



**ГОРОДСКОЙ ОКРУГ ГОРОД ЕЛЕЦ
ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

**Схема теплоснабжения
городского округа город Елец Липецкой области
на период до 2045 года**

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Начальник Управления
коммунального хозяйства
Администрации городского округа город Елец**

В.А. Басалаев

Разработчик: ООО «Центр теплоэнергосбережений».

Юр. адрес: 107078, г. Москва, ул. Новая Басманная. д. 19/1, офис 521

Факт. адрес: 107078, г. Москва, ул. Новая Басманная. д. 19/1, офис 521

**Генеральный директор
ООО «ЦТЭС»**

А.Х. Регинский

г. Москва, 2025 г.

Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения

ОГЛАВЛЕНИЕ

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. Основание 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	11
3. Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам.....	24
3.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от Елецкой ТЭЦ	26
3.2. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной ул. Коммунаров, 89а.....	36
3.3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной ул. Вермишева, 29а	40
3.4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной ул. Допризывников, 1а.....	44
3.5. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной сл. Александровка.....	47
4. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	50
5. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.....	52
6. Оценка надежности теплоснабжения при аварийных режимах теплоснабжения.....	54
6.1. Оценка надежности теплоснабжения при аварии на тепловой магистрали №1 Елецкой ТЭЦ	54
6.2. Оценка надежности теплоснабжения при аварии на тепловой магистрали №2 Елецкой ТЭЦ	58
7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения	65
7.1. Мероприятия для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения потребителей.....	65
7.2. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих готовность энергетического оборудования	65
7.3. Установка резервного оборудования	67
7.4. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	67
7.5. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения	68
7.6. Устройство резервных насосных станций.....	68
7.7. Установка баков-аккумуляторов	69
8. Действия при возникновении аварийных ситуаций на источнике теплоснабжения	70

8.1. Риски возникновения аварий, масштабы и последствия	70
8.2. Схема теплоснабжения объектов первой категории	75
8.3. Расчеты допустимого времени устранения технологических нарушений.....	76

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 1.1 – Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии	9
Таблица 2.1 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений	11
Таблица 2.2 - Показатели восстановления в системах теплоснабжения	12
Таблица 4.1 – Стационарная вероятность рабочего состояния тепловых сетей источников ...	25
Таблица 4.2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода ТМ-1 от Елецкой ТЭЦ	28
Таблица 3.3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода ТМ-2 от Елецкой ТЭЦ	32
Таблица 3.4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Коммунаров, 89а	37
Таблица 3.5 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Вермишева, 29а	41
Таблица 3.6 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Допризывников, 1а.....	45
Таблица 3.7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной сл. Александровка.....	48
Таблица 4.1 – Значения коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителей	50
Таблица 5.1 – Недоотпуск тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей.....	52
Таблица 6.1 - Перечень потребителей, переведенных на теплоснабжение от резервной магистрали	55
Таблица 6.2 - Перечень потребителей, отключенных от централизованного теплоснабжения,	59
Таблица 8.1 – Перечень возможных аварийных ситуаций, их описание, масштабы и уровень реагирования, типовые действия персонала	71
Таблица 8.2 – Снижение температуры внутри жилого здания при внезапном прекращении теплоснабжения для г. Елец.....	77

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 3.1 – Путь движения теплоносителя: Елецкая ТЭЦ магистраль ТМ-1 – ООО МАСТЕР плюс	27
Рисунок 3.2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя по магистрали ТМ-1 от ТЭЦ.....	30
Рисунок 3.3 – Путь движения теплоносителя: Елецкая ТЭЦ ТМ-2 – ул. 220 Стрелковой дивизии	31
Рисунок 3.4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя по магистрали ТМ-2 от ТЭЦ.....	35
Рисунок 3.5 – Путь движения теплоносителя: Котельная ул. Коммунаров, 89а – филиал школы №14, ул. Горького 113	36
Рисунок 3.6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Коммунаров, 89а до филиала школы №14, ул. Горького 113.....	39
Рисунок 3.7 – Путь движения теплоносителя: Котельная ул. Вермишева, 29а – ул. Рязано- Уральская, 42.....	40
Рисунок 3.8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Вермишева, 29а до ул. Рязано-Уральская, 42	43
Рисунок 3.9 – Путь движения теплоносителя: Котельная ул. Допризывников, 1а – Допризывников, 1Б.....	44
Рисунок 3.10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Допризывников, 1а до Допризывников, 1Б.....	46
Рисунок 3.11 – Путь движения теплоносителя: Котельная с. Александровка (ДСУЗ) – МРЭО ГИБДД.....	47
Рисунок 3.12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Александровка (ДСУЗ) до МРЭО ГИБДД	49
Рисунок 6.1 – Место аварии на тепловой магистрали №1 от Елецкой ТЭЦ	54
Рисунок 6.2 – Место аварии на тепловой магистрали №2 от Елецкой ТЭЦ	59
Рисунок 9.1 – Внешний вид передвижных котельных установок	76

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

Расчёт надёжности теплоснабжения для каждого потребителя тепловой энергии выполнен в соответствии с СП 124.13330.2012 Тепловые сети и Методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения (утв. приказом Минэнерго России от 05.03.2019 № 212).

Потребители тепловой энергии по надёжности теплоснабжения, согласно СП 124.13330.2012 Тепловые сети и СП 89.13330.2016 Котельные установки, делятся на три категории:

- Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже предусмотренных ГОСТ 30494. К таким потребителям относятся больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.

- Вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч: жилые и общественные здания до 12°C, промышленные здания до 8°C

- Третья категория – остальные потребители.

Котельные по надёжности отпуска тепловой энергии потребителям, согласно СП 89.13330.2016 Котельные установки, подразделяются на две категории:

- первая категория – котельные, являющиеся единственным источником тепловой энергии системы теплоснабжения, обеспечивающей потребителей первой категории, не имеющей резервных источников тепловой энергии;

- вторая категория – все остальные котельные.

Надёжность теплоснабжения определяется по способности действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом систем централизованного теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения), технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде, обеспечивать нормативные показатели вероятности безотказной работы, коэффициент готовности и живучести. При этом, вероятностные показатели надёжности должны удовлетворять нормативным значениям, а именно нормативное значение коэффициента готовности $K_r = 0,97$, нормативное значение вероятности безотказной работы системы централизованного теплоснабжения $P_{снт} = 0,86$.

При расчете показателей надёжности теплоснабжения потребителей в качестве исходных данных принято:

1. Продолжительность отопительного периода: $\tau^{от} = 4704 \text{ ч} = 196 \text{ суток}$.
2. Расчетная температура наружного воздуха: $t^{нр} = -25^\circ\text{C}$.
3. Средняя температура наружного воздуха в отопительном периоде: $t_{ср. от}^{н} = -3,1^\circ\text{C}$.
4. Способ прокладки теплопроводов тепловых сетей: канальный, бесканальный, надземный.
5. Расчетная температура воздуха в зданиях потребителей: $t_j^в = +20^\circ\text{C}$.

6. Минимально допустимая температура воздуха в зданиях потребителей: $t_{j \min}^B = +12^\circ\text{C}$.

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.

Расчет уровня надежности теплоснабжения потребителей на расчетный срок выполнен с использованием сертифицированного программно-расчетного комплекса ГИС Zulu при следующих допущениях:

1. Рассматривается марковский стационарный процесс смены состояний тепловых сетей с простым пуассоновским распределением потока отказов.

2. Вероятность одновременного возникновения двух отказов не учитывается, так как она пренебрежимо мала (на три-четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа).

3. Принимается, что при восстановлении отказавшего элемента тепловых сетей отказы других элементов сетей не происходят.

4. Интенсивность отказов теплопроводов определяется на основе статистической обработки данных об отказах. При наличии статистических данных, расчет интенсивности отказов участка тепловых сетей осуществляется по формуле:

$$\lambda_i = n_{\text{отк}} / 8760 \cdot L_i \text{ 1/км/ч}$$

где:

$n_{\text{отк}i}$ – количество отказов на i -ом участке тепловой сети за предыдущий год, ед.

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

5 При отсутствии статистических данных, расчет интенсивности отказов теплопроводов с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла:

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

где:

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

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

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

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

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

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

Предоставленная информация по количеству повреждения на тепловых сетях в эксплуатационном режиме (без учета испытаний), в результате которых произошло отключение потребителей в разрезе источников централизованного теплоснабжения, приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии

№ п/п	Наименование источника тепла	2020	2021	2022	2023	2024
Елецкая ТЭЦ филиал АО «РИР Энерго» - «Липецкая генерация» ЕТО №001						
1	Елецкая ТЭЦ	0	1	5	2	5
ИТОГО		0	1	5	2	5
МУП "ЕЛЕЦ-СЕРВИС" ЕТО №002						
2	Котельная сл. Александровка	0	0	0	0	0
3	Котельная мкр. Александровский, 13	0	0	0	0	0
4	Котельная ул. А. Оборотова, 4	0	0	0	0	0
5	Котельная 3-ий Ламской переулок, 43а (Аргамыч)	0	0	0	0	0
6	Котельная пер. Верхний, 1	0	0	0	0	0
7	Котельная ул. Вермишева, 29а	0	1	2	0	0
8	Котельная ул. Горького, 80	0	0	0	0	0
9	Котельная ул. 9-го Декабря, 72	0	0	0	0	0
10	Котельная ул. Допризывников, 1а	0	0	0	0	0
11	Котельная ул. Дякина, 1	0	0	0	0	0
12	Котельная ул. Елецкая, 4	0	0	0	0	0
13	Котельная ул. Колхозная, 2	0	0	0	0	0
14	Котельная ул. Коммунаров, 5а	0	0	0	0	0
15	Котельная ул. Коммунаров, 40	0	0	0	0	0
16	Котельная ул. Коммунаров, 89а	0	0	1	0	0
17	Котельная ул. К. Маркса, 17	0	0	0	0	0
18	Котельная ул. Ленина, 73	0	0	0	0	0
19	Котельная ул. Ленина, 88	0	0	0	0	0
20	Котельная Мало - Томский пер.д.10а	0	0	0	0	0
21	Котельная ул. Мира, 84	0	0	0	0	0
22	Котельная ул. Мира, 98	0	0	0	0	0
23	Котельная ул. Мира, 113	0	0	0	0	0
24	Котельная ул. Октябрьская, 97	0	0	0	0	0
25	Котельная ул. Орджоникидзе, 78	0	0	0	0	0

№ п/п	Наименование источника тепла	2020	2021	2022	2023	2024
26	Котельная ул. Пушкина, 115	0	0	0	0	0
27	Котельная ул. Свердлова, 13	0	0	0	0	0
28	Котельная ул. Советская, 56	0	0	0	0	0
29	Котельная ул. Советская, 64	0	0	0	0	0
30	Котельная ул. Советская, 85	0	0	0	0	0
31	Котельная ул. Товарная, 11	0	0	0	0	0
32	Котельная ул. Товарная, 15	0	0	0	0	0
33	Котельная ул. Школьная, 13	0	0	0	0	0
34	Котельная ул. Шлакобетонная, 1а	0	0	0	0	0
35	Котельная ул. Хлебная, 3	0	0	0	0	0
ИТОГО		0	1	3	0	0
ООО "Теплосервис» ЕТО №003						
36	Котельная ул. Победы , 1	0	0	0	0	0
37	Котельная ул. Пушкина , 123	0	0	0	0	0
38	Котельная ул. Маяковского, 1	0	0	0	2	2
39	Котельная ул. Мира, 82	0	0	0	0	0
40	Котельная ул. Мира, 94	0	0	0	0	0
41	Котельная ул. Ростовская д.1	0	0	0	0	0
ИТОГО		0	0	0	2	2
ООО "Мегастрой" ЕТО №004						
42	Котельная ул. Мира, 124В	0	0	0	0	0
43	Котельная ул. Новолипецкая, 1П	0	0	0	0	0
44	Котельная ул. Свердлова, 7В	0	0	0	0	0
45	Котельная ул. Новолипецкая, 3В	0	0	0	0	0
46	Котельная ул. Л. Толстого, 4В	0	0	0	0	0
47	Котельная ул. Новолипецкая, 1Д	0	0	0	3	3
48	Котельная ул. 9 Декабря, 19В	0	0	0	0	0
49	Котельная ул. Шоссейная, 1Б	0	0	0	0	0
ИТОГО		0	0	0	3	3

2. Основание 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 восстановления при отказах участков тепловых сетей должно определяться на основе статистической обработки эксплуатационных данных о восстановлении отказавших элементов (если такие данные имеются).

Если статистические данные о времени восстановления не используются, расчет среднего времени восстановления участков тепловых сетей в зависимости от их диаметра и расстояния между секционными задвижками производится в соответствии с расчетными формулами.

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

где:

$L_{сз}$ – расстояние между секционирующими задвижками должно соответствовать требованиям свода правил Тепловые сети СП 124.13330-2012, 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 нормативных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров рекомендуемых СП 124.13330-2012 Тепловые сети. Численные нормативные значения времени восстановления теплопроводов (с момента обнаружения, идентификации дефекта и подготовки рабочего места, включающего в себя установление точного места повреждения со вскрытием канала и начала операций по локализации поврежденного трубопровода), рекомендуемых сводом правил Тепловые сети, приведены в таблице 2.1.

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 2.2. В целом по

городскому округу время восстановления работоспособности тепловых сетей соответствует установленным нормативам.

Таблица 2.2 - Показатели восстановления в системах теплоснабжения

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
Елецкая ТЭЦ филиал АО «РИР Энерго» - «Липецкая генерация» ЕТО №001					
Елецкая ТЭЦ					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
МУП "ЕЛЕЦ-СЕРВИС" ЕТО №002					
Котельная сл. Александровка					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8	8	8	8	8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	7	7	7	7	7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Котельная мкр. Александровский, 13					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
Котельная ул. А. Оборотова, 4					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
распределительных тепловых сетях, час					
Котельная 3-ий Ламской переулок, 43а (Аргамыч)					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Котельная пер. Верхний, 1					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Котельная ул. Вермишева, 29а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Котельная ул. Горького, 80					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Котельная ул. 9-го Декабря, 72					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Котельная ул. Допризывников, 1а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Котельная ул. Дякина, 1					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Котельная ул. Елецкая, 4					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	5	5	5	5
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4	4	4	4	4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Котельная ул. Колхозная, 2					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
горячего водоснабжения (в случае их наличия), час					
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Котельная ул. Коммунаров, 5а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Котельная ул. Коммунаров, 40					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Котельная ул. Коммунаров, 89а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	14	14	14	14	14
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	7	7	7	7	7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	6	6	6	6	6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Котельная ул. К. Маркса, 17					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
Котельная ул. Ленина, 73					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Котельная ул. Ленина, 88					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Котельная Мало - Томский пер.д.10а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Котельная ул. Мира, 84					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Котельная ул. Мира, 98					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:					
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Котельная ул. Мира, 113					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Котельная ул. Октябрьская, 97					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Котельная ул. Орджоникидзе, 78					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Котельная ул. Пушкина, 115					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
час					
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Котельная ул. Свердлова, 13					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Котельная ул. Советская, 56					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Котельная ул. Советская, 64					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Котельная ул. Советская, 85					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Котельная ул. Товарная, 11					

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Котельная ул. Товарная, 15					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Котельная ул. Школьная, 13					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Котельная ул. Шлакобетонная, 1а					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6	6	6	6	6
Котельная ул. Хлебная, 3					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	-	-	-	9,1	9,1
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных	-	-	-	8,1	8,1

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
тепловых сетях систем отопления, час:					
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	-	-	-	7,1	7,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	-	-	-	8,6	8,6
ООО "Теплосервис» ЕТО №003					
Котельная ул. Победы , 1					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Котельная ул. Пушкина , 123					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5	5	5	5	5
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4	4	4	4	4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Котельная ул. Маяковского, 1					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Котельная ул. Мира, 82					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
час					
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Котельная ул. Мира, 94					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Котельная ул. Ростовская д.1					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
ООО "Мегастрой" ЕТО №004					
Котельная ул. Мира, 124В					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Котельная ул. Новолипецкая, 1П					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
Котельная ул. Свердлова, 7В					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Котельная ул. Новолипецкая, 3В					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Котельная ул. Л. Толстого, 4В					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6	6	6	6	6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5	5	5	5	5
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Котельная ул. Новолипецкая, 1Д					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	9	9	9	9	9
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Котельная ул. 9 Декабря, 19В					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Среднее время восстановления отопления	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024
после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:					
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Котельная ул. Шоссейная, 1Б					
Среднее время восстановления теплоснабжения после повреждения в магистральных тепловых сетях в отопительный период, час	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Среднее время восстановления отопления после повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, час:	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Среднее время восстановления горячего водоснабжения после повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), час	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Всего среднее время восстановления отопления после повреждения в магистральных и распределительных тепловых сетях, час	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3

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

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) устанавливается средневзвешенная частота интенсивность устойчивых отказов участков λ_0 для тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 1 до 3 лет, от 3 до 17 и от 17 и более лет 1/(км.год).

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

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

Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению к потребителю представляется как последовательное (в смысле надежности) соединение

элементов, при котором отказ одного из всей совокупности элементов приводит к отказу всей системы в целом.

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

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

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

Таким образом, функция надежности работы элемента подчиняется экспоненциальному закону.

Результаты расчета стационарной вероятности рабочего состояния тепловых сетей для источников теплоснабжения городского округа для существующего состояния на базовый 2023 год и расчетный 2036 год, приведены в таблице 3.1.

Для повышения надежности теплоснабжения потребителей на тепловых сетях ряда источников предложены теплосетевые мероприятия для обеспечения требуемых нормативных величин отпуска тепловой энергии потребителям, представленные в соответствующих разделах схемы и учтенные в настоящей актуализации схемы теплоснабжения.

Анализ результатов расчёта показал, что уровень надёжности теплоснабжения потребителей соответствует нормативным требованиям при выполнении необходимых теплосетевых мероприятий.

