



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД КИРОВО-ЧЕПЕЦК» НА ПЕРИОД 2020-2033 ГГ.
(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2021 ГОД)**

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

ГЛАВА 11

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. 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 | 4 |
| 2. 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..... | 4 |
| 3. Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения..... | 6 |
| 4. Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам..... | 7 |
| 4.1. ТЭЦ-3..... | 13 |
| 4.1.1. Западная часть | 13 |
| 4.1.2. Северная часть..... | 17 |
| 4.1.3. Пригородный | 20 |
| 4.1.4. Водозабор..... | 23 |
| 4.1.5. Центральная часть..... | 27 |
| 4.1.6. 10 микрорайон | 32 |
| 4.2. Котельная Каринторф | 36 |
| 4.3. Котельная ИК-11 | 39 |
| 5. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки | 42 |
| 6. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии | 42 |
| 7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения..... | 42 |
| 7.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих готовность энергетического оборудования..... | 42 |
| 7.2. Установка резервного оборудования..... | 43 |
| 7.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть..... | 43 |
| 7.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов городского округа..... | 43 |
| 7.5. Устройство резервных насосных станций | 44 |
| 7.6. Установка баков-аккумуляторов | 44 |

РЕЕСТР ТАБЛИЦ

| | |
|--|----|
| Таблица 1 - Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии | 5 |
| Таблица 2 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений..... | 7 |
| Таблица 3 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (западная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 14 |
| Таблица 4 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (северная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 18 |
| Таблица 5 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (Пригородный) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 21 |

| | |
|---|----|
| Таблица 6 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3(водозабор) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 24 |
| Таблица 7 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (центральная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 28 |
| Таблица 8 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3(10 микрорайон) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 33 |
| Таблица 9 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной Каринторф единой теплоснабжающей организации №02, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 37 |
| Таблица 10 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной ИК-11 единой теплоснабжающей организации №03, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)..... | 40 |
| Таблица 11 – Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций..... | 42 |

РЕЕСТР РИСУНКОВ

| | |
|--|----|
| Рисунок 1 – Соотношение числа отказов..... | 6 |
| Рисунок 2 – Интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации участка тепловой сети..... | 10 |
| Рисунок 3 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (рисунок П46.1 МУ)..... | 13 |
| Рисунок 4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (западная часть) (рисунок П46.2 МУ)..... | 16 |
| Рисунок 5 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ТЭЦ №3 (северная часть) (рисунок П46.1 МУ)..... | 17 |
| Рисунок 6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (северная часть) (рисунок П46.2 МУ)..... | 19 |
| Рисунок 7 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ТЭЦ №3 (Пригородный) (рисунок П46.1 МУ)..... | 20 |
| Рисунок 8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (Пригородный) (рисунок П46.2 МУ)..... | 22 |
| Рисунок 9 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (водозабор) (рисунок П46.1 МУ)..... | 23 |
| Рисунок 10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (водозабор) (рисунок П46.2 МУ)..... | 26 |
| Рисунок 11 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (центральная часть) (рисунок П46.1 МУ)..... | 27 |
| Рисунок 12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (центральная часть) (рисунок П46.2 МУ)..... | 31 |
| Рисунок 13 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (в сторону 10 микрорайона) (рисунок П46.1 МУ)..... | 32 |
| Рисунок 14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (10 микрорайон) (рисунок П46.2 МУ)..... | 35 |
| Рисунок 15 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной Каринторф (рисунок П46.1 МУ)..... | 36 |
| Рисунок 16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия котельной Каринторф (рисунок П46.2 МУ)..... | 38 |
| Рисунок 17 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ИК-11 (рисунок П46.1 МУ)..... | 39 |
| Рисунок 18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия котельной ИК-11 (рисунок П46.2 МУ)..... | 41 |

1. 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

Глава впервые разработана с учетом Методических указаний по разработке схем теплоснабжения, утвержденных Приказом Министерства энергетики РФ 05.03.2019 г. №212 (далее по тексту – МУ).

2. 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

Оценка надежности теплоснабжения по существующему положению представлена в разделе 9 Главы 1.

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

В таблице ниже представлен поток отказов (частота отказов) на тепловых сетях города, в разрезе источников централизованного теплоснабжения, а также рассчитана удельная повреждаемость.

Таблица 1 - Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии

| № п/п | Наименование теплоисточника | Общее число отказов, шт. | | | | | Отказы в отопительный период, шт. | | | | | Отказы в период испытаний, шт. | | | | | Отказы в межотопительный период, шт. | | | | | Удельная повреждаемость тепловых сетей за прошедший год, шт./км·год | | | | | Удельная повреждаемость тепловых сетей за отопительный период, шт./км·год | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|------------|-----------|------------|------------|--------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ТЭЦ-3 | 108 | 136 | 140 | 168 | 236 | 14 | 34 | 62 | 23 | 11 | 94 | 102 | 78 | 129 | 212 | 0 | 0 | 0 | 16 | 13 | 0,34 | 0,43 | 0,44 | 0,53 | 0,74 | 0,04 | 0,11 | 0,20 | 0,07 | 0,03 |
| Котельные (зона действия котельной соответствует зоне действия ЕТО) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Котельная Каринторф | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | Котельная ИК-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | Котельная АО «ОХК «УРАЛХИМ» | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ИТОГО по ЕТО на базе котельных | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ИТОГО по муниципальному образованию | | 108 | 136 | 140 | 168 | 236 | 14 | 34 | 62 | 23 | 11 | 94 | 102 | 78 | 129 | 212 | 0 | 0 | 0 | 16 | 13 | 0,31 | 0,39 | 0,40 | 0,49 | 0,68 | 0,04 | 0,10 | 0,18 | 0,07 | 0,03 |

Как видно из рисунка ниже, за последние 3 года прослеживается динамика увеличения числа отказов в системах теплоснабжения. Однако наибольшая часть из них приходится на гидравлические испытания.

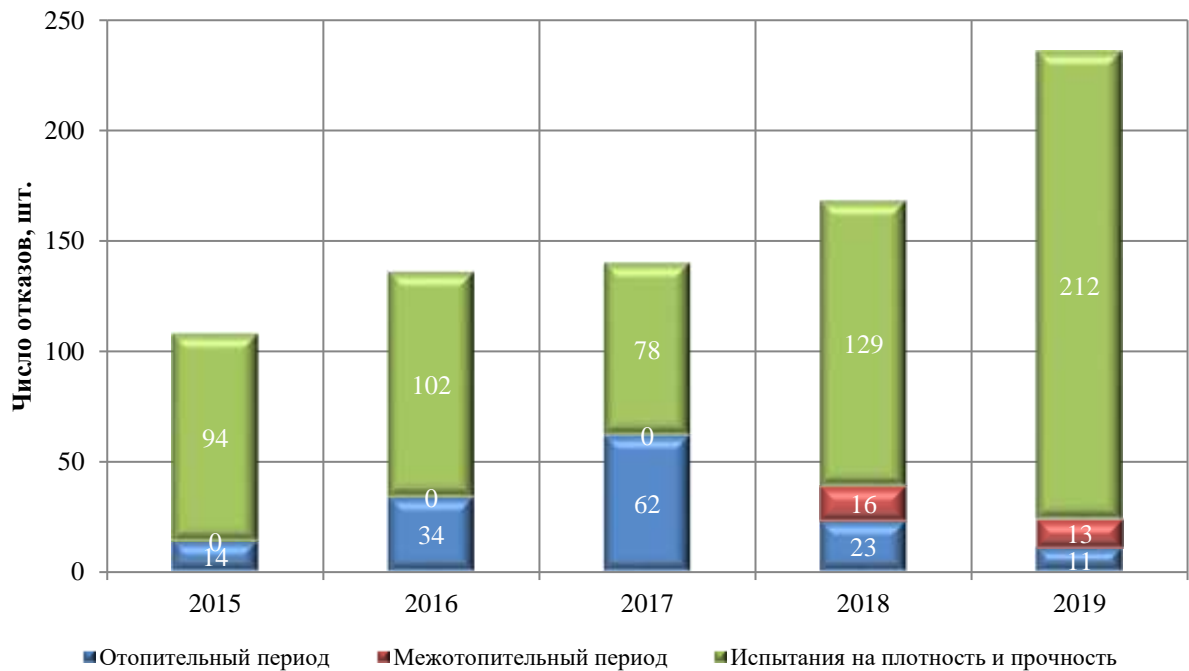


Рисунок 1 – Соотношение числа отказов

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

По категории отключений потребителей, инциденты на тепловых сетях классифицируются на:

- отказы (инциденты, которые не считаются авариями);
- аварии.

