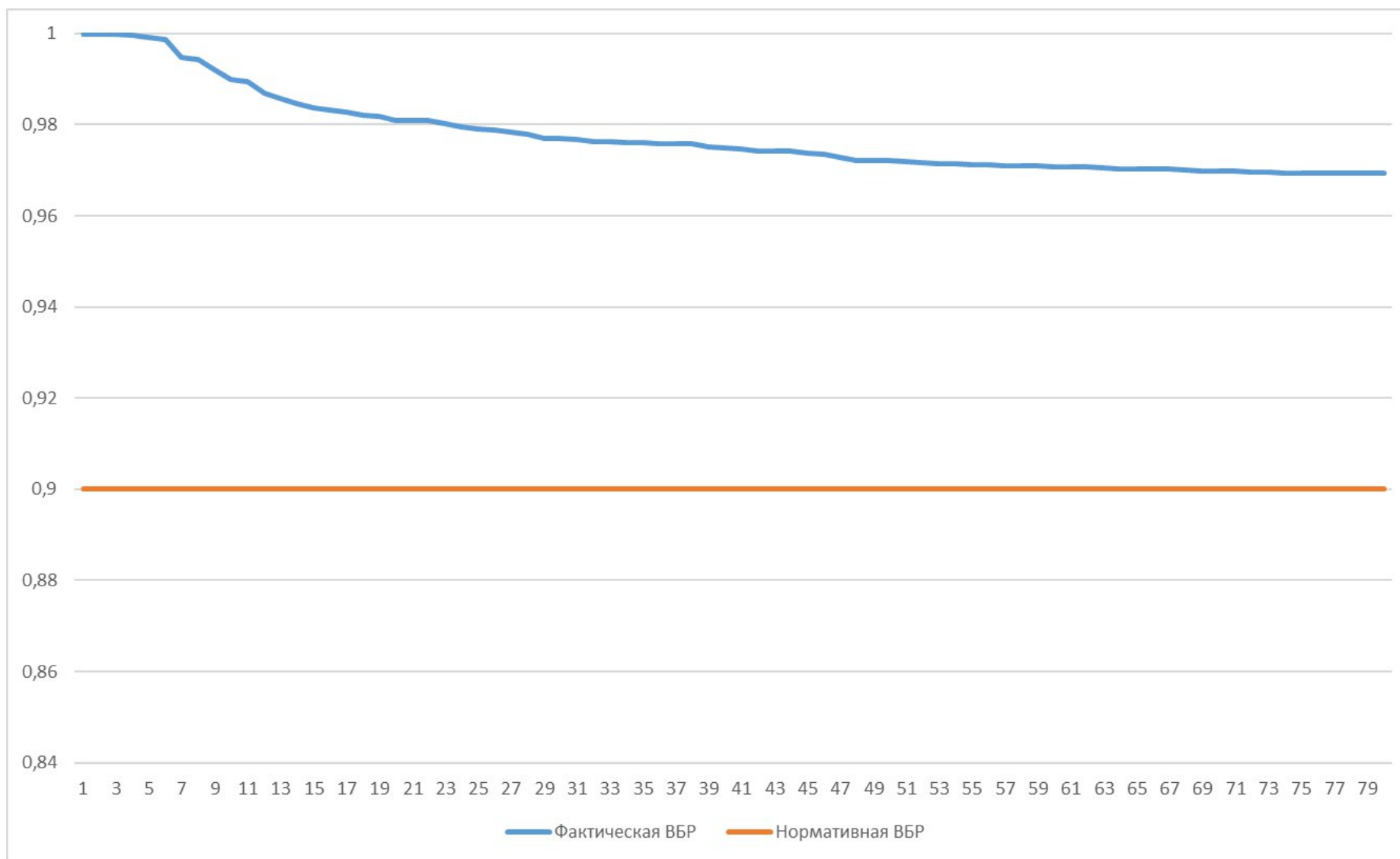


Рисунок 3-14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Юго-Западная» до нежилого помещения по ул. Папина, д. 2а

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 ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

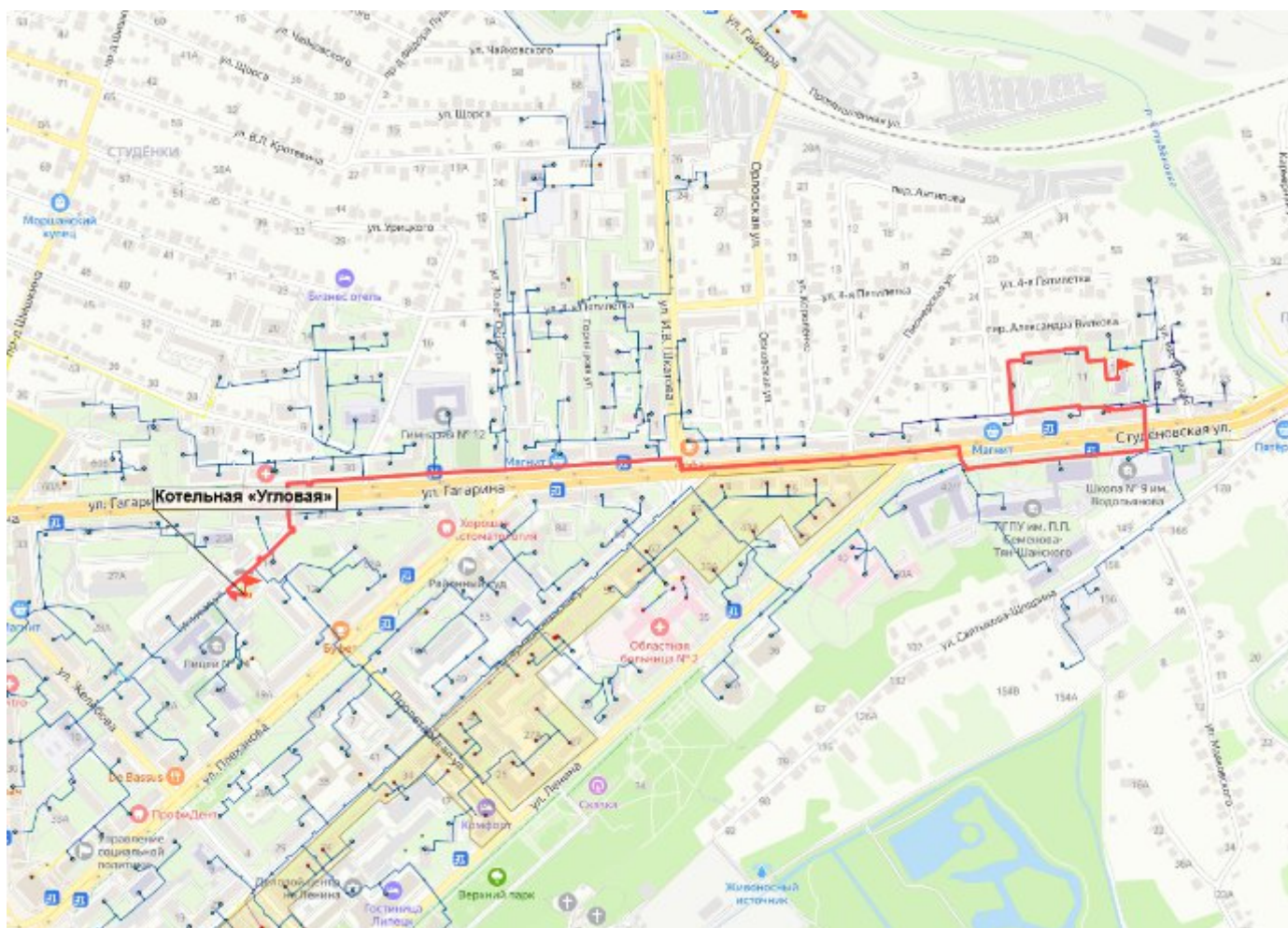


Рисунок 3-15 – Путь движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64

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	1,000955
2	ТК 8	3/А	0,406	2	до 1990	2	39	0,00000000	23,5	0,000006	0,000051	1,000949
3	3/А	ТК 8-0	0,515	57	до 1990	2	39	0,00000060	30,2	0,000194	0,000245	1,000755
4	ТК 8-0	ТК 8-1	0,406	45	до 1990	2	39	0,00000050	23,5	0,000118	0,000363	1,000637
5	ТК 8-1	3/А	0,515	3	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000012	0,000375	1,000625
6	3/А	ТК 8-1-2	0,406	66	с 2004	2	39	0,00000080	23,4	0,000175	0,000551	1,000449
7	ТК 8-1-2	ТК 8-1-2а	0,515	25	с 2004	2	39	0,00000030	29,1	0,000082	0,000633	1,000367
8	ТК 8-1-2а	ТК 8-1-3	0,515	19	с 2004	2	39	0,00000020	29,1	0,000064	0,000697	1,000303
9	ТК 8-1-3	ТК 8-1-4	0,515	107	с 2004	2	39	0,00000120	29,1	0,000353	0,001050	0,999950
10	ТК 8-1-4	ТК 8-1-27	0,515	105	с 2004	2	39	0,00000120	29,1	0,000345	0,001395	0,999605
11	ТК 8-1-27	ТК 8-1-28	0,515	97	с 2004	2	39	0,00000110	29,1	0,000318	0,001714	0,999286
12	ТК 8-1-28	ТК 8-1-57	0,515	130	с 2004	2	39	0,00000150	29,1	0,000429	0,002143	0,998857
13	ТК 8-1-57	3/А	0,515	3	до 1990	2	39	0,00000000	29,1	0,000010	0,002153	0,998847
14	3/А	ТК 8-1-58	0,515	79	с 2004	2	39	0,00000090	27,9	0,000250	0,002403	0,998597
15	ТК 8-1-58	ТК 8-1-76	0,515	41	с 2004	2	39	0,00000050	29,1	0,000133	0,002537	0,998463
16	ТК 8-1-76	ТК 8-1-77	0,515	124	с 2004	2	39	0,00000140	29,1	0,000406	0,002943	0,998057
17	ТК 8-1-77	ТК 8-1-78	0,515	111	с 2004	2	39	0,00000130	29,1	0,000365	0,003308	0,997692
18	ТК 8-1-78	ТК 8-1-79	0,515	115	с 2004	2	39	0,00000130	29,1	0,000379	0,003688	0,997312
19	ТК 8-1-79	ТК 8-1-80	0,515	39	с 2004	2	39	0,00000040	29,1	0,000127	0,003815	0,997185
20	ТК 8-1-80	б/н	0,257	32	с 2004	2	39	0,00000040	14,8	0,000054	0,003869	0,997131
21	б/н	ТК 8-1-81	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003875	0,997125
22	ТК 8-1-81	7, 8	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003881	0,997119
23	7, 8	1, 2	0,515	2	до 1990	2	39	0,00000000	30,3	0,000006	0,003887	0,997113
24	1, 2	б/н	0,515	5	до 1990	2	39	0,00000010	29,4	0,000017	0,003904	0,997096
25	б/н	ТК 8-1-82	0,515	119	до 1990	2	39	0,00000140	29,5	0,000396	0,004300	0,996700
26	ТК 8-1-82	ТК 8-1-83	0,515	92	до 1990	2	39	0,00000110	29,5	0,000307	0,004608	0,996392
27	ТК 8-1-83	ТК 8-1-84	0,515	31	до 1990	2	39	0,00000030	29,5	0,000102	0,004710	0,996290
28	ТК 8-1-84	3/А	0,15	3	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000003	0,004713	0,996287
29	3/А	ТК 8-1-88	0,15	46	до 1990	2	39	0,00000050	9,1	0,000047	0,004760	0,996240

№ 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	0,004773	0,996227
31	б/н	З/А	0,15	2	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000002	0,004775	0,996225
32	З/А	З/А	0,15	39	до 1990	2	39	0,00000040	9,1	0,000041	0,004816	0,996184
33	З/А	ЦТП ул. Студеновская, 15	0,15	2	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000002	0,004818	0,996182
34	ЦТП ул. Студеновская, 15	ЦТП ул. Студеновская, 15	0,15	5	до 1990	2	39	0,00000010	9,1	0,000005	0,004823	0,996177
35	ЦТП ул. Студеновская, 15	б/н	0,15	4	до 1990	2	39	0,00000000	9,1	0,000004	0,004827	0,996173
36	б/н	ТК 8-1-88а-1	0,15	99	до 1990	2	39	0,00000110	9,1	0,000102	0,004929	0,996071
37	ТК 8-1-88а-1	ТК 8-1-88а-2	0,15	31	до 1990	2	39	0,00000040	9,1	0,000032	0,004961	0,996039
38	ТК 8-1-88а-2	б/н	0,1	34	до 1990	2	39	0,00000040	6,6	0,000025	0,004986	0,996014
39	б/н	б/н	0,1	44	до 1990	2	39	0,00000050	6,6	0,000033	0,005019	0,995981
40	б/н	ТК 8-1-88а-4	0,1	13	до 1990	2	10	0,00000010	6,6	0,000010	0,005029	0,995971
41	ТК 8-1-88а-4	ТК 8-1-88а-5	0,15	67	до 1990	2	39	0,00000080	9,1	0,000069	0,005098	0,995902
42	ТК 8-1-88а-5	ТК 8-1-88а-6	0,069	71	до 1990	2	39	0,00000080	5,3	0,000043	0,005141	0,995859
43	ТК 8-1-88а-6	Дет.сад № 64	0,069	42	до 1990	2	39	0,00000050	5,3	0,000025	0,005166	0,995834

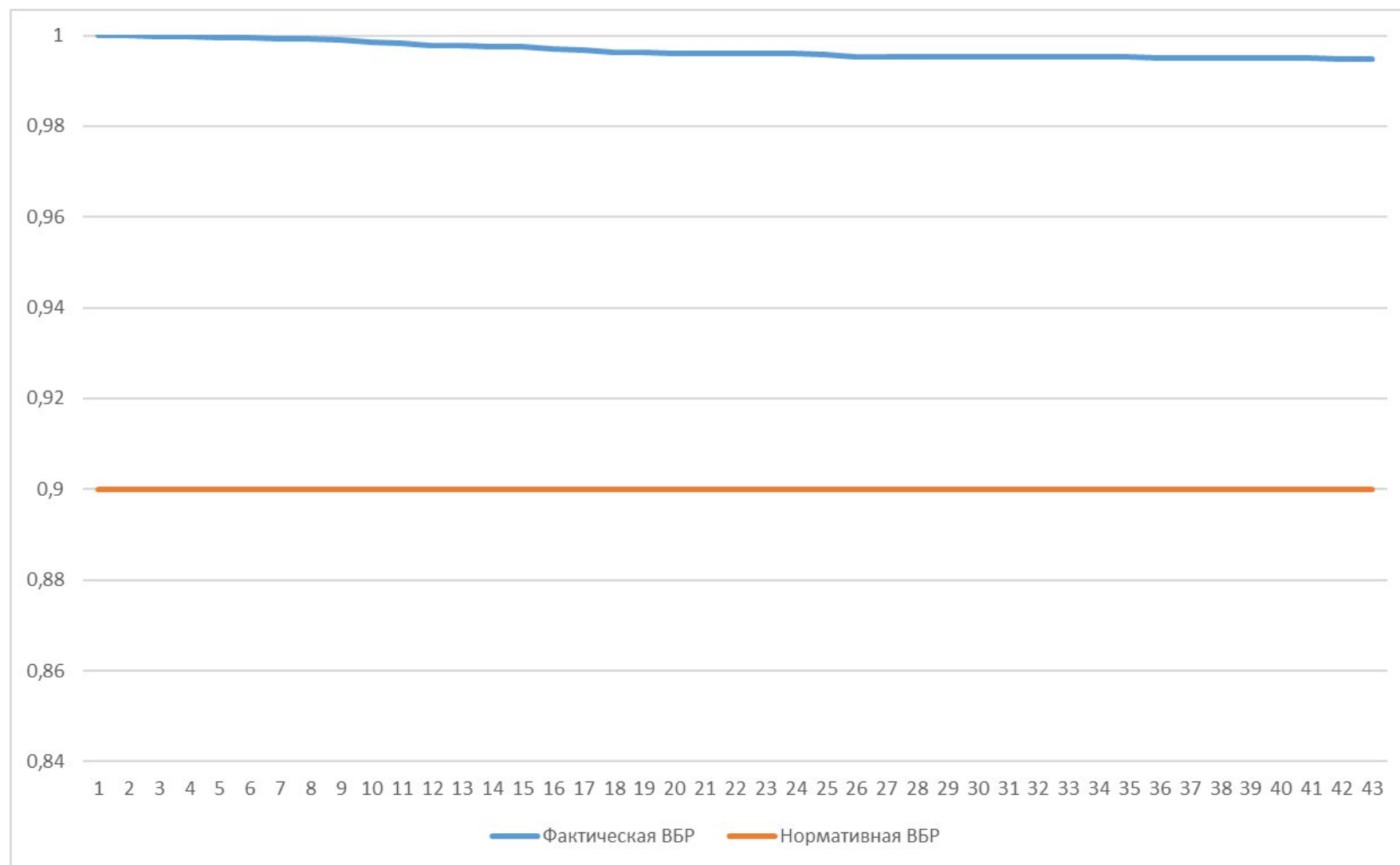


Рисунок 3-16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Угловая» до Детского сада №64