Таблица 3.1 – Стационарная вероятность рабочего состояния тепловых сетей источников

№	Наименование источника	Стационарная вероятность рабочего состояния сети		
		2024	2045	
Елецкая ТЭЦ филиал АО «РИР Энерго» - «Липецкая генерация» ЕТО №001				
1	Елецкая ТЭЦ	ТМ-2	0,976736	0,9979
		ТМ-1	0,991858	0,993833
МУП "ЕЛЕЦ-СЕРВИС" ЕТО №002				
2	Котельная сл. Александровка	0,999446	0,999858	
3	Котельная мкр. Александровский, 13	0,999328	0,999828	
4	Котельная ул. А. Оборотова, 4	0,999998	0,999999	
5	Котельная 3-ий Ламской переулок, 43а (Аргамыч)	0,999964	0,999991	
6	Котельная пер. Верхний, 1	0,999967	0,999992	
7	Котельная ул. Вермишева, 29а	0,99615	0,999012	
8	Котельная ул. Горького,80	0,999991	0,999998	
9	Котельная ул. 9-го Декабря, 72	0,999945	0,999986	
10	Котельная ул. Допризывников, 1а	0,999417	0,999851	
11	Котельная ул. Дякина, 1	0,99998	0,999995	
12	Котельная ул. Елецкая, 4	0,99996	0,99999	
13	Котельная ул. Колхозная, 2	0,999979	0,999995	
14	Котельная ул. Коммунаров, 5а	0,999959	вывод из эксплуатации	
15	Котельная ул. Коммунаров, 40	отключена зимой		
16	Котельная ул. Коммунаров, 89а	0,99197	0,997865	
17	Котельная ул. К. Маркса, 17	0,999992	0,999994	

№	Наименование источника	Стационарная состояния сети	вероятность рабочего
		2024	2045
18	Котельная ул. Ленина, 73	0,999928	0,999981
19	Котельная ул. Ленина, 88	0,999928	вывод из эксплуатации
20	Котельная Мало - Томский пер.д.10а	0,99998	0,999995
21	Котельная ул. Мира, 84	0,99998	0,999995
22	Котельная ул. Мира, 98	0,999991	0,999998
23	Котельная ул. Мира, 113	0,999948	0,999987
24	Котельная ул. Октябрьская, 97	0,999934	0,999983
25	Котельная ул. Орджоникидзе, 78	0,999959	0,999989
26	Котельная ул. Пушкина, 115	0,999954	0,999988
27	Котельная ул. Свердлова, 13	0,999966	0,999991
28	Котельная ул. Советская, 56	0,999982	0,999995
29	Котельная ул. Советская, 64	0,999993	0,999998
30	Котельная ул. Советская, 85	0,999918	вывод из эксплуатации
31	Котельная ул. Товарная, 11	0,999995	0,999999
32	Котельная ул. Товарная, 15	0,999898	0,999974
33	Котельная ул. Школьная, 13	0,999958	0,999989
34	Котельная ул. Шлакобетонная, 1а	0,999988	0,999997
35	Котельная ул. Хлебная, 3	0,999996	0,999996
ООО "Теплосервис» ЕТО №003			
36	Котельная ул. Победы, 1	0,999993	0,999993
37	Котельная ул. Пушкина, 123	0,999988	0,999988
38	Котельная ул. Маяковского, 1	0,999969	0,999969
39	Котельная ул. Мира, 82	0,999998	0,999998
40	Котельная ул. Мира, 94	0,999979	0,999979
41	Котельная ул. Ростовская д.1	0,999978	0,999983
ООО "Мегастрой" ЕТО №004			
42	Котельная ул. Мира, 124В	0,99999	0,999997
43	Котельная ул. Новолипецкая, 1П	0,99998	0,999995
44	Котельная ул. Свердлова, 7В	0,999993	0,999998
45	Котельная ул. Новолипецкая, 3В	0,999708	0,999925
46	Котельная ул. Л. Толстого, 4В	0,99997	0,999992
47	Котельная ул. Новолипецкая, 1Д	0,999236	0,999798
48	Котельная ул. 9 Декабря, 19В	0,999971	0,999993
49	Котельная ул. Шоссейная, 1Б	0,999988	0,999798

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения на перспективное состояние 2045 года выполненные с учетом запланированного объема переключений тепловых сетей, для ряда источников тепла с разветвленными тепловыми сетями и значительными протяженностями тепловых сетей, сформированные в соответствии с приложением 46 к Методическим указаниям по методике расчета, приведены ниже.

3.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от Елецкой ТЭЦ

Елецкая ТЭЦ имеет два магистральных тепловых выводов ТМ-1 и ТМ-2. Ниже представлен расчет по каждому из них.

Тепловая магистраль ТМ-1

Трассировка теплопровода от станции до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3.1.

Данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода ТМ-1 по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице 3.2.

Для наглядности на рисунке 3.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

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

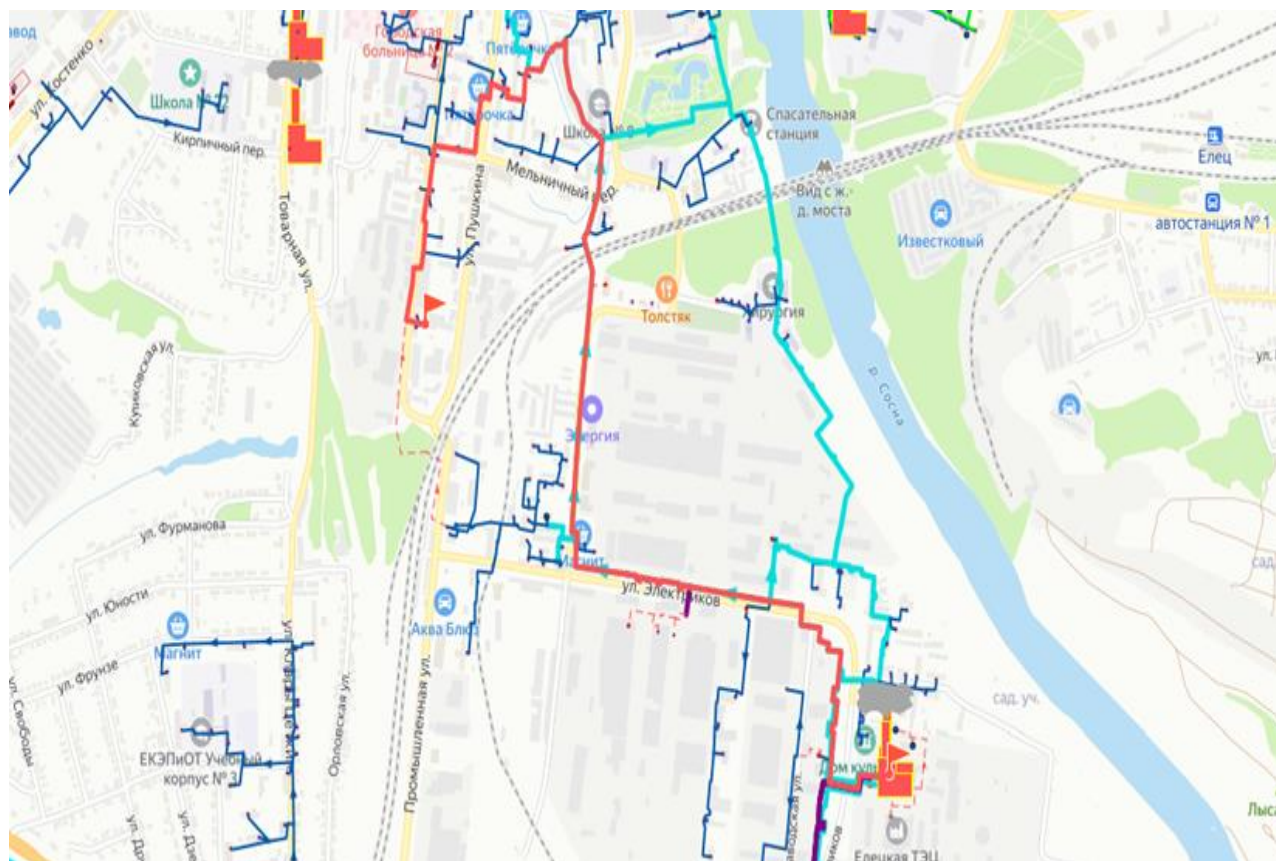


Рисунок 3.1 – Путь движения теплоносителя: Елецкая ТЭЦ магистраль ТМ-1 – ООО МАСТЕР плюс

Таблица 3.2 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода ТМ-1 от Елецкой ТЭЦ

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки и (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: Елецкая ТЭЦ ТМ-1 – ООО "МАСТЕР плюс"												
1	Елецкая ТЭЦ ТМ-1	ТК1	0,6	26,97	с 1990г по 1998г	2	15	3,00Е-07	33,22629	0,000102	0,000102	0,999898
2	ТК1	ТК1-1	0,6	183,29	с 1990г по 1998г	2	15	2,10Е-06	33,22629	0,000693	0,000795	0,999205
3	ТК1-1	ТК 1-2	0,6	403,73	с 1990г по 1998г	2	15	4,60Е-06	33,22629	0,001526	0,002321	0,997679
4	ТК 1-2	ТК 1-3	0,6	76,8	с 1990г по 1998г	2	15	9,00Е-07	33,22629	0,00029	0,002611	0,997389
5	ТК 1-3	ТК1-4	0,5	191,49	с 1990г по 1998г	2	15	2,20Е-06	25,545	0,000556	0,003167	0,996833
6	ТК1-4	ТК1-5	0,5	179,76	с 1990г по 1998г	2	15	2,00Е-06	25,545	0,000522	0,003689	0,996311
7	ТК1-5	ТК1-6	0,5	175,82	с 1990г по 1998г	2	15	2,00Е-06	25,545	0,000511	0,0042	0,9958
8	ТК1-6	ТК1-14	0,5	162,91	с 1990г по 1998г	2	15	1,90Е-06	25,545	0,000473	0,004673	0,995327
9	ТК1-14	ТК1-15	0,5	87,75	с 1990г по 1998г	2	15	1,00Е-06	25,545	0,000255	0,004928	0,995072
10	ТК1-15	ТК1-15	0,5	227,48	с 1990г по 1998г	2	15	2,60Е-06	25,545	0,000661	0,005589	0,994411
11	ТК1-15	ТК1-17А	0,5	82,5	с 1990г по 1998г	2	15	9,00Е-07	25,545	0,00024	0,005829	0,994171
12	ТК1-17А	ТК1-18	0,5	26,43	с 1990г по 1998г	2	15	3,00Е-07	25,545	0,000077	0,005906	0,994094
13	ТК1-18	ТК1-19	0,5	172,97	с 1990г по 1998г	2	15	2,00Е-06	25,545	0,000503	0,006409	0,993591
14	ТК1-19	ТК1-20	0,5	215,3	с 1990г по 1998г	2	15	2,50Е-06	25,545	0,000626	0,007035	0,992965
15	ТК1-20	ТК1-21	0,4	116,2	с 1990г по 1998г	2	15	1,30Е-06	21,86844	0,000289	0,007324	0,992676
16	ТК1-21	ТК1-21-1	0,2	14,7	с 1990г по	2	15	2,00Е-07	11,45602	0,000019	0,007343	0,992657

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надземная – 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
					1998г							
17	TK1-21-1	TK1-21-2	0,219	44,54	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	11,87764	0,00006	0,007403	0,992597
18	TK1-21-2	TK1-21-4	0,219	63,6	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	11,87764	0,000086	0,007489	0,992511
19	TK1-21-4	TK1-21-5	0,219	32,49	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	11,87764	0,000044	0,007533	0,992467
20	TK1-21-5	TK1-21-6	0,219	54,37	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	11,87764	0,000073	0,007606	0,992394
21	TK1-21-6	TK1-21-7	0,219	48,17	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	11,87764	0,000065	0,007671	0,992329
22	TK1-21-7	TK1-21-8	0,219	51,49	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	11,87764	0,00007	0,007741	0,992259
23	TK1-21-8	TK1-21-9	0,219	86,96	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-06	11,87764	0,000118	0,007859	0,992141
24	TK1-21-9	TK1-21-10	0,2	27,39	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	11,12497	0,000035	0,007894	0,992106
25	TK1-21-10	т.3449	0,2	67,37	с 1990г по 1998г	2	15	8,00E-07	11,12497	0,000085	0,007979	0,992021
26	т.3449	TK1-21-11	0,2	2,57	с 1990г по 1998г	2	15	0,00E+00	11,12497	0,000003	0,007982	0,992018
27	TK1-21-11	TK1-13-7	0,2	85,73	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-06	11,12497	0,000108	0,00809	0,99191
28	TK1-13-7	TK1-13-6	0,2	32,32	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	11,12497	0,000041	0,008131	0,991869
29	TK1-13-6	TK1-13-5	0,2	48,45	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	11,12497	0,000061	0,008192	0,991808
30	TK1-13-5	TK1-13-3	0,2	96,59	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	11,12497	0,000122	0,008314	0,991686
31	TK1-13-3	т.138	0,08	28,28	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	5,619378	0,000018	0,008332	0,991668
32	т.138	ООО "МАСТЕР	0,08	17,22	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	5,619378	0,000011	0,008343	0,991657

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	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
		плюс"										

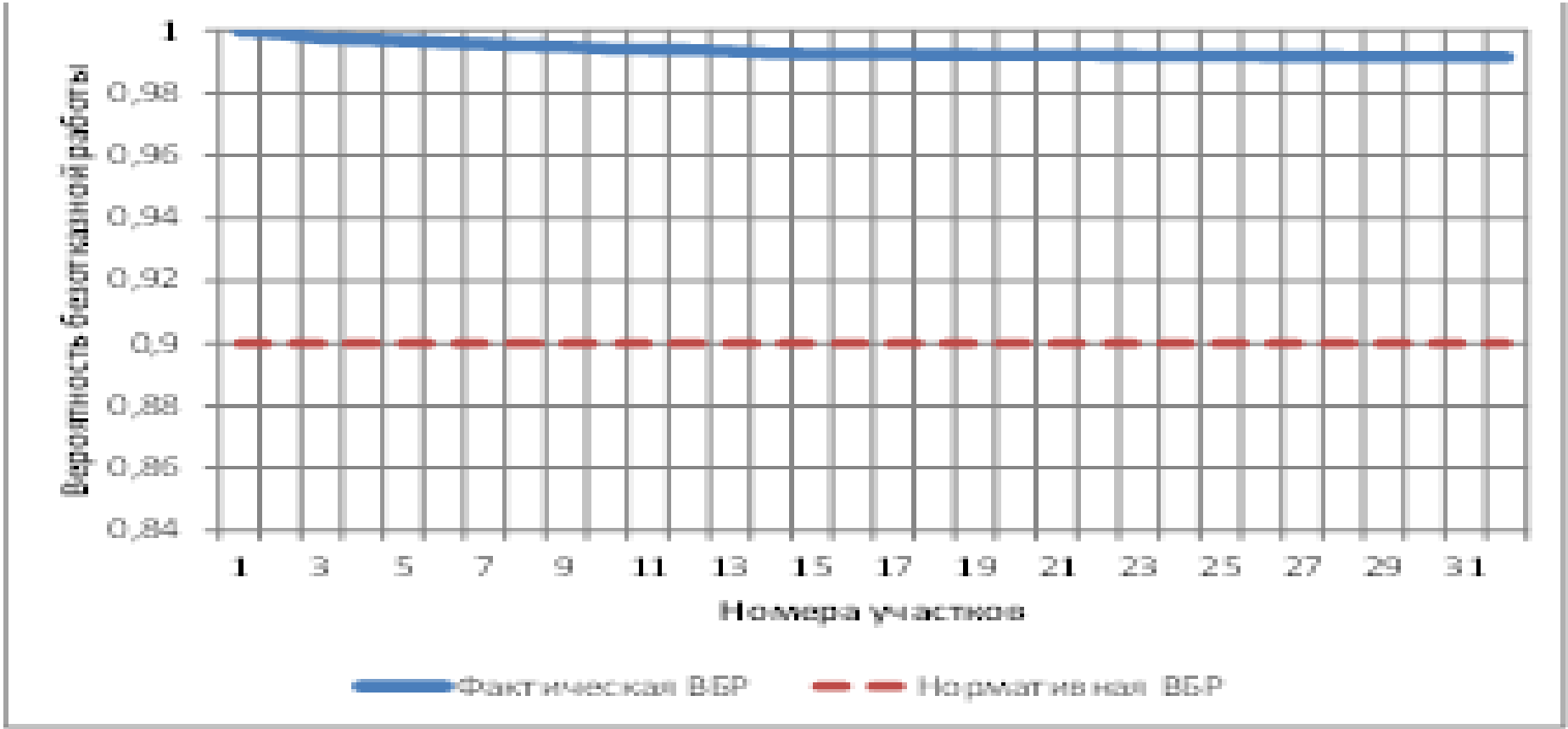


Рисунок 3.2 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя по магистрали ТМ-1 от ТЭЦ

Тепловая магистраль ТМ-2

Трассировка теплопровода от станции до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3.3.

Данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода ТМ-2 по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице 3.3.

Для наглядности на рисунке 3.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

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

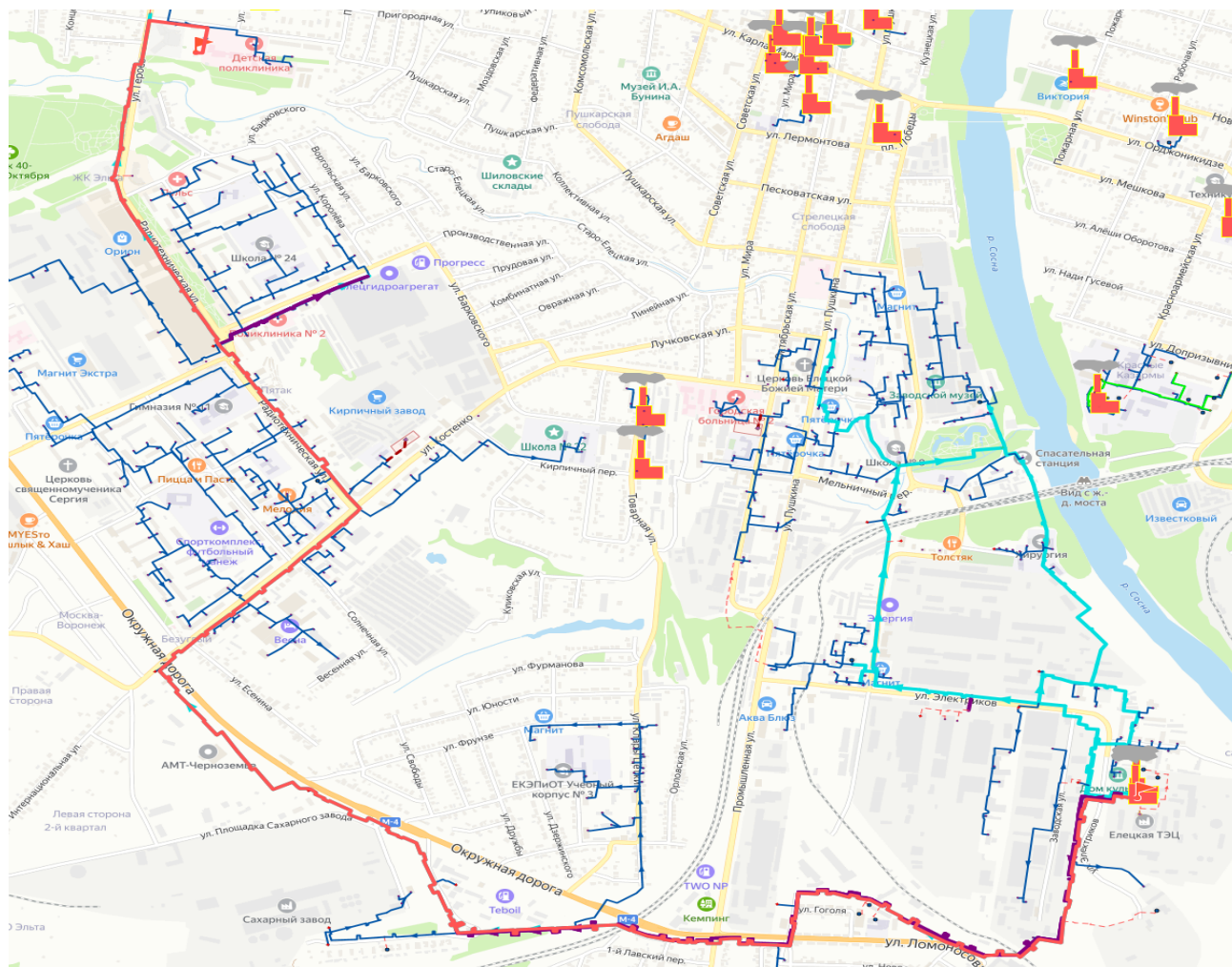


Рисунок 3.3 – Путь движения теплоносителя: Елецкая ТЭЦ ТМ-2 – ул. 220 Стрелковой дивизии