В соответствии с п. 2.10 Методических рекомендаций по техническому расследованию и учету технологических нарушений в системах коммунального энергоснабжения и работе энергетических организаций жилищно-коммунального комплекса МДК 4-01.2001:

«2.10. Авариями в тепловых сетях считаются:

2.10.1. Разрушение (повреждение) зданий, сооружений, трубопроводов тепловой сети в период отопительного сезона при отрицательной среднесуточной температуре наружного воздуха, восстановление работоспособности которых продолжается более 36 часов».

Как показал статистический анализ инцидентов на тепловых сетях, в городе за 2015-2019 гг. аварийных ситуаций не возникало. Происходили только отказы.

Время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений, в значительной степени зависит от следующих факторов: диаметр трубопровода, тип прокладки, объем дренирования и заполнения тепловой сети, а также времени, затраченного на согласование раскопок с собственниками смежных коммуникаций.

Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений в отопительный период, зависит от характеристик трубопровода отключаемой теплосети. Нормативный перерыв теплоснабжения (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). Указанные нормативы регламентированы п. 6.10 СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 и представлены в таблице ниже.

Таблица 2 – 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 |

В целом по городу время восстановления работоспособности тепловых сетей соответствует установленным нормативам, что отражено в таблицах ниже.

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

Методика оценки надежности теплоснабжения представлена в Приложении 18 МУ.

В соответствии с п. 6.25 СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»:

«способность проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом СЦТ обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [P], коэффициенту готовности [K_г], живучести [Ж]».

Методика Приложения 18 МУ внедрена в ZuluThermo, посредством модуля расчета надежности.

В соответствии с п. 6.26 СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» 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 $P_{сцт} = 0,9 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,86$.

Расчет вероятности безотказной работы тепловой сети по отношению к каждому потребителю осуществляется по следующему алгоритму:

1. Определяется путь передачи теплоносителя от источника до потребителя, по отношению к которому выполняется расчет вероятности безотказной работы тепловой сети.

2. На первом этапе расчета устанавливается перечень участков теплопроводов, составляющих этот путь.

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

4. На основе обработки данных по отказам и восстановлением (времени, затраченном на ремонт участка) всех участков тепловых сетей за несколько лет их работы устанавливаются следующие зависимости:

λ_0 - средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов участков в конкретной системе теплоснабжения при продолжительности эксплуатации участков от 3 до 17 лет (1/км/год);

➤ средневзвешенная частота (интенсивность) отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 1 до 3 лет;

➤ средневзвешенная частота (интенсивность) отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 17 и более лет;

➤ средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети;

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

Частота (интенсивность) отказов (в соответствии с ГОСТ 27.002-09 «Надежность в технике») каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя λ_i , который имеет размерность [1/км/год] или [1/км/час]. 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. Средняя вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательно

соединенных элементов, будет равна произведению вероятностей безотказной работы:

$$P_c = \prod_{i=1}^{i=N} P_i = e^{-\lambda_1 L_1 t} \times e^{-\lambda_2 L_2 t} \times \dots \times e^{-\lambda_n L_n t} = e^{-t \times \sum_{i=1}^{i=N} \lambda_i L_i} = e^{\lambda_c t}, \quad (1.1.)$$

Интенсивность отказов всего последовательного соединения равна сумме интенсивностей отказов на каждом участке $\lambda_c = L_1 \lambda_1 + L_2 \lambda_2 + \dots + L_n \lambda_n$, [1/час], где L_i - протяженность каждого участка, [км]. И, таким образом, чем выше значение интенсивности отказов системы, тем меньше вероятность безотказной работы. Параметр времени в этих выражениях всегда равен одному отопительному периоду, т.е. значение вероятности безотказной работы вычисляется как некоторая вероятность в конце каждого рабочего цикла (перед следующим ремонтным периодом).

Интенсивность отказов каждого конкретного участка может быть разной, но самое главное, она зависит от времени эксплуатации участка. В нашей практике для описания параметрической зависимости интенсивности отказов мы применяется зависимость от срока эксплуатации, следующего вида, близкая по характеру к распределению Вейбулла:

$$\lambda(t) = \lambda_0 (0,1 \tau)^{\alpha-1}, \quad (1.2.)$$

где τ - срок эксплуатации участка [лет].

Характер изменения интенсивности отказов зависит от параметра α : при $\alpha < 1$, она монотонно убывает, при $\alpha > 1$ - возрастает; при $\alpha = 1$ функция принимает вид $\lambda(t) = \lambda_0 = Const$. λ_0 - это средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов в конкретной системе теплоснабжения.

Обработка значительного количества данных по отказам, позволяет использовать следующую зависимость для параметра формы интенсивности отказов:

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 \cdot n_{pri} \cdot 0 < \tau \leq 3 \\ 1 \cdot n_{pri} \cdot 3 < \tau \leq 17 \\ 0,5 \times e^{(\frac{\tau}{20})} \cdot n_{pri} \cdot \tau > 17 \end{cases} \quad (1.3)$$

На рисунке ниже приведен вид зависимости интенсивности отказов от срока эксплуатации участка тепловой сети. При ее использовании следует помнить о некоторых допущениях, которые были сделаны при отборе данных:

- она применима только тогда, когда в тепловых сетях существует четкое разделение на эксплуатационный и ремонтный периоды;
- в ремонтный период выполняются гидравлические испытания тепловой сети после каждого отказа.

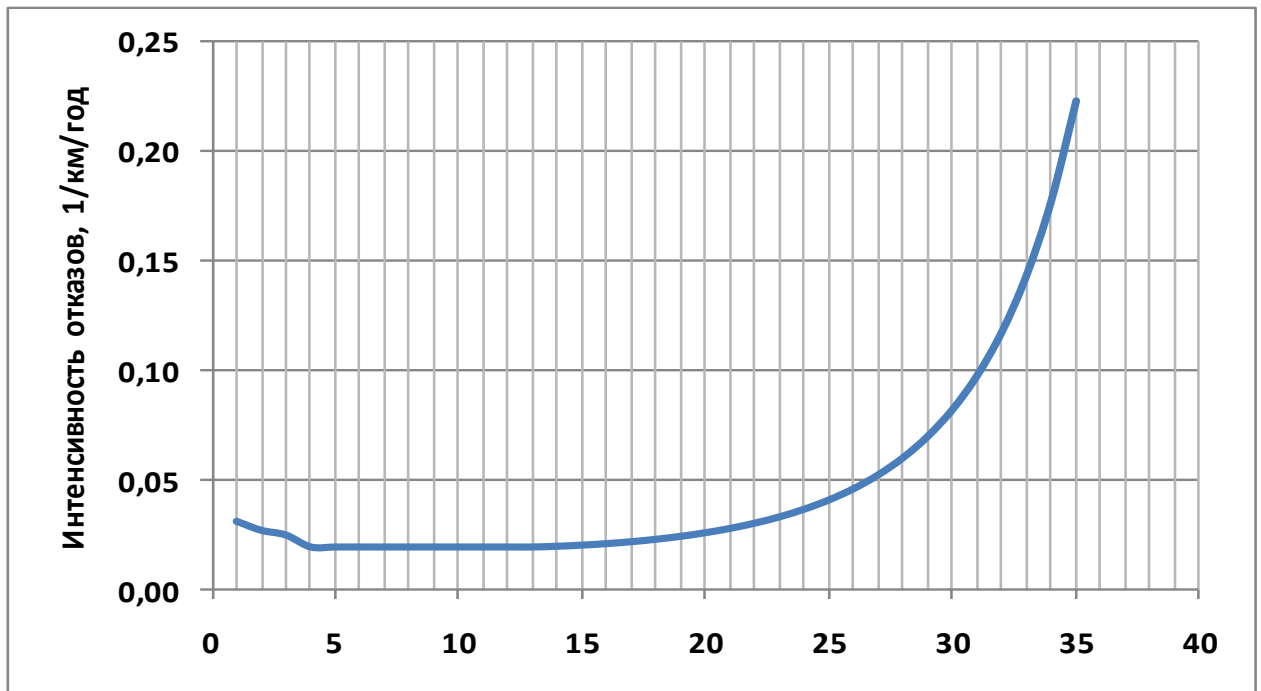


Рисунок 2 – Интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации участка тепловой сети

