

Муниципальное образование город Кохма

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Г. КОХМА
НА ПЕРИОД ДО 2042 ГОДА
(актуализация на 2025 г.)**

Том 2. Обосновывающие материалы

Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения

ШИФР 001.33.2.СТ-ОМ.011.00

Москва, 2024 г.

Состав документов

Наименование документа	ШИФР
Схема теплоснабжения МО г. Кохма на период до 2042 года. Том 1. Утверждаемая часть	001.33.2.СТ-УЧ.001.00
Схема теплоснабжения МО г. Кохма на период до 2042 года. Том 2. Обосновывающие материалы	
Глава 1. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 1-4)	001.33.2.СТ-ОМ.001.01
Глава 1. Книга 2. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 5-7)	001.33.2.СТ-ОМ.001.02
Глава 1. Книга 3. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения (части 8-13)	001.33.2.СТ-ОМ.001.03
Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.002.00
Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.003.00
Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	001.33.2.СТ-ОМ.004.00
Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.005.00
Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	001.33.2.СТ-ОМ.006.00
Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии	001.33.2.СТ-ОМ.007.00
Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей	001.33.2.СТ-ОМ.008.00
Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.009.00
Глава 10. Перспективные топливные балансы	001.33.2.СТ-ОМ.010.00
Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.011.00
Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию	001.33.2.СТ-ОМ.012.00
Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.013.00
Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия	001.33.2.СТ-ОМ.014.00
Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций	001.33.2.СТ-ОМ.015.00
Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.016.00
Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.017.00

Наименование документа	ШИФР
Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.018.00
Глава 19. Оценка экологической безопасности теплоснабжения	001.33.2.СТ-ОМ.019.00

Содержание

1	Общие положения.....	9
2	Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них	13
3	Методы и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средняя частота отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения.....	14
4	Методы и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднее время восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения.....	19
5	Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	20
5.1	Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов.....	20
5.1.1	Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ИвТЭЦ-3 (западная часть)	20
5.1.2	Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ИвТЭЦ-3 (восточная часть)	28
5.1.3	Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция»	36
5.2	Результаты расчета вероятности безотказной работы потребителей	41
6	Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.....	42
7	Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.	43
8	Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения при отказе элементов тепловых сетей и при аварийных режимах работы систем	

теплоснабжения, связанных с прекращением подачи тепловой энергии, с моделированием гидравлических режимов работы таких систем.....	44
8.1 Моделирование аварийных ситуаций на магистральных тепловых сетях ИвТЭЦ-3	45
8.1.1 Моделирование аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе	45
8.1.2 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения ИвТЭЦ-3	48
9 Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения	49
9.1 Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих готовность энергетического оборудования	49
9.2 Установка резервного оборудования.....	49
9.3 Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии	49
9.4 Взаимное резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа	49
9.5 Устройство резервных насосных станций	49
9.6 Установка баков-аккумуляторов.....	49

Перечень таблиц

Табл. 1.1. Сроки восстановления теплоснабжения при отказах ТС	11
Табл. 3.1 Интенсивность отказов теплопровода λ с учетом времени его эксплуатации	14
Табл. 3.2 Частота отказов в тепловых сетях	15
Табл. 3.3 Частота отказов в магистральных тепловых сетях	16
Табл. 3.4 Частота отказов в распределительных тепловых сетях	16
Табл. 3.5 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»	16
Табл. 3.6 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Ивановская тепловая электростанция»	17
Табл. 3.7 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Контур-Т»	17
Табл. 3.8 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	17
Табл. 3.9 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Крайтекс Ресурс»	18
Табл. 4.1 Среднее время восстановления магистральных тепловых сетей	19
Табл. 4.2 Среднее время восстановления распределительных тепловых сетей	19
Табл. 5.1 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2023 г.	22
Табл. 5.2 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2042 г.	25
Табл. 5.3 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2023 г. ..	30
Табл. 5.4 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2042 г. ..	33
Табл. 5.5 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2023 г.	37
Табл. 5.6 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2042 г.	39
Табл. 5.7 Расчет вероятности безотказной работы потребителей по состоянию на 2023 г.	41

Табл. 5.8 Расчет вероятности безотказной работы потребителей по состоянию на 2042 г.	41
Табл. 7.1 Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций	43
Табл. 8.1 Время снижения температуры внутри отапливаемого помещения.....	45

Перечень рисунков

Рис. 5.1 Путь движения теплоносителя от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а.....	21
Рис. 5.2 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2023 г.	24
Рис. 5.3 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2042 г.	27
Рис. 5.4 Путь движения теплоносителя от ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49.....	29
Рис. 5.5 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2023 г.	32
Рис. 5.6 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2042 г.	35
Рис. 5.7 Путь движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18	36
Рис. 5.8 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2023 г.	38
Рис. 5.9 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2042 г.	40
Рис. 8.1 Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе ...	46
Рис. 8.2 Магистральный тепловой вывод диаметром 1000 мм	47
Рис. 8.3 Путь движения теплоносителя от Н-И ТЭЦ до ТП-12	47
Рис. 8.4 Пьезометрический график работы участка тепловой сети от ИвТЭЦ-3 до Больницы	48

1 Общие положения

Надежность теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, ТС, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

Наиболее ненадежным звеном теплоснабжения являются ТС, особенно при их подземной прокладке. Это, в первую очередь, 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 ТС из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура ТС в крупных системах не соответствует их масштабам.

Расчет показателей надежности тепловых сетей проводился с помощью расчетного комплекса «ZuluGIS» в соответствии с Методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения.

Объект исследования – ТС и подключенные к ним узлы потребления тепла.

Цели расчета – количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей в ТС систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности для каждого потребителя.

Важным свойством ТС является малая вероятность полного отказа системы. Для ТС с большим количеством элементов характерны частичные отказы, приводящие к отключению или снижению уровня теплоснабжения одного или части потребителей.

Для того, чтобы обеспечить выполнение основной функции ТС – надежную подачу тепловой энергии потребителям, рассредоточенным по узлам сети, в соответствии с их индивидуальными требованиями, надежность ТС необходимо оценивать узловыми показателями.

Другая важная особенность ТС – наличие временного резерва, который создается аккумулярующей способностью отапливаемых зданий, а также возможностью некоторого снижения температуры воздуха в зданиях против расчетного значения во время восстановления теплоснабжения после отказа (при ограничении частоты отказов и их глубины в соответствии с физиологическими требованиями к температурному режиму в зданиях).

Временной резерв может быть увеличен резервированием ТС, позволяющим поддерживать в послеаварийных режимах некоторый (пониженный) уровень теплоснабжения потребителей.

Резервирование ТС, наряду с повышением качества и надежности конструкций,

теплопроводов и оборудования, является основным средством обеспечения требуемого уровня надежности теплоснабжения.

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

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностью безотказной работы P_j , представляющей собой вероятность того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях j -го потребителя не опустится ниже граничного значения.

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

Классификация потребителей

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на 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:

- жилых и общественных зданий до 12 °С;
- промышленных зданий до 8 °С.

Третья категория - остальные потребители.

Надежность

Способность действующих и проектируемых ТС обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по следующим показателям (критериям): вероятности безотказной работы [P], коэффициенту готовности [K_g]. Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя.

Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы в соответствии со СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» следует принимать для:

- источника теплоты РИТ=0,97;
- тепловых сетей РТС= 0,9;
- потребителя теплоты РПТ = 0,99;
- СЦТ в целом РСЦТ = $0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$.

Минимально допустимый показатель коэффициента готовности [Кг] принимается равным Кг=0,97.

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальной прокладке величина подачи теплоты (%) для обеспечения внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях не ниже 12°C в течение ремонтно-восстановительного периода после отказа должна приниматься по Табл. 1.1 в соответствии со СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети».

Табл. 1.1. Сроки восстановления теплоснабжения при отказах ТС

Диаметр труб тепловых сетей, мм	Время восстановления теплоснабжения, ч	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления t_o , °C				
		-10	-20	-30	-40	-50
		Допускаемое снижение подачи теплоты %, до				
300	15	32	50	60	59	64
400	18	41	56	65	63	68
500	22	49	63	70	69	73
600	26	52	68	75	73	77
700	29	59	70	76	75	78
800-1000	40	66	75	80	79	82
1200-1400	До 54	71	79	83	82	85

Принятые допущения

Вероятность одновременного возникновения двух отказов не учитывается, так как она пренебрежимо мала (на три-четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа). Принимается, что при восстановлении отказавшего элемента ТС отказы других элементов ТС не происходят.

Если статистические данные по отказам не используются, расчет интенсивности отказов теплопроводов λ с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла при начальной интенсивности отказов 1 км однолинейного теплопровода $\lambda_{нач}$ равной $5,7 \cdot 10^{-6}$ 1/(км•ч) или 0,05 1/(км•год). Начальная интенсивность отказов соответствует периоду нормальной эксплуатации нового теплопровода после периода приработки. Средняя интенсивность отказов единицы ЗРА (например, задвижки) принимается равной $2,28 \cdot 10^{-7}$ 1/ч или 0,002 1/год.

Для схем теплоснабжения городов и городских округов с общим количеством жителей более 100 тыс. человек расчет ПН выполняется для узлов с обобщенными потребителями. Коэффициент тепловой аккумуляции зданий в этом случае принимается пользователем либо для представительных в данном узле категорий зданий, либо

для здания с наихудшей теплоустойчивостью.

Расчеты надежности тепловых сетей проводились в программном комплексе Zulu в модуле «Надежность».

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

За период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения были реализованы планы по строительству и реконструкции тепловых сетей, влияющие на показатели надежности.

Обновлена статистика отказов на тепловых сетях, с учетом инцидентов за базовый период.

Расчет перспективных показателей надежности приведен в соответствии с Приложением № 18 к методическим указаниям по разработке схем теплоснабжения, утвержденных приказом Минэнерго России от 5 марта 2019 г. № 212 (далее – Указания).

3 Методы и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средняя частота отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения

Интенсивность отказов теплопровода λ с учетом времени его эксплуатации рассчитывается в соответствии с методическими рекомендация по формуле:

$$\lambda = \lambda^{\text{нач}} \cdot (0,1 \cdot \tau^{\text{экспл}})^{\alpha-1}, 1/(\text{км} \cdot \text{ч})$$

где $\lambda^{\text{нач}}$ – начальная интенсивность отказов теплопровода, соответствующая периоду нормальной эксплуатации, $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$;

$\tau^{\text{экспл}}$ – продолжительность эксплуатации участка, лет;

α – коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка:

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau^{\text{экспл}} \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau^{\text{экспл}} \leq 17 \\ 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau^{\text{экспл}}}{20}\right)} & \text{при } \tau^{\text{экспл}} > 17 \end{cases}$$

Интенсивность отказов существующих теплопроводов λ с учетом времени их эксплуатации представлена в таблице ниже.