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 ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

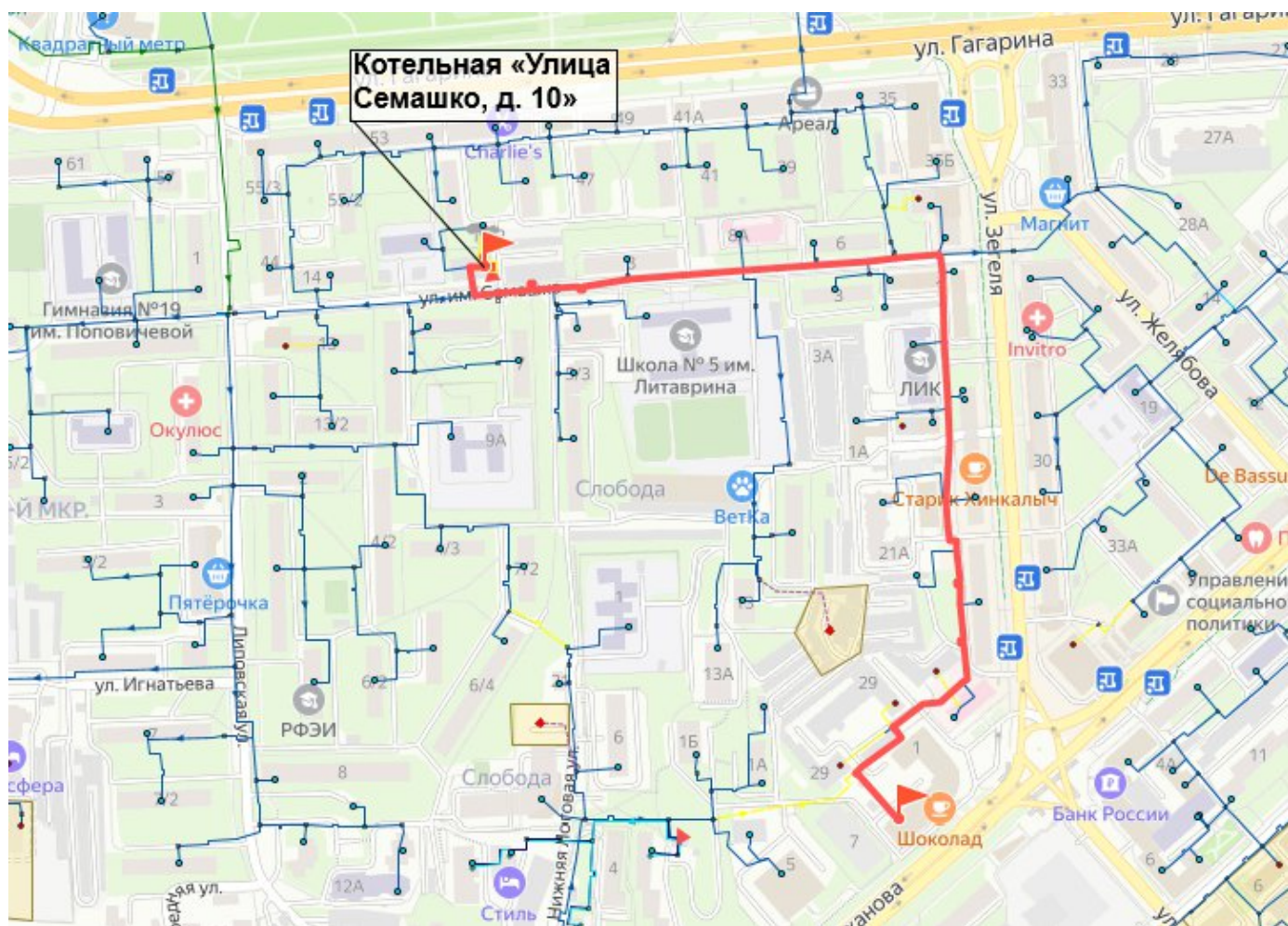


Рисунок 3-17 – Путь движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

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	1,000987
2	б/н	ТК 9-1	0,309	13	с 1999 по 2003	2	16	0,00000020	17,5	0,000026	0,000039	1,000961
3	ТК 9-1	т. 9-1а	0,309	7	с 1999 по 2003	2	16	0,00000010	17,5	0,000013	0,000052	1,000948
4	т. 9-1а	т. 9-5а	0,408	73	с 2004	2	16	0,00000080	23,5	0,000193	0,000245	1,000755
5	т. 9-5а	т. 9-6а	0,309	68	с 2004	2	16	0,00000080	17,3	0,000133	0,000378	1,000622
6	т. 9-6а	ТК 9-8	0,309	92	с 2004	2	16	0,00000110	17,3	0,000181	0,000560	1,000440
7	ТК 9-8	б/н	0,309	59	с 1999 по 2003	2	39	0,00000070	17,3	0,000116	0,000676	1,000324
8	б/н	б/н	0,309	46	с 1999 по 2003	2	39	0,00000050	17,3	0,000090	0,000766	1,000234
9	б/н	б/н	0,309	23	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	17,3	0,000045	0,000811	1,000189
10	б/н	ТК 9-12	0,309	33	с 1999 по 2003	2	39	0,00000040	17,3	0,000065	0,000876	1,000124
11	ТК 9-12	3/А	0,205	2	с 1999 по 2003	2	17	0,00000000	11,6	0,000003	0,000879	1,000121
12	3/А	ТК 9-12-1	0,205	12	с 1999 по 2003	2	39	0,00000010	11,6	0,000016	0,000895	1,000105
13	ТК 9-12-1	ТК 9-12-2	0,205	57	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000074	0,000969	1,000031
14	ТК 9-12-2	ТК 9-12-3	0,205	45	с 1999 по 2003	2	39	0,00000050	11,6	0,000060	0,001029	0,999971
15	ТК 9-12-3	ТК 9-12-4	0,205	50	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000066	0,001095	0,999905
16	ТК 9-12-4	ТК 9-12-5	0,205	20	с 1999 по 2003	2	39	0,00000020	11,6	0,000026	0,001121	0,999879

№ 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
17	ТК 9-12-5	ТК 9-12-5а	0,205	26	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	11,6	0,000034	0,001155	0,999845
18	ТК 9-12-5а	ТК 9-12-6	0,205	49	с 1999 по 2003	2	10	0,00000060	11,6	0,000064	0,001219	0,999781
19	ТК 9-12-6	ТК 9-12-7	0,205	74	с 1999 по 2003	2	39	0,00000080	11,6	0,000097	0,001316	0,999684
20	ТК 9-12-7	ТК 9-12-8	0,205	22	с 1999 по 2003	2	39	0,00000030	11,6	0,000029	0,001345	0,999655
21	ТК 9-12-8	ТК 9-12-9	0,205	54	с 1999 по 2003	2	39	0,00000060	11,6	0,000071	0,001416	0,999584
22	ТК 9-12-9	б/н	0,205	1	до 1990	2	39	0,00000000	11,6	0,000002	0,001418	0,999582
23	б/н	ТК 9-12-10	0,205	52	до 1990	2	39	0,00000060	11,6	0,000068	0,001486	0,999514
24	ТК 9-12-10	З/А	0,1	1	до 1990	2	39	0,00000000	6,7	0,000001	0,001487	0,999513
25	З/А	Дом радио	0,1	54	до 1990	2	39	0,00000060	6,7	0,000041	0,001529	0,999471

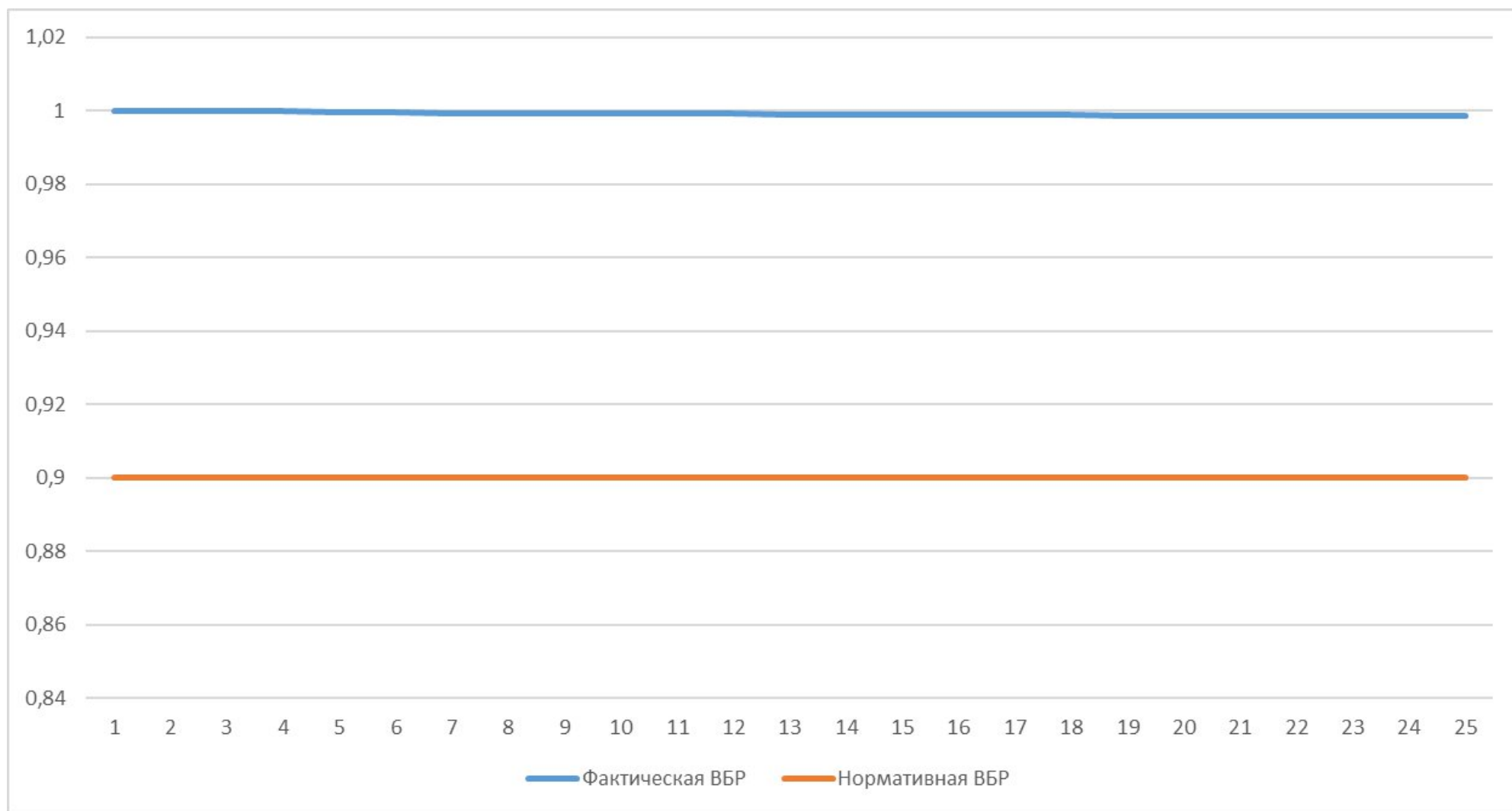


Рисунок 3-18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной «Улица Семашко, д.10» до дома радио

3.10 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

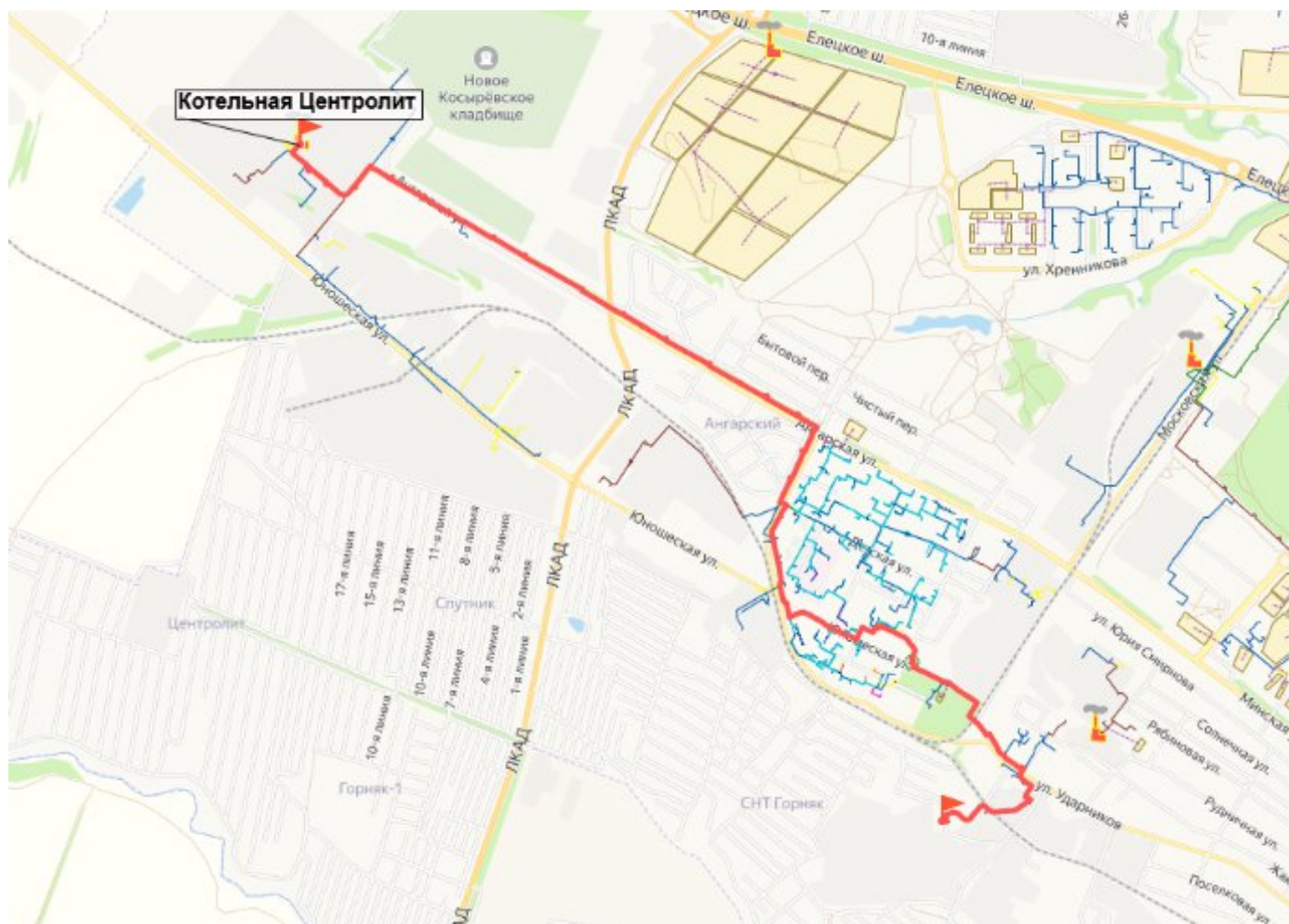


Рисунок 3-19 – Путь движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20

Таблица 3-11 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20

№ 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	1,000916
2	б/н	тк-97	0,515	16	до 1990	2	35	0,00000020	30,2	0,000054	0,000138	1,000862
3	тк-97	З/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	30,2	0,000007	0,000145	1,000855
4	З/А	б/н	0,515	80	до 1990	1	35	0,00000090	29,5	0,000268	0,000413	1,000587
5	б/н	ТК 96	0,515	246	до 1990	1	35	0,00000280	29,5	0,000827	0,001240	0,999760
6	ТК 96	З/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000005	0,001245	0,999755
7	З/А	З/А1	0,515	188	до 1990	1	36	0,00000210	27,9	0,000596	0,001841	0,999159
8	З/А1	б/н	0,515	509	до 1990	1	36	0,00000581	27,9	0,001616	0,003456	0,997544
9	б/н	б/н	0,515	56	до 1990	2	36	0,00000060	27,9	0,000179	0,003636	0,997364
10	б/н	б/н	0,515	715	до 1990	1	36	0,00000811	27,9	0,002267	0,005903	0,995097
11	б/н	б/н	0,515	32	до 1990	2	36	0,00000040	27,9	0,000102	0,006005	0,994995
12	б/н	1	0,515	1077	до 1990	1	36	0,00001231	27,9	0,003417	0,009422	0,991578
13	1	б/н	0,515	28	до 1990	2	36	0,00000030	27,9	0,000090	0,009513	0,991487
14	б/н	ВУ 1	0,515	16	до 1990	1	36	0,00000020	27,9	0,000051	0,009564	0,991436
15	ВУ 1	ТК 1а	0,515	259	до 1990	1	36	0,00000300	27,9	0,000823	0,010386	0,990614
16	ТК 1а	ТК 3а	0,515	39	с 2004	2	36	0,00000040	27,9	0,000124	0,010511	0,990490
17	ТК 3а	б/н	0,515	41	до 1990	1	36	0,00000050	27,9	0,000130	0,010641	0,990359
18	б/н	З/А	0,515	0	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000002	0,010643	0,990357
19	З/А	ТК 3	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	27,9	0,000007	0,010650	0,990350
20	ТК 3	З/А	0,515	2	до 1990	2	36	0,00000000	30,1	0,000007	0,010657	0,990343
21	З/А	ТК 4	0,515	26	до 1990	2	36	0,00000030	30,1	0,000088	0,010745	0,990255
22	ТК 4	З/А	0,257	1	до 1990	2	36	0,00000000	14,8	0,000001	0,010746	0,990254
23	З/А	ТК 76	0,205	57	до 1990	2	36	0,00000060	11,3	0,000073	0,010819	0,990181
24	ТК 76	ТК 77	0,205	103	до 1990	2	36	0,00000120	11,3	0,000131	0,010950	0,990050
25	ТК 77	ТК 78	0,309	81	до 1990	2	36	0,00000090	14,6	0,000135	0,011085	0,989915
26	ТК 78	ТК 79	0,309	31	до 1990	2	36	0,00000040	14,6	0,000052	0,011137	0,989863
27	ТК 79	ТК 80	0,309	86	до 1990	2	36	0,00000100	14,6	0,000142	0,011279	0,989721
28	ТК 80	З/А	0,309	2	до 1990	2	36	0,00000000	14,4	0,000003	0,011282	0,989718