5. По данным региональных справочников по климату о среднесуточных температурах наружного воздуха за последние десять лет строят зависимость повторяемости температур наружного воздуха (график продолжительности тепловой нагрузки отопления).

6. С использованием данных о теплоаккумулирующей способности абонентских установок 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°C, в промышленных зданиях ниже +8°C (СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»). Например, для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t_g = t_n + \frac{Q_o}{q_o V} + \frac{t'_g - t_n - \frac{Q_o}{q_o V}}{\exp(z/\beta)}, \quad (1.4)$$

где

- внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °C;
- время, отсчитываемое после начала исходного события, ч;
- температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °C;
- температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °C;

- подача теплоты в помещение, Дж/ч;
- удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч·°С);
- коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

Для расчет времени снижения температуры в жилом задании до +12°С при внезапном прекращении теплоснабжения эта формула при $\left(\frac{Q_o}{q_o V} = 0\right)$ имеет следующий вид:

$$z = \beta \times \ln \frac{(t_e - t_n)}{(t_{e,a} - t_n)}, \quad (1.5)$$

где $t_{e,a}$ - внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (+12°С для жилых зданий);

7. На основе данных о частоте (потоке) отказов участков тепловой сети, повторяемости температур наружного воздуха и данных о времени восстановления (ремонта) элемента (участка, НС, компенсатора и т.д.) тепловых сетей определяют вероятность отказа теплоснабжения потребителя. В случае отсутствия достоверных данных о времени восстановления теплоснабжения потребителей используют эмпирическую зависимость для времени, необходимого для ликвидации повреждения, предложенную Е.Я. Соколовым:

$$z_p = a \left[1 + (b + c l_{c.z}) D^{1,2} \right], \quad (1.6)$$

где

- a, b, c - постоянные коэффициенты, зависящие от способа укладки теплопровода (подземный, надземный) и его конструкции, а также от способа диагностики места повреждения и уровня организации ремонтных работ
- $l_{c.z}$ - расстояние между секционирующими задвижками, м;
- D - условный диаметр трубопровода, м.

Расчет выполняется для каждого участка и/или элемента, входящего в путь от источника до абонента:

- по каждой градации повторяемости температур с использованием уравнения 1.4 вычисляется допустимое время проведения ремонта;
- вычисляется относительная и накопленная частота событий, при которых время снижения температуры до критических значений меньше чем время ремонта повреждения;

➤ вычисляются относительные доли (см. уравнение 1.7) и поток отказов (см. уравнение 1.8) участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры в $+12^{\circ}\text{C}$:

$$\bar{z} = \left(1 - \frac{z_{i,j}}{z_p}\right) \times \frac{\tau_j}{\tau_{on}} \quad (1.7)$$

$$\bar{\omega}_i = \lambda_i L_i \times \sum_{j=1}^{j=N} \bar{z}_{i,j}, \quad (1.8)$$

➤ вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента:

$$p_i = \exp(-\bar{\omega}_i) \quad (1.9)$$

4.1. ТЭЦ-3

4.1.1. Западная часть

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.