Табл. 3.1 Интенсивность отказов теплопровода λ с учетом времени его эксплуатации

Продолжительность эксплуатации участка, лет	Коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка	Интенсивность отказов λ , $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$
50	6,091247	0,020630216
49	5,794173	0,011608992
48	5,511588	0,006750793
47	5,242785	0,004049874
46	4,987091	0,002502366
45	4,743868	0,00159007
44	4,512507	0,001037544
43	4,292429	0,000694264
42	4,083085	0,000475779
41	3,883951	0,000333513
40	3,694528	0,000238859
39	3,514344	0,000174588
38	3,342947	0,0001301
37	3,17991	9,87423E-05
36	3,024824	7,62587E-05
35	2,877301	5,98762E-05
34	2,736974	4,77573E-05
33	2,60349	3,8664E-05

Продолжительность эксплуатации участка, лет	Коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка	Интенсивность отказов λ , 1/(км·ч)
32	2,476516	3,17495E-05
31	2,355735	2,6426E-05
30	2,240845	2,22796E-05
29	2,131557	1,90154E-05
28	2,0276	1,642E-05
27	1,928713	1,4338E-05
26	1,834648	1,26541E-05
25	1,745171	1,12826E-05
24	1,660058	1,01587E-05
23	1,579096	9,23316E-06
22	1,502083	8,46836E-06
21	1,428826	7,83521E-06
20	1,359141	7,31117E-06
19	1,292855	6,87874E-06
18	1,229802	6,52434E-06
17	1	0,0000057
16	1	0,0000057
15	1	0,0000057
13	1	0,0000057
12	1	0,0000057
11	1	0,0000057
10	1	0,0000057
9	1	0,0000057
8	1	0,0000057
7	1	0,0000057
6	1	0,0000057
5	1	0,0000057
4	1	0,0000057
3	0,8	7,25188E-06
2	0,8	7,86446E-06
1	0,8	9,03389E-06

Статистические данные по отказам в тепловых сетях, приводящих к прекращению теплоснабжения потребителей представлены в таблицах ниже.

Табл. 3.2 Частота отказов в тепловых сетях

Название теплоснабжающей организации	Количество повреждений (отказов) в тепловых сетях, приводящих к прекращению теплоснабжения потребителей, ед./год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»*	66	71	61	81	40
ООО «Ивановская тепловая электростанция»	-	-	-	-	-
ООО «Контур-Т»	-	-	-	-	-

Название теплоснабжающей организации	Количество повреждений (отказов) в тепловых сетях, приводящих к прекращению теплоснабжения потребителей, ед./год				
	2019	2020	2021	2022	2023
МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	11	6	8	13	13
ООО «Крайтекс Ресурс»	-	-	-	-	-

* информация по Филиалу «Владимирский» ПАО «Т Плюс» предоставлена справочно по г. Иваново, данные об отказах по г. Кохма отсутствуют

Табл. 3.3 Частота отказов в магистральных тепловых сетях

Название теплоснабжающей организации	Количество повреждений (отказов) в магистральных тепловых сетях, приводящих к прекращению теплоснабжения потребителей, ед./год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»*	46	50	42	57	28
ООО «Ивановская тепловая электростанция»	-	-	-	-	-
ООО «Контур-Т»	-	-	-	-	-
МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	-	-	-	-	-
ООО «Крайтекс Ресурс»	-	-	-	-	-

* информация по Филиалу «Владимирский» ПАО «Т Плюс» предоставлена справочно по г. Иваново, данные об отказах по г. Кохма отсутствуют

Табл. 3.4 Частота отказов в распределительных тепловых сетях

Название теплоснабжающей организации	Количество повреждений (отказов) в распределительных тепловых сетях, приводящих к прекращению теплоснабжения потребителей, ед./год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»*	20	21	19	24	12
ООО «Ивановская тепловая электростанция»	-	-	-	-	-
ООО «Контур-Т»	-	-	-	-	-
МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	11	6	8	13	13
ООО «Крайтекс Ресурс»	-	-	-	-	-

* информация по Филиалу «Владимирский» ПАО «Т Плюс» предоставлена справочно по г. Иваново, данные об отказах по г. Кохма отсутствуют

На основании данных частоты отказов были определены фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности каждой ТСО.

Табл. 3.5 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год в том числе:	0,11 3	0,12 2	0,10 4	0,14 0	0,06 9
отопительный период, 1/км/оп	0,03 7	0,04 0	0,03 4	0,04 6	0,02 2
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	0,05 5	0,05 9	0,05 0	0,06 7	0,03 3
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе:	0,20 6	0,22 1	0,19 4	0,25 5	0,12 7
отопительный период, 1/км/оп	0,06 7	0,07 2	0,06 5	0,08 3	0,04 1
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	0,09 9	0,10 6	0,09 2	0,12 3	0,06 1

Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год	1,31 2	1,41 0	1,20 8	1,61 8	0,79 9

*данные по филиалу «Владимирский» ПАО «Т Плюс» даны справочно по всем тепловым сетям. Данные по отказам на тепловых сетях, находящихся в г. Кохма отсутствуют.

Табл. 3.6 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Ивановская тепловая электростанция»

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год	-	-	-	-	-
Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год	-	-	-	-	-

Табл. 3.7 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Контур-Т»

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год	-	-	-	-	-
Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год	-	-	-	-	-

Табл. 3.8 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе:	0,070	0,035	0,043	0,078	0,078
отопительный период, 1/км/оп	0,028	0,015	0,020	0,033	0,033
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	0,030	0,018	0,020	0,033	0,033
Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год	-	-	-	-	-
Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год	0,688	0,344	0,418	0,761	0,761

Табл. 3.9 Фактические показатели частоты повреждаемости системы теплоснабжения в зоне деятельности ООО «Крайтекс Ресурс»

Наименование показателя	2019	2020	2021	2022	2023
Повреждения в магистральных тепловых сетях, 1/км/год в том числе:	-	-	-	-	-
отопительный период, 1/км/оп	-	-	-	-	-
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	-	-	-	-	-
Повреждения в распределительных тепловых сетях систем отопления, 1/км/год, в том числе:	0,070	0,035	0,043	0,078	0,078
отопительный период, 1/км/оп	0,028	0,015	0,020	0,033	0,033
в период испытаний на плотность и прочность, 1/км/год	0,030	0,018	0,020	0,033	0,033
Повреждения в сетях горячего водоснабжения (в случае их наличия), 1/км/год	-	-	-	-	-
Всего повреждения в тепловых сетях, 1/км/год	0,688	0,344	0,418	0,761	0,761

4 Методы и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднее время восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения

В таблицах ниже представлена информация о среднем времени восстановления теплоснабжения после отключения.

Табл. 4.1 Среднее время восстановления магистральных тепловых сетей

Название теплоснабжающей организации	Среднее время восстановления (магистральные сети), ч				
	2019	2020	2021	2022	2023
Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»	12	11	10	10	10
ООО «Ивановская тепловая электростанция»	-	-	-	-	-
ООО «Контур-Т»	-	-	-	-	-
МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	-	-	-	-	-
ООО «Крайтекс Ресурс»	-	-	-	-	-

Табл. 4.2 Среднее время восстановления распределительных тепловых сетей

Название теплоснабжающей организации	Среднее время восстановления (распределительные сети), ч				
	2019	2020	2021	2022	2023
Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»	11	10	10	10	6
ООО «Ивановская тепловая электростанция»	-	-	-	-	-
ООО «Контур-Т»	-	-	-	-	-
МУПП «ЖКХ Кохмабытсервис»	4,64	6,83	5,75	11,31	11,2
ООО «Крайтекс Ресурс»	-	-	-	-	-

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

5.1 Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов

5.1.1 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ИвТЭЦ-3 (западная часть)

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением № 46 Указаний, по методике расчета, изложенной в Приложении № 18 Указаний, представлены на рисунках и в таблице ниже.

На Рис. 5.1 приведена трассировка магистрального теплопровода ИвТЭЦ-3 (западная часть) от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В Табл. 5.1 и Табл. 5.2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя по состоянию на 2023 г. и 2042 г. соответственно.

На Рис. 5.2 и Рис. 5.3 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры по состоянию на 2023 г и 2042 г. соответственно.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

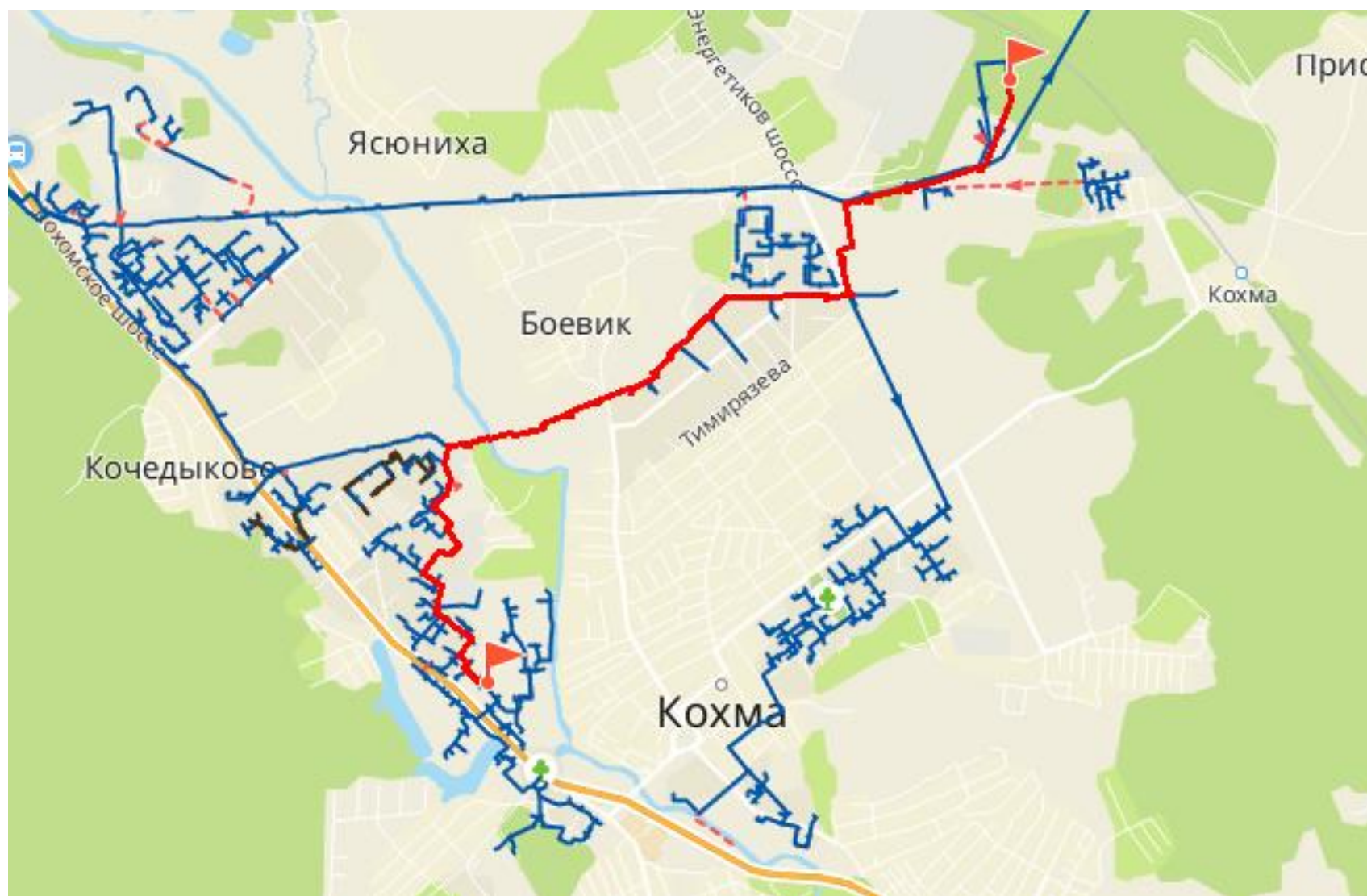


Рис. 5.1 Путь движения теплоносителя от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а