№ 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	0,011320	0,989680
30	ТК 81	ТК 75	0,309	155	до 1990	2	36	0,00000180	14,6	0,000258	0,011579	0,989421
31	ТК 75	З/А	0,205	2	до 1990	2	36	0,00000000	10,2	0,000002	0,011581	0,989419
32	З/А	ТК 75а	0,205	140	до 1990	2	36	0,00000160	10,2	0,000163	0,011744	0,989256
33	ТК 75а	б/н	0,205	82	до 1990	2	36	0,00000090	10,2	0,000096	0,011840	0,989160
34	б/н	б/н	0,205	48	до 1990	2	36	0,00000060	10,2	0,000056	0,011896	0,989104
35	б/н	б/н	0,205	67	до 1990	2	36	0,00000080	10,2	0,000078	0,011974	0,989026
36	б/н	ТК 73	0,205	133	до 1990	2	36	0,00000150	10,2	0,000154	0,012128	0,988872
37	ТК 73	б/н	0,205	250	до 1990	2	36	0,00000290	11,8	0,000335	0,012463	0,988537
38	б/н	З/А	0,205	2	до 1990	2	36	0,00000000	11,8	0,000003	0,012466	0,988534
39	З/А	ЦТП ул. Металлистов	0,205	13	до 1990	2	36	0,00000010	12	0,000018	0,012484	0,988516
40	ЦТП ул. Металлистов	ЦТП Металлистов, 15	0,205	5	до 1990	2	36	0,00000010	12	0,000007	0,012491	0,988509
41	ЦТП Металлистов, 15	З/А	0,205	3	до 1990	2	36	0,00000000	12	0,000004	0,012495	0,988505
42	З/А	б/н	0,205	6	до 1990	2	36	0,00000010	11,3	0,000007	0,012502	0,988498
43	б/н	ТК 1А	0,205	194	до 1990	2	36	0,00000220	11,3	0,000251	0,012754	0,988246
44	ТК 1А	б/н	0,205	445	до 1990	2	36	0,00000511	11,3	0,000575	0,013328	0,987672
45	б/н	б/н	0,205	41	до 1990	2	36	0,00000050	11,3	0,000053	0,013381	0,987619
46	б/н	б/н	0,205	108	до 1990	2	36	0,00000120	11,3	0,000140	0,013522	0,987478
47	б/н	З/А	0,15	2	до 1990	2	36	0,00000000	9,2	0,000002	0,013524	0,987476
48	З/А	ТК 2-1	0,205	38	до 1990	2	36	0,00000040	11,9	0,000052	0,013576	0,987424
49	ТК 2-1	ТК 2	0,205	36	до 1990	2	36	0,00000040	11,9	0,000048	0,013624	0,987376
50	ТК 2	ТК 1	0,15	85	до 1990	2	36	0,00000100	9,1	0,000088	0,013712	0,987288
51	ТК 1	б/н	0,257	30	до 1990	2	36	0,00000030	14,8	0,000050	0,013762	0,987238
52	б/н	б/н	0,15	200	до 1990	2	36	0,00000230	8,9	0,000203	0,013965	0,987035
53	б/н	ТК 1	0,15	152	с 2004	1	36	0,00000170	8,9	0,000154	0,014119	0,986881
54	ТК 1	б/н	0,15	26	с 2004	1	36	0,00000030	8,9	0,000026	0,014145	0,986855
55	б/н	З/А	0,15	49	с 2004	1	36	0,00000060	8,9	0,000049	0,014194	0,986806
56	З/А	ТК 1	0,205	2	с 2004	1	36	0,00000000	12	0,000002	0,014196	0,986804

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
57	ТК 1	З/А	0,082	2	с 2004	1	36	0,00000000	5,9	0,000001	0,014197	0,986803
58	З/А	ТК 3а	0,082	30	с 2004	1	36	0,00000030	5,9	0,000020	0,014217	0,986783
59	ТК 3а	уз. ввода отопления	0,082	23	с 2004	1	36	0,00000030	5,9	0,000015	0,014232	0,986768

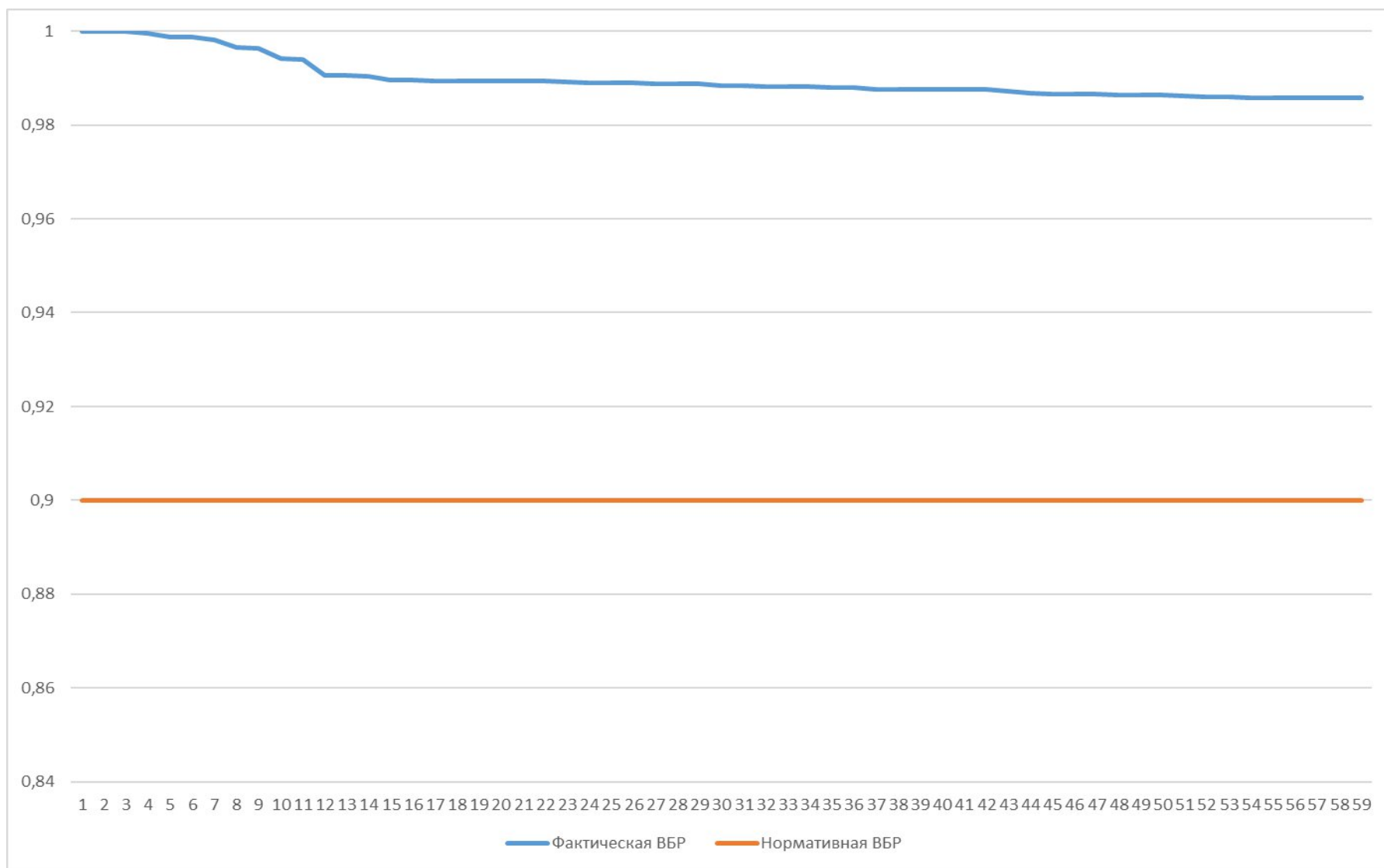


Рисунок 3-20 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Центролит до узла ввода отопления по ул. Ново-весовая, д. 20

3.11 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

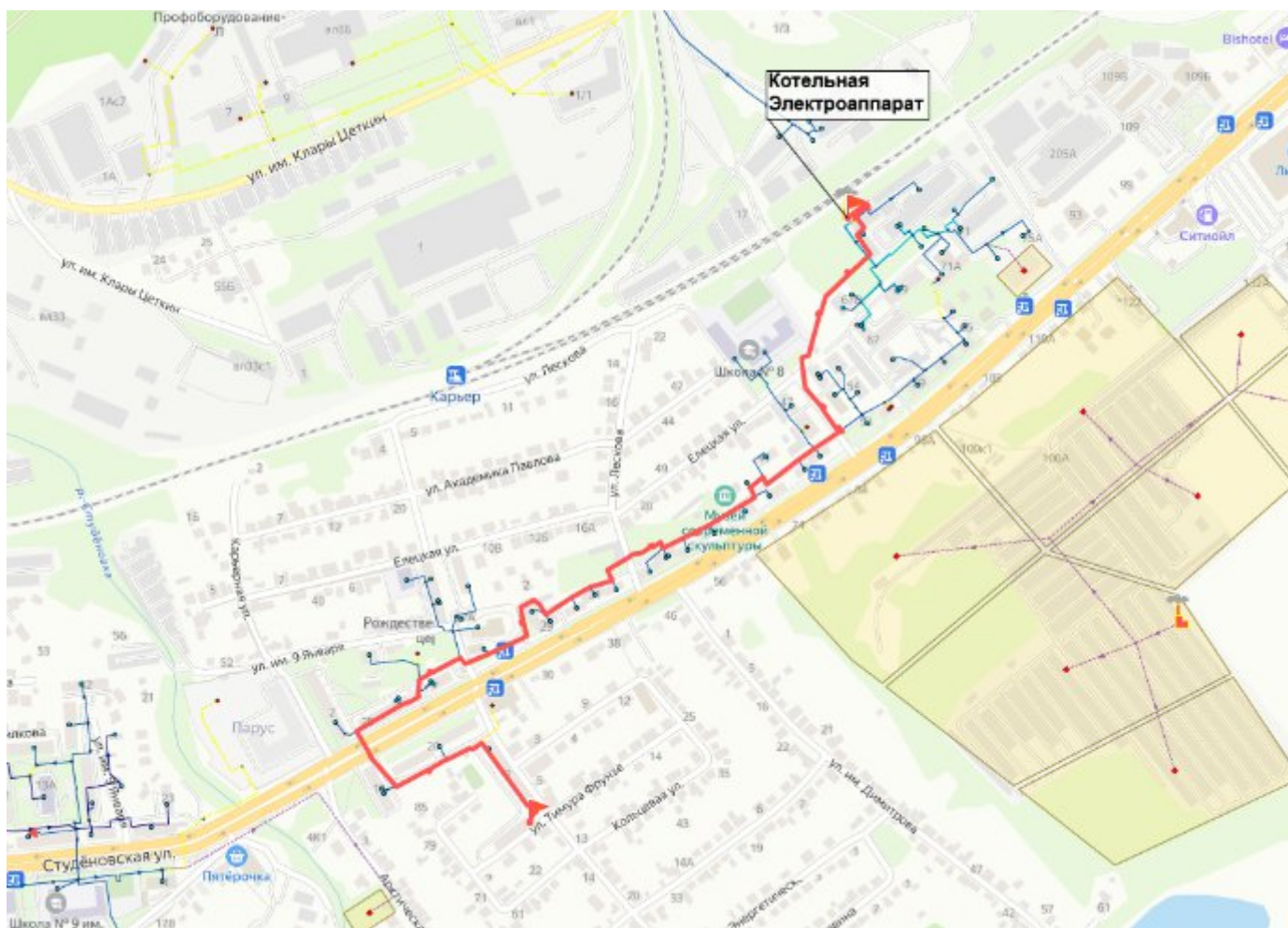


Рисунок 3-21 – Путь движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2

Таблица 3-12 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2

№ 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	1,000937
2	Электроаппарат	б/н	0,257	21	до 1990	2	43	0,00000020	14,4	0,000035	0,000098	1,000902
3	б/н	ТК 14-28	0,257	341	до 1990	2	34	0,00000390	14,4	0,000563	0,000661	1,000339
4	ТК 14-28	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,9	0,000003	0,000664	1,000336
5	З/А	б/н	0,205	37	до 1990	2	34	0,00000040	11,9	0,000050	0,000714	1,000286
6	б/н	ТК 14-27	0,205	25	до 1990	2	34	0,00000030	11,9	0,000034	0,000748	1,000252
7	ТК 14-27	ТК 14-26	0,205	57	до 1990	2	34	0,00000060	11,9	0,000077	0,000825	1,000175
8	ТК 14-26	ТК 14	0,205	20	до 1990	2	34	0,00000020	11,9	0,000028	0,000853	1,000147
9	ТК 14	З/А	0,205	1	до 1990	2	43	0,00000000	11,6	0,000002	0,000855	1,000145
10	З/А	ТК 14-1	0,205	12	до 1990	2	34	0,00000010	11,6	0,000016	0,000871	1,000129
11	ТК 14-1	ТК 14-2	0,205	17	до 1990	2	34	0,00000020	11,7	0,000023	0,000894	1,000106
12	ТК 14-2	ТК 14-3	0,205	47	до 1990	2	34	0,00000050	11,7	0,000063	0,000957	1,000043
13	ТК 14-3	ТК 14-4	0,205	40	до 1990	2	34	0,00000050	11,7	0,000054	0,001011	0,999989
14	ТК 14-4	ТК 14-5	0,205	27	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000035	0,001046	0,999954
15	ТК 14-5	ТК 14-6	0,205	7	до 1990	2	34	0,00000010	11,7	0,000010	0,001056	0,999944
16	ТК 14-6	ТК 14-7	0,205	92	до 1990	2	34	0,00000110	11,7	0,000123	0,001179	0,999821
17	ТК 14-7	ТК 14-8	0,205	28	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000037	0,001216	0,999784
18	ТК 14-8	б/н	0,205	26	до 1990	2	34	0,00000030	11,7	0,000035	0,001251	0,999749
19	б/н	ТК 14-11	0,205	37	до 1990	2	34	0,00000040	11,7	0,000049	0,001300	0,999700
20	ТК 14-11	З/А	0,205	1	до 1990	2	43	0,00000000	11,5	0,000002	0,001302	0,999698
21	З/А	ТК 14-10	0,205	12	до 1990	2	43	0,00000010	11,8	0,000016	0,001318	0,999682
22	ТК 14-10	ТК 14-12	0,205	119	до 1990	2	34	0,00000140	11,8	0,000160	0,001478	0,999522
23	ТК 14-12	ТК 14-13	0,205	40	до 1990	2	34	0,00000050	11,8	0,000054	0,001533	0,999467
24	ТК 14-13	ТК 14-18	0,205	60	до 1990	2	34	0,00000070	11,8	0,000081	0,001614	0,999386
25	ТК 14-18	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,8	0,000002	0,001616	0,999384
26	З/А	ТК 14-20	0,205	13	до 1990	2	34	0,00000010	12	0,000018	0,001634	0,999366
27	ТК 14-20	З/А	0,205	2	до 1990	2	43	0,00000000	11,9	0,000003	0,001637	0,999363
28	З/А	ТК 14-	0,205	28	до 1990	2	34	0,00000030	11,9	0,000038	0,001675	0,999325