Таблица 3.3 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода ТМ-2 от Елецкой ТЭЦ

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надз. 2 – подз.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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: Елецкая ТЭЦ ТМ-2 – ул. 220 Стрелковой дивизии												
1	Елецкая ТЭЦ ТМ-2	т.84	0,6	14,04	с 1990г по 1998г	1	15	2,00E-07	35,4485	0,000056	0,000056	0,999944
2	т.84	ТК01	0,6	17,24	с 1990г по 1998г	1	15	2,00E-07	35,4485	0,000069	0,000125	0,999875
3	ТК01	ВУ2-1	0,8	392,95	с 1990г по 1998г	1	15	4,50E-06	36,63993	0,001632	0,001757	0,998243
4	ВУ2-1	ВУ2-1а	0,8	242,39	с 1990г по 1998г	1	15	2,80E-06	36,63993	0,001006	0,002763	0,997237
5	ВУ2-1а	ВУ2-2	0,8	134,7	с 1990г по 1998г	1	15	1,50E-06	36,63993	0,000559	0,003322	0,996678
6	ВУ2-2	ВУ2-3	0,8	694,03	с 1990г по 1998г	1	15	7,90E-06	36,63993	0,002882	0,006204	0,993796
7	ВУ2-3	ВУ2-4	0,8	45,59	с 1990г по 1998г	1	15	5,00E-07	36,63993	0,000189	0,006393	0,993607
8	ВУ2-4	ВУ2-7	0,8	285,27	с 1990г по 1998г	1	15	3,30E-06	36,63993	0,001185	0,007578	0,992422
9	ВУ2-7	ВУ2-8	0,8	197,68	с 1990г по 1998г	1	15	2,30E-06	36,63993	0,000821	0,008399	0,991601
10	ВУ2-8	ВУ2-10	0,8	764,16	с 1990г по 1998г	1	15	8,70E-06	36,63993	0,003173	0,011572	0,988428
11	ВУ2-10	ВУ2-12	0,8	407,93	с 1990г по 1998г	1	15	4,70E-06	36,63993	0,001694	0,013266	0,986734
12	ВУ2-12	т.1338	0,8	10,99	с 1990г по 1998г	1	15	1,00E-07	36,63993	0,000046	0,013312	0,986688
13	т.1338	НС	0,8	9,11	с 1990г по 1998г	1	15	1,00E-07	36,63993	0,000038	0,01335	0,98665
14	НС	т.651	0,8	24,58	с 1990г по 1998г	1	15	3,00E-07	36,63993	0,000102	0,013452	0,986548
15	т.651	ВУ2-14	0,8	255,75	с 1990г по 1998г	1	15	2,90E-06	36,63993	0,001062	0,014514	0,985486

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надз. 2 – подз.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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
16	ВУ2-14	ВУ2-16	0,8	587,78	с 1990г по 1998г	1	15	6,70E-06	36,63993	0,002441	0,016955	0,983045
17	ВУ2-16	ТК2-19	0,8	741,21	с 1990г по 1998г	1	15	8,40E-06	36,63993	0,003078	0,020033	0,979967
18	ТК2-19	ТК2-20	0,8	34,2	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	36,63993	0,000142	0,020175	0,979825
19	ТК2-20	ТК 2-20	0,8	336,1	с 1990г по 1998г	2	15	3,80E-06	48,05028	0,00183	0,022005	0,977995
20	ТК 2-20	ТК 2-21	0,8	250,57	с 1990г по 1998г	2	15	2,90E-06	47,02566	0,001335	0,02334	0,97666
21	ТК 2-21	ТК 2-21А	0,8	129,58	с 1990г по 1998г	2	15	1,50E-06	47,02566	0,000691	0,024031	0,975969
22	ТК 2-21А	ТК 2-22	0,8	121,07	с 1990г по 1998г	2	15	1,40E-06	47,02566	0,000645	0,024676	0,975324
23	ТК 2-22	ТК 2-23	0,7	76,88	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	41,67777	0,000363	0,025039	0,974961
24	ТК 2-23	ТК 2-24	0,7	78,31	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	41,67777	0,00037	0,025409	0,974591
25	ТК 2-24	ТК 2-24	0,7	28	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	42,46645	0,000135	0,025544	0,974456
26	ТК 2-24	ТК 2-24А	0,8	117,78	с 1990г по 1998г	2	15	1,30E-06	46,47956	0,00062	0,026164	0,973836
27	ТК 2-24А	ТК 2-25	0,8	100,87	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	46,47956	0,000531	0,026695	0,973305
28	ТК 2-25	ТК 2-25А	0,8	126,83	с 1990г по 1998г	2	15	1,40E-06	46,47956	0,000668	0,027363	0,972637
29	ТК 2-25А	ТК 2-26	0,8	92,13	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	46,47956	0,000485	0,027848	0,972152
30	ТК 2-26	ТК 2-27	0,8	195	с 1990г по 1998г	2	15	2,20E-06	46,47956	0,001027	0,028875	0,971125
31	ТК 2-27	ТК 2-28	0,5	368,64	с 1990г по 1998г	2	15	4,20E-06	28,20815	0,001178	0,030053	0,969947

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надз. 2 – подз.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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
32	ТК 2-28	т.3548	0,5	219,61	с 1990г по 1998г	2	15	2,50E-06	28,87013	0,000719	0,030772	0,969228
33	т.3548	т.3549	0,5	181,07	с 1990г по 1998г	2	15	2,10E-06	28,64967	0,000588	0,03136	0,96864
34	т.3549	т.3550	0,5	260,42	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-06	27,91973	0,000824	0,032184	0,967816
35	т.3550	т.3550	0,5	147,91	с 1990г по 1998г	2	15	1,70E-06	27,91973	0,000468	0,032652	0,967348
36	т.3550	т.3551	0,5	110,59	с 1990г по 1998г	2	15	1,30E-06	27,91973	0,00035	0,033002	0,966998
37	т.3551	т.3552	0,5	59,98	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	27,91973	0,00019	0,033192	0,966808
38	т.3552	т.3571	0,5	39,62	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	27,91973	0,000125	0,033317	0,966683
39	т.3571	ул. 220 Стрелковой дивизии	0,1	280,97	с 2004г	2	15	3,20E-06	6,564458	0,000209	0,033526	0,966474

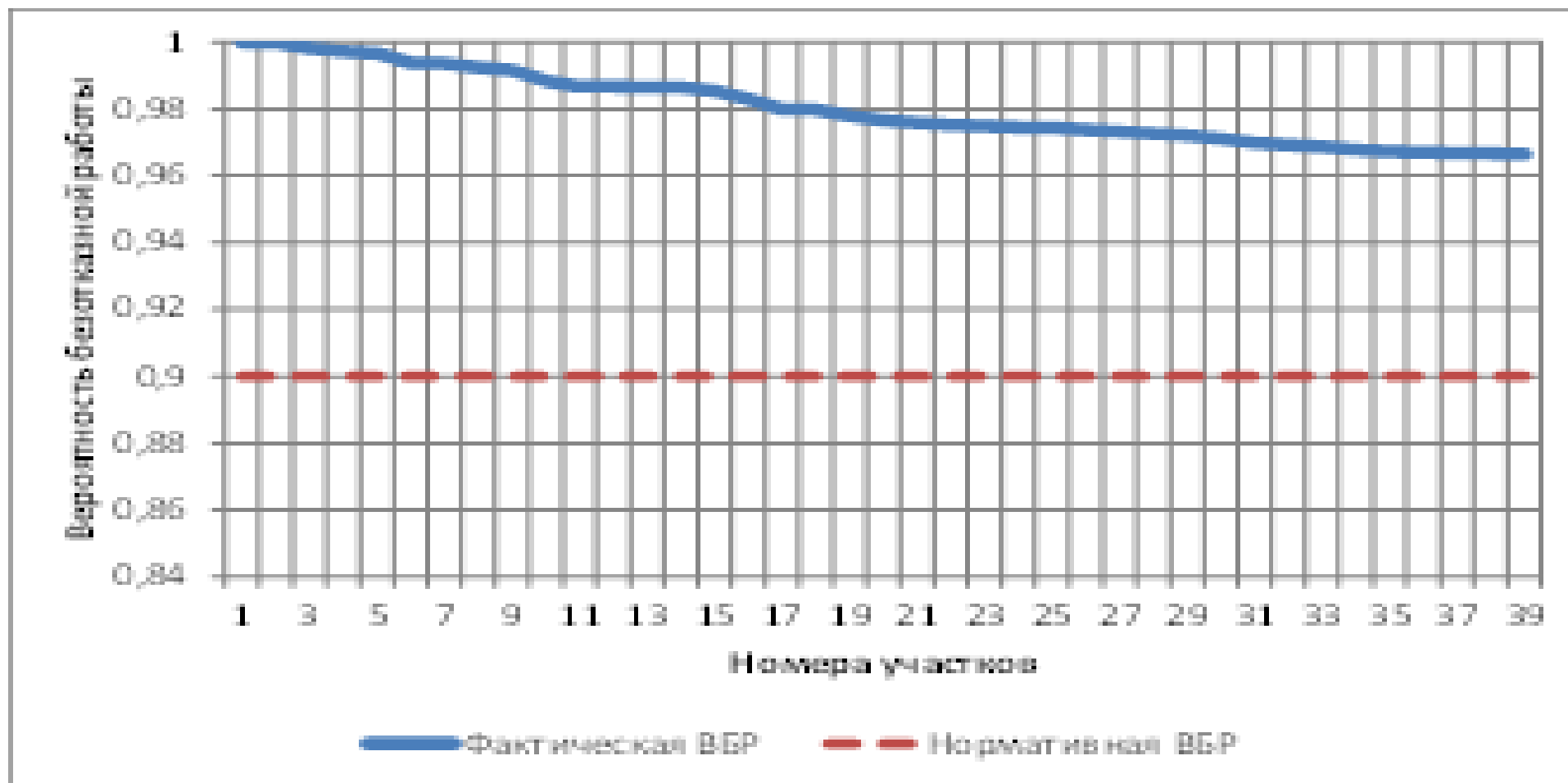


Рисунок 3.4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя по магистрали ТМ-2 от ТЭЦ

Таблица 3.4 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Коммунаров, 89а

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надз. 2 – подз.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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 ул. Коммунаров, 89а - филиал школы №14, ул. Горького 113												
1	Котельная ул. Коммунаров, 89а	т.1554	0,46	11,48	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	26,50432	0,000035	0,000035	0,999965
2	т.1554	ТК-1	0,46	14,6	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	26,50432	0,000044	0,000079	0,999921
3	ТК-1	ТК-2	0,46	46,53	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	26,64725	0,000141	0,00022	0,99978
4	ТК-2	ТК-48	0,325	39,8	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	18,47707	0,000084	0,000304	0,999696
5	ТК-48	ТК-49	0,325	38,61	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	18,47707	0,000081	0,000385	0,999615
6	ТК-49	ТК-49	0,426	123,54	с 1990г по 1998г	2	15	1,40E-06	24,39837	0,000343	0,000728	0,999272
7	ТК-49	ТК-51	0,325	12,34	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	17,17735	0,000024	0,000752	0,999248
8	ТК-51	К-1	0,325	127,99	с 1990г по 1998г	2	15	1,50E-06	17,17735	0,00025	0,001002	0,998998
9	К-1	УТ10	0,325	265	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-06	17,17735	0,000518	0,00152	0,99848
10	УТ10	ТК-55	0,325	153	с 1990г по 1998г	2	15	1,70E-06	17,17735	0,000299	0,001819	0,998181
11	ТК-55	ТК-57	0,325	134,62	с 1990г по 1998г	2	15	1,50E-06	17,17735	0,000263	0,002082	0,997918
12	ТК-57	ТК-68	0,325	47,5	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	17,17735	0,000093	0,002175	0,997825
13	ТК-68	ТК-70	0,325	36,12	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	17,17735	0,000071	0,002246	0,997754
14	ТК-70	К-6	0,325	98,28	с 1990г по	2	15	1,10E-06	17,17735	0,000192	0,002438	0,997562

№	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надз. 2 – подз.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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
					1998г							
15	К-6	ТК-71	0,325	98,71	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	17,17735	0,000193	0,002631	0,997369
16	ТК-71	К-7	0,325	136,52	с 1990г по 1998г	2	15	1,60E-06	17,17735	0,000267	0,002898	0,997102
17	К-7	ТК-72	0,219	58	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	12,39127	0,000082	0,00298	0,99702
18	ТК-72	ТК-73А	0,219	99,37	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	12,39127	0,00014	0,00312	0,99688
19	ТК-73А	ТК-73	0,15	18,64	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	9,046678	0,000019	0,003139	0,996861
20	ТК-73	ТК-135	0,125	52,12	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	7,778077	0,000046	0,003185	0,996815
21	ТК-135	т.2946	0,125	62,38	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	7,778077	0,000055	0,00324	0,99676
22	т.2946	ул. М. Горького, д. 107	0,08	37,19	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	5,738324	0,000024	0,003264	0,996736
23	ул. М. Горького, д. 107	филиал школы №14, ул. Горького 113	0,08	48,53	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	5,738324	0,000032	0,003296	0,996704

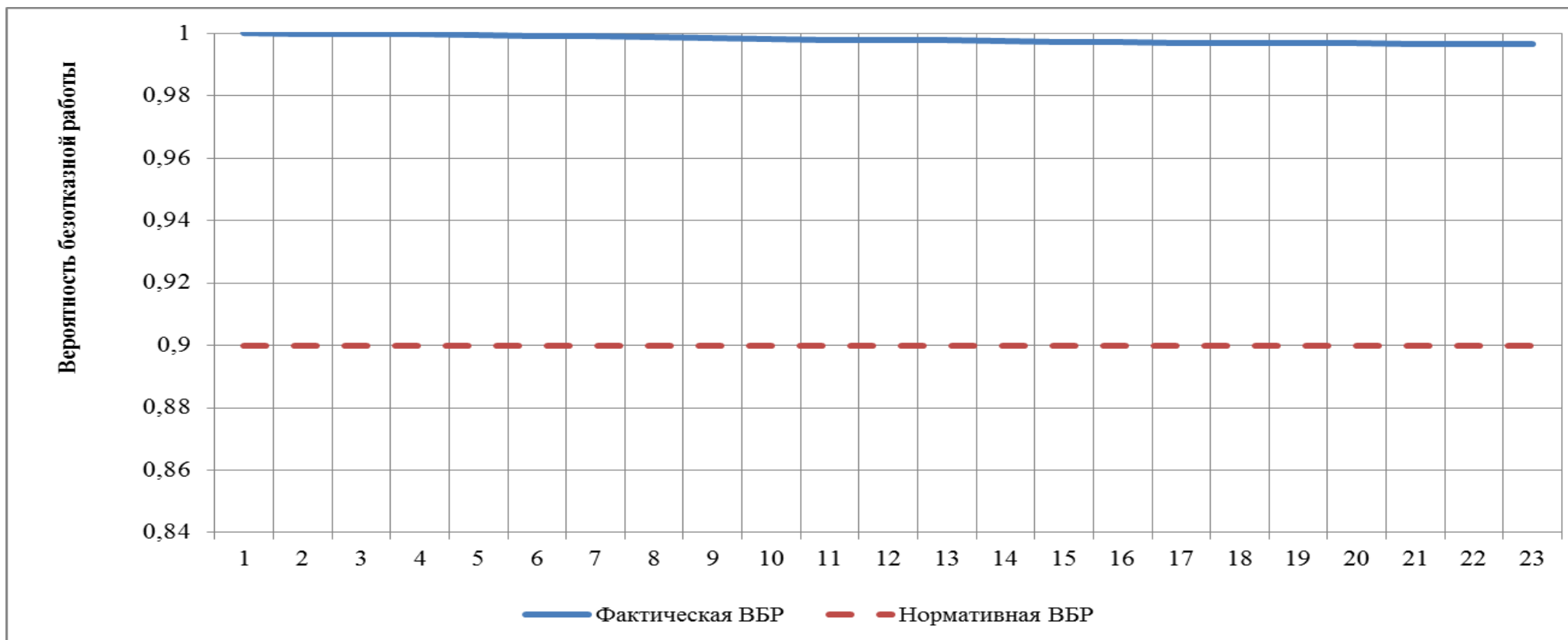


Рисунок 3.6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Коммунаров, 89а до филиала школы №14, ул. Горького 113

3.3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной ул. Вермишева, 29а

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3.7.

Данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице 3.5.

Для наглядности на рисунке 3.8 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

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

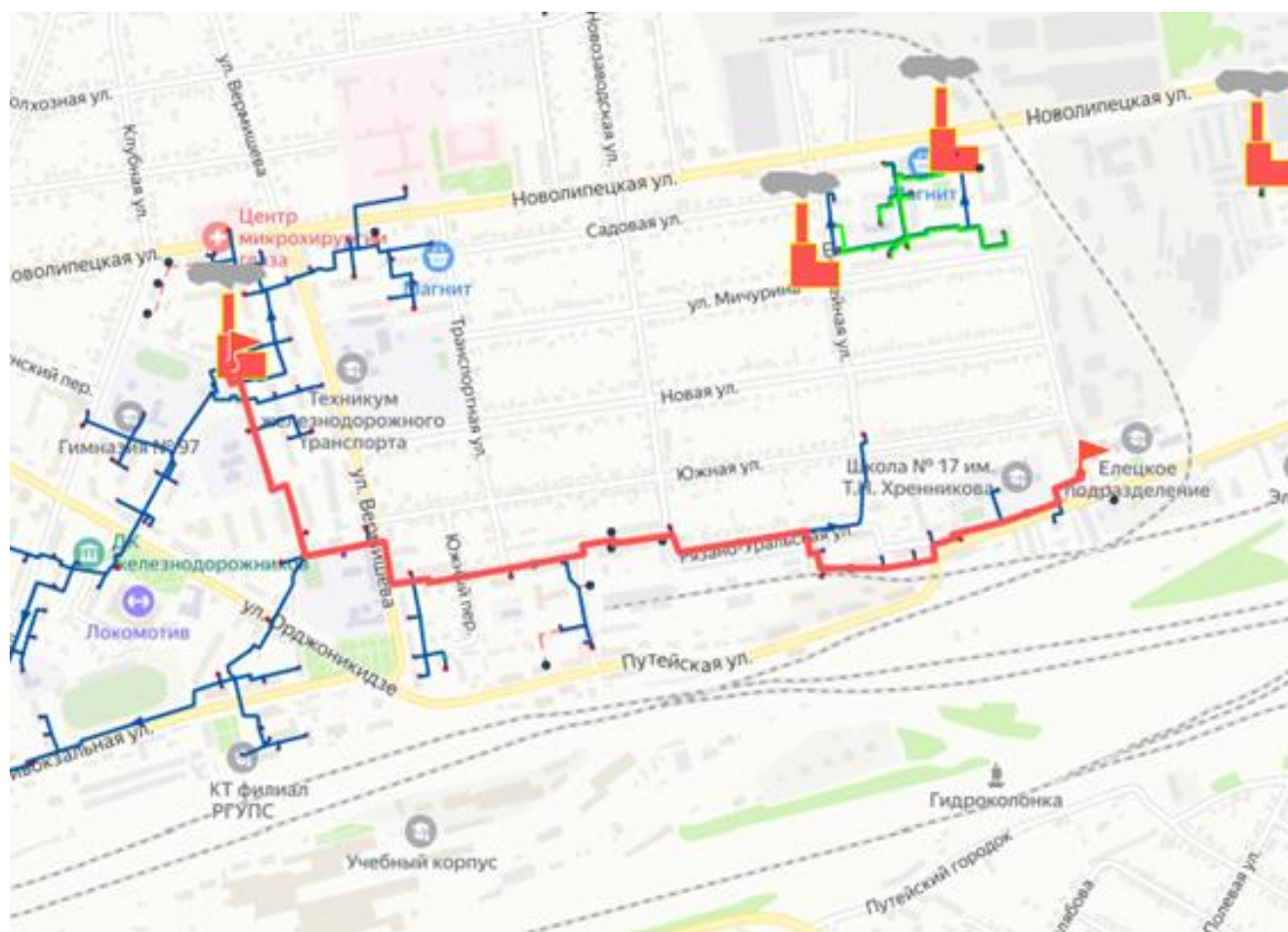


Рисунок 3.7 – Путь движения теплоносителя: Котельная ул. Вермишева, 29а – ул. Рязано-Уральская, 42