Табл. 5.1 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2023 г.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Нерезервированный участок тепломагистрали												
1	ИвТЭЦ-3	узел	1,000	1	2000	1	23	0,000009	36,38	0,0000000	0,00000001	1,0000000
2	узел	-	0,804	7	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000001	0,00000007	0,9999999
3	-	Е- 1.	0,804	500	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000046	0,00000469	0,9999953
4	Е- 1.	Е- 2.	0,804	720	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000066	0,00001134	0,9999887
5	Е- 2.	Е- 3.	0,804	195	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000018	0,00001314	0,9999869
6	Е- 3.	-	0,804	235	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000022	0,00001531	0,9999847
7	-	Е- 4.	0,804	1	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000000	0,00001532	0,9999847
8	Е- 4.	Е- 5.	0,804	109	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000010	0,00001632	0,9999837
9	Е- 5.	Е- 6.	0,804	115	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000011	0,00001739	0,9999826
10	Е- 6.	Опуск у Е- 6.	0,804	1	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000000	0,00001740	0,9999826
11	Опуск у Е- 6.	Е- 7.	0,804	214	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000020	0,00001937	0,9999806
12	Е- 7.	Е- 8.	0,804	98	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000009	0,00002028	0,9999797
13	Е- 8.	Е- 9.	0,804	144	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000013	0,00002161	0,9999784
14	Е- 9.	Е- 10.	0,804	80	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000007	0,00002234	0,9999777
15	Е- 10.	Подъем у Е- 10.	0,804	1	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000000	0,00002235	0,9999776
16	Подъем у Е- 10.	Е- 11.	0,804	141	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000013	0,00002366	0,9999763
17	Е- 11.	Е- 12.	0,804	260	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000024	0,00002606	0,9999739
18	Е- 12.	Е- 12/01.	0,804	1438	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000133	0,00003933	0,9999607
19	Е- 12/01.	Е- 12/1.	0,804	147	2008	1	15	0,000006	37,10	0,0000008	0,00004017	0,9999598
20	Е- 12/1.	Е- 13.	0,804	909	2008	1	15	0,000006	37,10	0,0000052	0,00004535	0,9999546
21	Е- 13.	Е- 14.	0,804	180	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000017	0,00004701	0,9999530
22	Е- 14.	-	0,359	1	2008	1	15	0,000006	19,11	0,0000000	0,00004702	0,9999530
23	-	Е- 14. 02	0,359	105	2008	1	15	0,000006	19,11	0,0000006	0,00004762	0,9999524
24	Е- 14. 02	узел	0,309	235	2008	2	15	0,000006	16,44	0,0000013	0,00004896	0,9999510
25	узел	узел	0,309	5	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000000	0,00004898	0,9999510
26	узел	узел	0,309	8	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000000	0,00004903	0,9999510
27	узел	узел	0,309	4	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000000	0,00004905	0,9999509
28	узел	узел	0,309	5	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000000	0,00004908	0,9999509
29	узел	узел	0,309	62	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000004	0,00004944	0,9999506
30	узел	узел	0,309	435	2008	1	15	0,000006	16,44	0,0000025	0,00005192	0,9999481
31	узел	узел	0,207	67	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00005230	0,9999477
32	узел	узел	0,207	81	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000005	0,00005276	0,9999472

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина тру- бопровода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжи- тельность эксплуатации участка без капитального ремонта (ре- конструк- ции), лет	Частота (ин- тенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время вос- становления участка, ч	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения накоплен- ным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относи- тельно ко- нечного по- требителя
33	узел	узел	0,207	48	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000003	0,00005304	0,9999470
34	узел	узел	0,207	32	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00005322	0,9999468
35	узел	узел	0,207	13	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000001	0,00005329	0,9999467
36	узел	узел	0,207	33	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00005348	0,9999465
37	узел	узел	0,207	44	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00005373	0,9999463
38	узел	узел	0,207	119	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000007	0,00005440	0,9999456
39	узел	узел	0,207	73	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00005482	0,9999452
40	узел	узел	0,207	94	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000005	0,00005535	0,9999447
41	узел	узел	0,207	72	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00005576	0,9999442
42	узел	узел	0,207	42	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00005600	0,9999440
43	узел	узел	0,207	68	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00005639	0,9999436
44	узел	узел	0,100	12	2008	1	15	0,000006	6,41	0,0000001	0,00005646	0,9999435
45	узел	ул. Иванов- ская, 32а	0,069	47	2008	1	15	0,000006	5,15	0,0000003	0,00005672	0,9999433

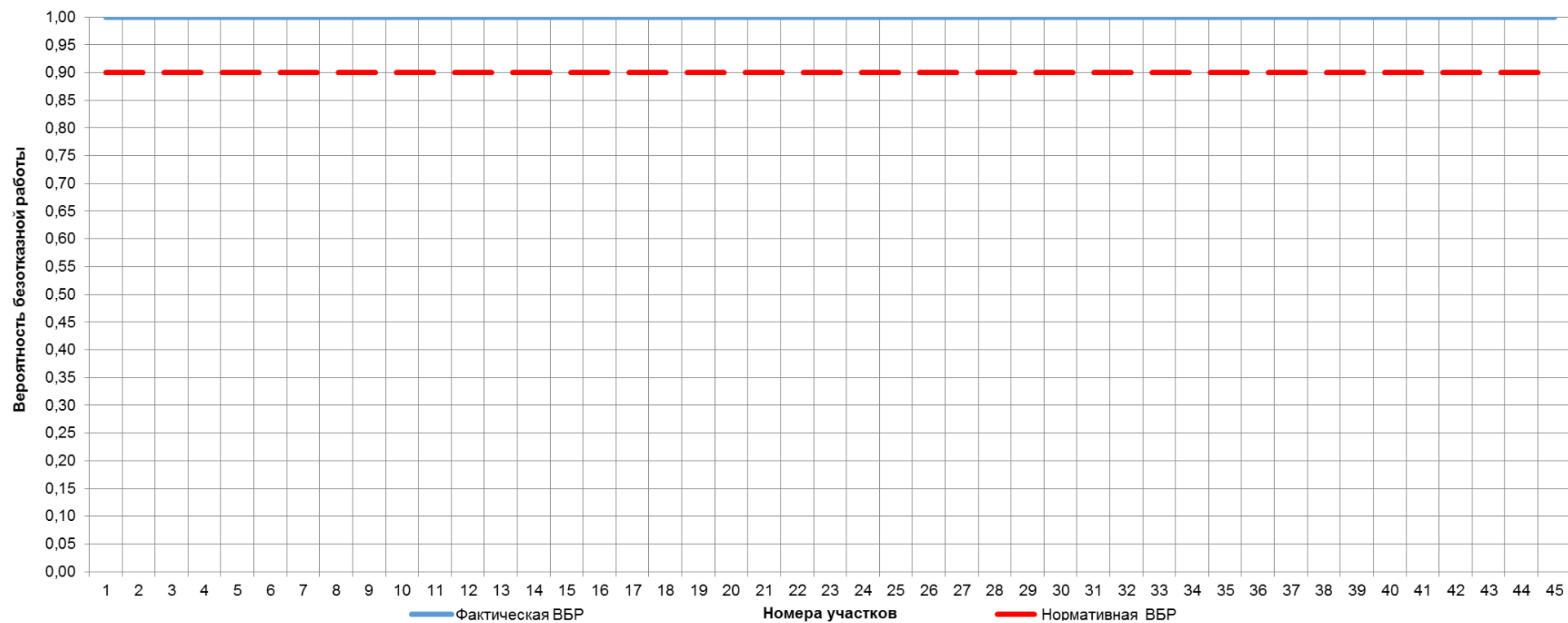


Рис. 5.2 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2023 г.

Табл. 5.2 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2042 г.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ИвТЭЦ-3	узел	1,000	1	2000	1	42	0,000476	36,38	0,0000005	0,00000048	0,9999995
2	узел	-	0,804	7	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000033	0,00000381	0,9999962
3	-	Е- 1.	0,804	500	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0002379	0,00024170	0,9997583
4	Е- 1.	Е- 2.	0,804	720	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0003426	0,00058426	0,9994157
5	Е- 2.	Е- 3.	0,804	195	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000928	0,00067703	0,9993230
6	Е- 3.	-	0,804	235	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0001118	0,00078884	0,9992112
7	-	Е- 4.	0,804	1	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000005	0,00078932	0,9992107
8	Е- 4.	Е- 5.	0,804	109	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000519	0,00084118	0,9991588
9	Е- 5.	Е- 6.	0,804	115	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000547	0,00089589	0,9991041
10	Е- 6.	Опуск у Е- 6.	0,804	1	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000005	0,00089637	0,9991036
11	Опуск у Е- 6.	Е- 7.	0,804	214	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0001018	0,00099818	0,9990018
12	Е- 7.	Е- 8.	0,804	98	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000466	0,00104481	0,9989552
13	Е- 8.	Е- 9.	0,804	144	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000685	0,00111332	0,9988867
14	Е- 9.	Е- 10.	0,804	80	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000381	0,00115139	0,9988486
15	Е- 10.	Подъем у Е- 10.	0,804	1	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000005	0,00115186	0,9988481
16	Подъем у Е- 10.	Е- 11.	0,804	141	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000671	0,00121895	0,9987811
17	Е- 11.	Е- 12.	0,804	260	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0001237	0,00134265	0,9986574
18	Е- 12.	Е- 12/01.	0,804	1438	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0006842	0,00202682	0,9979732
19	Е- 12/01.	Е- 12/1.	0,804	147	2008	1	34	0,000048	37,10	0,0000070	0,00203383	0,9979662
20	Е- 12/1.	Е- 13.	0,804	909	2008	1	34	0,000048	37,10	0,0000434	0,00207724	0,9979228
21	Е- 13.	Е- 14.	0,804	180	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000856	0,00216288	0,9978371
22	Е- 14.	-	0,359	1	2008	1	34	0,000048	19,11	0,0000000	0,00216293	0,9978371
23	-	Е- 14. 02	0,359	105	2008	1	34	0,000048	19,11	0,0000050	0,00216794	0,9978321
24	Е- 14. 02	узел	0,309	235	2008	2	34	0,000048	16,44	0,0000112	0,00217915	0,9978208
25	узел	узел	0,309	5	2008	1	34	0,000048	16,44	0,0000002	0,00217939	0,9978206
26	узел	узел	0,309	8	2008	1	34	0,000048	16,44	0,0000004	0,00217978	0,9978202
27	узел	узел	0,309	4	2008	1	34	0,000048	16,44	0,0000002	0,00217998	0,9978200
28	узел	узел	0,309	5	2008	1	34	0,000048	16,44	0,0000002	0,00218023	0,9978198
29	узел	узел	0,309	62	2023	1	19	0,000007	16,44	0,0000004	0,00218066	0,9978193
30	узел	узел	0,309	435	2023	1	19	0,000007	16,44	0,0000030	0,00218365	0,9978164
31	узел	узел	0,207	67	2024	1	18	0,000007	11,28	0,0000004	0,00218409	0,9978159
32	узел	узел	0,207	81	2025	1	17	0,000006	11,28	0,0000005	0,00218455	0,9978154
33	узел	узел	0,207	48	2025	1	17	0,000006	11,28	0,0000003	0,00218482	0,9978152
34	узел	узел	0,207	32	2027	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00218501	0,9978150
35	узел	узел	0,207	13	2028	1	14	0,000006	11,28	0,0000001	0,00218508	0,9978149