№ 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
		20-1										
29	ТК 14-20-1	ТК 14-21	0,205	62	до 1990	2	34	0,00000070	11,9	0,000084	0,001759	0,999241
30	ТК 14-21	ТК 14-22	0,205	35	до 1990	2	34	0,00000040	11,9	0,000047	0,001806	0,999194
31	ТК 14-22	3/А	0,15	2	до 1990	2	43	0,00000000	9,1	0,000002	0,001808	0,999192
32	3/А	ТК 14-23	0,15	46	до 1990	2	34	0,00000050	9,1	0,000047	0,001855	0,999145
33	ТК 14-23	ТК 14-24	0,15	75	до 1990	2	34	0,00000080	9,1	0,000077	0,001932	0,999068
34	ТК 14-24	3/А	0,15	2	до 1990	2	43	0,00000000	9,1	0,000002	0,001934	0,999066
35	3/А	ТК 14-25	0,15	45	до 1990	2	43	0,00000050	9,1	0,000047	0,001981	0,999019
36	ТК 14-25	3/А	0,082	2	до 1990	2	43	0,00000000	5,9	0,000001	0,001982	0,999018
37	3/А	Жил. дом	0,082	125	до 1990	2	43	0,00000140	5,9	0,000084	0,002066	0,998934

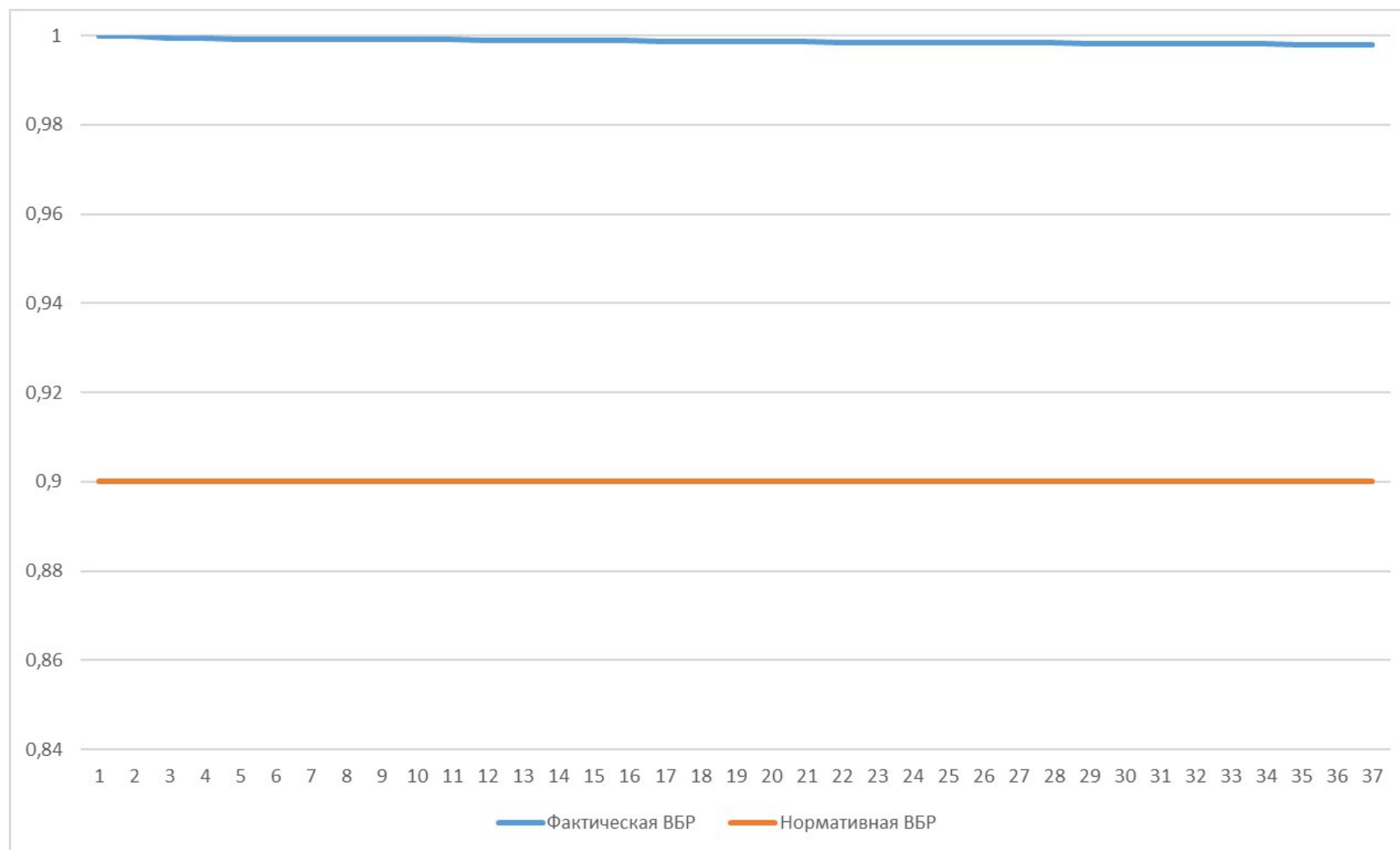


Рисунок 3-22 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Электроаппарат до жилого дома по ул. Чапаева, д. 2

3.12 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

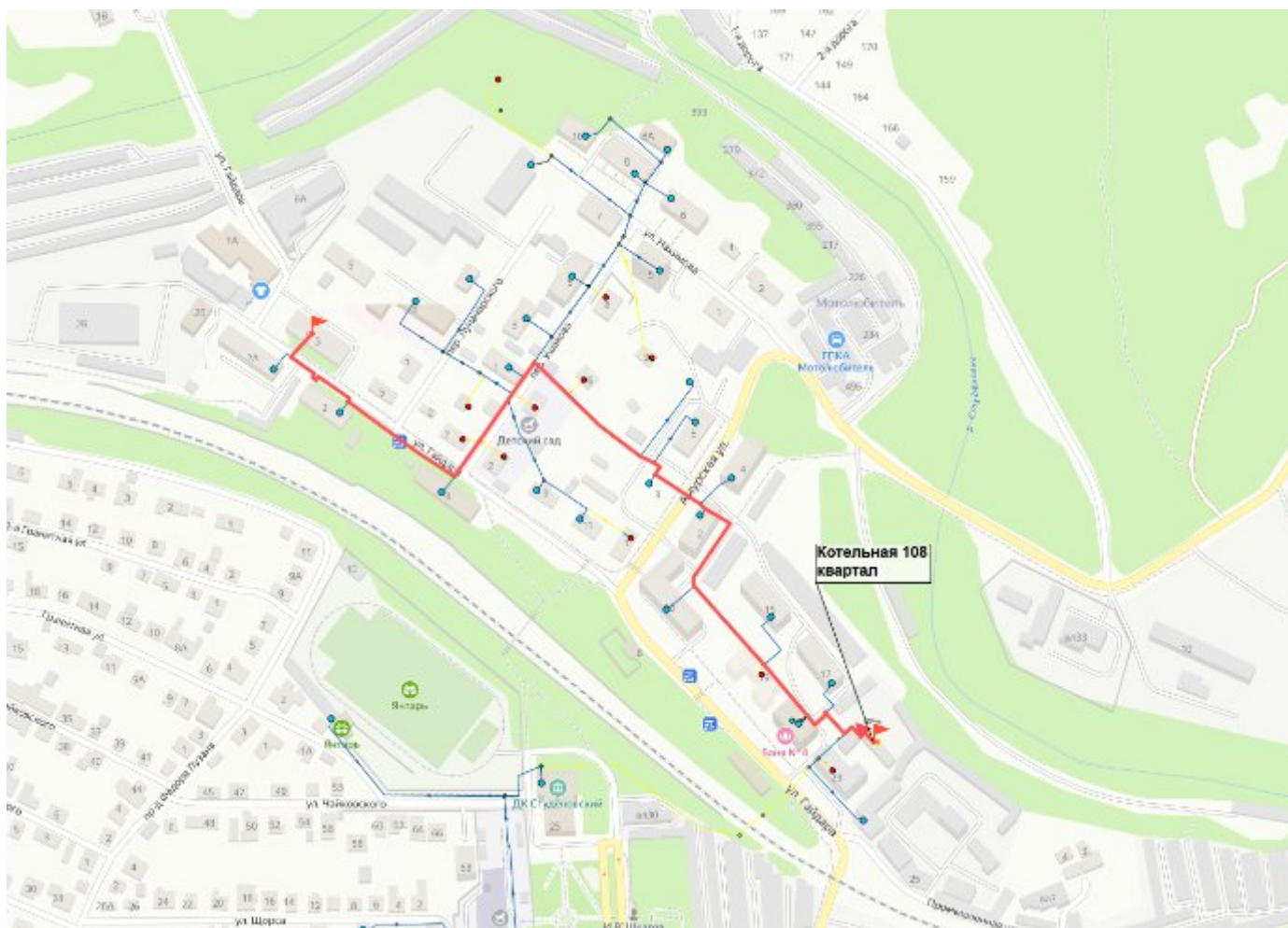


Рисунок 3-23 – Путь движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3

Таблица 3-13 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3

№ 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	0,000016	0,000016	1,000984
2	ГВС 108 Квартал	3/А	0,205	7	до 1990	2	57	0,00000010	12	0,000009	0,000025	1,000975
3	3/А	ТК 15-1	0,205	12	до 1990	2	57	0,00000010	12	0,000017	0,000042	1,000958
4	ТК 15-1	3/А	0,205	2	до 1990	2	57	0,00000000	12	0,000002	0,000044	1,000956
5	3/А	ТК 15-6	0,205	20	до 1990	2	57	0,00000020	12	0,000027	0,000071	1,000929
6	ТК 15-6	ТК 15-7	0,205	21	до 1990	2	57	0,00000020	12	0,000029	0,000100	1,000900
7	ТК 15-7	ТК 15-8	0,2	51	до 1990	2	57	0,00000060	11,6	0,000068	0,000168	1,000832
8	ТК 15-8	ТК 15-9	0,2	79	до 1990	2	57	0,00000090	11,6	0,000105	0,000273	1,000727
9	ТК 15-9	ТК 15-10	0,15	78	до 1990	2	57	0,00000090	9	0,000080	0,000353	1,000647
10	ТК 15-10	ТК 15-11	0,15	5	до 1990	2	57	0,00000010	9	0,000005	0,000358	1,000642
11	ТК 15-11	ТК 15-13	0,15	41	до 1990	2	57	0,00000050	9	0,000042	0,000400	1,000600
12	ТК 15-13	ТК 15-14	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9	0,000013	0,000413	1,000587
13	ТК 15-14	ТК 15-15	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9	0,000012	0,000425	1,000575
14	ТК 15-15	ТК 15-16	0,15	76	до 1990	2	57	0,00000090	9	0,000078	0,000504	1,000496
15	ТК 15-16	3/А	0,15	30	до 1990	2	57	0,00000030	8,9	0,000030	0,000534	1,000466
16	3/А	ТК 15-17	0,15	1	до 1990	2	57	0,00000000	8,9	0,000001	0,000535	1,000465
17	ТК 15-17	3/А	0,15	2	до 1990	2	57	0,00000000	9	0,000002	0,000537	1,000463
18	3/А	ТК 15-29	0,15	12	до 1990	2	57	0,00000010	9,1	0,000013	0,000550	1,000450
19	ТК 15-29	ТК 15-30	0,15	15	до 1990	2	57	0,00000020	9,1	0,000015	0,000565	1,000435
20	ТК 15-30	ТК 15-31	0,15	6	до 1990	2	57	0,00000010	9,1	0,000006	0,000571	1,000429
21	ТК 15-31	ТК 15-32	0,15	37	до 1990	2	57	0,00000040	9,1	0,000039	0,000610	1,000390
22	ТК 15-32	ТК 15-33	0,15	33	до 1990	2	57	0,00000040	9,1	0,000034	0,000644	1,000356
23	ТК 15-33	3/А	0,15	2	до 1990	2	57	0,00000000	9,1	0,000002	0,000646	1,000354
24	3/А	ТК 15-36	0,15	97	до 1990	2	57	0,00000110	9	0,000099	0,000745	1,000255
25	ТК 15-36	ТК 15-37	0,15	63	до 1990	2	57	0,00000070	9,1	0,000065	0,000810	1,000190
26	ТК 15-37	3/А	0,082	2	до 1990	2	57	0,00000000	5,9	0,000001	0,000811	1,000189
27	3/А	жил. дом	0,082	21	до 1990	2	57	0,00000020	5,9	0,000014	0,000825	1,000175

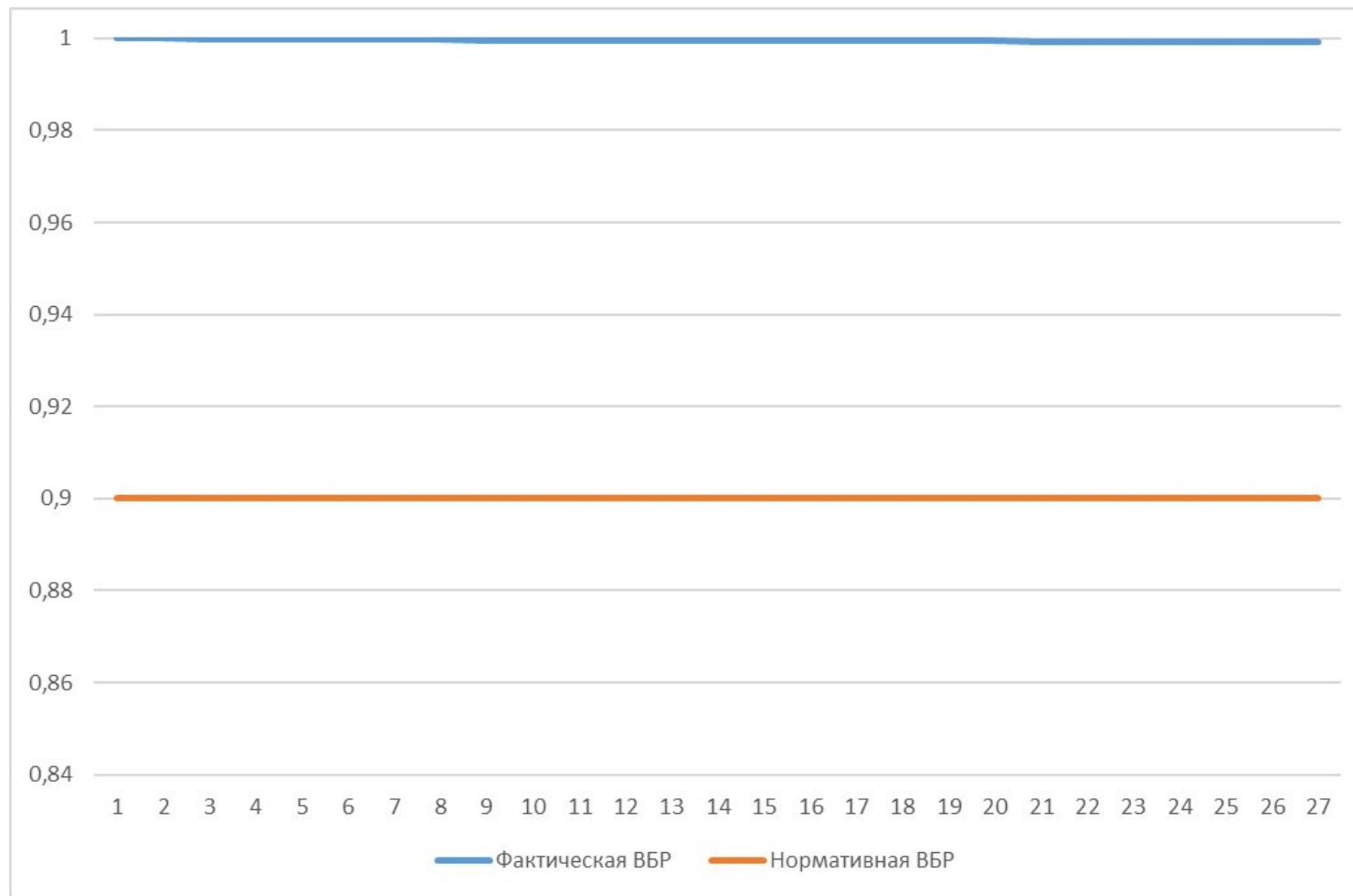


Рисунок 3-24 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной 108 квартал до жилого дома по ул. Гайдара, д. 3

3.13 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной по ул. Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