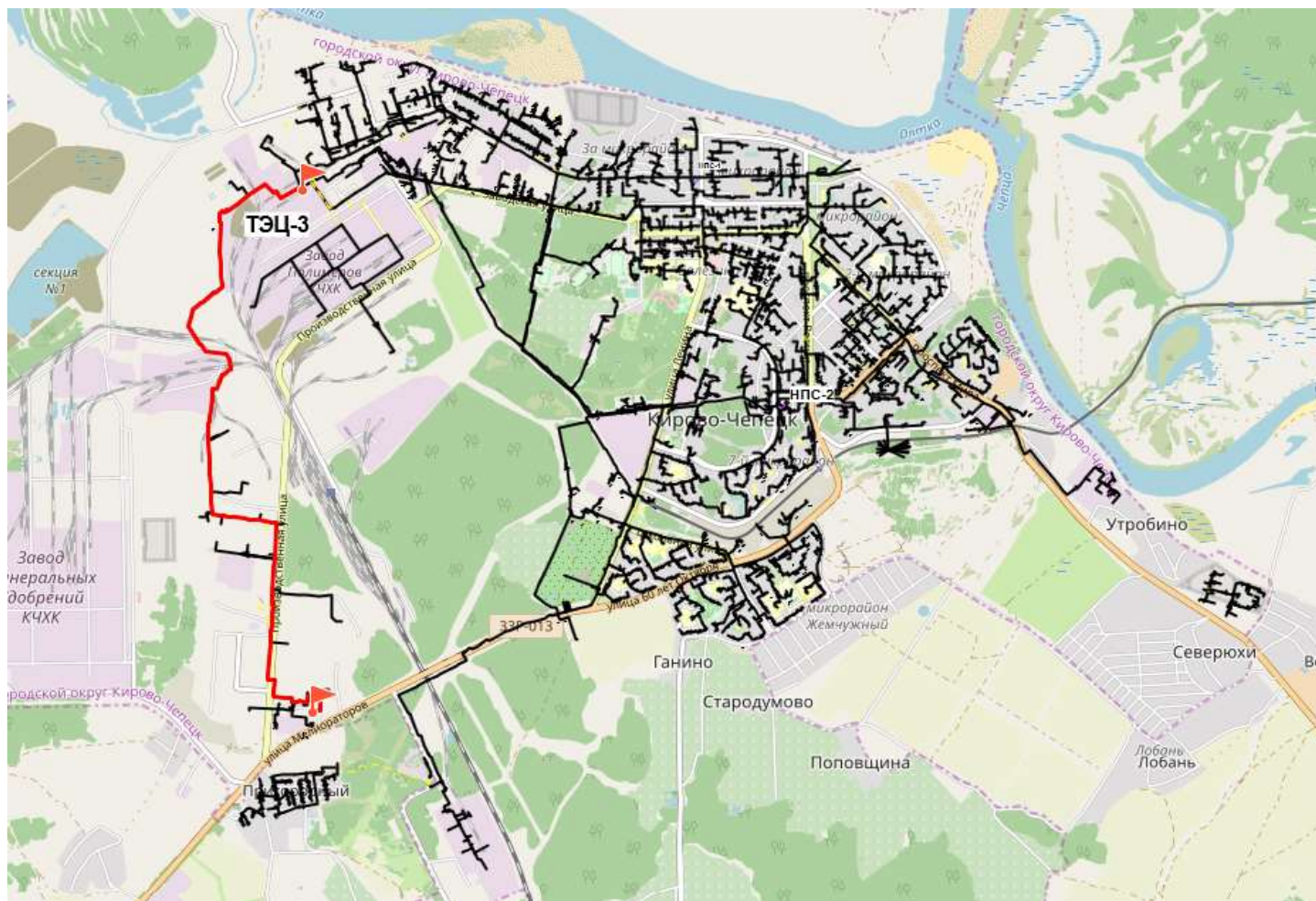


Рисунок 3 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 3 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (западная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | 1НО-7 | 0,5 | 0,243 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 28,5 | 0,0000055 | 0,0000055 | 0,999850 |
| 2 | 1НО-7 | VI-16 11 НО-9 с/задвижка | 0,5 | 0,136 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 28,2 | 0,0000031 | 0,0000086 | 0,999766 |
| 3 | VI-16 11 НО-9 с/задвижка | 1НО-10 | 0,5 | 0,002 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 29,1 | 0 | 0,0000086 | 0,999766 |
| 4 | 1НО-10 | 1НО-11 | 0,5 | 0,109 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 29,1 | 0,0000025 | 0,0000111 | 0,999697 |
| 5 | 1НО-11 | VI-18 11 НО-9 с/задвижка | 0,5 | 0,002 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 29,1 | 0 | 0,0000111 | 0,999696 |
| 6 | VI-18 11 НО-9 с/задвижка | 1НО-15 | 0,5 | 0,478 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 25,8 | 0,0000108 | 0,0000219 | 0,999428 |
| 7 | 1НО-15 | VI-1,2 11 НО-9 | 0,3 | 0,302 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000113 | 18,3 | 0,0000034 | 0,0000253 | 0,999368 |
| 8 | VI-1,2 11 НО-9 | перемычка 1НО-17 | 0,3 | 0,001 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000113 | 17,3 | 0 | 0,0000253 | 0,999368 |
| 9 | перемычка 1НО-17 | 1НО-18 Павильон | 0,3 | 0,003 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 17,3 | 0,0000001 | 0,0000254 | 0,999367 |
| 10 | 1НО-18 Павильон | 1НО-24 | 0,5 | 1,395 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 25,8 | 0,0000315 | 0,0000569 | 0,998586 |
| 11 | 1НО-24 | VI-3 VI-4 1НО-30 | 0,5 | 0,549 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 25,8 | 0,0000124 | 0,0000693 | 0,998278 |
| 12 | VI-3 VI-4 1НО-30 | 1НО-30 | 0,5 | 0,002 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 29,4 | 0,0000001 | 0,0000694 | 0,998276 |
| 13 | 1НО-30 | 1НО-32 | 0,4 | 0,220 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 22,1 | 0,0000005 | 0,0000744 | 0,998171 |
| 14 | 1НО-32 | 1НО-34 | 0,4 | 0,194 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 22,1 | 0,0000044 | 0,0000788 | 0,998078 |
| 15 | 1НО-34 | 1НО-35-1 | 0,4 | 0,156 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 22,1 | 0,0000035 | 0,0000823 | 0,9980026 |
| 16 | 1НО-35-1 | 1НО-35-2 | 0,4 | 0,002 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 22,1 | 0,0000001 | 0,0000824 | 0,9980015 |
| 17 | 1НО-35-2 | VI-6, 5 отУз. 1НО-35-2 | 0,4 | 0,004 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 20,4 | 0,0000001 | 0,0000825 | 0,9979997 |
| 18 | VI-6, 5 отУз. 1НО-35-2 | 1НО-42 | 0,4 | 0,098 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 20,4 | 0,0000022 | 0,0000847 | 0,997956 |
| 19 | 1НО-42 | 1НО-46 | 0,4 | 0,211 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000048 | 0,0000895 | 0,9978595 |
| 20 | 1НО-46 | 1НО-47 | 0,4 | 0,081 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000018 | 0,0000913 | 0,9978226 |
| 21 | 1НО-47 | 1НО-49 | 0,4 | 0,093 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000021 | 0,0000934 | 0,9977799 |
| 22 | 1НО-49 | 1НО-50 | 0,4 | 0,047 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000011 | 0,0000945 | 0,9977585 |
| 23 | 1НО-50 | 1НО-54 | 0,4 | 0,252 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000057 | 0,0001002 | 0,997643 |
| 24 | 1НО-54 | 1НО-57 | 0,4 | 0,241 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000054 | 0,0001056 | 0,9975325 |
| 25 | 1НО-57 | 1НО-58 | 0,4 | 0,083 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000019 | 0,0001075 | 0,9974945 |
| 26 | 1НО-58 | перемычка 1НО-59 | 0,4 | 0,022 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0,0000005 | 0,000108 | 0,9974842 |
| 27 | перемычка 1НО-59 | 1НО-59 | 0,4 | 0,001 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 21,1 | 0 | 0,000108 | 0,9974837 |
| 28 | 1НО-59 | V-7,8 1НО-59 Отп.к ПМК-2 | 0,2 | 0,001 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 11,7 | 0 | 0,000108 | 0,9974835 |
| 29 | V-7,8 1НО-59 Отп.к ПМК-2 | 1П-ПМК Секц.№1,2 | 0,207 | 0,920 | 1976 | 1 | 57 | 0,0000226 | 11,3 | 0,0000208 | 0,0001288 | 0,9972572 |
| 30 | 1П-ПМК Секц.№1,2 | перемычка ЦП.Т1,№5 | 0,207 | 0,003 | 1992 | 2 | 41 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000001 | 0,0001289 | 0,9972565 |
| 31 | перемычка ЦП.Т1,№5 | 1П-ПМК Секц.№3,4 | 0,207 | 0,003 | 1992 | 2 | 41 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000001 | 0,000129 | 0,9972558 |
| 32 | 1П-ПМК Секц.№3,4 | Уз. ПУ ПМК-1 | 0,207 | 0,003 | 1992 | 2 | 41 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000001 | 0,0001291 | 0,9972551 |
| 33 | Уз. ПУ ПМК-1 | ТК-1 | 0,207 | 0,009 | 1992 | 2 | 41 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000002 | 0,0001293 | 0,9972529 |

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 34 | ТК-1 | 3/а в ТК-1 Отп.к ТК 6 | 0,125 | 0,002 | 1970 | 2 | 63 | 0,0000226 | 7,9 | 0 | 0,0001293 | 0,9972526 |
| 35 | 3/а в ТК-1 Отп.к ТК 6 | ТК-6 | 0,125 | 0,091 | 1970 | 2 | 63 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000021 | 0,0001314 | 0,997237 |
| 36 | ТК-6 | 3/а в ТК-6 Секц.к ТК 8 | 0,125 | 0,002 | 1970 | 2 | 63 | 0,0000226 | 7,8 | 0 | 0,0001314 | 0,9972367 |
| 37 | 3/а в ТК-6 Секц.к ТК 8 | Уз. ПМК-8 | 0,125 | 0,044 | 1970 | 2 | 63 | 0,0000226 | 7,9 | 0,000001 | 0,0001324 | 0,9972292 |
| 38 | Уз. ПМК-8 | ТК-8 | 0,125 | 0,075 | 1970 | 2 | 63 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000017 | 0,0001341 | 0,9972165 |
| 39 | ТК-8 | 3/а в ТК-8 Отп.к тёпл ст ПМК | 0,1 | 0,002 | 1969 | 2 | 64 | 0,0000226 | 6,7 | 0 | 0,0001341 | 0,9972163 |
| 40 | 3/а в ТК-8 Отп.к тёпл ст ПМК | Уз. 2 ПМК-9 | 0,1 | 0,066 | 1969 | 2 | 64 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000015 | 0,0001356 | 0,9972067 |
| 41 | Уз. 2 ПМК-9 | 3/а ПМК-9 Секц.к Мелиор22 | 0,05 | 0,002 | 1969 | 2 | 64 | 0,0000226 | 4,6 | 0 | 0,0001356 | 0,9972065 |
| 42 | 3/а ПМК-9 Секц.к Мелиор22 | Уз. ПМК-11 | 0,05 | 0,099 | 1969 | 2 | 64 | 0,0000226 | 4,6 | 0,0000022 | 0,0001378 | 0,9971967 |
| 43 | Уз. ПМК-11 | Уз. ПМК-11 | 0,05 | 0,018 | 1969 | 1 | 64 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0001378 | 0,9971967 |