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
36	узел	узел	0,207	33	2028	1	14	0,000006	11,28	0,0000002	0,00218527	0,9978147
37	узел	узел	0,207	44	2029	1	13	0,000006	11,28	0,0000002	0,00218551	0,9978145
38	узел	узел	0,207	119	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000007	0,00218619	0,9978138
39	узел	узел	0,207	73	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000004	0,00218660	0,9978134
40	узел	узел	0,207	94	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000005	0,00218714	0,9978129
41	узел	узел	0,207	72	2033	1	9	0,000006	11,28	0,0000004	0,00218755	0,9978125
42	узел	узел	0,207	42	2034	1	8	0,000006	11,28	0,0000002	0,00218779	0,9978122
43	узел	узел	0,207	68	2035	1	7	0,000006	11,28	0,0000004	0,00218817	0,9978118
44	узел	узел	0,100	12	2035	1	7	0,000006	6,41	0,0000001	0,00218825	0,9978118
45	узел	ул. Ивановская, 32а	0,069	47	2037	1	5	0,000006	5,15	0,0000003	0,00218851	0,9978115

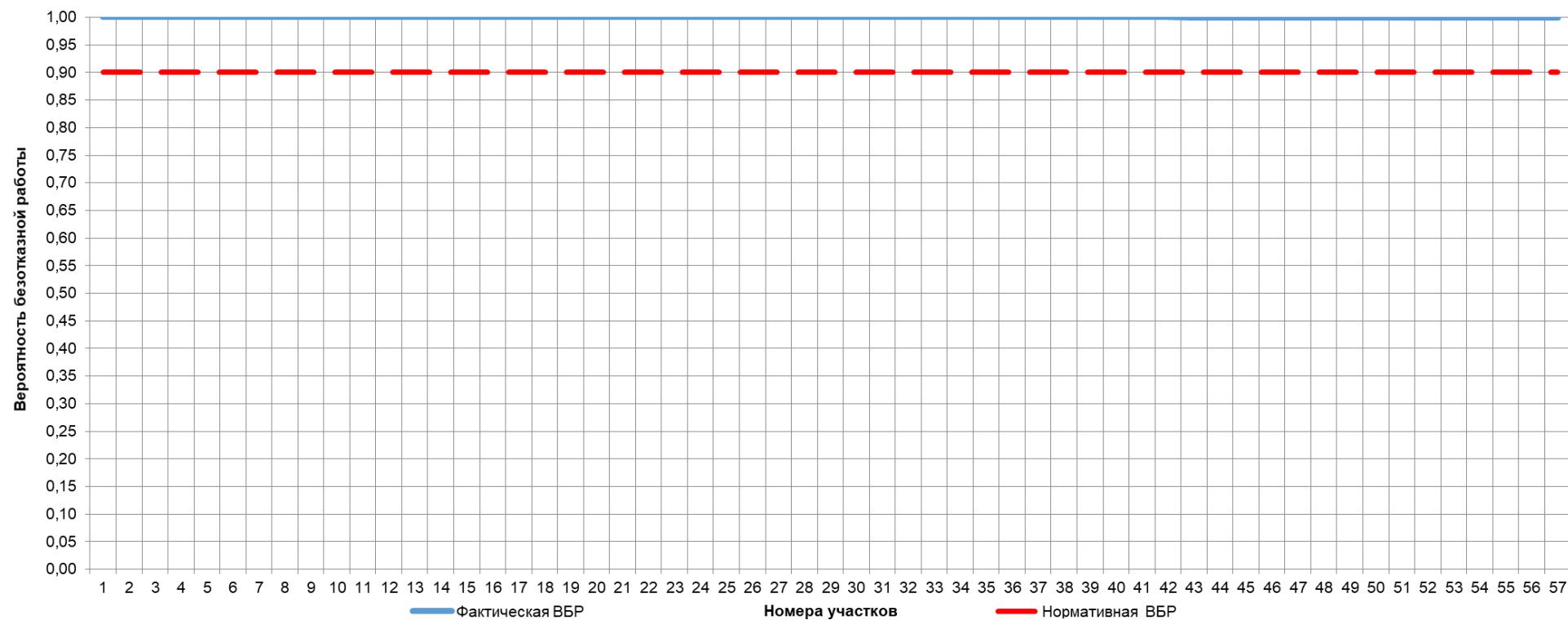


Рис. 5.3 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (западная часть) до ул. Ивановская, 32а по состоянию на 2042 г.

5.1.2 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей ИвТЭЦ-3

На Рис. 5.4 приведена трассировка магистрального теплопровода ИвТЭЦ-3 (восточная часть) от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В Табл. 5.3и Табл. 5.4 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя по состоянию на 2023 г. и 2042 г. соответственно.

На Рис. 5.5 и Рис. 5.6 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры по состоянию на 2023 г и 2042 г. соответственно.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

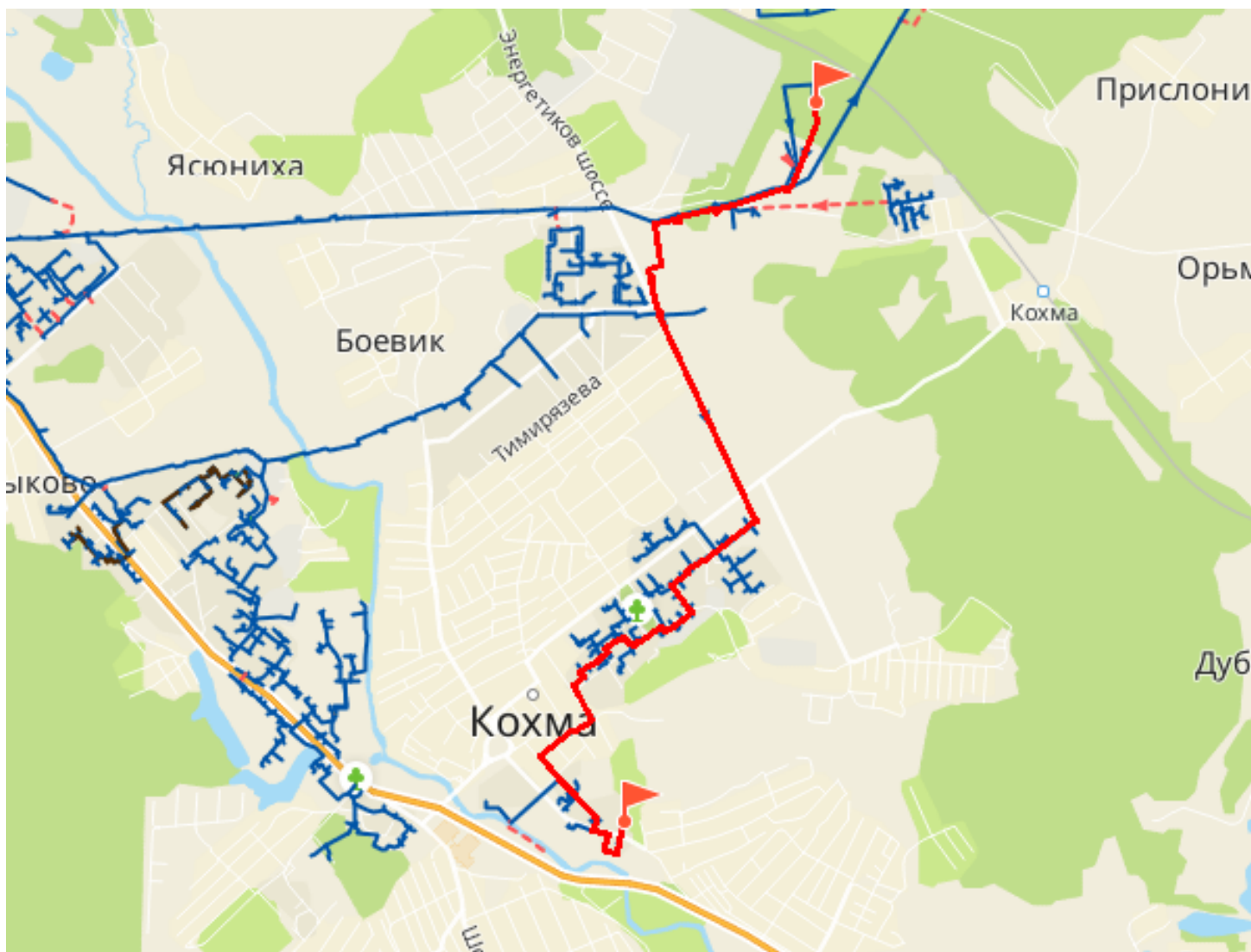


Рис. 5.4 Путь движения теплоносителя от ИвтЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49

Табл. 5.3 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2023 г.

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина трубо- провода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжитель- ность эксплуата- ции участка без капитального ре- монта (рекон- струкции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время восста- новле- ния участка, ч	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения при отказе участка, 1/час	Параметр по- тока отказов теплоснабже- ния накоплен- ным итогом, 1/ч	Вероят- ность безот- казной ра- боты пути относи- тельно ко- нечного по- требителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ИвТЭЦ-3	узел	1,000	1	2000	1	23	0,000009	36,38	0,0000000	0,00000001	1,0000000
2	узел	-	0,804	7	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000001	0,00000007	0,9999999
3	-	Е- 1.	0,804	500	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000046	0,00000469	0,9999953
4	Е- 1.	Е- 2.	0,804	720	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000066	0,00001134	0,9999887
5	Е- 2.	Е- 3.	0,804	195	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000018	0,00001314	0,9999869
6	Е- 3.	-	0,804	235	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000022	0,00001531	0,9999847
7	-	Е- 4.	0,804	1	2000	2	23	0,000009	37,10	0,0000000	0,00001532	0,9999847
8	Е- 4.	Е- 5.	0,804	109	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000010	0,00001632	0,9999837
9	Е- 5.	Е- 6.	0,804	115	2000	1	23	0,000009	37,10	0,0000011	0,00001739	0,9999826
10	Е- 6.	Задвижка Е- 6-3	0,309	1	2008	2	15	0,000006	16,44	0,0000000	0,00001739	0,9999826
11	Задвижка Е- 6-3	ЦТП-5 вход	0,309	994	2008	2	15	0,000006	16,44	0,0000057	0,00002306	0,9999769
12	ЦТП-5 вход	Регулятор дав- ления после себя	0,207	2	2008	2	15	0,000006	11,28	0,0000000	0,00002307	0,9999769
13	Регулятор давления по- сле себя	ЦТП-5 выход3	0,207	2	2008	2	15	0,000006	11,28	0,0000000	0,00002308	0,9999769
14	ЦТП-5 выход3	У-33.а	0,207	630	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000036	0,00002667	0,9999733
15	У-33.а	У-40	0,207	60	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000003	0,00002702	0,9999730
16	У-40	У-41	0,207	21	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000001	0,00002714	0,9999729
17	У-41	У-42	0,207	38	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00002735	0,9999726
18	У-42	У-43	0,207	50	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000003	0,00002764	0,9999724
19	У-43	У-43.а	0,207	5	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000000	0,00002767	0,9999723
20	У-43.а	У-44	0,207	34	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00002786	0,9999721
21	У-44	У-45	0,207	27	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00002801	0,9999720
22	У-45	-	0,207	55	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000003	0,00002833	0,9999717
23	-	У-47	0,207	37	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00002854	0,9999715
24	У-47	У-49	0,207	127	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000007	0,00002926	0,9999707
25	У-49	У-52	0,207	69	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00002965	0,9999703
26	У-52	У-59	0,207	55	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000003	0,00002997	0,9999700
27	У-59	У-60	0,207	102	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000006	0,00003055	0,9999695
28	У-60	У-61	0,207	20	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000001	0,00003066	0,9999693
29	У-61	У-63	0,207	42	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00003090	0,9999691
30	У-63	У-65	0,207	18	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000001	0,00003101	0,9999690