Таблица 3.5 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Вермишева, 29а

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надзем. 2 – подзем.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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 ул. Вермишева, 29а – ул. Рязано-Уральская, 42												
1	Котельная ул. Вермишева, 29а	т.2825	0,45	6,6	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	26,11014	0,00002	0,00002	0,99998
2	т.2825	т.2826	0,325	41,25	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	17,576	0,000083	0,000103	0,999897
3	т.2826	ТК-11	0,25	33,47	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	14,29405	0,000054	0,000157	0,999843
4	ТК-11	ТК-13	0,325	50,01	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	17,576	0,0001	0,000257	0,999743
5	ТК-13	ТК-15	0,325	89,54	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-06	17,576	0,000179	0,000436	0,999564
6	ТК-15	ТК-16	0,325	74,81	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	17,576	0,00015	0,000586	0,999414
7	ТК-16	ТК-17	0,325	43,92	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	17,576	0,000088	0,000674	0,999326
8	ТК-17	ТК-18	0,325	36,53	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	17,576	0,000073	0,000747	0,999253
9	ТК-18	ТК-65	0,25	64,29	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	13,7835	0,000101	0,000848	0,999152
10	ТК-65	ТК-66	0,25	42,4	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	13,7835	0,000067	0,000915	0,999085
11	ТК-66	ТК-57	0,25	131,62	с 1990г по 1998г	2	15	1,50E-06	13,7835	0,000207	0,001122	0,998878
12	ТК-57	ТК-70	0,25	167,21	с 1990г по 1998г	2	15	1,90E-06	13,7835	0,000262	0,001384	0,998616
13	ТК-70	ТК-71	0,2	93,84	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	10,98183	0,000117	0,001501	0,998499
14	ТК-71	ТК-75	0,2	95,46	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	10,98183	0,000119	0,00162	0,99838
15	ТК-75	т.1847	0,2	4,67	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	10,98183	0,000006	0,001626	0,998374
16	т.1847	ТК-76	0,2	82,23	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	10,98183	0,000103	0,001729	0,998271
17	ТК-76	ТК-77	0,2	13,95	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	10,98183	0,000017	0,001746	0,998254
18	ТК-77	ТК-78	0,2	242,75	с 1990г по 1998г	2	15	2,80E-06	10,98183	0,000304	0,00205	0,99795
19	ТК-78	ТК-79	0,2	48,12	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	10,98183	0,00006	0,00211	0,99789
20	ТК-79	ТК-80	0,2	33,86	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	10,98183	0,000042	0,002152	0,997848
21	ТК-80	ТК-81	0,2	97,94	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	10,98183	0,000122	0,002274	0,997726
22	ТК-81	ТК-82	0,2	52,19	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	10,98183	0,000065	0,002339	0,997661
23	ТК-82	ТК-83	0,2	56,11	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	10,98183	0,00007	0,002409	0,997591

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надзем. 2 – подзем.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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
24	ТК-83	ТК-84	0,15	44,43	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	8,986255	0,000045	0,002454	0,997546
25	ТК-84	ТК-85	0,15	83,51	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-06	8,986255	0,000085	0,002539	0,997461
26	ТК-85	ТК-86	0,125	100,25	с 1990г по 1998г	2	15	1,10E-06	7,757547	0,000089	0,002628	0,997372
27	ТК-86	т.1861	0,125	25,28	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	7,757547	0,000022	0,00265	0,99735
28	т.1861	т.1863	0,125	46,15	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	7,757547	0,000041	0,002691	0,997309
29	т.1863	ул. Рязано-Уральская, 42	0,1	8,31	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	6,656367	0,000006	0,002697	0,997303

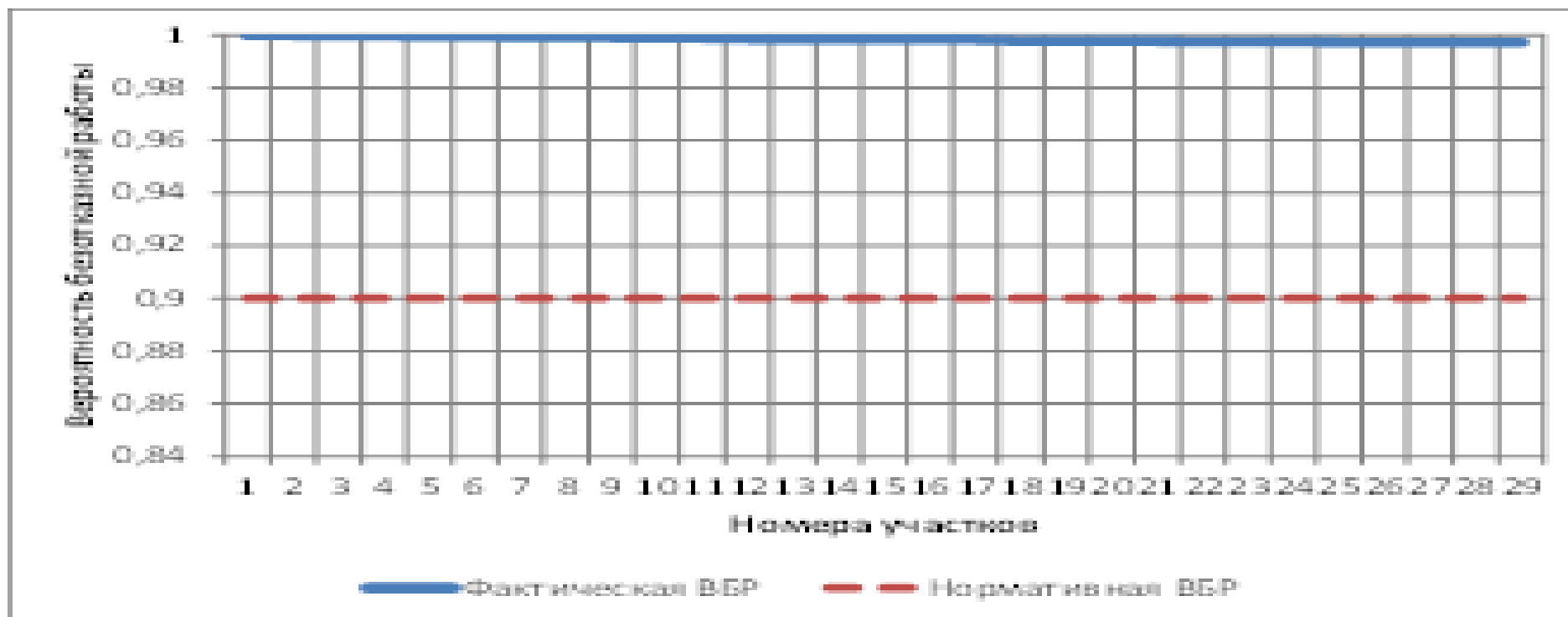


Рисунок 3.8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Вермишева, 29а до ул. Рязано-Уральская, 42

3.4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной ул. Допризывников, 1а

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3.9.

Данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице 3.6.

Для наглядности на рисунке 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 камер.

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: Котельная ул. Допризывников, 1а – Допризывников, 1Б

Таблица 3.6 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ул. Допризывников, 1а

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надзем. 2 – подзем.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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: 10.Котельная ул. Допризывников, 1а – Допризывников, 1 Б												
1	Котельная ул. Допризывников, 1а	Допризывников, 1	0,2	0,86	с 1990г по 1998г	2	15	0,00E+00	11,37884	0,000001	0,000001	0,999999
2	Допризывников, 1	Допризывников, 1	0,2	4,26	с 1990г по 1998г	2	15	0,00E+00	11,37884	0,000006	0,000007	0,999993
3	Допризывников, 1	ТК-1	0,2	33,79	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	11,37884	0,000044	0,000051	0,999949
4	ТК-1	т.1	0,2	13,98	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	11,37884	0,000018	0,000069	0,999931
5	т.1	ТК-2	0,2	34,56	с 1990г по 1998г	2	15	4,00E-07	11,37884	0,000045	0,000114	0,999886
6	ТК-2	ТК-3	0,2	79,23	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	11,37884	0,000103	0,000217	0,999783
7	ТК-3	ТК-4	0,2	87,98	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-06	11,37884	0,000114	0,000331	0,999669
8	ТК-4	ТК-10	0,2	137,49	с 1990г по 1998г	2	15	1,60E-06	11,37884	0,000178	0,000509	0,999491
9	ТК-10	ТК-11	0,2	8,85	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	11,37884	0,000011	0,00052	0,99948
10	ТК-11	ТК-12	0,2	43,14	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	11,37884	0,000056	0,000576	0,999424
11	ТК-12	ТК-13	0,15	24,73	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	9,089925	0,000026	0,000602	0,999398
12	ТК-13	т.2	0,15	12,86	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	9,089925	0,000013	0,000615	0,999385
13	т.2	ТК-14	0,15	69,64	с 1990г по 1998г	2	15	8,00E-07	9,089925	0,000072	0,000687	0,999313
14	ТК-14	Яна Фабрициуса, д. 1Б	0,15	11,73	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	9,089925	0,000012	0,000699	0,999301
15	Яна Фабрициуса, д. 1Б	Яна Фабрициуса, д. 1Б	0,1	75,05	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	6,716449	0,000057	0,000756	0,999244

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надзем. 2 – подзем.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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
16	Яна Фабрициуса, д. 1Б	ТК-15	0,1	8,27	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	6,716449	0,000006	0,000762	0,999238
17	ТК-15	Допризывников, 1 Б	0,1	17,04	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-07	6,716449	0,000013	0,000775	0,999225

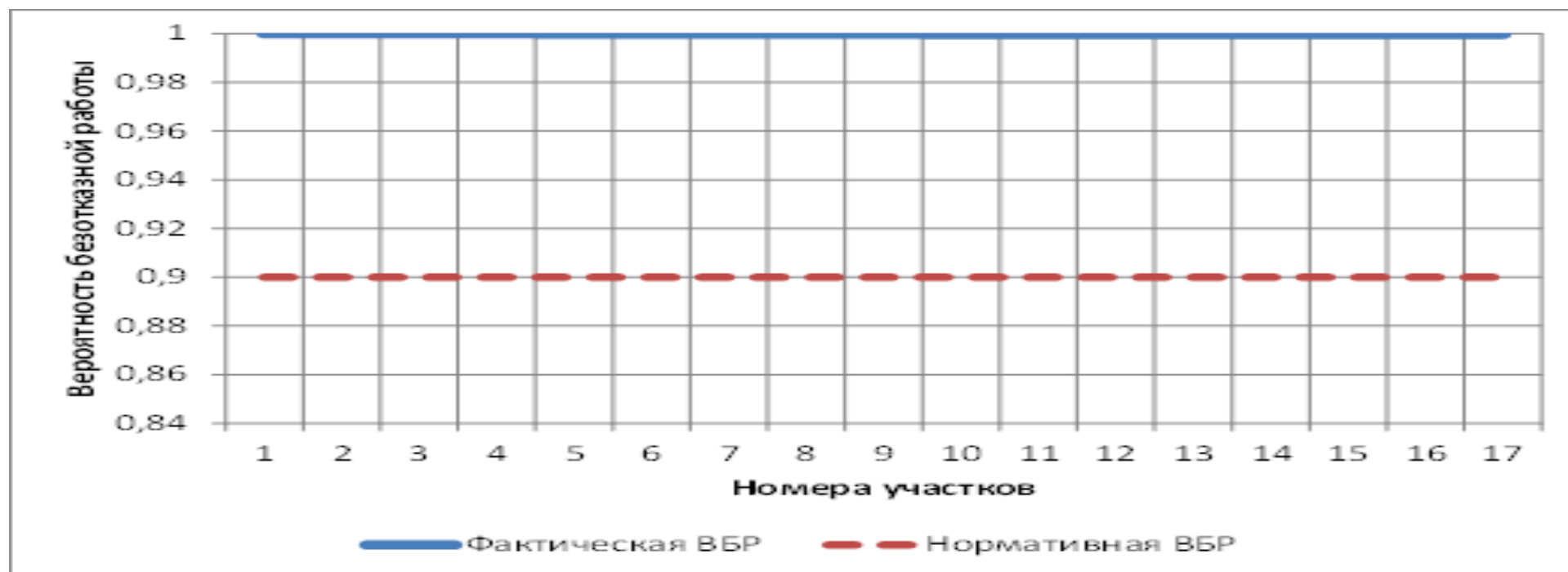


Рисунок 3.10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ул. Допризывников, 1а до Допризывников, 1Б

3.5. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей от котельной сл. Александровка

Трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя, приведена на рисунке 3.11.

Данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, приведены в таблице 3.7.

Для наглядности на рисунке 3.12 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.

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

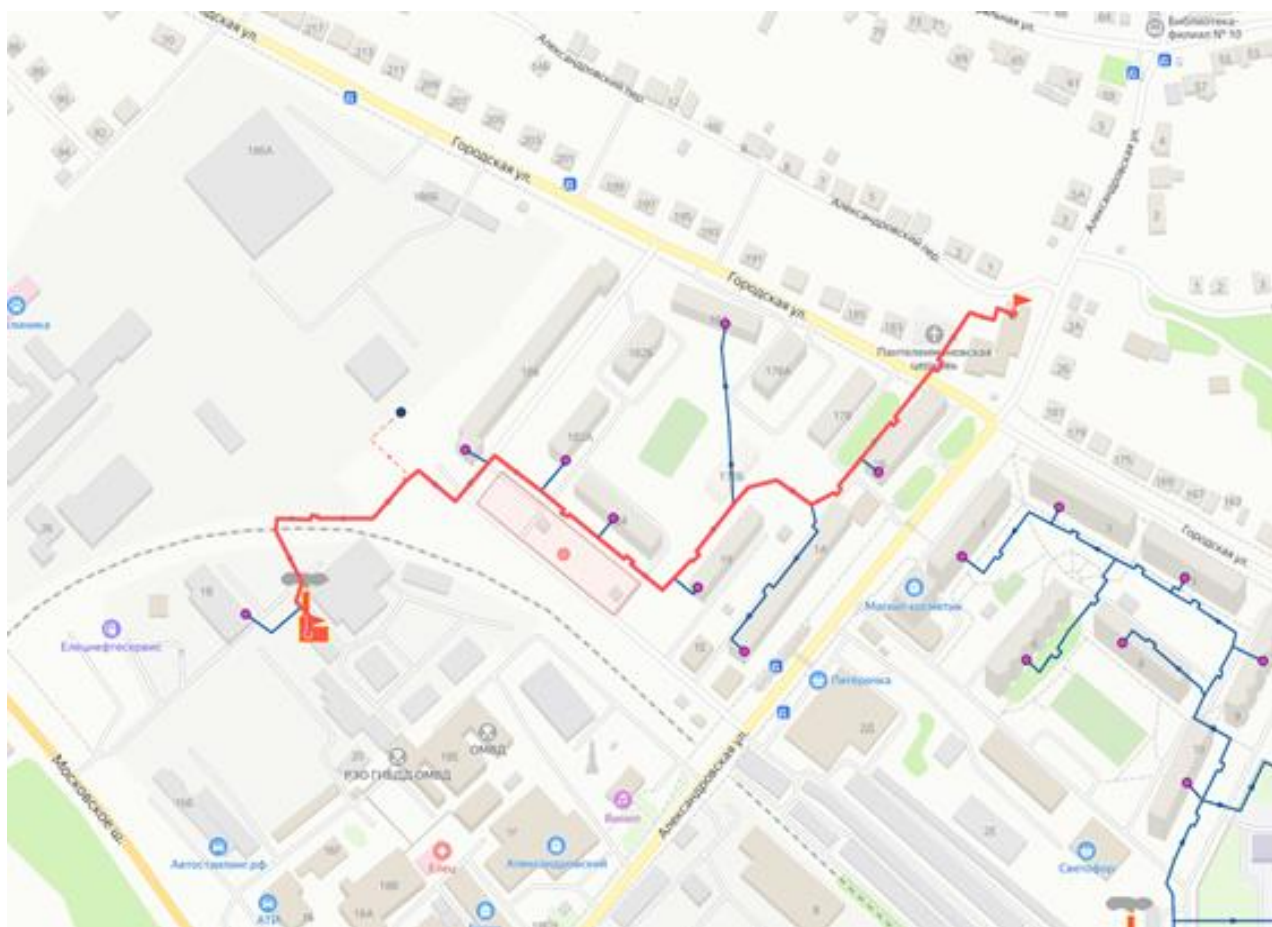


Рисунок 3.11 – Путь движения теплоносителя: Котельная с. Александровка (ДСУЗ) – МРЭО ГИБДД

Таблица 3.7 – Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной сл. Александровка

№ участка а пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки (1 – надзем. 2 – подзем.)	Продолжительность эксплуатации участка без кап. 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: 2.Котельная с. Александровка (ДСУЗ) – МРЭО ГИБДД												
1	Котельная с. Александровка (ДСУЗ)	ТК-кот	0,25	11,03	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	14,10697	0,000018	0,000018	0,999982
2	ТК-кот	ТК-1	0,25	11,6	с 1990г по 1998г	2	15	1,00E-07	14,10697	0,000019	0,000037	0,999963
3	ТК-1	ТК-2	0,25	171,17	с 1990г по 1998г	2	15	2,00E-06	14,10697	0,000275	0,000312	0,999688
4	ТК-2	ТК-3	0,25	79,5	с 1990г по 1998г	2	15	9,00E-07	14,10697	0,000128	0,00044	0,99956
5	ТК-3	ТК-4	0,25	46,87	с 1990г по 1998г	2	15	5,00E-07	14,10697	0,000075	0,000515	0,999485
6	ТК-4	ТК-5	0,2	55,68	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	11,52304	0,000073	0,000588	0,999412
7	ТК-5	ТК-6	0,2	73,01	с 1990г по 1998г	2	15	8,00E-07	11,52304	0,000096	0,000684	0,999316
8	ТК-6	ТК-7	0,2	68,26	с 1990г по 1998г	2	15	8,00E-07	11,52304	0,00009	0,000774	0,999226
9	ТК-7	ТК-8	0,2	65,44	с 1990г по 1998г	2	15	7,00E-07	11,52304	0,000086	0,00086	0,99914
10	ТК-8	ТК-9	0,15	51,85	с 1990г по 1998г	2	15	6,00E-07	8,954605	0,000053	0,000913	0,999087
11	ТК-9	ТК-10	0,15	144,31	с 1990г по 1998г	2	15	1,60E-06	8,954605	0,000147	0,00106	0,99894
12	ТК-10	МРЭО ГИБДД	0,15	29,82	с 1990г по 1998г	2	15	3,00E-07	8,954605	0,00003	0,00109	0,99891