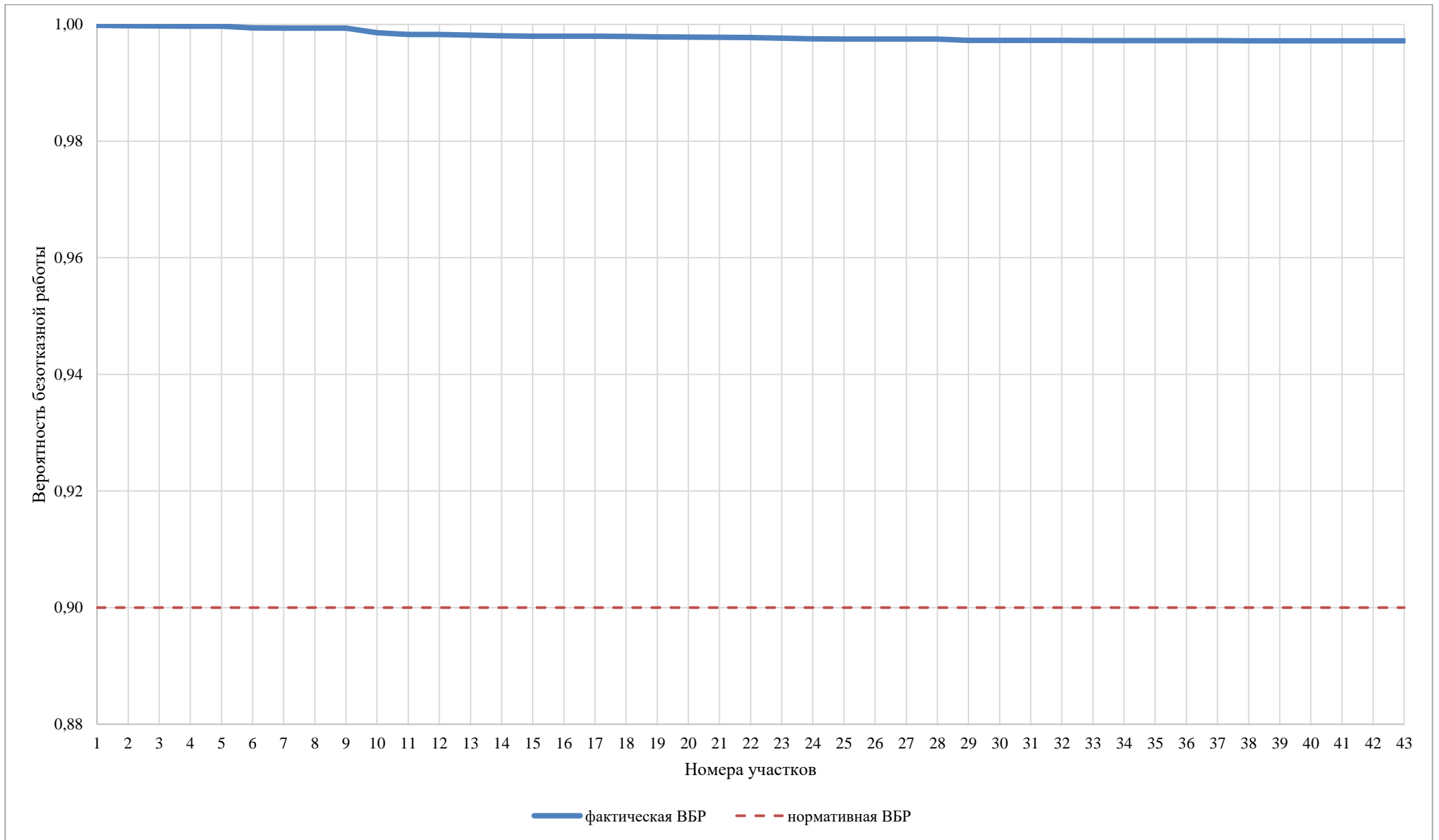


Рисунок 4 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (западная часть) (рисунок П46.2 МУ)

4.1.2. Северная часть

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.