№ участка пути	Начальная ка- мера участка	Конечная ка- мера участка	Диаметр трубопро- вода на участке, м	Длина трубо- провода на участке, м	Год про- кладки ре- монта	Тип про- кладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжитель- ность эксплуата- ции участка без капитального ре- монта (рекон- струкции), лет	Частота (интенсив- ность) от- каза участка, 1/км/ч	Среднее время восста- новле- ния участка, ч	Параметр потока отка- зов тепло- снабжения при отказе участка, 1/час	Параметр по- тока отказов теплоснабже- ния накоплен- ным итогом, 1/ч	Вероят- ность безот- казной ра- боты пути относи- тельно ко- нечного по- требителя
31	У-65	У-66	0,207	77	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000004	0,00003144	0,9999686
32	У-66	У-67	0,207	28	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000002	0,00003160	0,9999684
33	У-67	т-1	0,207	574	2008	1	15	0,000006	11,28	0,0000033	0,00003488	0,9999651
34	т-1	узел	0,150	134	2008	1	15	0,000006	8,59	0,0000008	0,00003564	0,9999644
35	узел	т-2	0,150	17	2008	1	15	0,000006	8,59	0,0000001	0,00003574	0,9999643
36	т-2	т-11	0,150	51	2008	1	15	0,000006	8,59	0,0000003	0,00003603	0,9999640
37	т-11	т-16	0,125	22	2008	1	15	0,000006	7,48	0,0000001	0,00003615	0,9999638
38	т-16	узел	0,125	25	2008	1	15	0,000006	7,48	0,0000001	0,00003630	0,9999637
39	узел	узел	0,125	91	2008	1	15	0,000006	7,48	0,0000005	0,00003682	0,9999632
40	узел	т-17	0,125	182	2008	1	15	0,000006	7,48	0,0000010	0,00003786	0,9999621
41	т-17	т-18	0,150	70	2008	1	15	0,000006	8,59	0,0000004	0,00003825	0,9999617
42	т-18	т-19	0,150	37	2008	1	15	0,000006	8,59	0,0000002	0,00003847	0,9999615
43	т-19	т-20	0,080	27	2008	1	15	0,000006	5,59	0,0000002	0,00003862	0,9999614
44	т-20	тк Октябрь- ская 49	0,080	10	2008	1	15	0,000006	5,59	0,0000001	0,00003868	0,9999613
45	тк Октябрь- ская 49	ул. Октябрь- ская 49	0,080	10	2008	1	15	0,000006	5,59	0,0000001	0,00003873	0,9999613

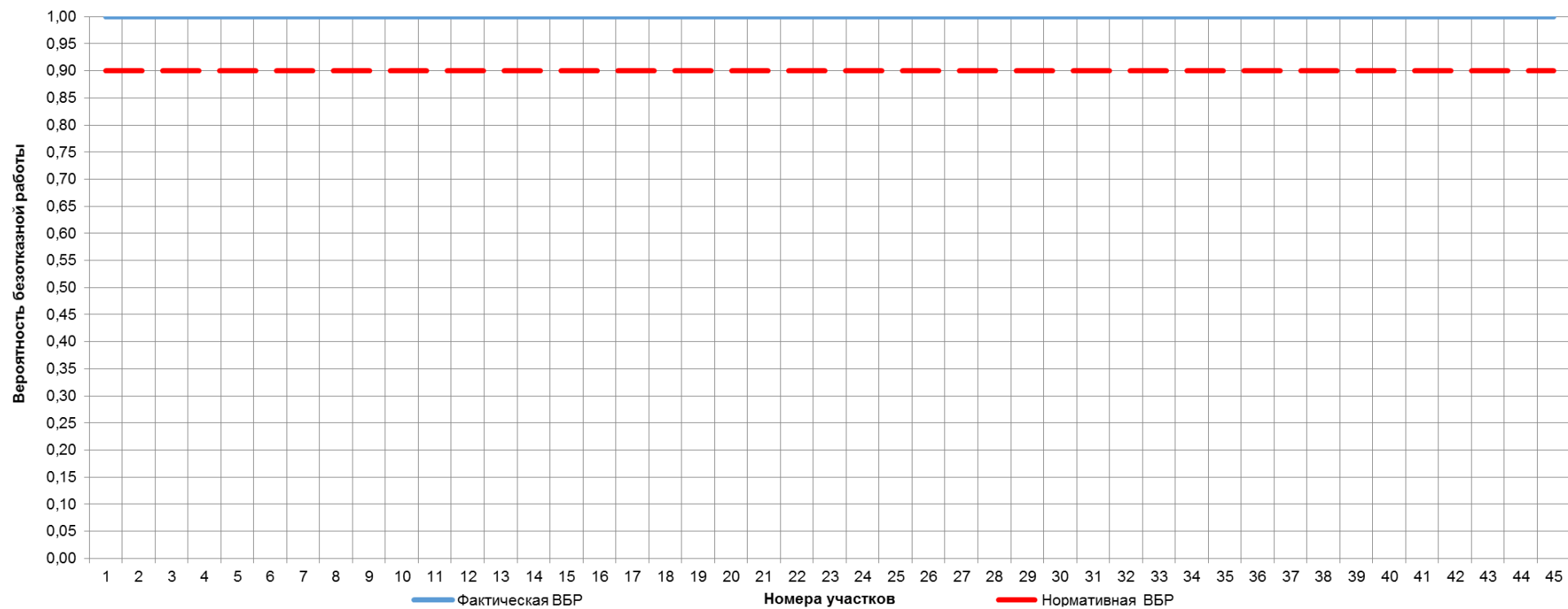


Рис. 5.5 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2023 г.

Табл. 5.4 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2042 г.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отклазе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	ИвТЭЦ-3	узел	1,000	1	2000	1	42	0,000476	36,38	0,0000005	0,00000048	0,9999995
2	узел	-	0,804	7	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000033	0,00000381	0,9999962
3	-	Е- 1.	0,804	500	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0002379	0,00024170	0,9997583
4	Е- 1.	Е- 2.	0,804	720	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0003426	0,00058426	0,9994157
5	Е- 2.	Е- 3.	0,804	195	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000928	0,00067703	0,9993230
6	Е- 3.	-	0,804	235	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0001118	0,00078884	0,9992112
7	-	Е- 4.	0,804	1	2000	2	42	0,000476	37,10	0,0000005	0,00078932	0,9992107
8	Е- 4.	Е- 5.	0,804	109	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000519	0,00084118	0,9991588
9	Е- 5.	Е- 6.	0,804	115	2000	1	42	0,000476	37,10	0,0000547	0,00089589	0,9991041
10	Е- 6.	Задвижка Е- 6-3	0,309	1	2008	2	34	0,000048	16,44	0,0000000	0,00089594	0,9991041
11	Задвижка Е- 6-3	ЦТП-5 вход	0,309	994	2023	2	19	0,000007	16,44	0,0000068	0,00090278	0,9990972
12	ЦТП-5 вход	Регулятор давления после себя	0,207	2	2023	2	19	0,000007	11,28	0,0000000	0,00090279	0,9990972
13	Регулятор давления после себя	ЦТП-5 выход3	0,207	2	2024	2	18	0,000007	11,28	0,0000000	0,00090281	0,9990972
14	ЦТП-5 выход3	У-33.а	0,207	630	2025	1	17	0,000006	11,28	0,0000036	0,00090640	0,9990936
15	У-33.а	У-40	0,207	60	2025	1	17	0,000006	11,28	0,0000003	0,00090674	0,9990933
16	У-40	У-41	0,207	21	2026	1	16	0,000006	11,28	0,0000001	0,00090686	0,9990931
17	У-41	У-42	0,207	38	2026	1	16	0,000006	11,28	0,0000002	0,00090708	0,9990929
18	У-42	У-43	0,207	50	2026	1	16	0,000006	11,28	0,0000003	0,00090736	0,9990926
19	У-43	У-43.а	0,207	5	2027	1	15	0,000006	11,28	0,0000000	0,00090739	0,9990926
20	У-43.а	У-44	0,207	34	2028	1	14	0,000006	11,28	0,0000002	0,00090758	0,9990924
21	У-44	У-45	0,207	27	2029	1	13	0,000006	11,28	0,0000002	0,00090774	0,9990923
22	У-45	-	0,207	55	2029	1	13	0,000006	11,28	0,0000003	0,00090805	0,9990919
23	-	У-47	0,207	37	2029	1	13	0,000006	11,28	0,0000002	0,00090826	0,9990917
24	У-47	У-49	0,207	127	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000007	0,00090899	0,9990910
25	У-49	У-52	0,207	69	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000004	0,00090938	0,9990906
26	У-52	У-59	0,207	55	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000003	0,00090969	0,9990903
27	У-59	У-60	0,207	102	2030	1	12	0,000006	11,28	0,0000006	0,00091027	0,9990897
28	У-60	У-61	0,207	20	2031	1	11	0,000006	11,28	0,0000001	0,00091039	0,9990896
29	У-61	У-63	0,207	42	2031	1	11	0,000006	11,28	0,0000002	0,00091063	0,9990894
30	У-63	У-65	0,207	18	2032	1	10	0,000006	11,28	0,0000001	0,00091073	0,9990893
31	У-65	У-66	0,207	77	2032	1	10	0,000006	11,28	0,0000004	0,00091117	0,9990888
32	У-66	У-67	0,207	28	2033	1	9	0,000006	11,28	0,0000002	0,00091133	0,9990887
33	У-67	т-1	0,207	574	2033	1	9	0,000006	11,28	0,0000033	0,00091460	0,9990854