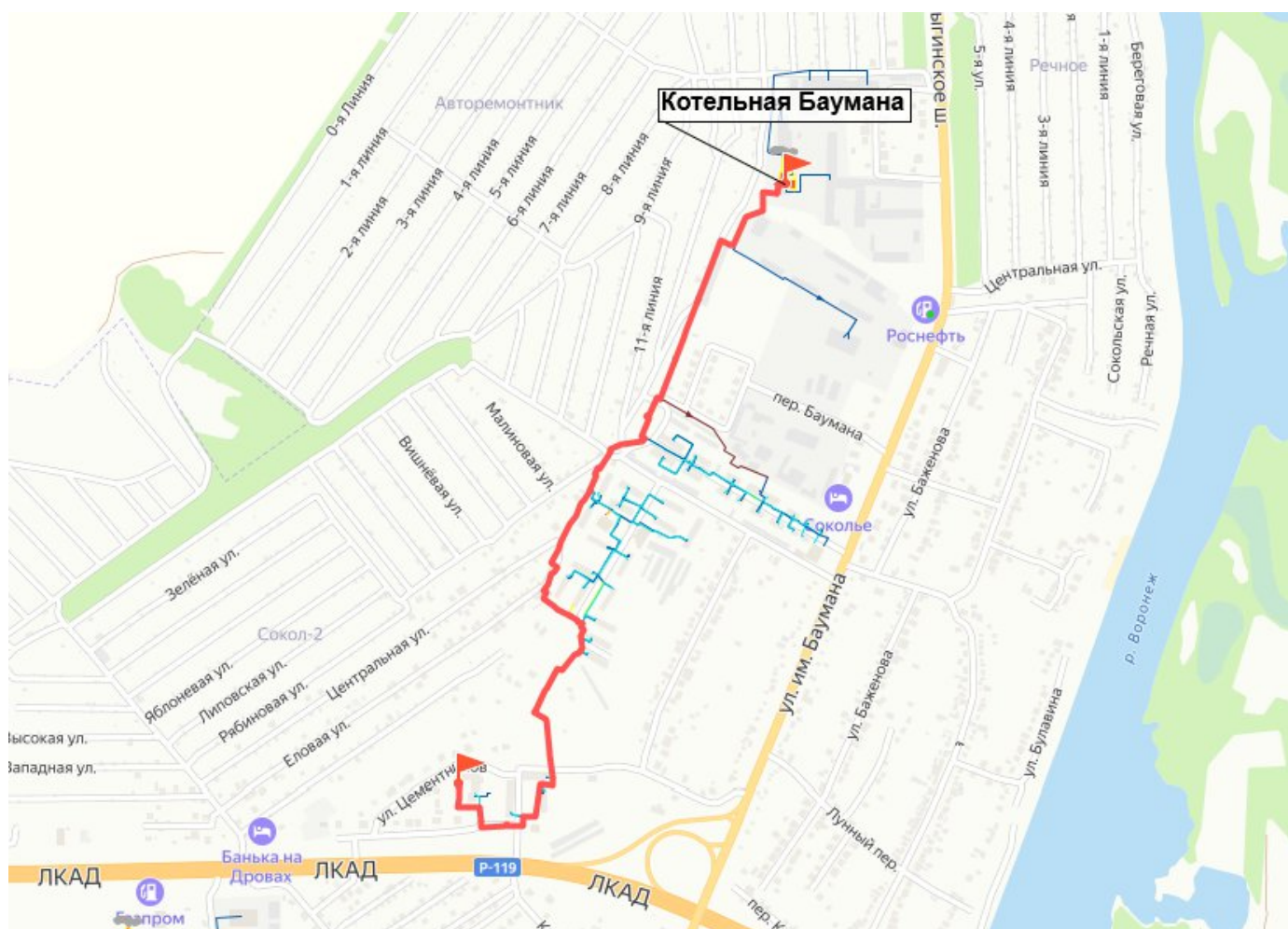


Рисунок 3-25 – Путь движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15

Таблица 3-14 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15

№ 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	1,000982
2	Баумана	б/н	0,257	4	до 1990	2	31	0,00000000	14,2	0,000006	0,000024	1,000976
3	б/н	ТК 33-2	0,257	13	до 1990	1	31	0,00000020	14,2	0,000021	0,000045	1,000955
4	ТК 33-2	ТК 33-3	0,257	155	до 1990	1	31	0,00000180	14,2	0,000250	0,000295	1,000705
5	ТК 33-3	ТК 33-5	0,257	333	до 1990	1	31	0,00000380	14,2	0,000539	0,000834	1,000166
6	ТК 33-5	ТК 33-5	0,257	6	до 1990	1	31	0,00000010	14,2	0,000010	0,000844	1,000156
7	ТК 33-5	ТК 33-7	0,257	92	до 1990	2	30	0,00000100	14,2	0,000149	0,000993	1,000007
8	ТК 33-7	З/А	0,257	2	до 1990	2	31	0,00000000	14,2	0,000002	0,000995	1,000005
9	З/А	ТК 33-8	0,257	71	до 1990	2	31	0,00000080	14	0,000114	0,001109	0,999891
10	ТК 33-8	ТК 33-9	0,257	89	до 1990	2	30	0,00000100	14,7	0,000148	0,001257	0,999743
11	ТК 33-9	З/А	0,205	2	до 1990	2	31	0,00000000	12	0,000003	0,001260	0,999740
12	З/А	ТК 33-10	0,205	313	до 1990	2	30	0,00000360	11,3	0,000404	0,001665	0,999335
13	ТК 33-10	б/н	0,205	20	до 1990	2	30	0,00000020	11,3	0,000026	0,001691	0,999309
14	б/н	ТК 33-11	0,205	8	до 1990	2	31	0,00000010	11,3	0,000010	0,001701	0,999299
15	ТК 33-11	ТК 33-12	0,205	31	до 1990	2	30	0,00000040	11,3	0,000040	0,001741	0,999259
16	ТК 33-12	ТК 33-14	0,205	28	до 1990	2	30	0,00000030	11,3	0,000036	0,001777	0,999223
17	ТК 33-14	ТК 33- 14а	0,205	156	до 1990	2	30	0,00000180	11,3	0,000201	0,001978	0,999022
18	ТК 33-14а	ТК 33- 15а	0,205	27	до 1990	2	30	0,00000030	11,3	0,000034	0,002012	0,998988
19	ТК 33-15а	ТК 33-15	0,205	118	до 1990	2	30	0,00000130	11,3	0,000152	0,002164	0,998836
20	ТК 33-15	ТК 33-16	0,205	30	до 1990	2	31	0,00000030	11,3	0,000039	0,002203	0,998797
21	ТК 33-16	ТК 33-17	0,205	89	до 1990	2	31	0,00000100	11,3	0,000114	0,002317	0,998683
22	ТК 33-17	ТК 33-19	0,125	115	до 1990	2	31	0,00000130	7,9	0,000103	0,002420	0,998580
23	ТК 33-19	ТК 33-19	0,125	27	до 1990	2	31	0,00000030	7,9	0,000024	0,002444	0,998556
24	ТК 33-19	б/н	0,069	85	до 1990	2	31	0,00000100	5,4	0,000052	0,002496	0,998504
25	б/н	нежил. пом.	0,069	8	до 1990	2	31	0,00000010	5,4	0,000005	0,002501	0,998499

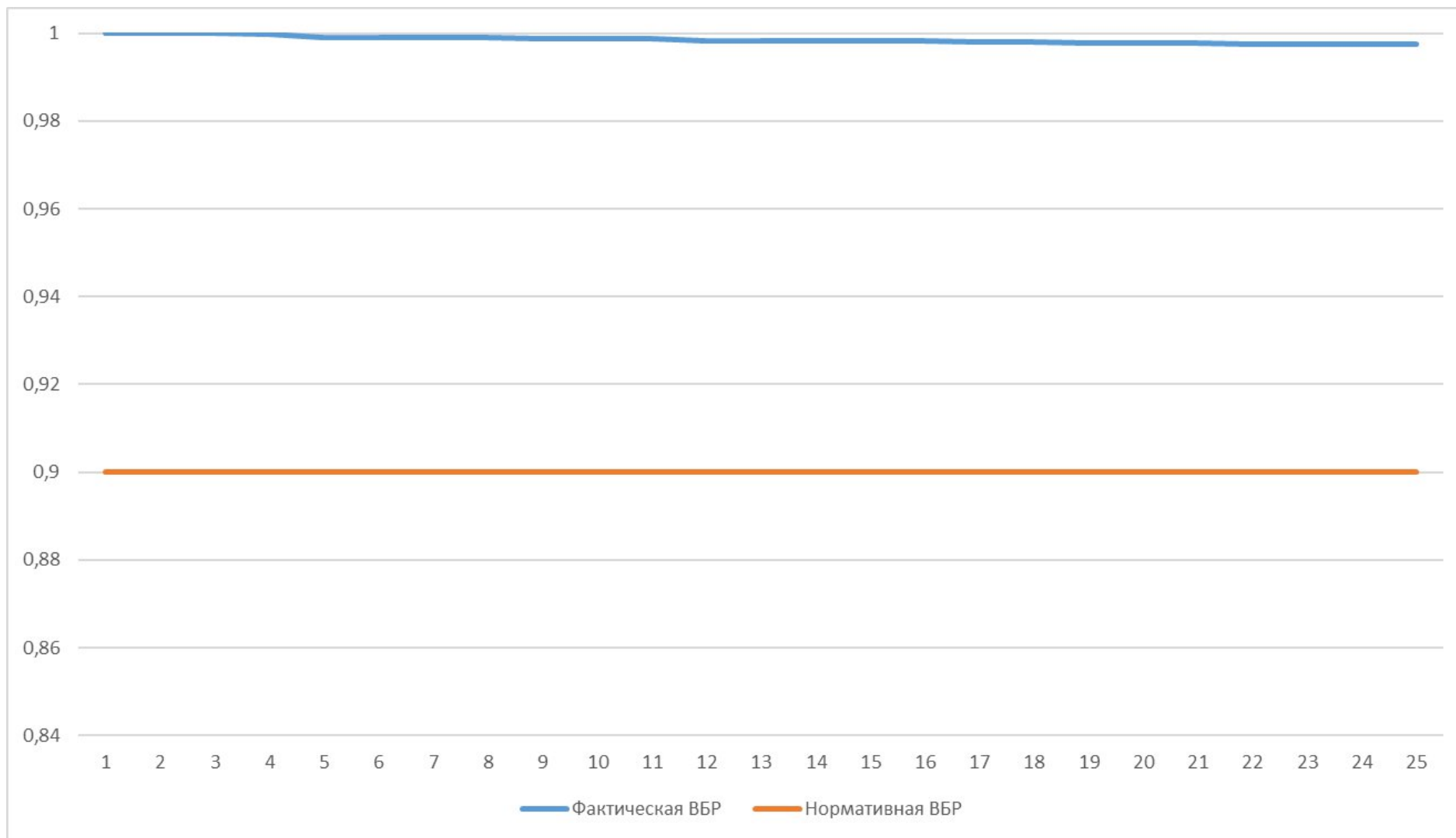


Рисунок 3-26 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной Баумана до нежилого помещения по ул. Баумана, д. 333/15

3.14 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

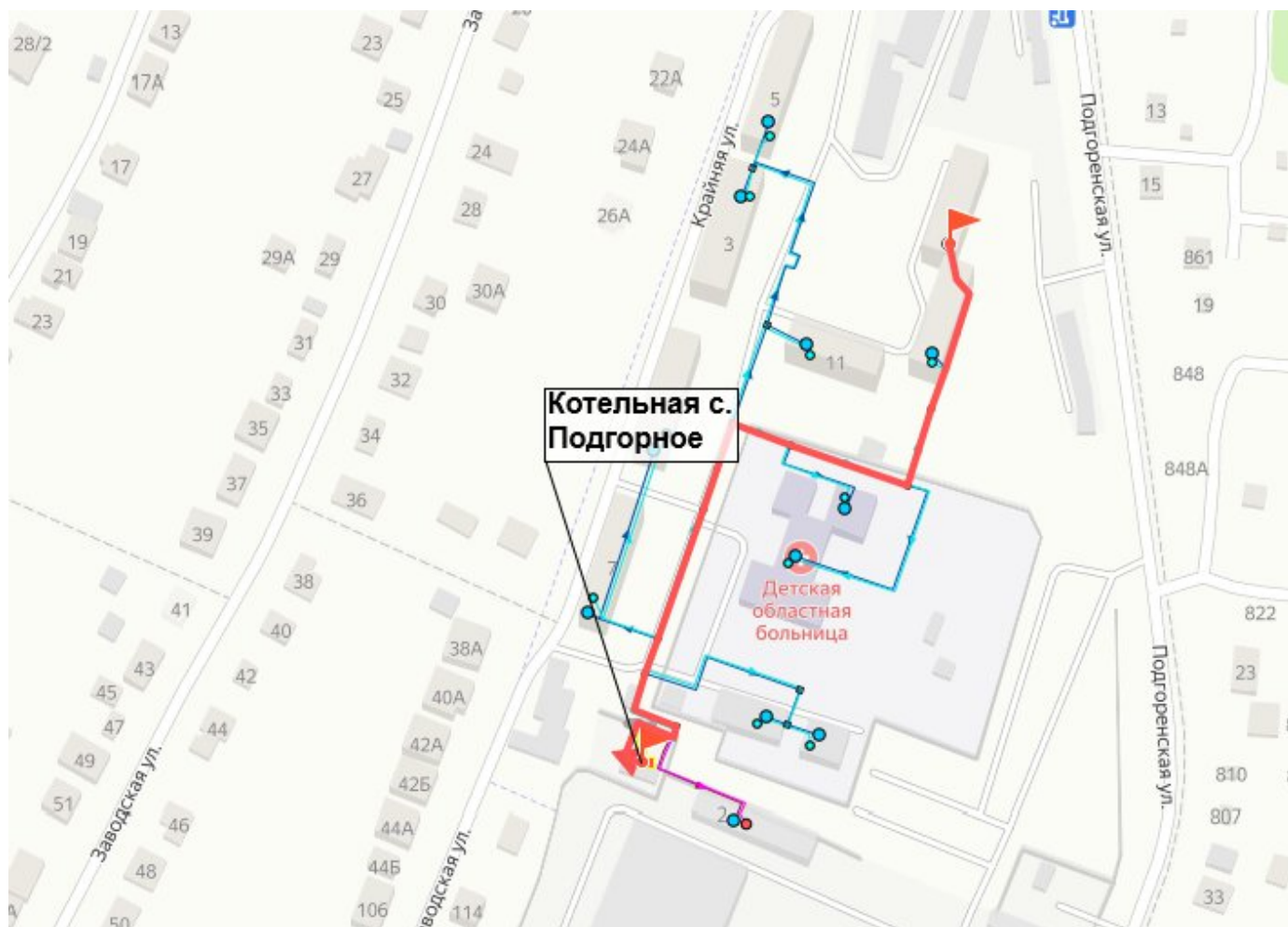


Рисунок 3-27 – Путь движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9

Таблица 3-15 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9

№ 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 теплоснабже ния 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	1,000995
2	ГВС Подгорное	б/н	0,15	35	до 1990	2	23	0,00000040	8,5	0,000034	0,000039	1,000961
3	б/н	б/н	0,15	34	до 1990	2	28	0,00000040	8,5	0,000033	0,000072	1,000928
4	б/н	б/н	0,15	14	до 1990	2	28	0,00000020	8,5	0,000014	0,000086	1,000914
5	б/н	б/н	0,15	55	до 1990	2	28	0,00000060	8,5	0,000053	0,000139	1,000861
6	б/н	б/н	0,15	36	до 1990	2	28	0,00000040	8,5	0,000035	0,000174	1,000826
7	б/н	б/н	0,1	25	до 1990	2	28	0,00000030	6,5	0,000019	0,000193	1,000807
8	б/н	б/н	0,1	49	до 1990	2	28	0,00000060	6,5	0,000037	0,000230	1,000770
9	б/н	б/н	0,1	32	до 1990	2	28	0,00000040	6,5	0,000024	0,000254	1,000746
10	б/н	б/н	0,1	17	до 1990	2	28	0,00000020	6,5	0,000013	0,000267	1,000733
11	б/н	Жил. дом	0,1	53	до 1990	2	28	0,00000060	6,7	0,000041	0,000308	1,000692