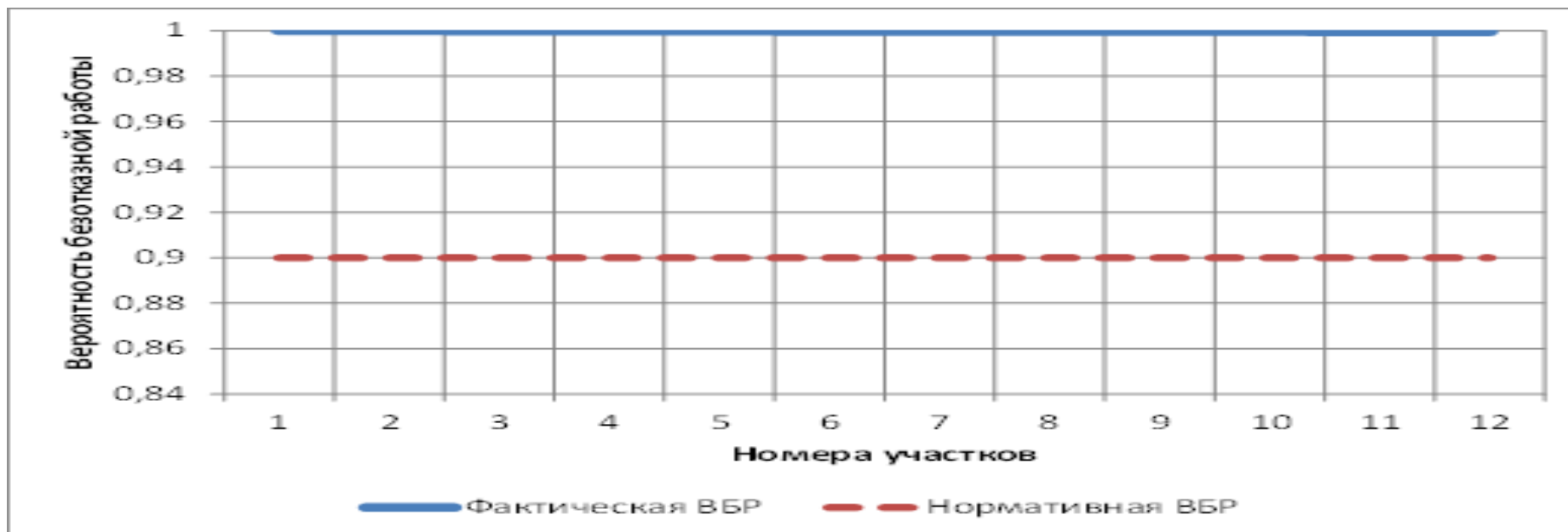


Рисунок 3.12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной с. Александровка (ДСУЗ) до МРЭО ГИБДД

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

Согласно СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 одним из критериев оценки надежности системы теплоснабжения является коэффициент готовности K_r (качества) системы. Вероятность работоспособного состояния системы в произвольный момент времени поддерживать в отапливаемых помещениях расчетную внутреннюю температуру, кроме периодов снижения температуры, допускаемых нормативами.

Готовность системы к исправной работе следует определять по числу часов ожидания готовности: источника теплоты, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также – числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.

Расчетные значения коэффициентов готовности системы к теплоснабжению потребителей от источников тепла, приведены в таблице 4.1. Значение коэффициентов готовности системы к теплоснабжению потребителей находятся в диапазоне $0,980051 \div 1$ при нормативном значении – $K_r = 0,97$. Таким образом, анализ результатов расчёта показал, что уровень надёжности теплоснабжения потребителей соответствует нормативным требованиям.

Таблица 4.1 – Значения коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителей

№	Наименование источника		Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки					
			K _{г мин}	K _{г макс}	K _{г ср}	K _{г мин}	K _{г макс}	K _{г ср}
			2024			2045		
ПП "Елецкая ТЭЦ" филиал АО «РИР Энерго» - «Липецкая генерация» ЕТО №001								
1	Елецкая ТЭЦ	ТМ-2	0,980051	0,993841	0,986070	0,994788	0,998410	0,996370
		ТМ-1						
Итого								
МУП "ЕЛЕЦ-СЕРВИС" ЕТО №002								
2	Котельная сл. Александровка		0,999446	0,999478	0,999454	0,999858	0,999867	0,99986
3	Котельная мкр. Александровский, 13		0,999328	0,999415	0,999347	0,999828	0,99985	0,999833
4	Котельная ул. А. Оборотова, 4		1	1	1	1	1	1
5	Котельная 3-ий Ламской переулок, 43а (Аргамыч)		0,999984	0,999986	0,999985	0,999996	0,999996	0,999996
6	Котельная пер. Верхний, 1		0,999999	0,999999	0,999999	1	1	1
7	Котельная ул. Вермишева, 29а		0,996417	0,99658	0,996441	0,999081	0,999122	0,999087
8	Котельная ул. Горького,80		1	1	1	1	1	1
9	Котельная ул. 9-го Декабря, 72		0,999957	0,999989	0,999973	0,999989	0,999997	0,999993
10	Котельная ул. Допризывников, 1а		0,999418	0,999463	0,999433	0,999851	0,999862	0,999855
11	Котельная ул. Дякина, 1		0,999983	0,999999	0,999991	0,999996	1	0,999998
12	Котельная ул. Елецкая, 4		0,999962	0,999988	0,99998	0,99999	0,999997	0,999995
13	Котельная ул. Колхозная, 2		1	1	1	1	1	1
14	Котельная ул. Коммунаров, 5а		0,999971	1	0,999985	0,999993	1	0,999996
15	Котельная ул. Коммунаров, 40					1	1	1
16	Котельная ул. Коммунаров, 89а		0,994353	0,999144	0,994428	0,99852	0,99855	0,998525
17	Котельная ул. К. Маркса, 17		0,999996	0,999996	0,999996	0,999997	0,999997	0,999997
18	Котельная ул. Ленина, 73		0,999943	0,999968	0,999957	0,999985	0,999992	0,999989
19	Котельная ул. Ленина, 88		0,999929	0,999948	0,999936	0,999982	0,999987	0,999984

№	Наименование источника	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки					
		К _{г мин}	К _{г макс}	К _{г ср}	К _{г мин}	К _{г макс}	К _{г ср}
		2024			2045		
20	Котельная Мало - Томский пер.д.10а	1	1	1	1	1	1
21	Котельная ул. Мира, 84	1	1	1	1	1	1
22	Котельная ул. Мира, 98	1	1	1	1	1	1
23	Котельная ул. Мира, 113	0,999955	0,999981	0,999967	0,999989	0,999995	0,999992
24	Котельная ул. Октябрьская, 97	0,999948	0,999982	0,999965	0,999987	0,999995	0,999991
25	Котельная ул. Орджоникидзе, 78	1	1	1	1	1	1
26	Котельная ул. Пушкина, 115	0,999958	0,999988	0,999971	0,999989	0,999997	0,999992
27	Котельная ул. Свердлова, 13	0,999976	0,999998	0,999988	0,999994	0,999999	0,999997
28	Котельная ул. Советская, 56	0,999988	0,999994	0,999991	0,999997	0,999998	0,999998
29	Котельная ул. Советская, 64	1	1	1	1	1	1
30	Котельная ул. Советская, 85	0,999929	0,999975	0,999951	0,999982	0,999994	0,999988
31	Котельная ул. Товарная, 11	1	1	1	1	1	1
32	Котельная ул. Товарная, 15	0,999904	0,999946	0,999923	0,999975	0,999986	0,99998
33	Котельная ул. Школьная, 13	0,999998	0,999998	0,999998	1	1	1
34	Котельная ул. Шлакобетонная, 1а	0,999999	0,999999	0,999999	1	1	1
35	Котельная ул. Хлебная, 3	0,999958	0,999958	0,999958	1	1	1
Итого							
ООО "Теплосервис» ЕТО №003							
36	Котельная ул. Победы , 1	0,999993	0,999993	0,999993	0,999993	0,999993	0,999993
37	Котельная ул. Пушкина , 123	0,999991	0,999995	0,999993	0,999991	0,999995	0,999993
38	Котельная ул. Маяковского, 1	0,999971	0,99998	0,999976	0,999971	0,99998	0,999976
39	Котельная ул. Мира, 82	1	1	1	1	1	1
40	Котельная ул. Мира, 94	0,999983	0,999989	0,999986	0,999983	0,999989	0,999986
41	Котельная ул. Ростовская д.1	0,999981	0,99999	0,999986	0,999985	0,999993	0,999989
Итого							
ООО "Мегастрой" ЕТО №004							
42	Котельная ул. Мира, 124В	1	1	1	1	1	1
43	Котельная ул. Новолипецкая, 1П	0,999994	0,999995	0,999995	0,999998	0,999999	0,999999
44	Котельная ул. Свердлова, 7В	1	1	1	1	1	1
45	Котельная ул. Новолипецкая, 3В	0,999763	0,999849	0,999805	0,999939	0,999961	0,99995
46	Котельная ул. Л. Толстого, 4В	0,999979	0,999999	0,999989	0,999995	1	0,999997
47	Котельная ул. Новолипецкая, 1Д	0,999236	0,999382	0,999282	0,999798	0,999836	0,99981
48	Котельная ул. 9 Декабря, 19В	0,999989	0,999997	0,999993	0,999997	0,999999	0,999998
49	Котельная ул. Шоссейная, 1Б	1	1	1	1	1	1

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

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

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

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

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

τ_1^p – расчетная температура теплоносителя при температуре наружного воздуха равной в подающем теплопроводе тепловой сети, °С;

τ_2^p – расчетная температура теплоносителя при температуре наружного воздуха равной в обратном теплопроводе тепловой сети, °С.

Показатель является замещающим фактором по отношению к коэффициенту аварийности, который учитывает суммарное количество повреждений в сети вне зависимости от времени отключения потребительских систем (без учета сокращения фактического времени отключения теплоснабжения за счет использования резервных и временных линий подачи тепла и т.д.).

Результаты расчета значений недоотпуска тепловой энергии по причине отказов и простоев тепловых сетей по источникам теплоснабжения городского округа за базовый 2023 год и ожидаемая величина годового недоотпуска тепловой энергии на 2036 год, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Недоотпуск тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей

Тепловых сетей			Суммарный недоотпуск, Гкал/от. период	
№	Наименование источника		Суммарный недоотпуск, Гкал/от. период	
			2024	2045
ПП "Елецкая ТЭЦ" филиал АО «РИР Энерго» - «Липецкая генерация» ЕТО №001				
1	Елецкая ТЭЦ	ТМ-2	3822,1	991,61
		ТМ-1		
Итого			3822,1	991,61
МУП "ЕЛЕЦ-СЕРВИС" ЕТО №002				
2	Котельная сл. Александровка		3,448	0,88
3	Котельная мкр. Александровский, 13		10,24	2,62
4	Котельная ул. А. Оборотова, 4		0,001	0
5	Котельная 3-ий Ламской переулок, 43а (Аргамыч)		0,012	0
6	Котельная пер. Верхний, 1		0,012	0
7	Котельная ул. Вермишева, 29а		266,73	68,44
8	Котельная ул. Горького,80		0,001	0
9	Котельная ул. 9-го Декабря, 72		0,059	0,02
10	Котельная ул. Допризывников, 1а		2,628	0,67
11	Котельная ул. Дякина, 1		0,009	0
12	Котельная ул. Елецкая, 4		0,017	0

№	Наименование источника	Суммарный недоотпуск, Гкал/от. период	
		2024	2045
13	Котельная ул. Колхозная, 2	0,005	0
14	Котельная ул. Коммунаров, 5а	0,023	0,01
15	Котельная ул. Коммунаров, 40		0
16	Котельная ул. Коммунаров, 89а	618,02	164,61
17	Котельная ул. К. Маркса, 17	0,002	0
18	Котельная ул. Ленина, 73	0,066	0,02
19	Котельная ул. Ленина, 88	0,185	0,05
20	Котельная Мало - Томский пер.д.10а	0,002	0
21	Котельная ул. Мира, 84	0,007	0
22	Котельная ул. Мира, 98	0,002	0
23	Котельная ул. Мира, 113	0,017	0,0
24	Котельная ул. Октябрьская, 97	0,1	0,03
25	Котельная ул. Орджоникидзе, 78	0,008	0
26	Котельная ул. Пушкина, 115	0,02	0,01
27	Котельная ул. Свердлова, 13	0,013	0
28	Котельная ул. Советская, 56	0,012	0
29	Котельная ул. Советская, 64	0,002	0
30	Котельная ул. Советская, 85	0,1	0,03
31	Котельная ул. Товарная, 11	0,001	0
32	Котельная ул. Товарная, 15	0,123	0,03
33	Котельная ул. Школьная, 13	0,026	0,01
34	Котельная ул. Шлакобетонная, 1а	0,005	0
35	Котельная ул. Хлебная, 3	0,024	0
Итого		901,92	237,43
ООО "Теплосервис» ЕТО №003			
36	Котельная ул. Победы , 1	0,005	0,01
37	Котельная ул. Пушкина , 123	0,003	0
38	Котельная ул. Маяковского, 1	0,038	0,04
39	Котельная ул. Мира, 82	0	0
40	Котельная ул. Мира, 94	0,022	0,02
41	Котельная ул. Ростовская д.1	0,018	0,01
Итого		0,086	0,08
ООО "Мегастрой" ЕТО №004			
42	Котельная ул. Мира, 124В	0,001	0
43	Котельная ул. Новоліпецкая, 1П	0,002	0
44	Котельная ул. Свердлова, 7В	0,0	0
45	Котельная ул. Новоліпецкая, 3В	0,743	0,19
46	Котельная ул. Л. Толстого, 4В	0,011	0
47	Котельная ул. Новоліпецкая, 1Д	4,062	1,07
48	Котельная ул. 9 Декабря, 19В	0,028	0,01
49	Котельная ул. Шоссейная, 1Б	0,003	0
Итого		4,85	1,27
Всего по городскому округу		4728,96	1230,39

Анализ результатов расчёта показал, что значения среднего суммарного недоотпуска тепловой энергии потребителям за отопительный период не превышает нормативные значения.

6. Оценка надежности теплоснабжения при аварийных режимах теплоснабжения

6.1. Оценка надежности теплоснабжения при аварии на тепловой магистрали №1 Елецкой ТЭЦ

В схеме теплоснабжения городского округа, с использованием программно-расчетного комплекса ZuluThermo смоделирован аварийный режим работы системы теплоснабжения, при котором авария произошла на тепловой магистрали №1 от Елецкой ТЭЦ. При этом теплоснабжение временно идет через резервную магистраль. Место аварии указано знаком дорожные работы.

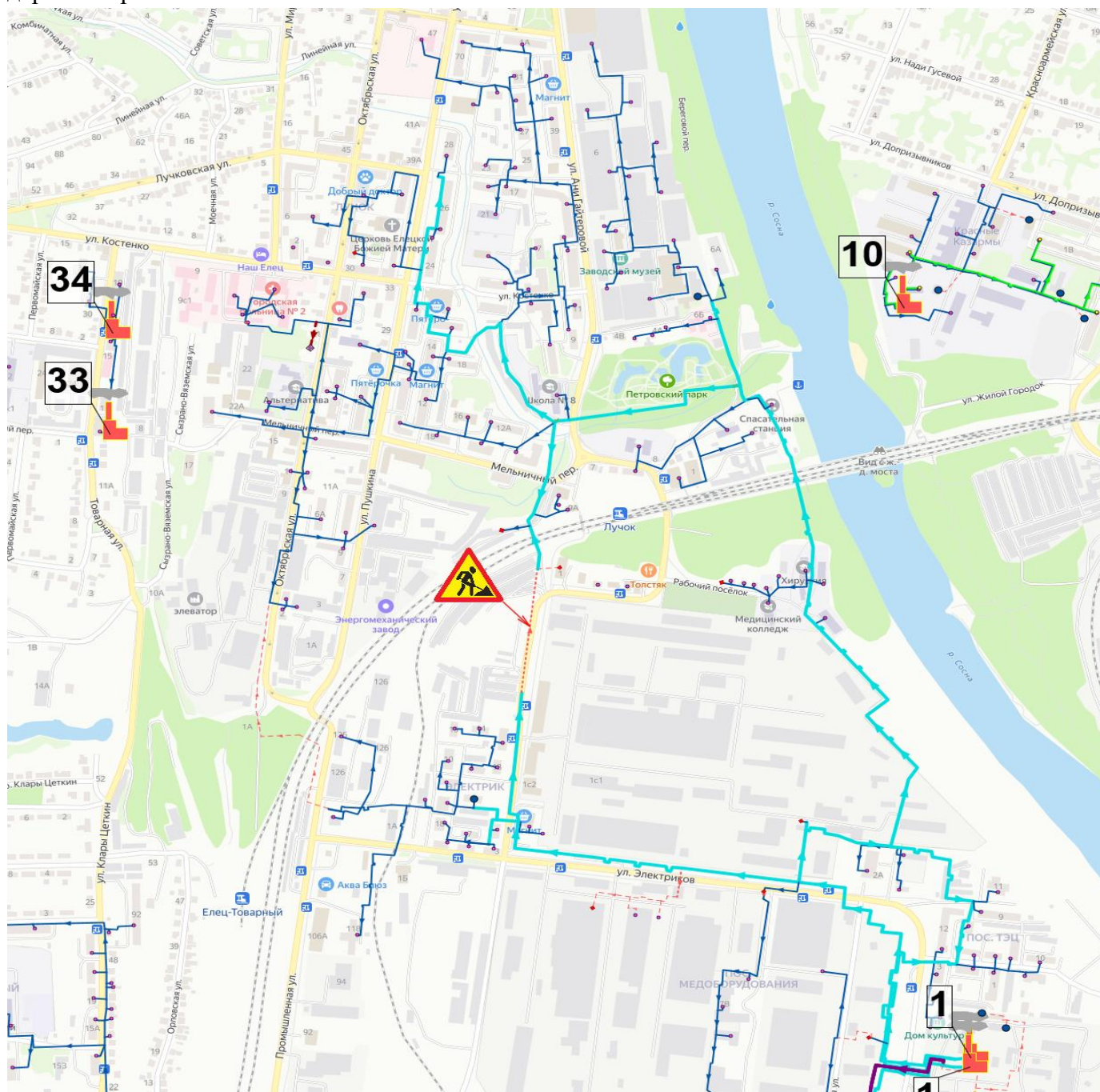


Рисунок 6.1 – Место аварии на тепловой магистрали №1 от Елецкой ТЭЦ.