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отклазе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
34	т-1	узел	0,150	134	2033	1	9	0,000006	8,59	0,0000008	0,00091536	0,9990846
35	узел	т-2	0,150	17	2034	1	8	0,000006	8,59	0,0000001	0,00091546	0,9990845
36	т-2	т-11	0,150	51	2035	1	7	0,000006	8,59	0,0000003	0,00091575	0,9990842
37	т-11	т-16	0,125	22	2036	1	6	0,000006	7,48	0,0000001	0,00091588	0,9990841
38	т-16	узел	0,125	25	2036	1	6	0,000006	7,48	0,0000001	0,00091602	0,9990840
39	узел	узел	0,125	91	2037	1	5	0,000006	7,48	0,0000005	0,00091654	0,9990835
40	узел	т-17	0,125	182	2037	1	5	0,000006	7,48	0,0000010	0,00091758	0,9990824
41	т-17	т-18	0,150	70	2038	1	4	0,000006	8,59	0,0000004	0,00091798	0,9990820
42	т-18	т-19	0,150	37	2039	1	3	0,000007	8,59	0,0000003	0,00091825	0,9990818
43	т-19	т-20	0,080	27	2041	1	1	0,000009	5,59	0,0000002	0,00091849	0,9990815
44	т-20	тк Октябрьская 49	0,080	10	2041	1	1	0,000009	5,59	0,0000001	0,00091858	0,9990814
45	тк Октябрьская 49	ул. Октябрьская 49	0,080	10	2041	1	1	0,000009	5,59	0,0000001	0,00091867	0,9990813

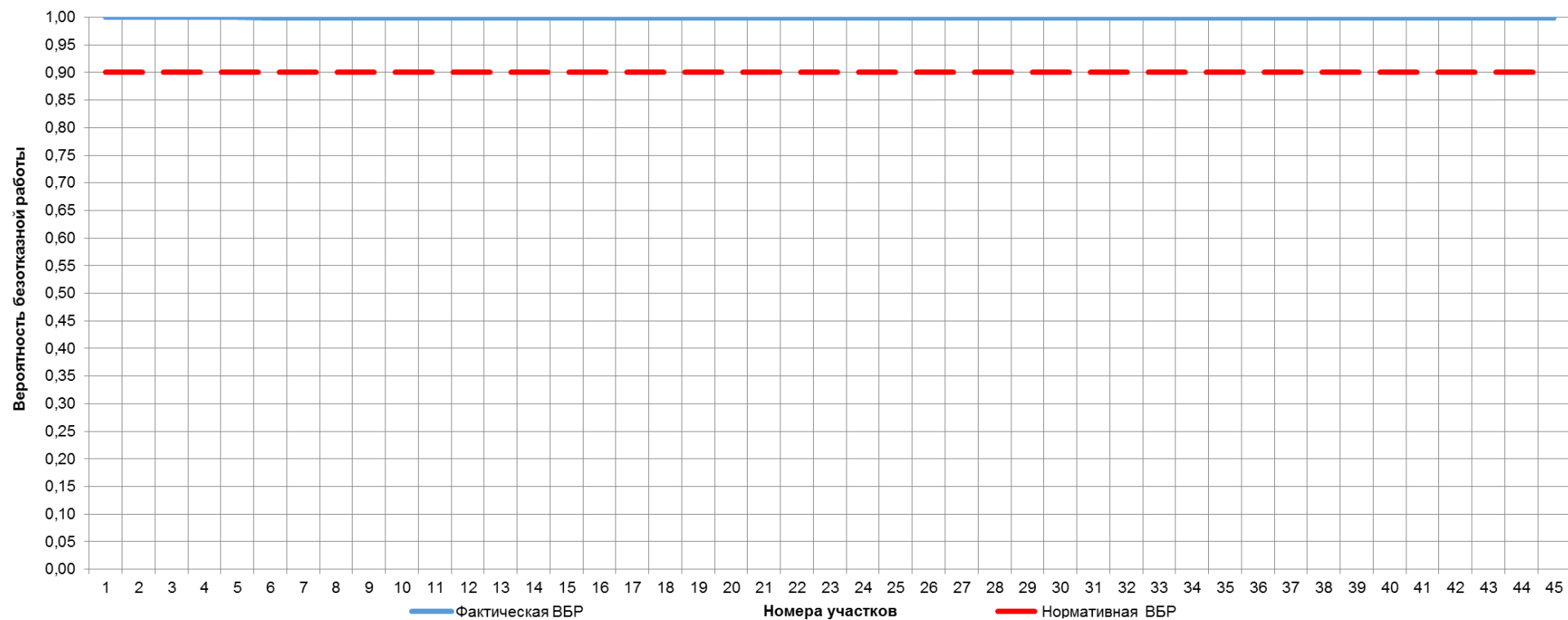


Рис. 5.6 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя ИвТЭЦ-3 (восточная часть) до ул. Октябрьская 49 по состоянию на 2042 г.

5.1.3 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция»

На Рис. 5.4 приведена трассировка теплопровода от источника тепловой энергии до рассматриваемого конечного потребителя.

В Табл. 5.3и Табл. 5.4 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее – ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя по состоянию на 2023 г. и 2042 г. соответственно.

На Рис. 5.5 и Рис. 5.6 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры по состоянию на 2023 г и 2042 г. соответственно.

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения данного присоединенного потребителя выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_i \geq 0,9$).

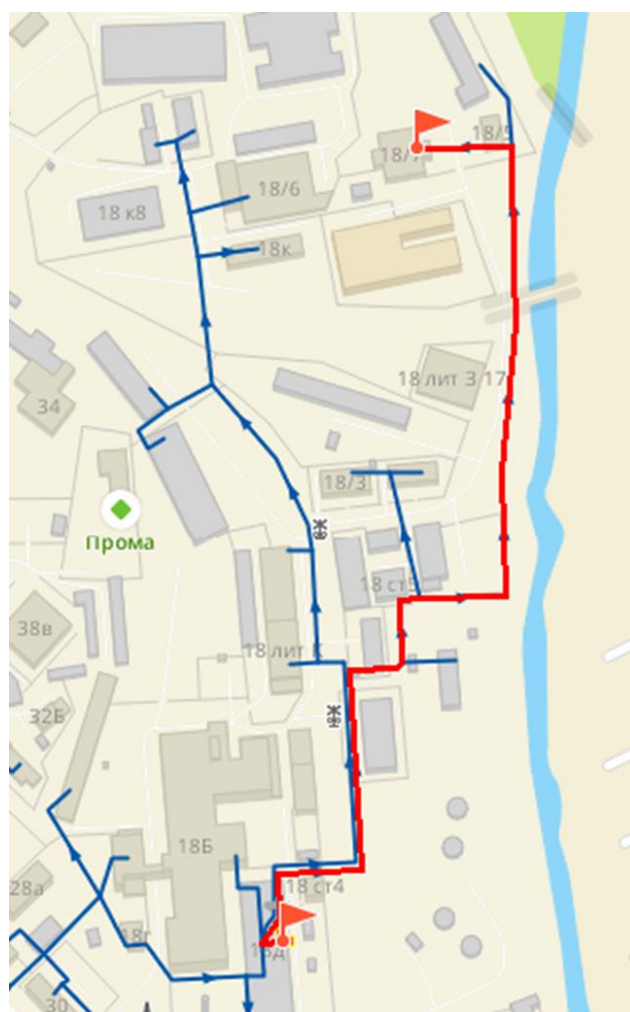


Рис. 5.7 Путь движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18

Табл. 5.5 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2023 г.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	Котельная ООО «Ивановская тепловая электростанция»	узел	0,309	12	2010	1	13	0,000006	16,44	0,0000001	0,00000007	0,9999999
2	узел	-	0,100	272	2010	1	13	0,000006	6,41	0,0000015	0,00000162	0,9999984
3	-	узел	0,100	55	2010	1	13	0,000006	6,41	0,0000003	0,00000193	0,9999981
4	узел	узел	0,100	351	2010	1	13	0,000006	6,41	0,0000020	0,00000393	0,9999961
5	узел	ул. Ивановская, 18	0,050	63	2010	1	13	0,000006	4,43	0,0000004	0,00000429	0,9999957

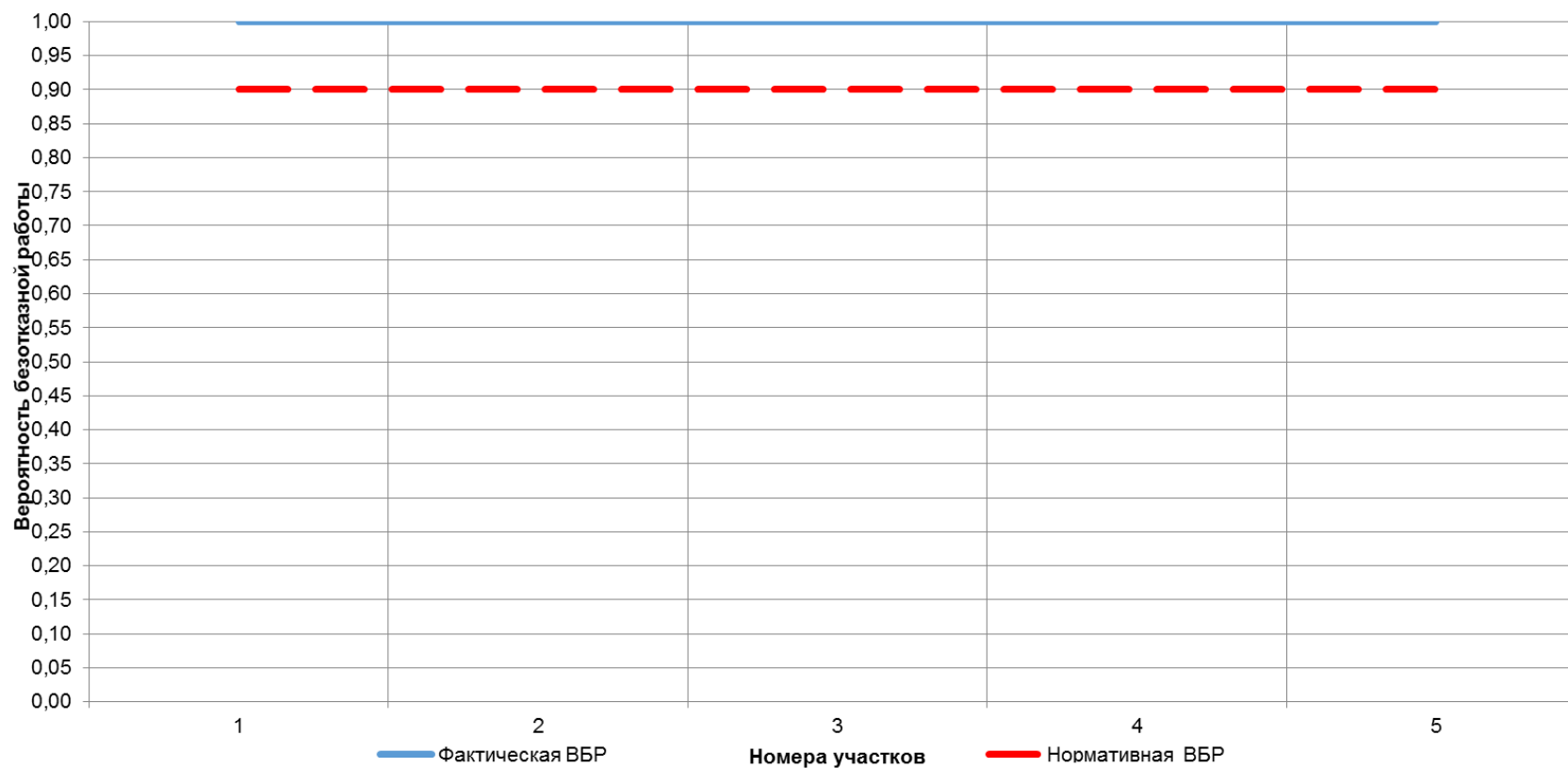


Рис. 5.8 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2023 г.