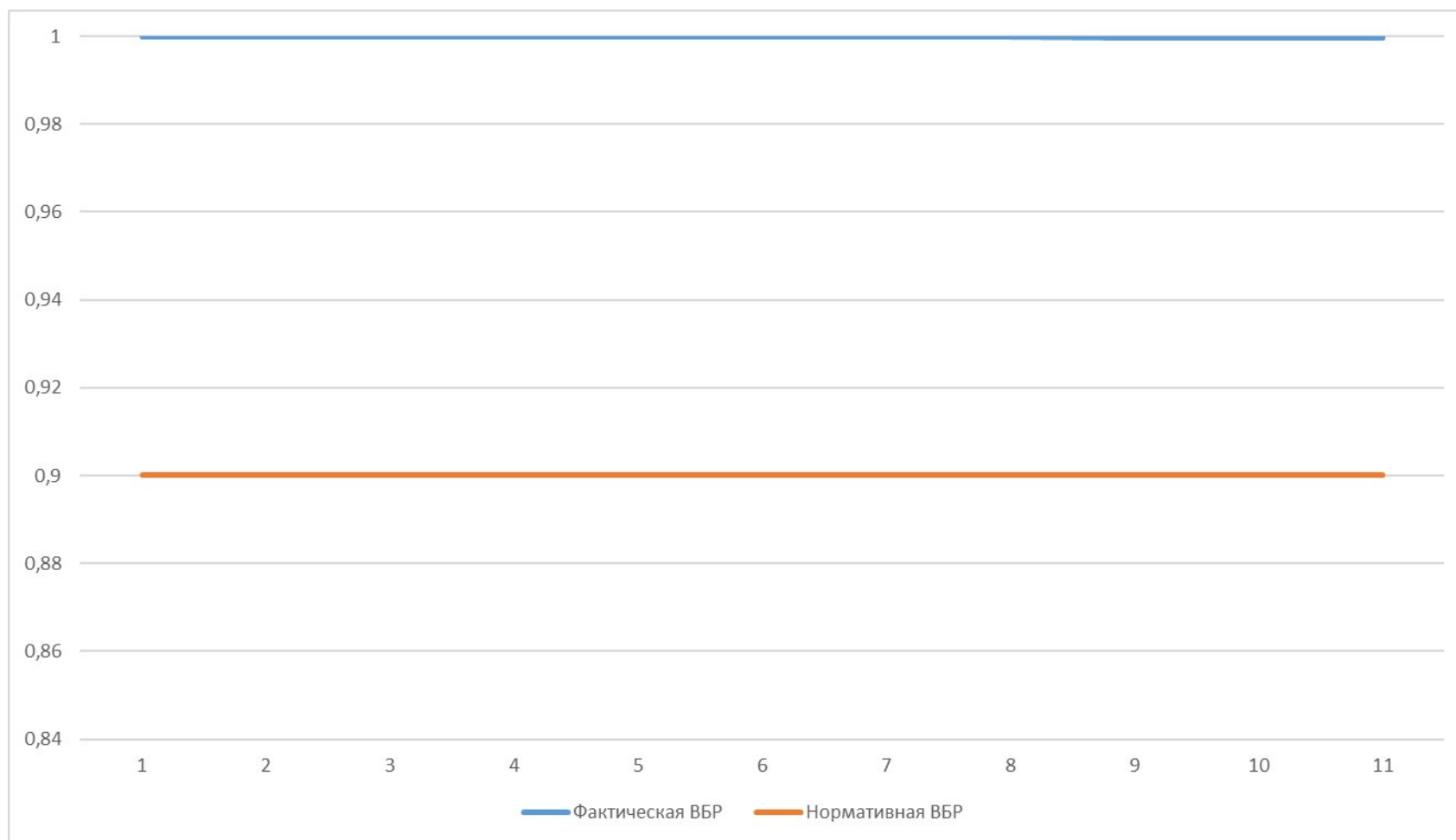


Рисунок 3-28 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Подгорное до жилого дома по ул. Крайняя, д. 9

3.15 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

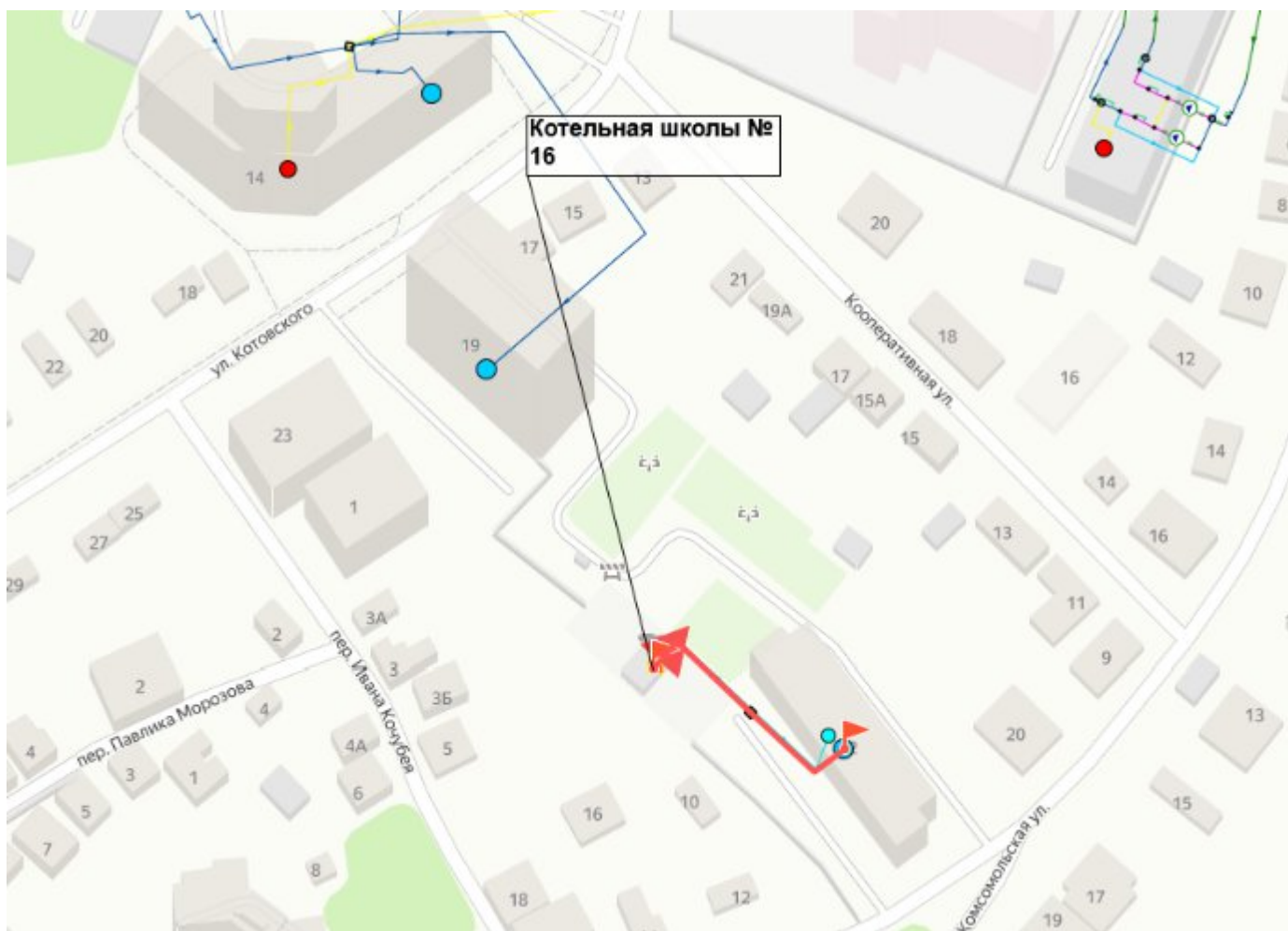


Рисунок 3-29 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22

Таблица 3-16 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 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: 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	1,000995
2	ГВС Школа №16	б/н	0,082	27	с 2004	2	6	0,00000030	5,9	0,000018	0,000023	1,000977
3	б/н	жил.дом	0,082	30	с 2004	2	6	0,00000030	5,9	0,000020	0,000043	1,000957

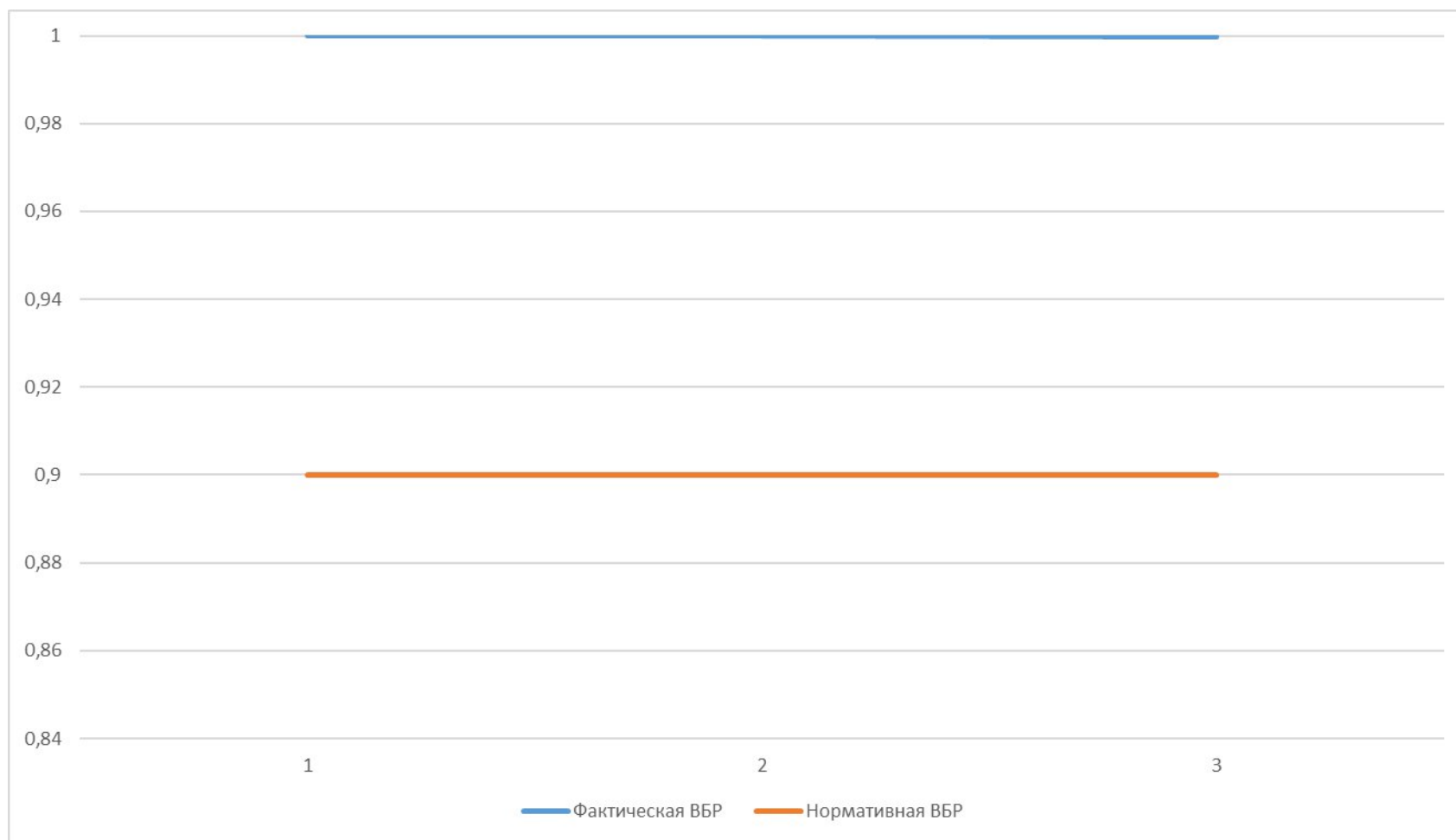


Рисунок 3-30 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №16 до жилого дома по ул. Комсомольская, д. 22

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 ~~Рисунок~~ 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 ~~Рисунок~~ 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.

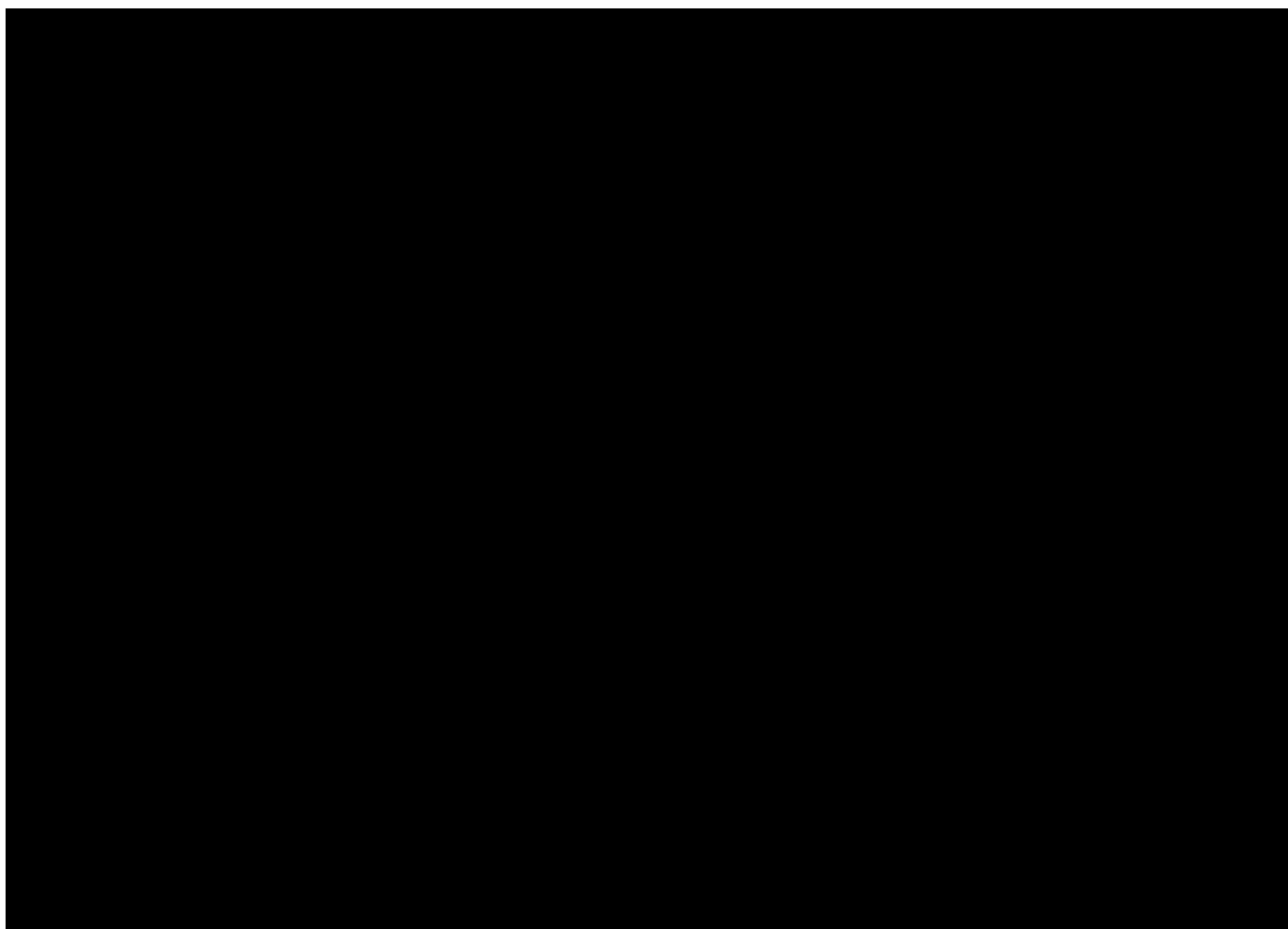


Рисунок 3-31 – Путь движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22

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 накопленный 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	1,000994
2	ГВС Школа №22	б/н	0,1	14	до 1990	2	40	0,00000020	6,7	0,000011	0,000017	1,000983
3	б/н	Школа № 22	0,082	24	до 1990	2	40	0,00000030	5,9	0,000016	0,000033	1,000967

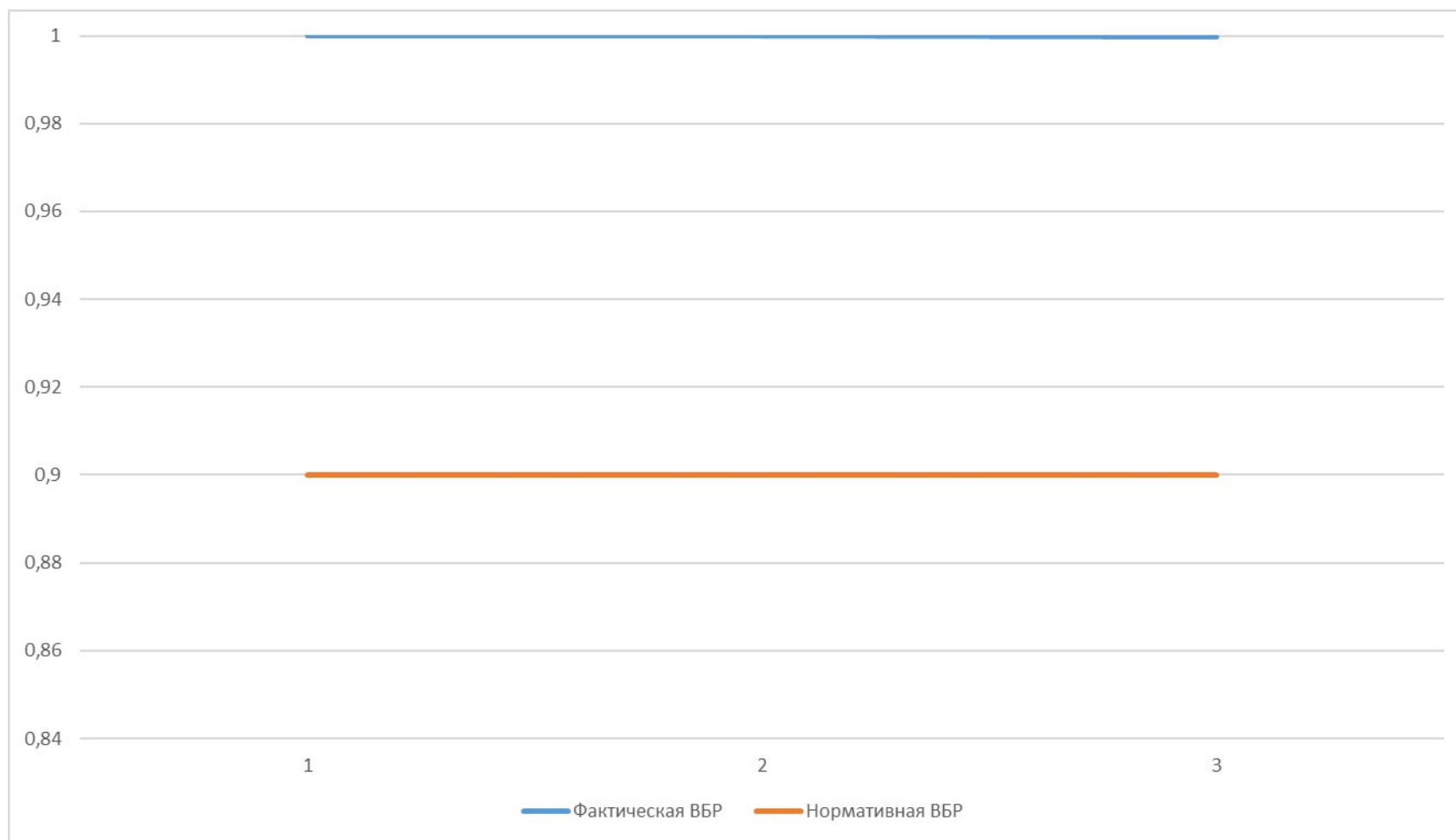


Рисунок 3-32 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной школы №22 Северный Рудник до школы №22