Перечень потребителей, переведенных на временное теплоснабжение от резервной магистрали, расчетные значения нагрузок, коэффициента тепловой аккумуляции, вероятности безотказной работы (ВБР) и коэффициента готовности представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Перечень потребителей, переведенных на теплоснабжение от резервной магистрали

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха здании, °С	Вероятность безотказной в работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
Промышленная улица,	0,0362	60	12	0,95694	0,99814	0,0728
Промышленная, д.126	0,02712	60	12	0,96721	0,99815	0,0433
ул. Промышленная, д.118, г. Елец, 399775	0,096801	60	12	0,95698	0,99816	0,1984
г. Елец, поселок Рабочий, д.1	0,0178	60	12	0,96157	0,99814	0,041
г. Елец, п. Электрик, д. 18	0,0667	60	12	0,96105	0,99815	0,1536
г. Елец, п. Электрик, д. 11	0,0643	60	12	0,96038	0,99814	0,1481
г. Елец, п. Электрик, д. 12	0,0519	60	12	0,96024	0,99815	0,1195
г. Елец, п. Электрик, д. 13	0,0522	60	12	0,96015	0,99815	0,1202
Электрик,	0,0463	60	12	0,96006	0,99815	0,1066
г. Елец, п. Электрик, д. 14	0,0476	60	12	0,95997	0,99816	0,1094
г. Елец, п. Электрик, д. 15	0,0469	60	12	0,95942	0,99816	0,1054
г. Елец, п. Электрик, д. 8	0,046365	60	12	0,96025	0,99815	0,1068
г. Елец, п. Электрик, д. 10	0,0837	60	12	0,95999	0,99815	0,1928
Электрик,	0,05	60	12	0,95942	0,99814	0,1152
г. Елец, пос. Электрик, д.2а	0,024883	60	12	0,96137	0,99814	0,0573
г. Елец, п. Электрик, д. 3	0,0457	60	12	0,96132	0,99815	0,1053
г. Елец, п. Электрик, д. 4	0,0457	60	12	0,96122	0,99815	0,1053
г. Елец, п. Электрик, д. 2	0,0457	60	12	0,96137	0,99815	0,1052
г. Елец, п. Электрик, д. 1	0,0457	60	12	0,96112	0,99815	0,1053
Электрик,	0,05	60	12	0,9616	0,99814	0,1152
ул. Электриков2а, г. Елец, 399775	0,15881	60	12	0,98395	0,99808	0,392
Электриков,	0,0048	60	12	0,97486	0,99808	0,0103
г. Елец, ул. Электриков, д. 2	0,0048	60	12	0,98346	0,99808	0,0114
г. Елец, п. ТЭЦ, д. 12	0,3577	60	12	0,99893	0,99824	1,0562
п. ТЭЦ, д.3, г. Елец, 399775	0,1888	60	12	0,99893	0,99824	0,448
ТЭЦ, 7	0,0504	60	12	0,99893	0,99824	0,1192
г. Елец, п. ТЭЦ, д. 11	0,3667	60	12	0,99816	0,99811	0,9711
г. Елец, п. ТЭЦ, д. 9	0,319	60	12	0,99809	0,99811	0,9029
пос. ТЭЦ, 2, г. Елец, 399775	0,010377	60	12	0,99893	0,99824	0,0245
ТЭЦ, 4	0,0516	60	12	0,99893	0,99824	0,1221
ТЭЦ, 5	0,0516	60	12	0,99893	0,99825	0,1221
ТЭЦ, 1	0,1	60	12	0,99893	0,99825	0,2366
ТЭЦ, 8	0,0874	60	12	0,99893	0,99825	0,2068
г. Елец, п. ТЭЦ, д. 10	0,1662	60	12	0,99893	0,99825	0,3932
ТЭЦ, 6	0,1055	60	12	0,99893	0,99825	0,2496
ТЭЦ,	0,0482	60	12	0,99893	0,99825	0,1144
г. Елец, пос. ТЭЦ, ТЭЦ	0,0461	60	12	0,99893	0,99825	0,1084
ТЭЦ,	0,05	60	12	0,99893	0,99825	0,1175
ул. Октябрьская, д.34, г. Елец, 399776	0,27211	60	12	0,94391	0,99808	0,4788

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной в работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
г. Елец, ул. Октябрьская, д.22	0,0971	60	12	0,94832	0,99808	0,1884
ул. Октябрьская, д.32, г. Елец, 399770	0,40832	60	12	0,94311	0,99809	0,7187
ул. Октябрьская, д.30, г. Елец, 399772	0,14716	60	12	0,94298	0,99809	0,2591
ул. Костенко, д.5, г. Елец, 399772	0,18221	60	12	0,94691	0,99808	0,3756
ул. Мира, д.6, г. Елец, 399772	0,62725	60	12	0,94313	0,99809	1,2494
Костенко, д.7	1,1214	60	12	0,94725	0,99808	2,1007
ул. Октябрьская, д.28, г. Елец, 399772	0,2954	60	12	0,9473	0,99808	0,5798
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 6	0,0111	60	12	0,94985	0,99808	0,0254
г. Елец, ул. Пушкина, д. 23	0,3137	60	12	0,94883	0,99808	0,5505
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 8	0,009163	60	12	0,95457	0,99808	0,0219
г. Елец, пер. Мельничный, д.13	0,33178	60	12	0,94826	0,99808	0,672
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 18	0,0263	60	12	0,94694	0,99808	0,0463
Октябрьская улица, 16	0,0834	60	12	0,94764	0,99808	0,1465
Октябрьская улица,	0,0831	60	12	0,94759	0,99808	0,146
г. Елец, ул. Октябрьская, д.17	0,2038	60	12	0,94659	0,99809	0,3576
Октябрьская улица, 17	0,05	60	12	0,94641	0,99809	0,0878
г. Елец, пер. Мельничный, д. 24	0,10791	60	12	0,94609	0,99809	0,2011
Октябрьская, д.11	0,15693	60	12	0,94781	0,99808	0,2752
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 4	0,02	60	12	0,946	0,99808	0,0351
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 2	0,0168	60	12	0,95064	0,99808	0,0388
г. Елец, ул. Пушкина, д.3	0,35582	60	12	0,94631	0,99808	0,6254
ул. Пушкина, д.11, г. Елец, 399772	0,304	60	12	0,94717	0,99808	0,5335
г. Елец, ул. Пушкина, д. 9	0,2977	60	12	0,94719	0,99808	0,5796
г. Елец, ул. Октябрьская, д. 6А	0,2135	60	12	0,94751	0,99808	0,4271
улица Пушкина, 8	0,1	60	12	0,94593	0,99808	0,1758
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 39	0,2989	60	12	0,94917	0,99808	0,6038
ул. Ани Гайтеровой, д.41, г. Елец, 399772	0,32935	60	12	0,94879	0,99808	0,5795
улица Ани Гайтеровой, 27	0,0684	60	12	0,94844	0,99808	0,1204
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 29	0,066522	60	12	0,94867	0,99808	0,1171
улица Ани Гайтеровой, 31	0,0665	60	12	0,9477	0,99809	0,1172
г. Елец, ул. Пушкина, д. 56	0,0166	60	12	0,94713	0,99809	0,0286
г. елец, ул. пушкина, д.54	0,1527	60	12	0,94798	0,99809	0,2691
г. Елец, ул. Пушкина, д.47	0,1219	60	12	0,94731	0,9981	0,2137
г. Елец, ул. Пушкарская, д. 1а	0,248	60	12	0,94864	0,99808	0,4364
г. Елец, ул. Пушкина, д.70	0,40269	60	12	0,9482	0,99809	0,7089
г. Елец, ул. Пушкина, д. 28	0,3188	60	12	0,94068	0,99808	0,6431
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 17	0,15325	60	12	0,94951	0,99808	0,2695
ул. Ани Гайтеровой, д.19, г. Елец, 399772	0,097021	60	12	0,94905	0,99809	0,1708

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 23	0,0911	60	12	0,94834	0,99809	0,1604
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 25	0,1608	60	12	0,94937	0,99808	0,2828
ул. Пушкина, д.20, г. Елец, 399772	0,34309	60	12	0,94979	0,99808	0,6808
ул. Ани Гайтеровой, д.15, г. Елец, 399772	0,22262	60	12	0,95114	0,99808	0,3914
улица Ани Гайтеровой, 3	0,1315	60	12	0,9523	0,99808	0,2312
г. Елец, ул. Костенко, д. 2	0,0944	60	12	0,95135	0,99808	0,1661
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 7	0,083494	60	12	0,95029	0,99809	0,1565
г. Елец, ул. А.Гайтеровой, д.21	0,02945	60	12	0,94963	0,99808	0,0573
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 5	0,1443	60	12	0,95205	0,99808	0,2537
г. Елец, ул. Пушкина, д.22	0,094381	60	12	0,94673	0,99808	0,1662
ул. Пушкина, д.16, г. Елец, 399772	0,21477	60	12	0,94712	0,99808	0,3776
ул. Пушкина, д.24, г. Елец, 399772	0,50098	60	12	0,94357	0,99808	0,9938
г. Елец, ул. Пушкина, д. 26	0,6656	60	12	0,94366	0,99808	1,3425
ул. Пушкина, д.35, г. Елец, 399772	0,3368	60	12	0,945	0,99808	0,5923
Ани Гайтеровой, 21	0,02945	60	12	0,948	0,99809	0,0569
ул. Пушкина, д.37А, г. Елец, 399772	0,3323	60	12	0,94399	0,99808	0,5847
ул. Ани Гайтеровой, д.1, г. Елец, 399772	0,20359	60	12	0,94978	0,99809	0,3585
Ани Гайтеровой, д.6	6,048	60	12	0,96568	0,99808	19,189
Береговой пер.	0,2	60	12	0,96173	0,99808	0,3903
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 11	0,1402	60	12	0,9509	0,99808	0,2467
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 13	0,2403	60	12	0,95103	0,99808	0,4225
улица Ани Гайтеровой, 15	0,22262	60	12	0,9505	0,99808	0,3914
г. Елец, ул. А.Гайтеровой, д.6-б	0,1264	60	12	0,96365	0,99808	0,2686
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 3	0,1315	60	12	0,96219	0,99809	0,2566
Ани Гайтеровой,	0,05	60	12	0,96167	0,99809	0,0976
Ани Гайтеровой,	0,05	60	12	0,96081	0,99809	0,0976
г. Елец, ул. Ани Гайтеровой, д. 9	0,1399	60	12	0,95042	0,99809	0,2462
г. Елец, пер. Мельничный, д.9б	0,0832	60	12	0,96573	0,99808	0,1334
Мельничный переулок,	0,0464	60	12	0,96573	0,99808	0,0744
ул. Пушкина, д.10, г. Елец, 399772	0,2016	60	12	0,94954	0,99808	0,3541
г. Елец, ул. Пушкина, д. 18	0,3401	60	12	0,95033	0,99808	0,6729
ул. Пушкина, д.14, г. Елец, 399772	0,2737	60	12	0,95014	0,99808	0,481
г. Елец, пер. Мельничный, д. 12	0,1605	60	12	0,95932	0,99808	0,2822
г. Елец, пер. Мельничный, д. 12а	0,21079	60	12	0,95859	0,99809	0,3707
г. Елец, пер. Мельничный, д. 14	0,0976	60	12	0,95889	0,99809	0,1716

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
г. Елец, пер. Мельничный, д.16	0,0861	60	12	0,95783	0,99809	0,1515
Мельничный переулок, 18	0,0866	60	12	0,95796	0,99809	0,1524
Мельничный переулок,	0,1002	60	12	0,95729	0,9981	0,1766
г. Елец, ул. Пушкина, д. 12	0,2954	60	12	0,94942	0,99808	0,5191
г. Елец, ул. А.Гайтеровой, д.1а	0,2812	60	12	0,95745	0,99808	0,5288
Мельничный переулок,	0,01	60	12	0,96593	0,99808	0,0161
Мельничный переулок,	0,0841	60	12	0,96444	0,99808	0,1761
г. Елец, пер. Мельничный, д.10	0,1114	60	12	0,96309	0,99809	0,2542
г. Елец, пер. Мельничный, д. 3	0,0643	60	12	0,96272	0,99809	0,1279
пер. Мельничный, д.1	0,091889	60	12	0,96175	0,99809	0,1769
г. Елец, п. Рабочий, д. 16	0,006381	60	12	0,96813	0,99809	0,0136
Рабочий поселок,	0,045052	60	12	0,96923	0,99809	0,0985
Мельничный переулок,	0,05	60	12	0,96197	0,99808	0,0998
г. Елец, пер. Мельничный, д. 2	0,0043	60	12	0,97057	0,99809	0,0097
г. Елец, поселок Рабочий, д.19	0,0342	60	12	0,97066	0,99808	0,0759
Рабочий поселок,	0,05	60	12	0,97087	0,99808	0,1106
г. Елец, поселок Рабочий, д.19	0,1125	60	12	0,97143	0,99808	0,2489
г. Елец, поселок Рабочий, д.19	0,0795	60	12	0,97129	0,99808	0,1759
г. Елец, п. Рабочий, д. 18	0,006381	60	12	0,9691	0,99809	0,014
г. Елец, п. Рабочий, д. 17	0,006381	60	12	0,96881	0,99809	0,0139
г. Елец, поселок Рабочий, д.19	0,4553	60	12	0,97227	0,99808	1,007
г. Елец, поселок Рабочий, д.19	0,086	60	12	0,97315	0,99808	0,1933
Многоквартирные жилые здания ул. Октябрьская (в районе дома 19) 3 тыс. кв.м.	0,18	60	12	0,96819	0,99808	0,5952

Смоделирован аварийный режим работы системы теплоснабжения, при котором авария произошла на тепловой магистрали №1 от Елецкой ТЭЦ. При этом теплоснабжение временно идет через резервную магистраль. В соответствии с итогами расчетов среднее значение ВБР 0,96. При минимально допустимом показателе ВБР для потребителей теплоты 0,90 при указанном аварийном режиме можно считать надежным.

6.2. Оценка надежности теплоснабжения при аварии на тепловой магистрали №2 Елецкой ТЭЦ

В схеме теплоснабжения города Елец, с использованием программно-расчетного комплекса ZuluThermo смоделирован аварийный режим работы системы теплоснабжения, при возникновении аварийного режима на тепловой магистрали №2 от Елецкой ТЭЦ.

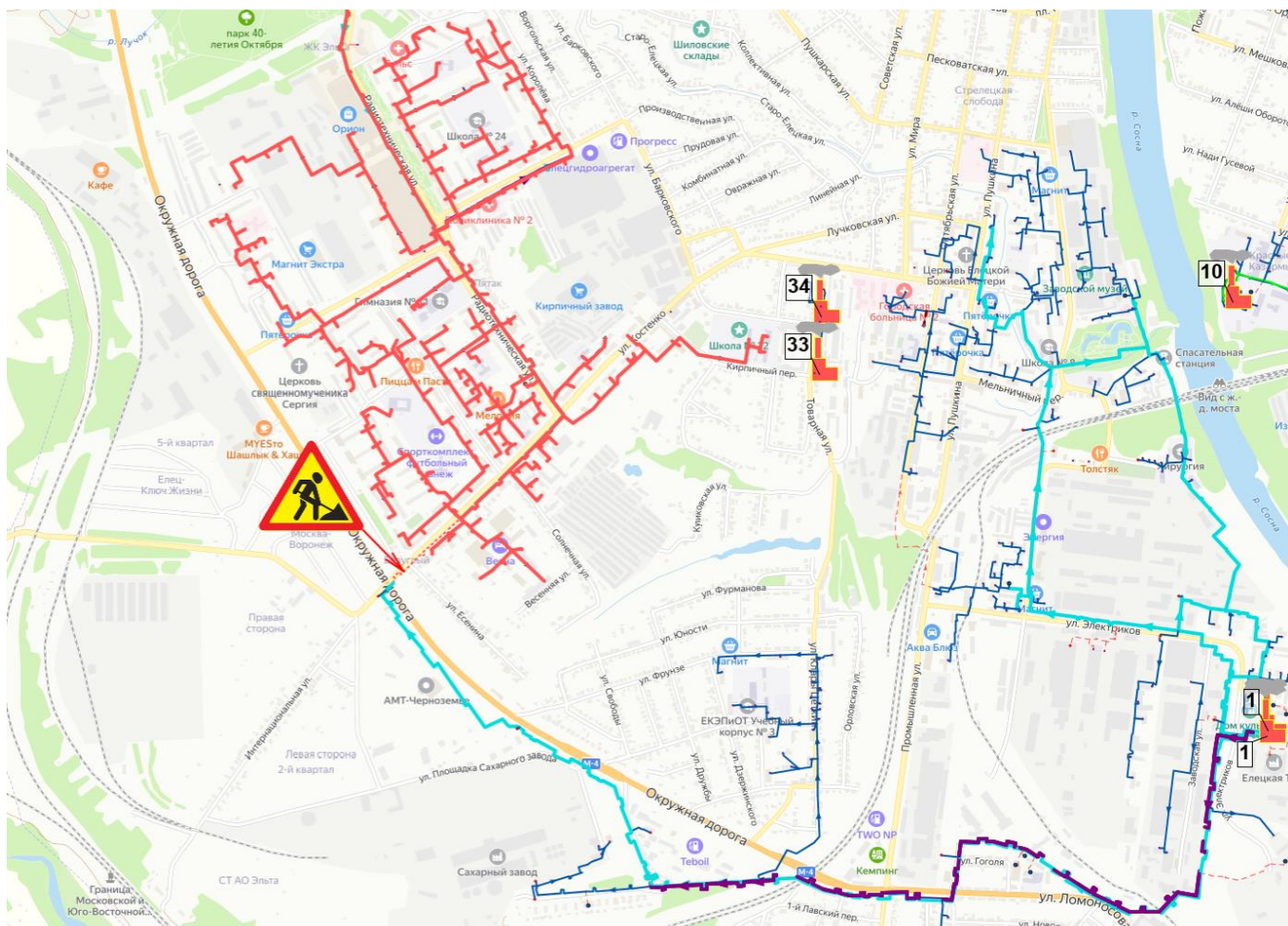


Рисунок 6.2 – Место аварии на тепловой магистрали №2 от Елецкой ТЭЦ

Перечень потребителей, отключенных от централизованного теплоснабжения, расчетные значения нагрузок, коэффициента тепловой аккумуляции, вероятности безотказной работы (ВБР) и коэффициента готовности представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Перечень потребителей, отключенных от централизованного теплоснабжения,

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха зданий, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
ул. Генерала Костенко,	0,27082	60	12	0,87605	0,9954	2,1394
ул. Черокманова,	0,29643	60	12	0,87084	0,9954	2,0555
г. Елец, ул. Костенко, д.67а	0,1454	60	12	0,88137	0,99539	1,2221
г. Елец, ул. Костенко, д. 69	0,0548	60	12	0,88161	0,99539	0,4612
г. Елец, ул. Костенко, д.67	0,1104	60	12	0,8813	0,99539	0,9278
ул. Костенко, д.67	0,1788	60	12	0,88006	0,9954	1,4943
г. Елец, ул. Костенко, д. 71	0,28507	60	12	0,87979	0,99539	1,4238
г. Елец, ул. Костенко, д. 73	0,0866	60	12	0,87972	0,99539	0,6142
г. Елец, ул. Черокманова д.25	0,27082	60	12	0,87641	0,9954	1,0108
ул. Костенко, д.58, г. Елец, 399782	0,27082	60	12	0,87633	0,9954	2,1421
г. Елец, ул. Костенко, д.73А	0,1307	60	12	0,87819	0,9954	0,7389
г. Елец, ул. Костенко, д.67д	0,1499	60	12	0,88127	0,99539	1,2599
ул. Костенко, д.67	0,0619	60	12	0,88048	0,9954	0,5186
ул. Костенко, д.67г	0,1818	60	12	0,87987	0,9954	1,5189
Костенко, 67а	0,622	60	12	0,88112	0,9954	5,2266