Табл. 5.6 Расчет вероятности безотказной работы теплопровода от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2042 г.

№ участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, м	Год прокладки ремонта	Тип прокладки (1 - надземная; 2 - подземная)	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/км/ч	Среднее время восстановления участка, ч	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
Резервированный участок тепломагистрали												
1	Котельная ООО «Ивановская тепловая электростанция»	узел	0,309	12	2010	1	32	0,000032	16,44	0,0000004	0,00000039	0,9999996
2	узел	-	0,100	272	2010	1	32	0,000032	6,41	0,0000086	0,00000902	0,9999910
3	-	узел	0,100	55	2023	1	19	0,000007	6,41	0,0000004	0,00000940	0,9999906
4	узел	узел	0,100	351	2030	1	12	0,000006	6,41	0,0000020	0,00001140	0,9999886
5	узел	ул. Ивановская, 18	0,050	63	2031	1	11	0,000006	4,43	0,0000004	0,00001176	0,9999882

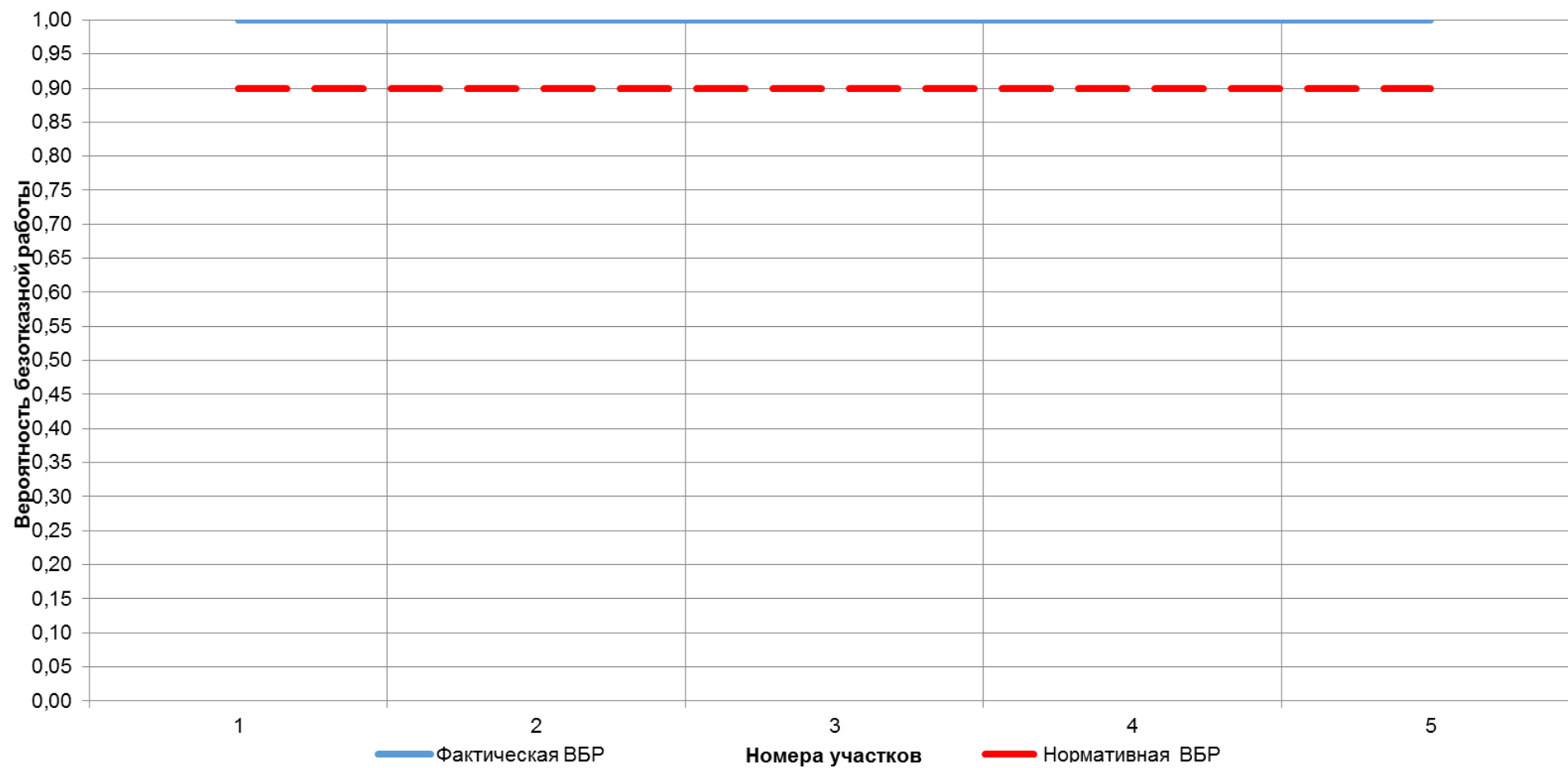


Рис. 5.9 Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя от котельной ООО «Ивановская тепловая электростанция» до ул. Ивановская, 18 по состоянию на 2042 г.

5.2 Результаты расчета вероятности безотказной работы потребителей

Расчет показателя надежности потребителей производился в программном комплексе ГИС Zulu.

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы, определяемыми для каждого потребителя и представляющими собой вероятности того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблицах ниже. В таблицах представлены минимальные и максимальные показатели вероятности безотказной работы потребителя для каждого источника тепловой энергии, а также количество потребителей, для которых данный показатель ниже нормированного.

Табл. 5.7 Расчет вероятности безотказной работы потребителей по состоянию на 2023 г.

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
1	ИвТЭЦ-3	0.979447	1	0
2	Котельная ООО «Крайтекс Ресурс»	1	1	0
3	Котельная ООО «Ивановская тепловая электростанция»	0.999910	1	0

Табл. 5.8 Расчет вероятности безотказной работы потребителей по состоянию на 2042 г.

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
		Min	Max	
1	ИвТЭЦ-3	0.982945	1	0
2	Котельная ООО «Крайтекс Ресурс»	1	1	0
3	Котельная ООО «Ивановская тепловая электростанция»	0.999910	1	0

6 Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

Согласно СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» коэффициент готовности Кг (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.

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

Коэффициент готовности источников тепловой энергии г. Кохма

Наименование источника	Коэффициент готовности		
	Минимальный	Максимальный	Средневзвешенный
ИвТЭЦ-3	0,975073	0,989541	0,977192
Котельная ООО «Ивановская тепловая электростанция»	0,998773	0,999181	0,998964

7 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.

Оценка недоотпуска тепловой энергии по причине отказов и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии производится расчетным методом в ПРК ГИС Zulu.

Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий, учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций, приведена в таблице ниже.

Табл. 7.1 Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций

2023 - 2026	2030	2042
От 4,75%, до 2,69%	От 2,69% до 1,58%	От 1,58% до 0,5%

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 системы теплоснабжения за счет использования резервных и временных линий подачи тепла и т.д.).

8 Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения при отказе элементов тепловых сетей и при аварийных режимах работы систем теплоснабжения, связанных с прекращением подачи тепловой энергии, с моделированием гидравлических режимов работы таких систем

В целях оперативного устранения аварийных ситуаций в теплоснабжающих и теплосетевых организациях проводятся противоаварийные тренировки персонала.

Проведение тренировок направлено на решение следующих задач:

- проверка способности персонала самостоятельно и на основе коллективных действий персонала предупреждать развитие аварий, наилучшим способом обеспечить их ликвидацию;
- обеспечение формирования или восстановления навыков принятия оперативных решений и деятельности в сложной режимной обстановке в условиях ограниченного времени на решение задач управления;
- выявление необходимых организационных и технических мероприятий, направленных на совершенствование работы персонала и повышение надежности оборудования.

Тренировки проводятся с воспроизведением нарушений в работе оборудования, имитацией оперативной деятельности по ликвидации аварийной ситуации, оценками этой деятельности.

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

Для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

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

где t_b - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °С; t_n - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °С; Q_0 - подача теплоты в помещение, Дж/ч; $q_0 V$ - теплоемкость помещения, Дж/°С; t'_b - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °С; ζ - коэффициент, зависящий от теплопроводности ограждающих конструкций, °С/ч; β - коэффициент, зависящий от теплоемкости ограждающих конструкций, °С/ч.

- удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч×°C); β- коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

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

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

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

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

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

Табл. 8.1 Время снижения температуры внутри отапливаемого помещения

Температура наружного воздуха, °C	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °C
8	54,05
3	31,61
-2	21,31
-7	16,81
-12	13,40
-17	11,43
-22	9,65
-27	8,60
-33	7,81

8.1 Моделирование аварийных ситуаций на магистральных тепловых сетях ИвТЭЦ-3

8.1.1 Моделирование аварийной ситуации на магистральном тепловом выводе

Для моделирования аварийных ситуаций на магистральном тепловом выводе ИвТЭЦ-3 было выполнено отключение головного участка тепловой магистрали диаметром 800 мм от тепловой камеры Е-1 до тепловой камеры Е-2, приведенный на Рис. 8.1. Ивановская ТЭЦ-3 имеет резервную магистраль диаметром 1000 мм, приведенный на Рис. 8.2. В случае аварии, потребители г. Кохма будут снабжаться тепловой энергией от данного магистрального теплового вывода.