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					
		2025			2042		
		Кг мин	Кг макс	Кг ср	Кг мин	Кг макс	Кг ср
1	ТЭЦ-2	0,85305	0,998087	0,88287	0,98266	1,000722	0,986058
2	Котельная «Привокзальная»	0,96291	0,963495	0,963194	0,99249	0,992756	0,992689
3	Котельная «Северо-Западная»	0,92417	0,934473	0,93339	0,99092	0,992153	0,992009
4	Котельная «Юго-Западная»	0,98156	0,983604	0,983074	0,98638	0,987748	0,987388
5	Котельная «Угловая»	0,96286	0,963516	0,963274	0,99267	0,99274	0,992711
6	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	0,96292	0,963365	0,963133	0,99263	0,992718	0,992669
7	Котельная «Октябрьская»	0,85517	0,85541	0,855239	-	-	-

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки					
		2025			2042		
		Кг мин	Кг макс	Кг ср	Кг мин	Кг макс	Кг ср
	(резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)						
8	Котельная «Л. Толстого» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	-	-	-	-	-	-
9	Котельная «Депутатская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	-	-	-	-	-	-
10	Котельная Свободный Сокол	0,97832	0,979239	0,978469	-	-	-
11	Котельная 13 квартал	-	-	-	-	-	-
12	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	1,00074	1,000878	1,000793	1,00097	1,000988	1,00098
13	Котельная Центролит	0,97374	0,975963	0,973937	0,99817	0,998384	0,998187
14	Котельная Электроаппарат	0,99744	0,997685	0,997498	1,00062	1,000643	1,000623
15	Котельная 108 квартал	0,99926	0,999359	0,999287	1,00083	1,000842	1,000835
16	Котельная Баумана	0,99911	0,999603	0,999254	1,00057	1,000692	1,000606
17	Котельная с. Подгорное	1,00082	1,000894	1,000862	1,00094	1,000961	1,00095
18	Котельная школы № 16	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
19	Котельная школы № 22 Северный Рудник	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
20	Котельная школы № 26	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
21	Котельная школы № 34	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
22	Котельная школы № 35	1,00098	1,000979	1,000979	1,00099	1,000992	1,000992
23	Котельная у поселка Северный Рудник	1,0002	1,000396	1,000263	1,00092	1,000943	1,00093
24	Котельная Ковалева 109	1,00099	1,000994	1,000994	1,00099	1,000994	1,000994
25	Котельная Дачный ЖКП-7	0,9993	0,999512	0,999359	-	-	-
26	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	1,00095	1,000967	1,000958	1,00098	1,00099	1,000987
27	Котельная Акушерский корпус	1,00099	1,000989	1,000989	-	-	-
28	Котельная Липецкие узоры	1,0005	1,000933	1,000693	1,00094	1,000979	1,000955
29	Котельная Упрснабсбыт	1,00019	1,000524	1,000291	1,00085	1,000915	1,000863
30	БМК по ул. Энгельса	1,00064	1,000683	1,00065	1,00089	1,000905	1,000895
31	БМК Ковалева 107Д	1,00051	1,000583	1,000546	1,00087	1,000885	1,000876
32	БМК Стратегия	1,00091	1,000992	1,000952	1,00099	1,000992	1,000992
33	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	1,00093	1,000945	1,000937	1,00082	1,000838	1,000824
34	«Котельная № 1, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	1,00059	1,000615	1,000606	1,00066	1,000698	1,000682
35	«Котельная № 1а, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	1,00059	1,000615	1,000606	1,00066	1,000698	1,000682
36	«Котельная по ул. Бородинская»	1,00086	1,000875	1,000867	1,00086	1,000875	1,000867
37	«Котельная по ул. Тамбовская»	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
38	Котельная ООО «Мегаполис- Недвижимость»	1,00098	1,000985	1,00098	1,00098	1,000985	1,000981
39	Котельная ООО «Комус»	1,00094	1,000963	1,000952	1,00094	1,000963	1,000952
40	Котельная Воронежской таможни	1,00099	1,000995	1,000993	1,00099	1,000995	1,000993

* - с 06.2026 «АО «Раненбург-теплосервис»

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 2025 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.

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

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

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

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

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

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

№ п/п	Наименование источника	Суммарный недоотпуск, Гкал / от. период	
		2025	2042
1	ТЭЦ-2	36 829,20	9 853,60
1	ТЭЦ-2 НЛМК		1 479,20
1	ТЭЦ-2 ЛТЗ		51,1
1	ТЭЦ-2 Матyrский		1 094,60
2	Котельная «Привокзальная»	9 287,90	3 479,00
3	Котельная «Северо-Западная»	21 035,10	8 757,00
4	Котельная «Юго-Западная»	32 942,50	21 054,60
5	Котельная «Угловая»	3 490,80	1 130,00
6	Котельная «Улица Семашко, д. 10»	1 210,60	452,5
7	Котельная «Октябрьская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	799,7	0
8	Котельная «Л. Толстого» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0	0
9	Котельная «Депутатская» (резервный источник теплоснабжения, работа в режиме насосной станции)	0	0
10	Котельная Свободный Сокол	3 036,10	0
11	Котельная 13 квартал	473,3	0
12	Котельная «МСЧ Свободный Сокол»	38,1	0
13	Котельная Центролит	3 146,10	212,8
14	Котельная Электроаппарат	568,2	3,4
15	Котельная 108 квартал	160,2	0,5
16	Котельная Баумана	506,1	3,6
17	Котельная с. Подгорное	150,5	0,2
18	Котельная школы № 16	18,8	0
19	Котельная школы № 22 Северный Рудник	18,2	0
20	Котельная школы № 26	9,1	0
21	Котельная школы № 34	9,1	0
22	Котельная школы № 35	43,1	0
23	Котельная у поселка Северный Рудник	68,5	0,1
24	Котельная Ковалева 109	19,8	0
25	Котельная Дачный ЖКП-7	204	0
26	Котельная ул. Механизаторов, д. 21	42,4	0
27	Котельная Акушерский корпус	30	0
28	Котельная Липецкие узоры	128,2	0,1
29	Котельная Упрснабсбыт	268,1	0,3
30	БМК по ул. Энгельса	241,5	0,5
31	БМК Ковалева 107Д	188,5	0,4

№ п/п	Наименование источника	Суммарный недоотпуск, Гкал / от. период	
		2025	2042
32	БМК Стратегия	40,2	0
33	БМК №1 по ул. В. Саунина, соор. 6	0	10,9
34	«Котельная № 1, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	309,6	10,8
35	«Котельная № 1а, г. Липецк, ул. С. Казьмина» ООО «ЭнергоКонсалт»*	1 250,30	0
36	«Котельная по ул. Бородинская»	452,4	1,1
37	«Котельная по ул. Тамбовская»	64,6	0
38	Котельная ООО «Мегаполис-Недвижимость»	110,8	0,1
39	Котельная ООО «Комус»	547	0,7
40	Котельная Воронежской таможни	40,2	0
41	Новая котельная делового кластера	0	5,6
42	Новая котельная ул. Студёновская	0	2,3
43	Новая котельная ул. Железнякова	0	3,2
44	Новая котельная ул. Шахтерская	0	2,9
45	Новая котельная ш. Лебедянское	0	1,9
46	Новая котельная 48:20:0028408:1	0	0,8
47	Новая котельная Свободный Сокол	0	97,2
48	Новая котельная ш. Лебедянское 48:20:0028504:11	0	0,4
49	Новая котельная проспект Победы, 99	0	0
50	Новая Котельная ул. Одоевская д. 10	0	0
51	Новая БМК ул. Неделина	0	674,7
52	Новая котельная п. Дачный	0	0,4
Всего		117 779,10	48 386,50

* - с 06.2026 «АО «Раненбург-теплосервис»

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:

$$Q = q_x \times Q_p$$

или

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

где G_p - расчетный расход теплоносителя в системе отопления, м³/с; 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÷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 аккумулирующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях.

Размещение баков-аккумуляторов горячей воды возможно, как на источнике теплоты, так и в районах 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:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{н}} + \frac{Q_0}{q_0 V} + \frac{t_{\text{с}} - t_{\text{н}} - \frac{Q_0}{q_0 V}}{\exp(z/b)}$$

где $t_{\text{в}}$ - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °С;

Z - время отсчитываемое после начала исходного события, ч;

$t_{\text{н}}$ - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °С;

$t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °С;

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

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

β - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

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

$$z = b' \ln \frac{(t_{в} - t_{н})}{(t_{в.а} - t_{н})}$$

где $t_{в.а}$ – 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, °С	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °С
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 тепломатриале «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;
- ТЭЦ-2 – «Матровский» диаметром 700 мм.

Магистральные сети от ТЭЦ-2 имеют технологические связи с магистральными сетями от прочих источников теплоснабжения – котельных и частично могут быть зарезервированы от них при выходе из строя магистральной тепловой сети.

Строительство резервирующих магистралей является экономически нецелесообразным, так как магистральные тепловые выводы от станции имеют большую продолжительность:

- магистраль ТЭЦ-2 – Город диаметром 1000 мм имеет длину 9400 м до насосной станции на ул. Неделина (смотри Рисунок 8-1).
- магистраль ТЭЦ-2 - «ЛТЗ» диаметром 1200 мм имеет длину 11700 м до потребителей по ул. Краснозаводская (Рисунок 8-2).
- магистраль ТЭЦ-2 – «Матровский» диаметром 700 мм имеет длину 11400 м до потребителей по ул. Энергоносителей (смотри Рисунок 8-3).

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

8.1.2 Моделирование аварийной ситуации на Липецкой ТЭЦ-2

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.

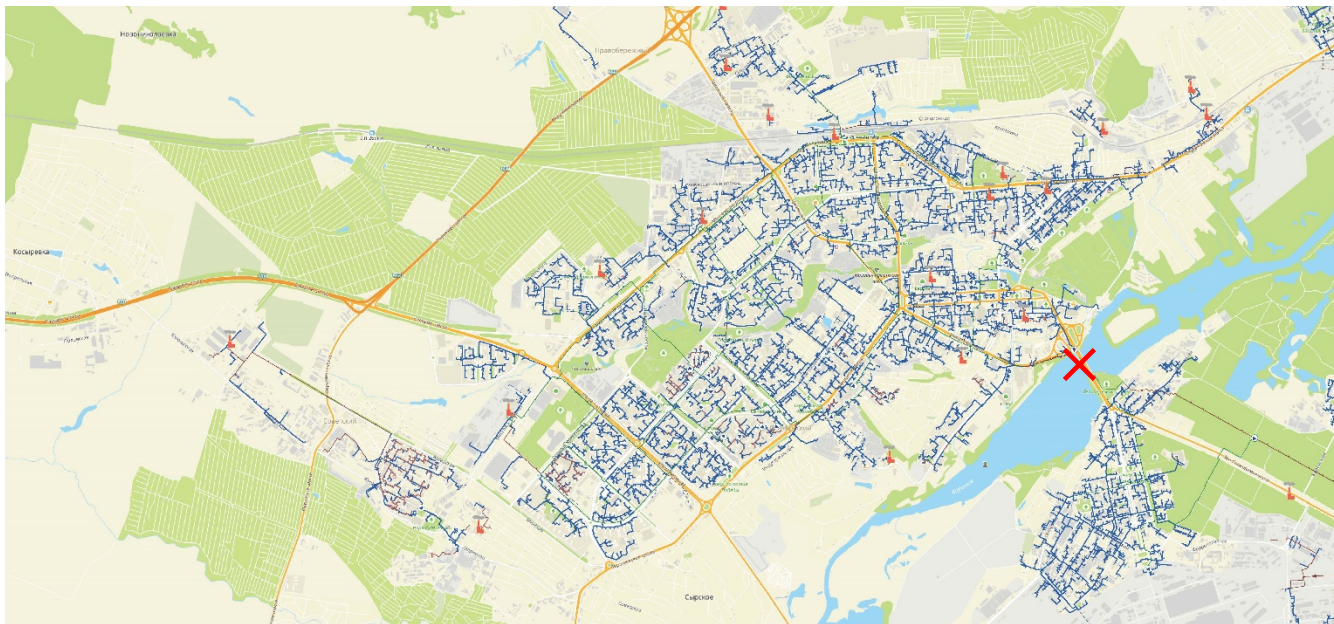


Рисунок 8-1 – Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе от ТЭЦ-2

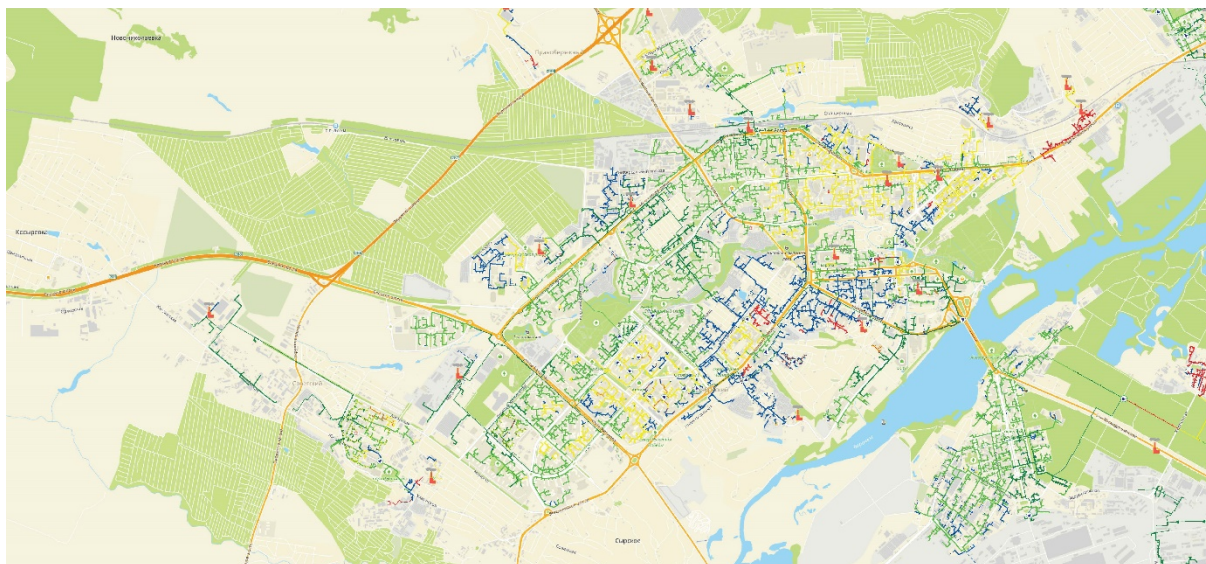


Рисунок 8-2 – Результаты расчета переключения потребителей, отключенных от ТЭЦ-2 на существующие котельные.

8.2 Котельная «Северо-Западная»

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

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 ~~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 переемы диаметром 500 мм с тепловыми сетями ТЭЦ-2, а магистральный тепловой вывод №2 имеет переемы диаметром 500 мм с тепловыми сетями котельной «Юго-Западная», показанные на рисунке.