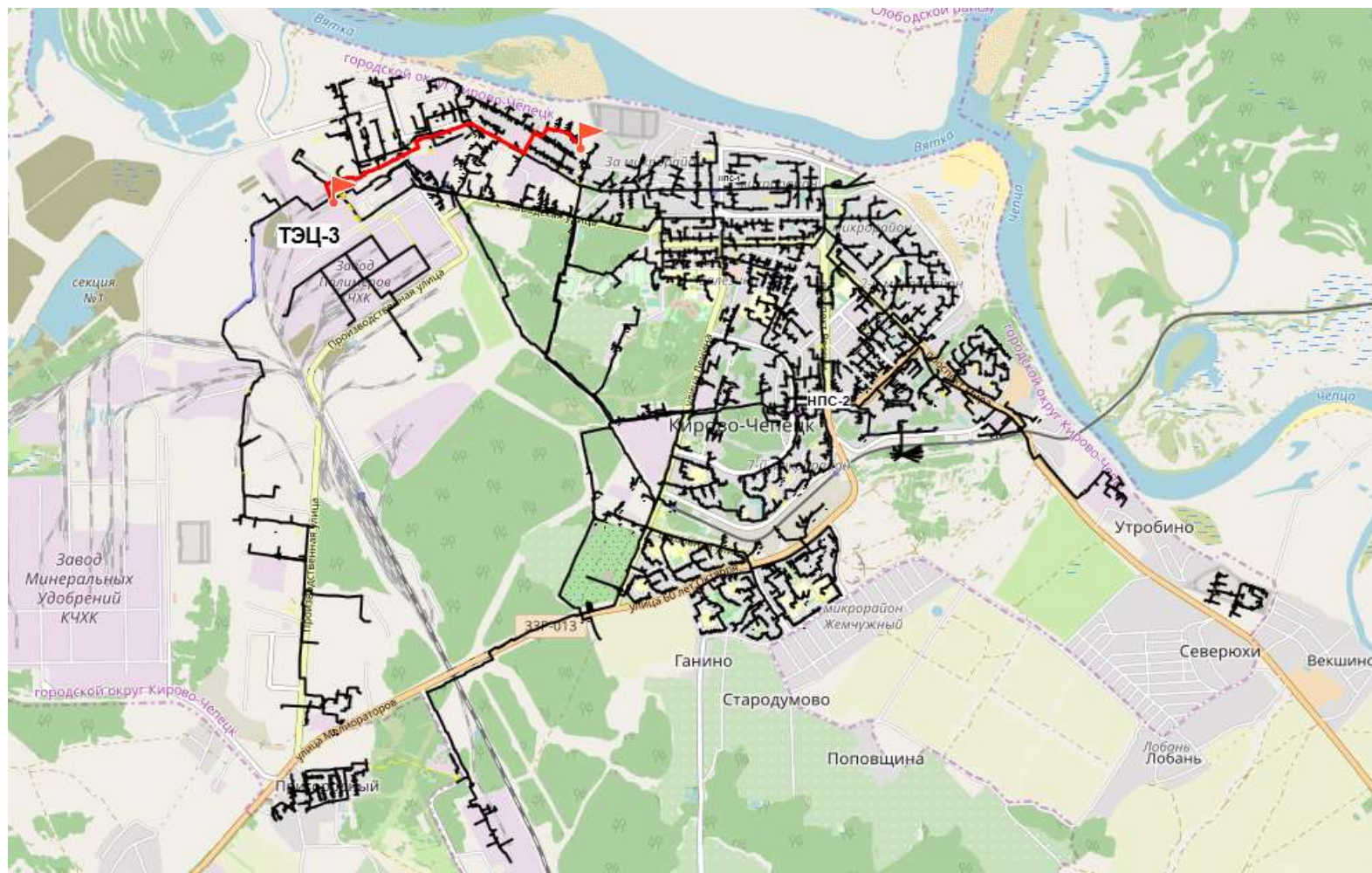


Рисунок 5 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ТЭЦ №3 (северная часть) (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 4 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (северная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | Уз. 6НО-7 | 0,6 | 0,408 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000092 | 0,0000092 | 0,999752 |
| 2 | Уз. 6НО-7 | Уз. 6НО-10 | 0,6 | 0,2504 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000057 | 0,0000149 | 0,999599 |
| 3 | Уз. 6НО-10 | Уз. 6НО-13 | 0,6 | 0,2556 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000058 | 0,0000207 | 0,999444 |
| 4 | Уз. 6НО-13 | Уз. 6НО-14 | 0,6 | 0,098 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000022 | 0,0000229 | 0,999384 |
| 5 | Уз. 6НО-14 | ТК 6-01 | 0,6 | 0,002 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0 | 0,0000229 | 0,999383 |
| 6 | ТК 6-01 | ТК-2М | 0,6 | 0,007 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000002 | 0,0000231 | 0,999378 |
| 7 | ТК-2М | ТК 2М' | 0,6 | 0,03594 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000008 | 0,0000239 | 0,999357 |
| 8 | ТК 2М' | ТК 6-02 | 0,6 | 0,203 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000046 | 0,0000285 | 0,999233 |
| 9 | ТК 6-02 | Уз. от ТК 6-02 перех. | 0,6 | 0,007 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000002 | 0,0000287 | 0,999229 |
| 10 | Уз. от ТК 6-02 перех. | Уз. от ТК 6-02 перех. | 0,6 | 0,0228 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000005 | 0,0000292 | 0,999215 |
| 11 | Уз. от ТК 6-02 перех. | Уз. 6НО-23 | 0,6 | 0,3464 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000078 | 0,000037 | 0,999004 |
| 12 | Уз. 6НО-23 | ТК 6-03 | 0,6 | 0,1888 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000043 | 0,0000413 | 0,998889 |
| 13 | ТК 6-03 | ТК 6-03 | 0,6 | 0,0215 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000005 | 0,0000418 | 0,998876 |
| 14 | ТК 6-03 | ТК 6-04 | 0,6 | 0,0905 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000002 | 0,0000438 | 0,998821 |
| 15 | ТК 6-04 | ТК 6-04 - подпорн.стенка | 0,6 | 0,0135 | 1961 | 2 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000003 | 0,0000441 | 0,998813 |
| 16 | ТК 6-04 - подпорн.стенка | Уз. 6НО-28 | 0,6 | 0,183 | 1961 | 1 | 72 | 0,0000226 | 28,1 | 0,0000041 | 0,0000482 | 0,998701 |
| 17 | Уз. 6НО-28 | З/а от Уз.6НО-28 | 0,1 | 0,00092 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 6,6 | 0 | 0,0000482 | 0,998701 |
| 18 | З/а от Уз.6НО-28 | Уз. Свободы 41а | 0,1 | 0,30965 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 6,6 | 0,0000007 | 0,0000552 | 0,998656 |
| 19 | Уз. Свободы 41а | Уз. г/к Д | 0,069 | 0,01944 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 5,4 | 0,0000004 | 0,0000556 | 0,998654 |
| 20 | Уз. г/к Д | Уз. г/к Д. | 0,07 | 0,06895 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 5,4 | 0,0000016 | 0,0000572 | 0,998646 |
| 21 | Уз. г/к Д. | Уз. г/к Д-11 | 0,07 | 0,08152 | 1978 | 1 | 55 | 0,0000226 | 5,4 | 0,0000018 | 0,000059 | 0,998637 |
| 22 | Уз. г/к Д-11 | Уз. г/к Д-4а | 0,05 | 0,0593 | 1978 | 1 | 55 | 0,0000226 | 4,5 | 0,0000013 | 0,0000603 | 0,998631 |
| 23 | Уз. г/к Д-4а | Уз. г/к Д-4б | 0,05 | 0,02192 | 1978 | 1 | 55 | 0,0000226 | 4,5 | 0,0000005 | 0,0000608 | 0,998629 |
| 24 | Уз. г/к Д-4б | Уз. г/к Д-13 | 0,05 | 0,0511 | 1978 | 1 | 55 | 0,0000226 | 4,5 | 0,0000012 | 0,000062 | 0,998624 |
| 25 | Уз. г/к Д-13 | гаражный кооператив | 0,04 | 0,02233 | 1978 | 1 | 55 | 0,0000226 | 4,2 | 0,0000005 | 0,0000625 | 0,998622 |

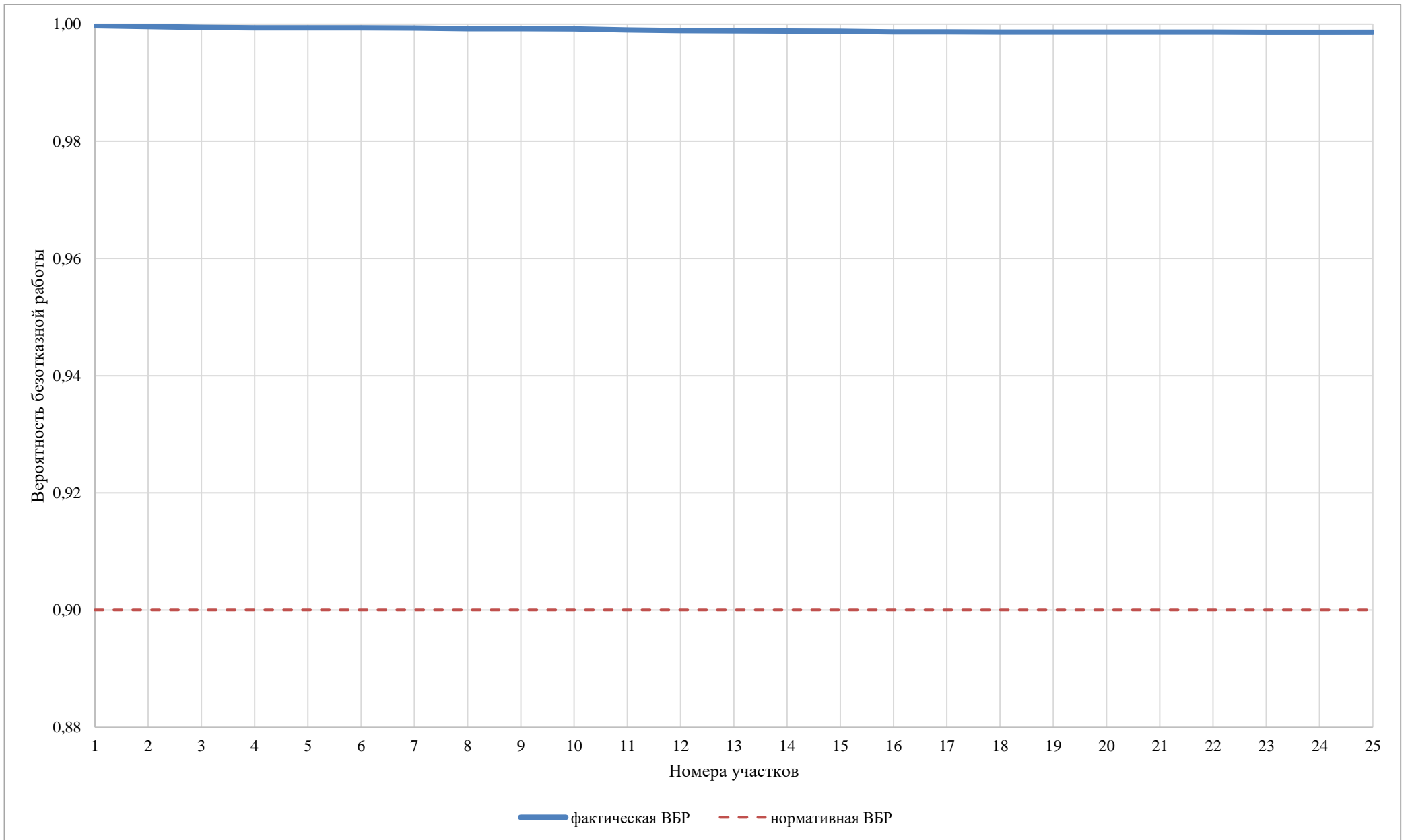


Рисунок 6 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (северная часть) (рисунок П46.2 МУ)

4.1.3. Пригородный

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.