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
220 Стрелковой Дивизии, д.30А	0,24393	60	12	0,97321	0,99542	2,1887
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.10а	0,022557	60	12	0,92794	0,99539	0,2151
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.1а, корп.1	2,0769	60	12	0,9275	0,99539	20,05
ул. Радиотехническая, д.24, г. Елец, 399784	0,30257	60	12	0,92799	0,99539	2,8971
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 22	0,1989	60	12	0,92787	0,99539	1,9019
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 28	0,1514	60	12	0,92778	0,99539	1,4449
ул. Радиотехническая, д.26, г. Елец, 399784	0,26407	60	12	0,92778	0,99539	2,5195
ул. Радиотехническая, д.20, г. Елец, 399784	0,2526	60	12	0,92787	0,99539	2,4154
ул. Радиотехническая, 28А	0,2	60	12	0,92771	0,99539	1,9075
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 30	0,2536	60	12	0,92768	0,9954	2,416
ул. Радиотехническая, д.32, г. Елец, 399784	0,2676	60	12	0,92765	0,9954	2,5451
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.34	0,20925	60	12	0,92672	0,9954	1,2878
ул. Радиотехническая, 34	0,20925	60	12	0,92676	0,9954	1,8974
ул. Королева, д.25, кв.33, г. Елец, 399784	0,27679	60	12	0,92734	0,9954	1,9764
ул. Королёва, 23	0,0115	60	12	0,9241	0,99539	0,0944
ул. Королева, д.23, г. Елец, 399784	1,009	60	12	0,92721	0,99539	6,4902
ул. Королева, д.9, г. Елец, 399784	0,4453	60	12	0,92772	0,99539	4,2067
ул. Радиотехническая 12а	0,0256	60	12	0,92604	0,9954	0,2255
г. Елец, ул. Гагарина, д.20а	0,412	60	12	0,92806	0,9954	3,9505
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 14	0,1938	60	12	0,92804	0,99539	1,8573
ул. Радиотехническая, д.10, г. Елец, 399784	0,28649	60	12	0,92805	0,99539	2,747
ул. Радиотехническая, д.16, г. Елец, 399784	0,34464	60	12	0,92805	0,99539	3,3041
ул. Радиотехническая, д.18, г. Елец, 399784	0,31034	60	12	0,92795	0,99539	2,9701
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.20а	0,1528	60	12	0,92795	0,9954	1,1559
ул. Королева, д.1, г. Елец, 399784	0,31375	60	12	0,92811	0,99539	3,0161
г. Елец, ул. Королева, д. 11	0,3156	60	12	0,92809	0,99539	3,0307
ул. Королева, д.13, г. Елец, 399784	0,20404	60	12	0,92785	0,99539	1,9328
г. Елец, ул. Королева, д. 3	0,2266	60	12	0,92807	0,99539	2,1739
г. Елец, ул. Королева, д. 5	0,2266	60	12	0,92803	0,99539	2,1702
г. Елец, ул. Королева, д. 15	0,2517	60	12	0,92802	0,99539	2,4102
ул. Королева, д.19, г. Елец, 399784	0,23331	60	12	0,92796	0,99539	2,2294
г. Елец, ул. Королева, д. 17	0,3165	60	12	0,92795	0,99539	3,024
г. Елец, ул. Королева, д. 7	0,2222	60	12	0,928	0,99539	2,1259

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной в работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
г. Елец, ул. Гагарина, д.20	0,0822	60	12	0,92799	0,9954	0,7857
г. Елец, ул. Черокманова, д. 1Б	0,7621	60	12	0,91117	0,99535	6,4416
г. Елец, ул. Черокманова, д.1а	0,1727	60	12	0,9128	0,99539	1,4574
ул. Черокманова, д.1, г. Елец, 399782	0,3433	60	12	0,91257	0,99538	2,694
ул. Черокманова	0,005	60	12	0,92373	0,99543	0,0415
г. Елец, ул. Черокманова, д. 5	0,4317	60	12	0,91327	0,99539	3,2817
г. Елец, ул. Черокманова, д. 3а	0,472	60	12	0,91327	0,99539	3,4841
г. Елец, ул. Черокманова, д. 3	0,1101	60	12	0,91264	0,9954	0,9249
улица Черокманова, 3	0,1101	60	12	0,91281	0,99539	0,9294
г. Елец, ул. Черокманова, д.7а	0,25584	60	12	0,91353	0,99539	1,9141
улица Черокманова, 3	0,1101	60	12	0,91294	0,99539	0,7946
г. Елец, ул. Черокманова, д. 5А	0,19215	60	12	0,91505	0,99539	1,4143
г. Елец, ул. Черокманова, д.15	0,8266	60	12	0,91231	0,99535	6,6541
п. Строитель, д.33, г. Елец, 399782	0,3797	60	12	0,90864	0,9954	3,1368
ул. Юбилейная, д.13А, г. Елец, 399782	0,86847	60	12	0,91558	0,99539	6,2186
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 2	0,2586	60	12	0,92816	0,99539	2,4912
ул. Гагарина, д.26, г. Елец, 399784	0,25964	60	12	0,92817	0,99539	2,5036
ул. Гагарина, д.24, г. Елец, 399784	0,26656	60	12	0,92814	0,99539	2,5652
г. Елец, ул. Гагарира, д.22	0,0915	60	12	0,92812	0,99539	0,8798
г. Елец, ул. Гагарина, д.5	0,6392	60	12	0,92818	0,99539	5,6235
ул. Радиотехническая, д.8, г. Елец, 399784	0,20568	60	12	0,92813	0,99539	1,9792
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 4	0,24455	60	12	0,92811	0,99539	2,3507
Радиотехническая улица, 8	0,20568	60	12	0,92811	0,99539	1,9768
г. Елец, ул. Радиотехническая, д. 12	0,2586	60	12	0,92809	0,99539	2,4841
ул. Радиотехническая, д.6, г. Елец, 399784	0,2955	60	12	0,92818	0,99539	2,85
ул. Радиотехническая, 5, г. Елец, 399770	12,259	60	12	0,92821	0,99539	115,36
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.6а	0,4673	60	12	0,92823	0,99539	4,5187
ул. Гагарина, д.16, г. Елец, 399784	0,2512	60	12	0,92807	0,99539	2,4094
Гагарина, 3	0,078741	60	12	0,92802	0,99539	0,7575
ул. Гагарина, д.18, г. Елец, 399784	0,25815	60	12	0,92814	0,99539	2,481
г. Елец, ул. Гагарина, д. 3	0,17256	60	12	0,92814	0,99539	0,9687
Гагарина, 3	0,078741	60	12	0,92803	0,99539	0,7588
п. Строитель, д.26, г. Елец, 399782	0,2553	60	12	0,91046	0,99539	2,3915
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.3	0,7162	60	12	0,91823	0,99539	4,875
Радиотехническая, 3	0,05	60	12	0,91826	0,9954	0,4711
п. Строитель, д.25, г. Елец, 399782	0,2639	60	12	0,9101	0,9954	2,458
п. Строитель, д.27, г. Елец, 399782	0,27762	60	12	0,91046	0,99539	2,6005
п. Строитель, д.25А, г. Елец, 399782	0,236	60	12	0,91033	0,9954	2,2066
г. Елец, ул. Радиотехническая, д.16	0,2563	60	12	0,91887	0,99539	2,4712
Радиотехническая улица,	0,0942	60	12	0,91472	0,99539	0,8968
г. Елец, Радиотехническая, д.2и	0,0205	60	12	0,91553	0,9954	0,2061

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
Радиотехническая улица, 2д	0,05	60	12	0,91022	0,99539	0,4669
Радиотехническая улица, 2Б	0,8842	60	12	0,91053	0,99539	8,2938
г. Елец, ул. Черокманова, д.17	0,5368	60	12	0,91413	0,99539	4,0288
г. Елец, ул. Юбилейная, д.11а	0,27033	60	12	0,91011	0,99539	2,125
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 11	0,3759	60	12	0,90881	0,99539	3,1173
Юбилейная улица,	0,14983	60	12	0,8764	0,99538	0,8149
г. Елец, ул. Юбилейная, д.7а	0,4453	60	12	0,87552	0,99539	3,1442
ул. Черокманова, д.19, г. Елец, 399782	0,46367	60	12	0,91481	0,99539	3,2522
г. Елец, ул. Черокманова, д. 21	0,48429	60	12	0,91287	0,99539	3,5021
г. Елец, ул. Черокманова, д. 21А	0,34375	60	12	0,91142	0,99539	2,4643
улица Черокманова, 21а	0,34375	60	12	0,91109	0,9954	2,485
Черокманова, 25	0,5529	60	12	0,91156	0,99539	3,8809
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 13	0,2753	60	12	0,9116	0,99539	2,2903
Юбилейная улица, 12А	0,3	60	12	0,91019	0,99539	2,4913
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 5А	0,2418	60	12	0,878	0,99539	1,2455
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 21	0,2622	60	12	0,87352	0,99539	1,5365
ул. Черокманова, д.23, г. Елец, 399782	0,59287	60	12	0,87193	0,99539	3,3655
Юбилейная улица,	0,2622	60	12	0,87296	0,9954	1,5579
г. Елец, ул. Юбилейная, д.19а	0,5193	60	12	0,87692	0,99539	2,7502
г. Елец, ул. Юбилейная, д.17а	0,5432	60	12	0,87656	0,99538	2,8767
г. Елец, ул. Юбилейная, д.9а	0,29965	60	12	0,87679	0,99538	1,6067
ул. Юбилейная, д.15а, г. Елец	0,5268	60	12	0,87627	0,99538	2,7659
Юбилейная улица,	0,14983	60	12	0,87656	0,99539	0,8139
ул. Юбилейная, д.9, г. Елец, 399782	0,26952	60	12	0,9088	0,99539	2,24
ул. Юбилейная, д.7, г. Елец, 399782	0,31938	60	12	0,9044	0,99539	2,6558
п. Строитель, д.29, г. Елец, 399782	0,2514	60	12	0,91033	0,99539	2,3477
г. Елец, пос. Строитель, д.23, пом. №1	0,21961	60	12	0,91034	0,99539	2,0535
г. Елец, п. Строитель, д. 24	0,2169	60	12	0,91026	0,99539	2,0257
п. Строитель, д.30, г. Елец, 399782	0,23664	60	12	0,91031	0,9954	2,2118
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 5	0,2523	60	12	0,89854	0,99538	2,0975
г. Елец, п. Строитель, д. 12	0,0661	60	12	0,90401	0,99539	0,6
г. Елец, пос. Строитель, д.18а	0,097	60	12	0,90605	0,99538	0,5423
п. Строитель, д.28, г. Елец, 399782	0,2496	60	12	0,90935	0,99539	2,2783
г. Елец, п. Строитель, д.19а	0,062414	60	12	0,90807	0,99538	0,5661
п. Строитель, д.19, г. Елец, 399782	0,12876	60	12	0,9089	0,99539	0,8207
г. Елец, п. Строитель, д.18	0,099	60	12	0,9086	0,99539	0,8922
п. Строитель, д.20, г. Елец, 399782	0,1247	60	12	0,90878	0,99539	0,893
г. Елец, п. Строитель, д. 21	0,1183	60	12	0,90875	0,9954	0,7954
п. Строитель, д.22, г. Елец, 399782	0,099668	60	12	0,90863	0,9954	0,9025
г. Елец, пос. Строитель, д.22а	0,144	60	12	0,91053	0,9954	0,8587
посёлок Строитель,	0,149	60	12	0,90584	0,99538	1,3542
посёлок Строитель,	0,1	60	12	0,90407	0,99539	0,9082
п. Строитель, д.16, г. Елец, 399782	0,072283	60	12	0,90354	0,9954	0,6524

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
п. Строитель, д.15, г. Елец, 399782	0,0795	60	12	0,90373	0,99539	0,7192
ул. Радиотехническая, д.2А, г. Елец, 399782	0,17511	60	12	0,90712	0,99539	0,9992
ул. Радиотехническая, д.1, г. Елец, 399782	0,8506	60	12	0,90357	0,99538	4,1916
г. Елец, п. Строитель, д. 13	0,0647	60	12	0,90393	0,99539	0,5867
г. Елец, п. Строитель, д. 14	0,078488	60	12	0,90375	0,99539	0,7103
г. Елец, ул. Костенко, д. 44	0,30793	60	12	0,90002	0,9954	2,7724
г. Елец, ул. Костенко, д. 42А	0,20323	60	12	0,89978	0,9954	1,827
г. Елец, ул. Костенко, д.44б	0,0913	60	12	0,89949	0,9954	0,6673
ул. Костенко, д.44А	0,44622	60	12	0,90019	0,99539	4,0225
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 29	0,3157	60	12	0,88015	0,99538	1,5202
г. Елец, ул. Юбилейная, д.27	0,2994	60	12	0,87943	0,99538	1,5504
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 25	0,27014	60	12	0,8788	0,99538	1,343
г. Елец, ул. Юбилейная, д.3а	0,1559	60	12	0,87937	0,99539	0,8151
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 3	0,22798	60	12	0,89416	0,99538	1,8931
г. Елец, ул. Юбилейная, д. 1	0,2091	60	12	0,88933	0,99538	1,7337
г. Елец, ул. Костенко, д. 56	0,3981	60	12	0,88422	0,99538	1,7734
п. Строитель, д.31, г. Елец, 399782	0,20294	60	12	0,90399	0,99539	1,8416
г. Елец, п. Строитель, д. 32	0,1929	60	12	0,90352	0,9954	1,7418
г. Елец, п. Строитель, д. 11	0,0661	60	12	0,90397	0,99539	0,5998
г. Елец, п. Строитель, д. 10	0,0661	60	12	0,90385	0,99539	0,599
г. Елец, ул. Костенко, д. 58А	0,4799	60	12	0,87989	0,99539	2,2104
п. Строитель, д.17, г. Елец, 399782	0,0709	60	12	0,90323	0,9954	0,6373
г. Елец, п. Строитель, д. 9	0,0661	60	12	0,9037	0,99539	0,5979
п. Строитель, д.7, г. Елец, 399782	0,073317	60	12	0,90362	0,99539	0,6625
п. Строитель, 8	0,0698	60	12	0,90333	0,9954	0,6284
г. Елец, пос. Строитель, д.7а	0,0693	60	12	0,90394	0,99539	0,4766
Костенко,	0,0787	60	12	0,88651	0,9954	0,6771
Костенко,	0,0477	60	12	0,88637	0,9954	0,4099
г. Елец, ул. Костенко, д.59	0,1264	60	12	0,88763	0,99539	1,0955
г. Елец, ул. Солнечная, д.3	0,1042	60	12	0,88722	0,99539	0,9005
Солнечная улица,	0,0487	60	12	0,88659	0,9954	0,419
г. Елец, ул. Солнечная, д. 5	0,065	60	12	0,88565	0,9954	0,5567
г. Елец, ул. Костенко, д.55	0,53827	60	12	0,89249	0,99539	4,7374
Костенко,	0,11767	60	12	0,89214	0,99539	1,0326
Костенко,	0,42557	60	12	0,89278	0,99539	3,7507
Многоквартирные жилые здания мкр. Кирпичный (МКД) 3 тыс. кв.м.	0,18	60	12	0,92461	0,99565	2,2497
ул. Костенко, д.41, г. Елец, 399772	0,77659	60	12	0,89597	0,99539	4,2726
г. Елец, пер. Кирпичный, д.12а	0,1056	60	12	0,89564	0,99539	0,5188
г. Елец, ул. Костенко, д. 51	0,19799	60	12	0,89712	0,99539	1,759
ул. Костенко, д.49, г. Елец, 399782	0,27837	60	12	0,89688	0,99539	2,4673
г. Елец, ул. Костенко, д. 47	0,074676	60	12	0,89639	0,99539	0,6591
г. Елец, ул. Костенко, д. 45	0,061587	60	12	0,89611	0,99539	0,5425
г. Елец, ул. Костенко, д. 42Б	0,273	60	12	0,8963	0,99539	1,6083
г. Елец, ул. Ефремовская, д.1	0,4453	60	12	0,89512	0,99539	3,303

Адрес узла ввода	Qот. Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции здания., ч	Минимально допустимая температура воздуха в здании, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний недоотпуск, Гкал/год
г. Елец, ул. Ефремовская, д.1а	0,1118	60	12	0,89458	0,99539	0,7541
г. Елец, пер. Кирпичный, 2	0,0728	60	12	0,8949	0,99539	0,4407

В соответствии с итогами расчетов при электронном моделировании при аварии на тепловой магистрали №2 от Елецкой ТЭЦ среднее значение ВБР 0,90. При минимально допустимом показателе ВБР для потребителей теплоты 0,90 при указанном аварийном режиме можно считать надежным. Однако для повышения надежности работы тепловой магистрали № 2 были предложены мероприятия по реконструкции участка. Данное мероприятие описано в Глава 8. «Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей».

7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

7.1. Мероприятия для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения потребителей

Мероприятия для обеспечения нормативной надежности тепловых сетей

Повышение уровня надежности и безопасности теплоснабжения существующих и перспективных потребителей запланировано за счет осуществления следующих мероприятий:

- мероприятия по реконструкции тепловых сетей с увеличением диаметров трубопроводов во избежание превышения допустимой величины давления в обратном трубопроводе систем теплоснабжения потребителей;
- мероприятия по реконструкции тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса теплоснабжения;

Данные мероприятия рассмотрены в разделах 8 и 9 Главы 8 обосновывающих материалов к проекту актуализируемой схеме теплоснабжения.

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

Применение рациональных тепловых схем, обеспечивающих заданный уровень готовности энергетического оборудования, выполняется на этапе их проектирования.

В настоящее время на ТЭЦ тепловые схемы ТФУ выполнены в соответствии с нормативными требованиями надежности теплоснабжения потребителей. Схема выдачи тепловой мощности включает в себя секционированные двухниточные подающие коллекторы сетевой воды. На источнике с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии и действующих котельных схемы теплофикационных установок и схемы выдачи мощности выполнены в соответствии с нормативными требованиями надежности. На всех вновь вводимых источниках тепловые схемы также предусматриваются в соответствии с требованиями нормативных документов, обеспечивающих надежность теплоснабжения.

Защита от производственно-технических рисков осуществляется путем создания запасов топлива, запчастей, материалов, а также выполнения мероприятий по повышению надежности энергосистемы.

На ТЭЦ реализуются различные программы повышения надежности работы оборудования, например программы замены паропроводов, трубопроводов сетевой воды, горелочных устройств, тягодутьевых механизмов, дифференциальной защиты шин, вспомогательного электрооборудования и другие. На котельных в целях повышения надежности работы и сокращения недоотпуска тепловой энергии по причине отказов и аварий осуществляется внедрение систем быстродействующего автоматического ввода резерва электроснабжения.

Основное внимание уделяется дальнейшему совершенствованию ремонтного и инвестиционного процессов.

На расчетный период, применение на источниках тепла рациональных тепловых схем с дублированными связями не требуется. На расчетный срок предусматривается реконструкция источников тепловой энергии. Описание и расчеты приведены в соответствующих разделах настоящего документа.

В настоящее время наиболее эффективным методом повышения надежности системы теплоснабжения следует считать отбраковку в летний период ослабленных коррозией участков теплосети, которая производится путем гидравлического испытания отдельных участков трубопроводов при повышенном давлении. С целью сохранения и повышения надежности систем теплоснабжения на тепловых сетях городского округа можно рекомендовать следующие мероприятия:

1. Произвести полную инвентаризацию всего оборудования и тепловых сетей, находящихся в ведении теплоснабжающих организаций. Базы данных должны содержать полную информацию о каждом участке тепловых сетей: год строительства и последнего капитального ремонта, рабочие режимы (температура, давление), способ прокладки, сведения о материале труб и тепловой изоляции, даты и характер повреждений, способы их устранения, а также результаты диагностики с информацией об остаточном ресурсе каждого участка.