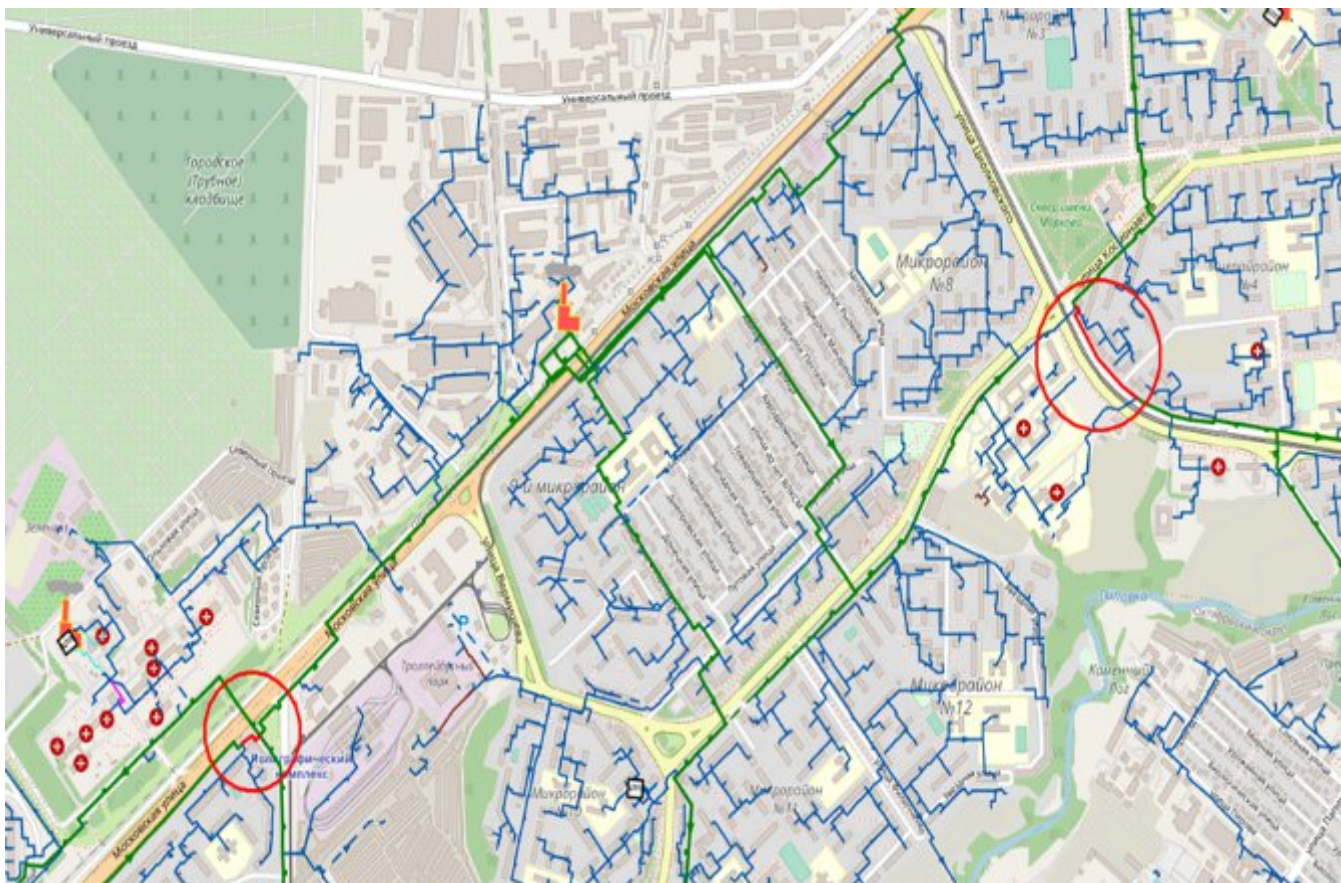


Рисунок 8-4 – Перемычки между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2

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.

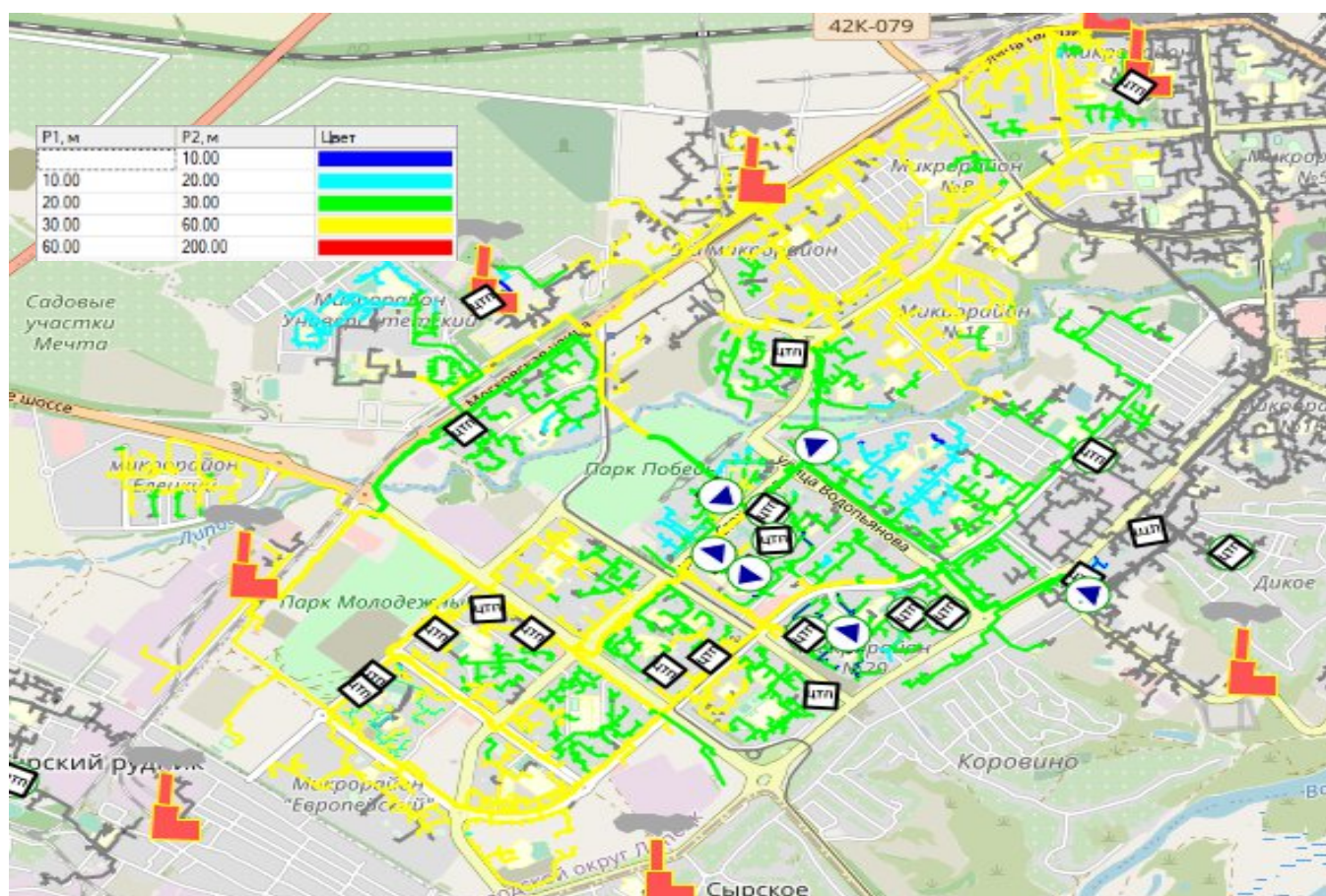


Рисунок 8-5 – Результаты расчета по котельной «Северо-Западная»

8.3 Котельная «Юго-Западная»

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

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 переемы диаметром 500 мм с тепловыми сетями ТЭЦ-2, а магистральный тепловой вывод №2 имеет переемы диаметром 500 мм с тепловыми сетями котельной «Северо-Западная», показанные на рисунке.

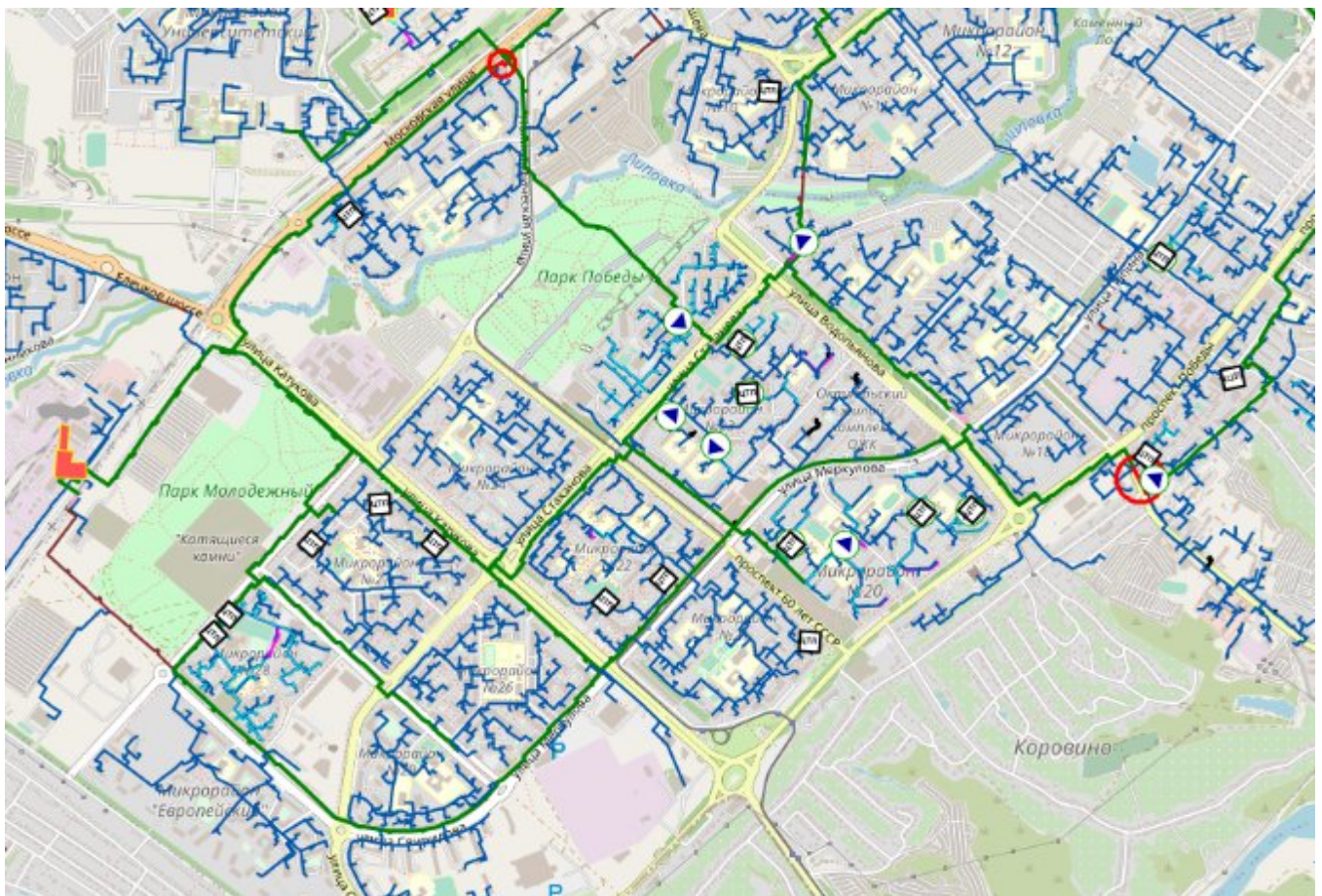


Рисунок 8-7 – Переемы между магистральными тепловыми сетями котельных «Северо-Западная», «Юго-Западная» и ТЭЦ-2

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.

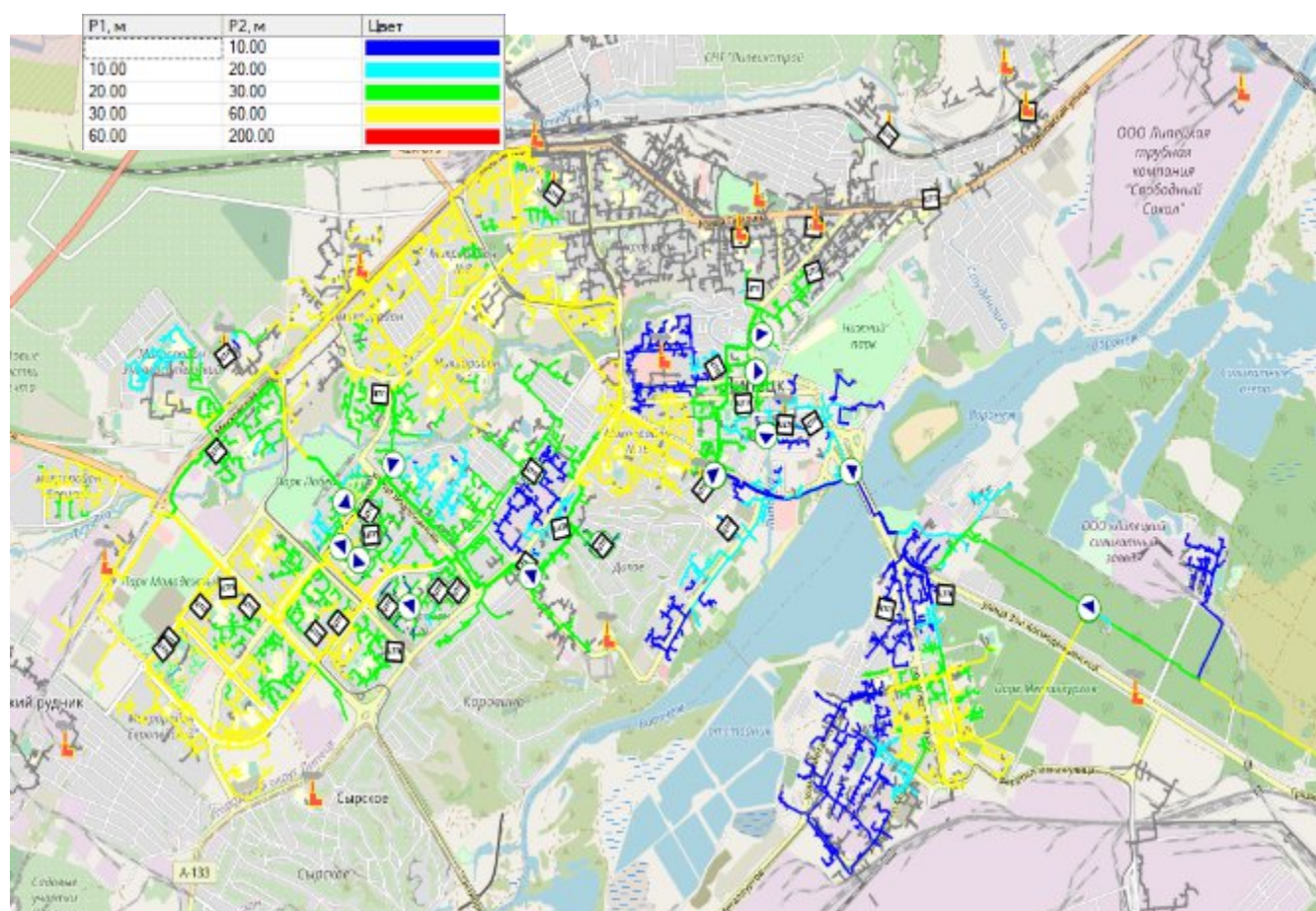


Рисунок 8-8 – Результаты расчета по котельной «Юго-Западная»

9 Мероприятия по резервированию источников тепловой энергии и тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности

Мероприятия по резервированию источников тепловой энергии и тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности не запланированы.

10 Мероприятия по замене тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности

Мероприятия по замене тепловых сетей, определенных системой мер по повышению надежности не запланированы.

11 Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения (не менее одного для каждой зоны теплоснабжения с суммарной установленной тепловой мощностью источников тепловой энергии 100 Гкал/ч и более) на основе результатов моделирования аварийных ситуаций, включая моделирование отказов элементов, расчета послеаварийных гидравлических режимов и оценки надежности теплоснабжения в аварийных режимах теплоснабжения (при отказе головного участка теплопровода на одном (с наибольшим диаметром) из выводов тепловой мощности от источника тепловой энергии и при отключении насосной группы сетевых насосов на одном из источников тепловой энергии для систем с несколькими источниками тепловой энергии, работающими на единую тепловую сеть, в режиме плавающей точки водораздела (без выделенных зон действия)).

Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения (не менее одного для каждой зоны теплоснабжения с суммарной установленной тепловой мощностью источников тепловой энергии 100 Гкал/ч и более) на основе результатов моделирования аварийных ситуаций, включая моделирование отказов элементов, расчета послеаварийных гидравлических режимов и оценки надежности теплоснабжения в аварийных режимах теплоснабжения (при отказе головного участка теплопровода на одном (с наибольшим диаметром) из выводов тепловой мощности от источника тепловой энергии и при отключении насосной группы сетевых насосов на одном из источников тепловой энергии для систем с несколькими источниками тепловой энергии, работающими на единую тепловую сеть, в режиме плавающей точки водораздела (без выделенных зон действия) представлены и описаны выше в п.8.