Рисунок 7 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ТЭЦ №3 (Пригородный) (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 5 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (Пригородный) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | 7ТК-4 | 0,7 | 0,779 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000176 | 0,0000176 | 0,999444 |
| 2 | 7ТК-4 | 7ТК-5 | 0,7 | 0,0927 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000021 | 0,0000197 | 0,999378 |
| 3 | 7ТК-5 | 7ТК-6 | 0,7 | 0,162 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000037 | 0,0000234 | 0,999262 |
| 4 | 7ТК-6 | 7ТК-7 | 0,7 | 0,1193 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000027 | 0,0000261 | 0,999177 |
| 5 | 7ТК-7 | 7ТК-8 | 0,7 | 0,157 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000035 | 0,0000296 | 0,999065 |
| 6 | 7ТК-8 | 7ТК-9а | 0,7 | 0,1755 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,000004 | 0,0000336 | 0,998940 |
| 7 | 7ТК-9а | 7ТК-9 | 0,7 | 0,0065 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000001 | 0,0000337 | 0,998935 |
| 8 | 7ТК-9 | Уз. 7НО-10 | 0,7 | 0,147 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000033 | 0,000037 | 0,998830 |
| 9 | Уз. 7НО-10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 0,7 | 1,068 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 31,9 | 0,0000241 | 0,0000611 | 0,998092 |
| 10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 7 Павильон 1 | 0,7 | 0,00264 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000001 | 0,0000612 | 0,998090 |
| 11 | 7 Павильон 1 | 7 Павильон 1а | 0,7 | 0,2181 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000661 | 0,997915 |
| 12 | 7 Павильон 1а | 7-НО-23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 0,7 | 0,823 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000186 | 0,0000847 | 0,997257 |
| 13 | 7-НО-23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 0,7 | 0,331 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000075 | 0,0000922 | 0,996992 |
| 14 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 7 павильон 2 | 0,7 | 0,218 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000971 | 0,996818 |
| 15 | 7 павильон 2 | Ш-7 Ш-8 в 7П-2 к ТК 7-01 | 0,7 | 0,00238 | 1997 | 2 | 36 | 0,0000226 | 35,6 | 0,0000001 | 0,0000972 | 0,996816 |
| 16 | Ш-7 Ш-8 в 7П-2 к ТК 7-01 | ТК 7-01 | 0,7 | 0,0117 | 1997 | 2 | 36 | 0,0000226 | 41,3 | 0,0000003 | 0,0000975 | 0,996805 |
| 17 | ТК 7-01 | ТК 7-01а | 0,7 | 0,1639 | 1997 | 2 | 36 | 0,0000226 | 41,3 | 0,0000037 | 0,0001012 | 0,996659 |
| 18 | ТК 7-01а | ТК 7-02 | 0,7 | 0,0857 | 1997 | 2 | 36 | 0,0000226 | 41,3 | 0,0000019 | 0,0001031 | 0,996582 |
| 19 | ТК 7-02 | ТК 7-03 | 0,7 | 0,1017 | 1997 | 2 | 36 | 0,0000226 | 41,3 | 0,0000023 | 0,0001054 | 0,996491 |
| 20 | ТК 7-03 | ТК 7-04 | 0,6 | 0,094 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000021 | 0,0001075 | 0,996425 |
| 21 | ТК 7-04 | ТК 7-05 | 0,6 | 0,098 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000022 | 0,0001097 | 0,996356 |
| 22 | ТК 7-05 | ТК 7-06 | 0,6 | 0,1279 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000029 | 0,0001126 | 0,996266 |
| 23 | ТК 7-06 | ТК 7-06а | 0,6 | 0,115 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000026 | 0,0001152 | 0,996186 |
| 24 | ТК 7-06а | ТК 7-07 | 0,6 | 0,152 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000034 | 0,0001186 | 0,996079 |
| 25 | ТК 7-07 | ТК 7-08 | 0,6 | 0,182 | 1978 | 2 | 55 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000041 | 0,0001227 | 0,995951 |
| 26 | ТК 7-08 | ТК 7-09 | 0,6 | 0,156 | 1978 | 2 | 55 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000035 | 0,0001262 | 0,995841 |
| 27 | ТК 7-09 | Уз. РКЦ | 0,6 | 0,251 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 32,4 | 0,0000057 | 0,0001319 | 0,995665 |
| 28 | Уз. РКЦ | 7 Павильон 3 | 0,5 | 0,02 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 29,3 | 0,0000005 | 0,0001324 | 0,995652 |
| 29 | 7 Павильон 3 | Ш-19 и 20 в 7П-3 | 0,5 | 0,0023 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 29,3 | 0,0000001 | 0,0001325 | 0,995651 |
| 30 | Ш-19 и 20 в 7П-3 | ТК 7-10 | 0,5 | 0,299 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000067 | 0,0001392 | 0,995479 |
| 31 | ТК 7-10 | 7 Павильон 4 | 0,5 | 0,865 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000195 | 0,0001587 | 0,994979 |
| 32 | 7 Павильон 4 | Ш-19а, 20а в 7П-4 | 0,5 | 0,0022 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 25,8 | 0 | 0,0001587 | 0,994978 |
| 33 | Ш-19а, 20а в 7П-4 | Уз. ИЧП Лес | 0,5 | 1,262 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 25,8 | 0,0000285 | 0,0001872 | 0,994271 |
| 34 | Уз. ИЧП Лес | ТК 7-11 | 0,5 | 0,246 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 25,8 | 0,0000056 | 0,0001928 | 0,994133 |
| 35 | ТК 7-11 | 3/а в ТК 7-11 отп. Пригородный | 0,3 | 0,00073 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 17,3 | 0 | 0,0001928 | 0,994133 |
| 36 | 3/а в ТК 7-11 отп. Пригородный | Павильон 7НО-58 | 0,3 | 0,0957 | 1980 | 2 | 53 | 0,0000226 | 17,1 | 0,0000022 | 0,000195 | 0,9940975 |
| 37 | Павильон 7НО-58 | 3/а от Павильон 7НО-58 | 0,3 | 0,00167 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 17,1 | 0 | 0,000195 | 0,9940969 |
| 38 | 3/а от Павильон 7НО-58 | Пригородный | 0,25 | 0,04533 | 1980 | 1 | 53 | 0,0000226 | 14,4 | 0,000001 | 0,000196 | 0,9940827 |