2. Время ликвидации аварий в значительной мере зависит от наличия запасных частей и материалов, необходимых для этого. Поэтому особое внимание необходимо уделять поддержанию необходимого запаса материалов, деталей, узлов и оборудования.

3. Оснастить аварийные бригады передвижными диагностическими лабораториями, оснащенные аппаратурой для точного определения места повреждения.

4. Скорректировать подход к планированию и проведению планово-предупредительных ремонтов на тепловых сетях. При составлении планов капитальных ремонтов и модернизации одновременно должны учитываться срок службы теплосети, диапазон рабочих давлений и температур, статистика аварийных повреждений, результаты тепловой аэрофотосъемки и результаты диагностики.

5. По результатам проведенной диагностики заменить наиболее изношенные трубопроводы, изолированные минеральной ватой, трубопроводами, выполненными по современной технологии, изолированные пенополиуретаном и имеющие специальную полиэтиленовую оболочку, особую конструкцию стыковых соединений и систему сигнализации.

6. Проанализировать существующие методы по защите от коррозии трубопроводов в наиболее проблемных зонах, расположенных вблизи путей электротранспорта, силовых кабелей, в зонах действия станций катодной защиты других подземных металлоконструкций и трубопроводов. Критерием опасной коррозии для тепловых сетей, также является высокая коррозионная агрессивность грунта и наличие воды в канале (или заливания канала) при канальной прокладке. Поэтому необходимо принять меры по противокоррозионной защите установкой, например, на трубопровод анодов-протекторов и изолирующих фланцев в случае их отсутствия или ненадлежащей установки.

Пристальное внимание уделять предварительной подготовке трубопроводов и материалов, которые используются при проведении аварийного ремонта. Детали и элементы трубопроводов должны иметь защитное противокоррозионное покрытие, нанесенное в заводских условиях в соответствии с требованиями технических условий и проектной документации согласно требованиям, СНиП 3.05.03-85 и СНиП 3.04.03-05.

К предложениям по обеспечению надежности теплоснабжения потребителей также относятся мероприятия по замене изношенных участков трубопроводов, мероприятия по реконструкции существующих и строительству новых источников тепловой энергии, выполнение плановых капитальных ремонтов источников теплоснабжения и участков тепловых сетей.

Кроме того, 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 безаварийного теплоснабжения каждая теплоснабжающая организация должна иметь как минимум одну передвижную котельную. Подключение передвижной котельной к центральному тепловому пункту или тепловому пункту здания (потребителей первой категории) осуществляется через специальные вводы с фланцами, выведенными за пределы здания и отключаемыми от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри здания.

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

Основным преимуществом передвижных котельных при ликвидации аварий является быстрота ввода установок в работу, что в зимний период является решающим фактором.

7.3. Установка резервного оборудования

Установка резервного оборудования на источниках, для покрытия тепловой нагрузки в аварийных режимах, не требуется. Строительство резервных источников тепловой энергии не планируется и обосновывается технико-экономическими соображениями.

Рекомендуется создание мобильного РТХ для обеспечения источников тепловой энергии нормативным запасом аварийного топлива. Рекомендуется обеспечение резервного электроснабжения источников тепловой энергии за счет оборудования котельных резервными вводами электроснабжения или установка стационарных генераторов электроэнергии или создание мобильного генератора электроэнергии и возможность подключения его к котельным.

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

Организация совместной работы источников на единые тепловые сети предполагает объединение локальных систем с одним или несколькими источниками тепла в единую теплоснабжающую систему с общей тепловой сетью, обеспечивающей параллельное включение в работу на эту сеть всех теплоисточников и распределение тепловой нагрузки между ними в соответствии с их технико-экономической эффективностью. Объединение нескольких теплоснабжающих систем в единую систему позволит:

- Снизить затраты на производство тепловой энергии путем распределения нагрузки в течение отопительного сезона между наиболее экономичными источниками теплоснабжения.

- использовать аккумулирующую способность тепловых сетей.
- повысить надежность теплоснабжения потребителей благодаря взаиморезервированию источников теплоснабжения и тепловых сетей.
- уменьшить резервные мощности.

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.

ТЭЦ и крупные котельные города сильно удалены друг от друга, поэтому совместная работа на одну сеть нецелесообразна по экономическим соображениям.

7.5. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения

Основными показателями надежности теплоснабжения потребителей являются показатели, определяемые числом нарушений в подаче тепловой энергии; приведенной продолжительностью прекращений подачи тепловой энергии; числом приведенных объемов недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии, что приводит к безотказной работе системы.

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. Дополнительное резервирование смежных районов городского округа не требуется.

Потребность во взаимном резервировании тепловых сетей смежных районов городского округа, исходя из экономической целесообразности, не предусмотрена.

При условии реализации предлагаемых мероприятий по замене трубопроводов тепловых сетей с целью повышения показателей надежности, к концу рассматриваемого периода показатели вероятности безотказной работы потребителей будут соответствовать нормативным величинам, требуемым в СНиП 41-02-2003.

Предложения по резервированию тепловых сетей смежных районов городского округа на расчетный срок схемы теплоснабжения отсутствуют.

7.6. Устройство резервных насосных станций

Как показал анализ статистики отказов, основная доля отказов приходится на тепловые сети малых диаметров $D_y = 50 \div 200$ мм. При этом отказы на прочих элементах тепловой сети встречаются относительно нечасто. Следовательно, устройство резервных насосных станций не позволит существенно улучшить надежность теплоснабжения.

Устройство резервных насосных станций на расчетный срок не предусматривается в связи с отсутствием необходимости.

7.7. Установка баков-аккумуляторов

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение баков-аккумуляторов, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также использовать аккумулирующие свойства отапливаемых зданий. Размещение баков-аккумуляторов горячей воды возможно, как на источнике теплоты, так и в районах теплопотребления. Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50% рабочего объема.

Сведения о наличии и количестве баков-аккумуляторов на источниках централизованного теплоснабжения, для сглаживания пиков нагрузок разбора горячего водоснабжения и обеспечения аварийного запаса подпиточной воды, приведены в книге 6 в п/п 6.3.

Установка дополнительных баков-аккумуляторов в качестве необходимого мероприятия на расчетный срок не предусматривается в связи с отсутствием необходимости и экономической целесообразности. Также стоит отметить, что вследствие планируемого перехода на закрытую схему теплоснабжения, подпитка тепловой сети в перспективе снизится.

8. Действия при возникновении аварийных ситуаций на источнике теплоснабжения

8.1. Риски возникновения аварий, масштабы и последствия

Наиболее вероятными причинами возникновения аварийных ситуаций в работе системы теплоснабжения городского округа могут послужить:

- неблагоприятные погодно-климатические явления (ураганы, смерчи, бури, сильные ветры, сильные морозы, снегопады и метели, обледенение и гололед);
- человеческий фактор (неправильные действия персонала);
- прекращение подачи электрической энергии, холодной воды, топлива на источник тепловой энергии;
- внеплановый останов (выход из строя) оборудования.

К перечню возможных последствий аварийных ситуаций (ЧС) на источниках тепловой энергии относятся:

- кратковременное нарушение теплоснабжения населения, объектов социальной сферы;
- полное ограничение режима потребления тепловой энергии для населения, объектов социальной сферы;
- причинение вреда третьим лицам;
- разрушение объектов теплоснабжения (котлов, тепловых сетей, котельных);
- отсутствие теплоснабжения более 24 часов (одни сутки).

Перечень возможных аварийных ситуаций, их описание, масштабы и уровень реагирования, типовые действия персонала приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Перечень возможных аварийных ситуаций, их описание, масштабы и уровень реагирования, типовые действия персонала

Причина возникновения аварийной ситуации	Описание аварийной ситуации	Возможные масштабы аварийной ситуации и последствия	Уровень реагирования	Действия персонала организации, занятой в сфере теплоснабжения
Прекращение подачи электроэнергии на источник тепловой энергии, ЦТП, насосную станцию	Остановка работы источника тепловой энергии, ЦТП, насосной станции	Прекращение циркуляции в системе теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры в зданиях и домах, возможное размораживание наружных тепловых сетей и внутренних отопительных систем	Местный (муниципальный)	1.Сообщить об отсутствии электрической энергии в диспетчерскую службу электросетевой организации, в дежурную службу своей организации
				2. Перейти на резервную схему питания (второй ввод) или автономный источник электроснабжения (дизель-генератор)
				3. При длительном отсутствии электрической энергии организовать ремонтные работы по предотвращению размораживания силами персонала своей организации и организаций управляющих многоквартирными домами
				Время устранения аварии – до 2-х часов
Прекращение подачи холодной воды на источник тепловой энергии, ЦТП	Ограничение работы источника тепловой энергии	Ограничение циркуляции теплоносителя в системе теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях	Местный (муниципальный)	1.Сообщить об отсутствии холодной воды дежурному диспетчеру водоснабжающей организации и в дежурную службу своей организации
				2.При длительном отсутствии подачи воды и открытой системе ГВС, отключить ГВС и организовать ремонтные работы по предотвращению размораживания силами персонала своей организации и организаций управляющих многоквартирными домами
Прекращение подачи топлива	Остановка нагрева воды на источнике тепловой энергии	Прекращение подачи нагретой воды в систему теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях	Местный (муниципальный) (топливо – газ)	1.Сообщить о прекращении подачи топлива дежурному диспетчеру газоснабжающей организации и в дежурную службу своей организации
				2. Организовать переход на резервное топливо при его наличии
				3. При отсутствии резервного топлива и превышении допустимого времени устранения аварийных нарушений в подаче газа организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами персонала своей организации и управляющих организаций
				4. Время устранения аварии – до 3-х часов
			Объектовый (локальный) (топливо – мазут, уголь, древесные породы, дизельное	1. Сообщить об отсутствии подачи топлива руководителю организации
				2. Организовать переход на резервное топливо при его наличии
			Объектовый (локальный) (топливо – мазут, уголь, древесные породы, дизельное	3. Организовать ремонтные работы по восстановлению подачи топлива персоналом своей организации
				4. При длительном отсутствии подачи топлива организовать ремонтные работы по предотвращению размораживания силами персонала своей

Причина возникновения аварийной ситуации	Описание аварийной ситуации	Возможные масштабы аварийной ситуации и последствия	Уровень реагирования	Действия персонала организации, занятой в сфере теплоснабжения
			топливо)	организации и управляющих организаций 5. Время устранения аварии – 4 часа
Взрыв газо-воздушной смеси на источнике тепловой энергии	Остановка нагрева воды на источнике тепловой энергии	Прекращение подачи нагретой воды в систему теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях	Местный (муниципальный) (топливо – газ)	1.Сообщить о взрыве газо-воздушной смеси дежурному диспетчеру газоснабжающей организации, в дежурную службу своей организации 2. Действовать согласно Плану ликвидации аварии в газовом хозяйстве 3. Оказать помощь пострадавшим 4. Произвести отключение электрооборудования с установкой запрещающих и предупреждающих плакатов 5. При превышении допустимого времени устранения аварийных нарушений в подаче газа организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами персонала своей организации и организаций управляющих многоквартирными домами Время устранения аварии – до 3-х часов
Авария на газопроводе.	Остановка нагрева воды на источнике тепловой энергии	Прекращение подачи нагретой воды в систему теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях	Местный (муниципальный)	1.Действовать согласно Плану ликвидации аварии в газовом хозяйстве 2. Оказать помощь пострадавшим 3. Произвести отключение электрооборудования с установкой запрещающих и предупреждающих плакатов 4. При превышении допустимого времени устранения аварийных нарушений в подаче газа организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами персонала своей организации и организаций управляющих многоквартирными домами Время устранения аварии – до 3-х часов
Выход из строя котла (котлов)	Ограничение (остановка) работы источника тепловой энергии	Ограничение (прекращение) подачи горячей воды в систему отопления всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях	Объектовый (локальный)	Выполнить переключение на резервный котел. При невозможности переключения и снижении отпуска тепловой энергии организовать работы по ремонту силами персонала своей организации. При длительном отсутствии работы котла организовать ремонтные работы по предотвращению размораживания силами персонала своей организации и управляющих организаций Время устранения аварии – 24 часа

Причина возникновения аварийной ситуации	Описание аварийной ситуации	Возможные масштабы аварийной ситуации и последствия	Уровень реагирования	Действия персонала организации, занятой в сфере теплоснабжения
Выход из строя сетевого (сетевых) насоса	Ограничение (остановка) работы источника тепловой энергии	Прекращение циркуляции в системе теплоснабжения всех потребителей населенного пункта, понижение температуры воздуха в зданиях, возможное размораживание наружных тепловых сетей и внутренних отопительных систем	Местный	1.Выполнить переключение на резервный насос. При невозможности переключения организовать работы по ремонту силами персонала своей организации
				2. При превышении допустимого времени устранения аварийных нарушений в работе насоса организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами персонала своей организации и управляющих организаций
				Время устранения аварии – до 2-х часов
Пожар ЦТП или в непосредственной близости от объекта	Блокирование работы объекта	Прекращение циркуляции в системе теплоснабжения, понижение температуры в зданиях, возможное размораживание наружных тепловых сетей и внутренних отопительных систем	Объектовый Местный	1.Принять меры по предотвращению пожара помещения
				2.Оказать помощь пострадавшим
				3.Организовать тушение пожара имеющимися средствами пожаротушения
				4. Произвести отключение электрооборудования с установкой запрещающих и предупреждающих плакатов
				5. Вызвать пожарную команду
				6. Сообщить о пожаре в дежурную службу своей организации
				7. При превышении допустимого времени устранения последствий возгорания организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами персонала своей организации и управляющих организаций
Предельный износ сетей, гидродинамические удары	Порыв на тепловых сетях	Прекращение циркуляции в части системы, системе теплоснабжения, понижение температуры в зданиях, возможное размораживание наружных тепловых сетей и внутренних отопительных систем	Объектовый (локальный)	1.Организовать переключение теплоснабжения поврежденного участка от другого участка тепловых сетей (через секционирующую арматуру)
				2. Оптимальную схему теплоснабжения населенного пункта (части населенного пункта) определить с применением электронного моделирования
				3. При необходимости организовать устранение последствий аварийной ситуации силами ремонтного персонала своей организации
				4. При превышении допустимого времени устранения аварийных нарушений в тепловой сети и длительном отсутствии циркуляции теплоносителя организовать слив теплоносителя для предотвращения размораживания систем теплоснабжения и тепловой сети силами

Причина возникновения аварийной ситуации	Описание аварийной ситуации	Возможные масштабы аварийной ситуации и последствия	Уровень реагирования	Действия персонала организации, занятой в сфере теплоснабжения
		Прекращение циркуляции в системе теплоснабжения, понижение температуры в зданиях, возможное размораживание наружных тепловых сетей и внутренних отопительных систем	Местный	персонала своей организации и управляющих организаций
				5. Время устранения аварии – до 8-и часов
				1. Организовать устранение аварии силами ремонтного персонала своей организации
				2. При возможности временной подачи теплоносителя, оптимальную схему теплоснабжения населенного пункта (части населенного пункта) определить с применением электронного моделирования
				3. При длительном отсутствии циркуляции организовать ремонтные работы по предотвращению размораживания силами персонала своей организации и управляющих организаций
				4. Время устранения аварии – 2 часа

8.2. Схема теплоснабжения объектов первой категории

В соответствии с СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003: потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

- Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях, ниже предусмотренных ГОСТ 30494 (больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.).

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

- жилые и общественные здания до 12°C;
- промышленные здания до 8°C.

- Третья категория – остальные потребители.

При авариях (отказах) в СЦТ в течение всего ремонтно-восстановительного периода должна обеспечиваться подача 100% необходимой теплоты потребителям 1-ой категории.

Для потребителей 1-ой категории допускается предусматривать местные резервные источники теплоты (стационарные или передвижные) при отсутствии возможности резервирования от нескольких независимых источников тепла или тепловых сетей.

В качестве решения вопроса резервирования потребителей по тепловой энергии могут быть применены передвижные котельные установки. Передвижная котельная установка представляет собой блок-модуль полной заводской готовности, установленный на шасси автомобиля. Котельная может работать на жидком, твердом топливе или электричестве.

В случае аварии у потребителей 1-ой категории передвижную котельную установку можно подключить за 2-3 часа и начать подавать тепло в здания. Внешний вид передвижных котельных установок представлен на рисунке 8.1.



Рисунок 8.1 – Внешний вид передвижных котельных установок

8.3. Расчеты допустимого времени устранения технологических нарушений

В соответствии с «Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов», утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 № 354, не допускается даже временное понижение температуры в отапливаемых жилых помещениях ниже +8°C.

Согласно СП 124.13330.2012 «Тепловые сети», отказ теплоснабжения потребителя – это событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8°C.

Время снижения температуры в жилом здании при внезапном прекращении теплоснабжения определяем, как:

$$z = \beta \times \ln \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{(t_{\text{в,а}} - t_{\text{н}})}$$

где:

$t_{\text{в,а}}$ - температура в помещении после отключения теплоснабжения;

$t_{\text{в}}$ - температура в отапливаемом помещении, которая была при отключении теплоснабжения, °С, для г. Елец - не ниже 20°C;

$t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха, °С;

β - коэффициент аккумуляции здания, в часах.

Коэффициент аккумуляции характеризует величину тепловой аккумуляции зданий и зависит от толщины стен, коэффициента теплопередачи и коэффициента остекления.

Время снижения температуры в жилом здании (часах) при внезапном прекращении теплоснабжения для г. Елец приведен в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Снижение температуры внутри жилого здания при внезапном прекращении теплоснабжения для г. Елец

Коэффициент аккумуляции здания, ч	Время снижения температуры до 8°C в жилом здании (часах) при температуре наружного воздуха, °C						
	4	-1	-6	-11	-16	-21	-25
40	55,5	33,9	24,8	19,6	16,2	13,9	12,1
60	83,2	50,8	37,1	29,4	24,3	20,8	18,1
80	110,9	67,8	49,5	39,2	32,4	27,7	24,2
Коэффициент аккумуляции здания, ч	Время снижения температуры до 0°C в жилом здании (часах) при температуре наружного воздуха, °C						
	-1	-6	-11	-16	-21	-25	
40	121,8	58,7	41,4	32,4	26,8	22,8	
60	182,7	88,0	62,2	48,7	40,1	34,2	
80	243,6	117,3	82,9	64,9	53,5	45,6	

На основании данных, приведенных в таблице 8.2, можно оценить время, имеющееся для ликвидации аварии или принятия мер по предотвращению лавинообразного развития аварий, т.е. замерзания теплоносителя в системах отопления зданий, в которые прекращена подача тепла.

Например, в отключенном в результате аварии квартале имеются здания, у которых коэффициент аккумуляции для углового помещения верхнего этажа равен 40 часов. Если авария произошла при температуре наружного воздуха -25 °C, то из таблицы 8.2 следует, что время снижения температуры в квартире с 20°C до 8 °C, составит 12,1 ч, а до температуры 0°C, при которой в подвалах и на лестничных клетках может произойти замерзание теплоносителя, составит 22,8 ч.

Если в результате аварии отключено несколько зданий, то определение времени, имеющегося в распоряжении на ликвидацию аварии или принятие мер по предотвращению развития аварии, производится по зданию, имеющему наименьший коэффициент аккумуляции.