После отключения головного участка магистрального теплового вывода был

Рис. 8.1 Отключаемый участок на магистральном тепловом выводе

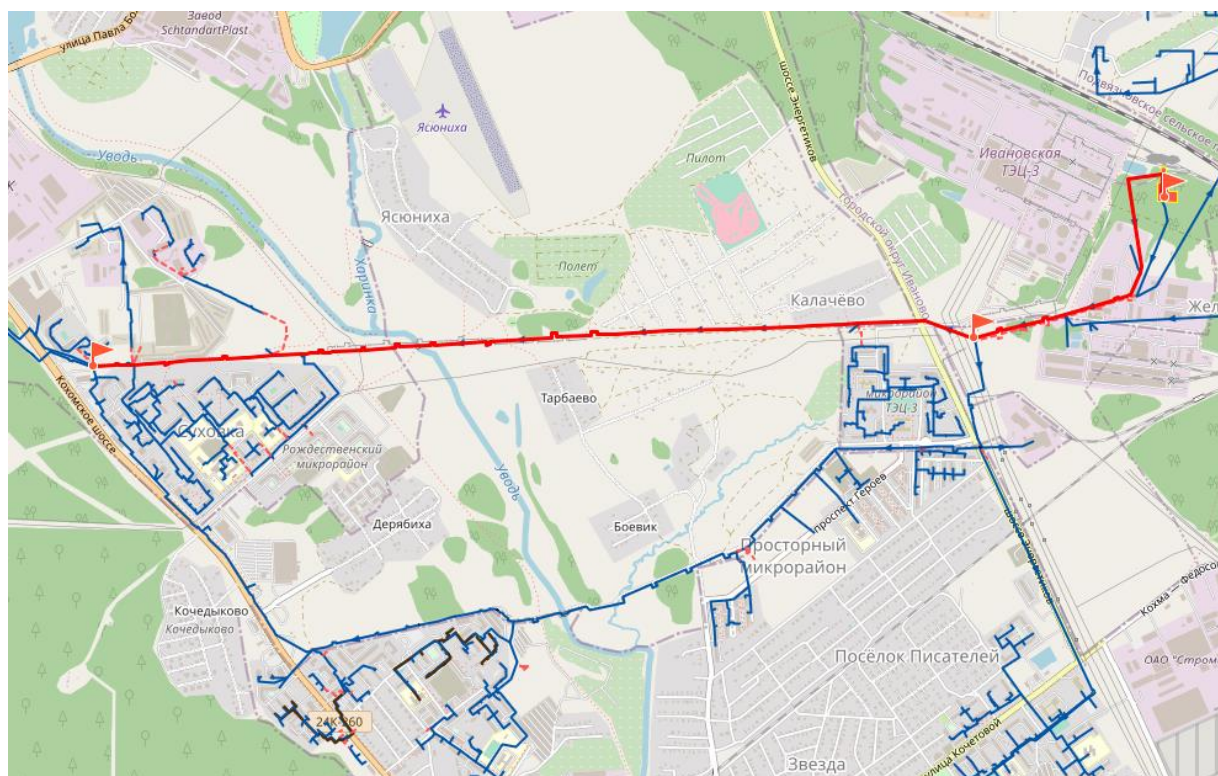


Рис. 8.2 Магистральный тепловой вывод диаметром 1000 мм

На Рис. 8.3 и Рис. 8.4 приведена трассировка резервного магистрального теплопровода от источника тепловой энергии до конечного потребителя и пьезометрический график работы участка тепловой сети соответственно.

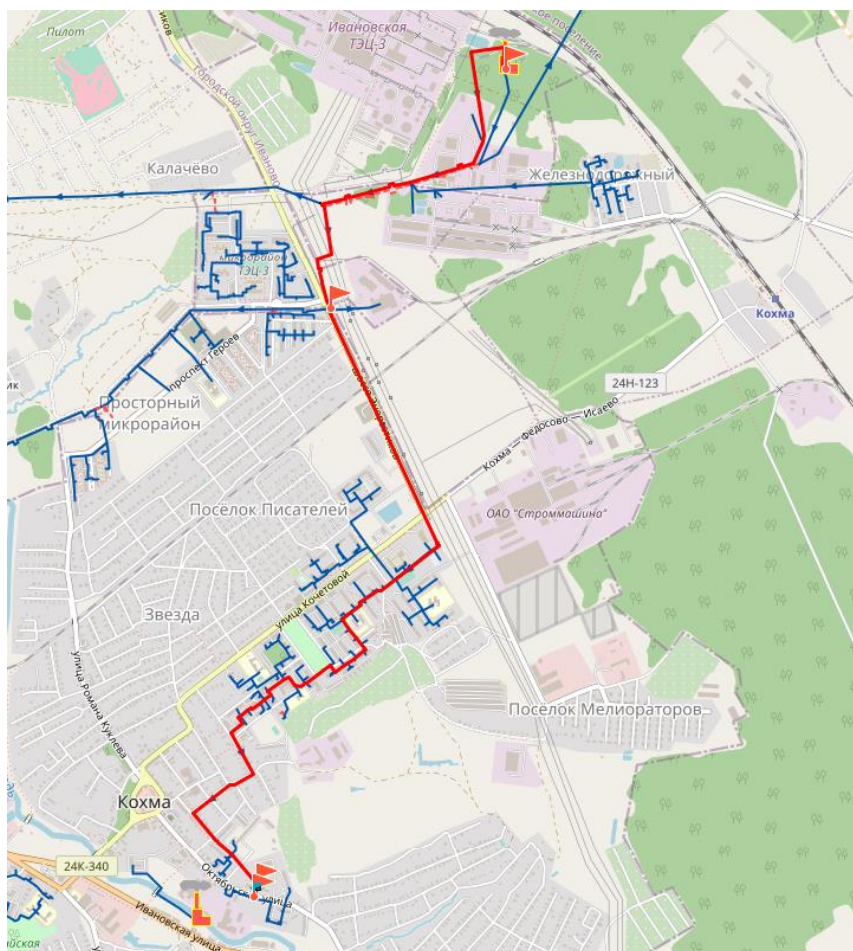


Рис. 8.3 Путь движения теплоносителя от Н-И ТЭЦ до ТП-12

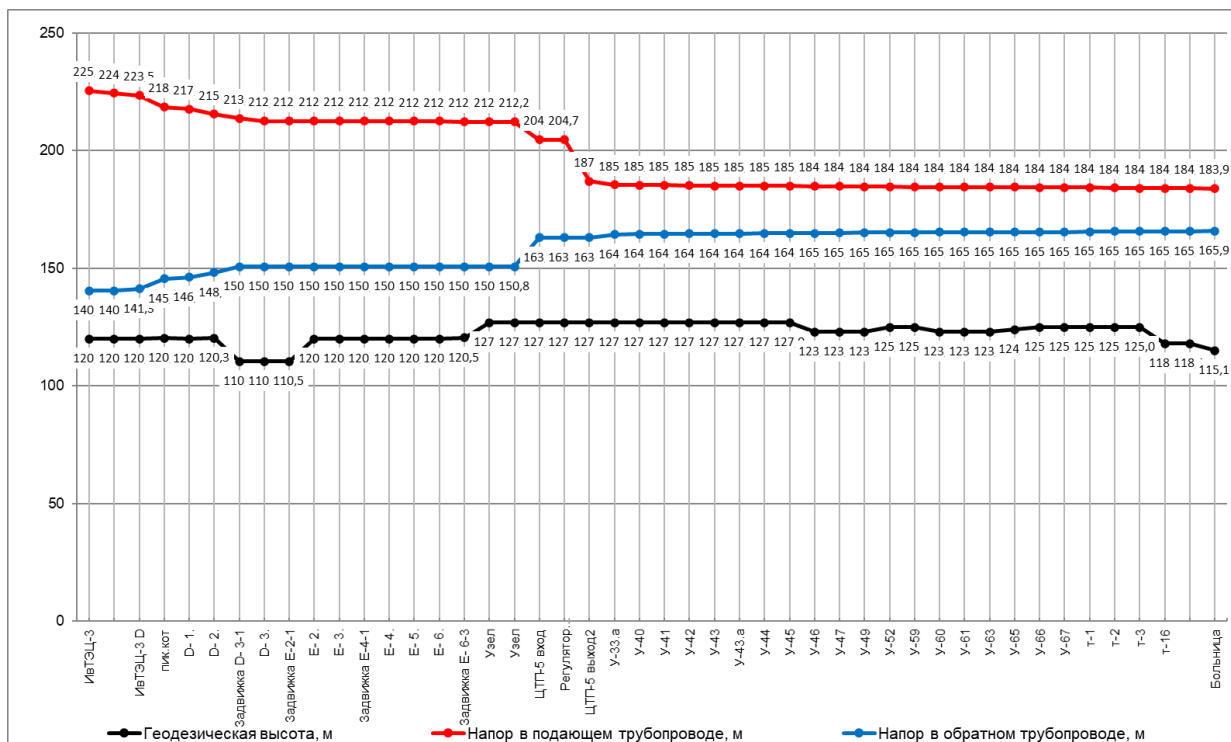


Рис. 8.4 Пьезометрический график работы участка тепловой сети от ИвТЭЦ-3 до Больницы

8.1.2 Моделирование аварийной ситуации на источнике теплоснабжения ИвТЭЦ-3

При отключении Ивановской ТЭЦ-3 отсутствует возможность переключения нагрузок теплоснабжения на другие источники г. Кохма.

Восстановление теплоснабжения необходимо обеспечить в сроки, указанные в Табл. 8.1. Для увеличения срока проведения ремонтных работ необходимо обеспечить циркуляцию теплоносителя.

9 Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

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

На расчетный период, применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями не требуется. Мероприятия по развитию источников тепловой энергии, позволяющие поддерживать нормативную надежность теплоснабжения, представлены в Главе 7.

9.2 Установка резервного оборудования

Как показано в разделе «Обоснование перспективных балансов производства и потребления тепловой мощности источников тепловой энергии и теплоносителя и присоединенной тепловой нагрузки в каждой из систем теплоснабжения города» Главы 7, на всех энергоисточниках выдерживаются положительные значения аварийного резерва тепловой мощности «нетто», с учетом мероприятий по развитию ТЭЦ и котельных. Установка резервного оборудования на энергоисточниках, для покрытия тепловой нагрузки в аварийных режимах, не требуется.

9.3 Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии

В настоящее время источники тепловой энергии г. Кохмы не работают в постоянном режиме на единую тепловую сеть, актуализированной схемой теплоснабжения предусматривается сохранение данного режима. Организация совместного режима работы по прочим системам теплоснабжения не предусмотрена, ввиду отсутствия необходимости.

9.4 Взаимное резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа

Дополнительное резервирование тепловых сетей схемой теплоснабжения не предусмотрено.

9.5 Устройство резервных насосных станций

Установка резервных насосных станций не требуется.

9.6 Установка баков-аккумуляторов

В соответствии с п. 11.24 СП 89.13330.2012 Котельные установки (актуализированная версия) СНиП II-35-76:

«11.24. В котельных для открытых систем теплоснабжения и для установок централизованных систем горячего водоснабжения, водоподогреватели которых выбраны по расчетным средним часовым нагрузкам, должны предусматриваться баки-аккумуляторы горячей воды, а для закрытых систем теплоснабжения - баки запаса подготовленной подпиточной воды.

Выбор вместимостей баков-аккумуляторов и баков-запаса производится в соответствии с СП 74.13330.

Для повышения надежности работы баков-аккумуляторов следует предусматривать:

- антикоррозионную защиту внутренней поверхности баков путем применения герметизирующих жидкостей, защитных покрытий или катодной защиты и защиту воды в них от аэрации;*

- заполнение баков только деаэрированной водой с температурой не выше 95 0С;*

- оборудование баков переливной и воздушной трубами; пропускная способность переливной трубы должна быть не менее пропускной способности труб, подводящих воду к баку;*

- конструкции опор на подводящих и отводящих трубопроводах бака-аккумулятора исключающие передачу усилий на стенки и днища бака от внешних трубопроводов и компенсирующие усилия, возникающие при осадке бака;*

- установку электрифицированных задвижек на подводе и отводе воды; все задвижки (кроме задвижек на сливе воды и герметика) должны быть вынесены из зоны баков;*

- оборудование баков- аккумуляторов аппаратурой для контроля за уровнем воды и герметика, сигнализацией и соответствующими блокировками;*

- устройство в зоне баков лотков для сбора, перелива и слива бака с последующим отводом охлажденной воды в канализацию»*

Установка на котельных баков-аккумуляторов горячей воды позволяет повысить надежность систем теплоснабжения, за счет создания резерва горячей воды в случае отказа тепломеханического оборудования.

При комплексной модернизации оборудования котельных и при строительстве новых БМК целесообразно рассмотреть установку баков-аккумуляторов.