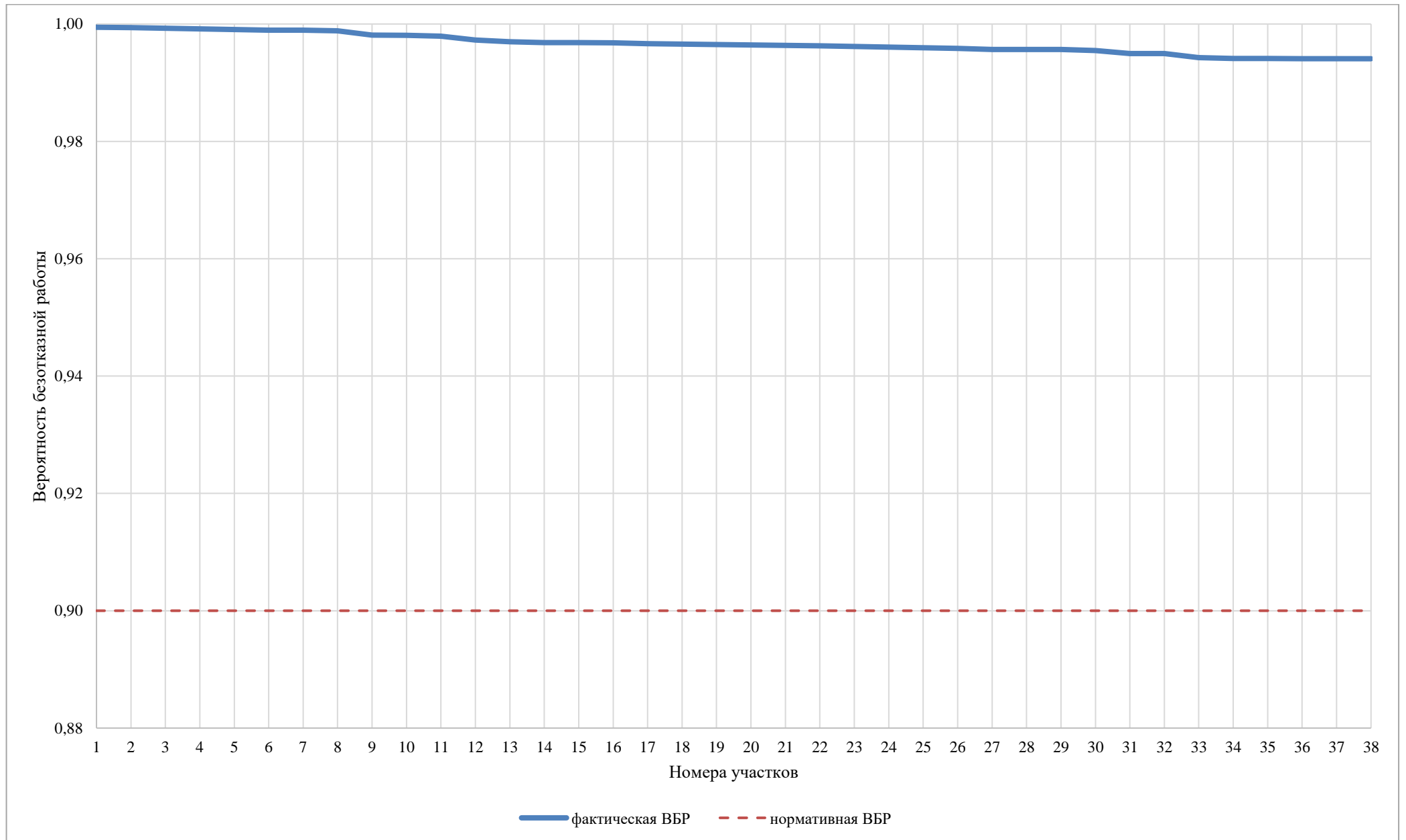


Рисунок 8 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (Пригородный) (рисунок П46.2 МУ)

4.1.4. Водозабор

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.

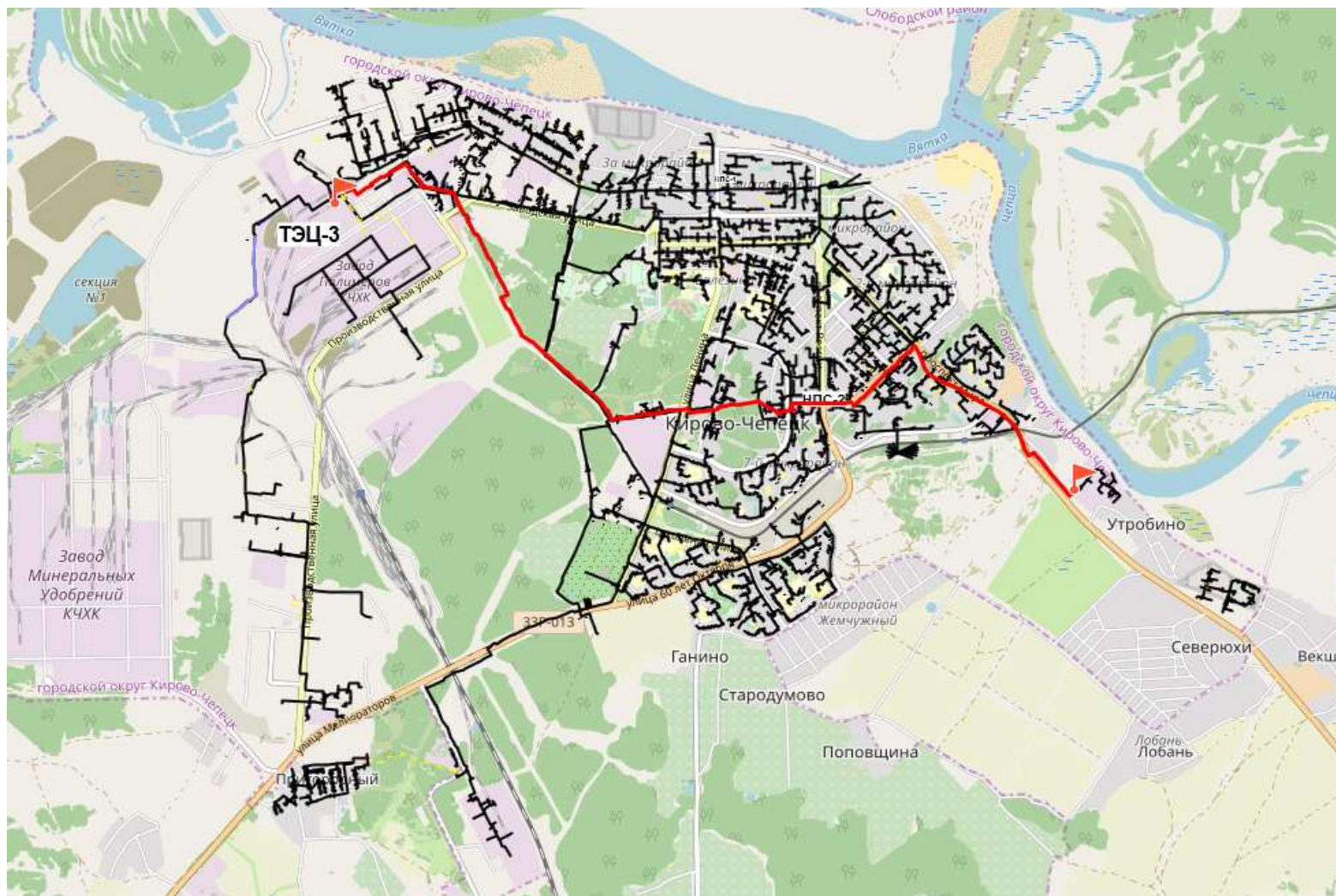


Рисунок 9 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (водозабор) (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 6 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3(водозабор) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | 7ТК-4 | 0,7 | 0,779 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000176 | 0,0000176 | 0,999444 |
| 2 | 7ТК-4 | 7ТК-5 | 0,7 | 0,0927 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000021 | 0,0000197 | 0,999378 |
| 3 | 7ТК-5 | 7ТК-6 | 0,7 | 0,162 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000037 | 0,0000234 | 0,999262 |
| 4 | 7ТК-6 | 7ТК-7 | 0,7 | 0,1193 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000027 | 0,0000261 | 0,999177 |
| 5 | 7ТК-7 | 7ТК-8 | 0,7 | 0,157 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000035 | 0,0000296 | 0,999065 |
| 6 | 7ТК-8 | 7ТК-9а | 0,7 | 0,1755 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,000004 | 0,0000336 | 0,998940 |
| 7 | 7ТК-9а | 7ТК-9 | 0,7 | 0,0065 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000001 | 0,0000337 | 0,998935 |
| 8 | 7ТК-9 | Уз. 7НО-10 | 0,7 | 0,147 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000033 | 0,000037 | 0,998830 |
| 9 | Уз. 7НО-10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 0,7 | 1,068 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 31,9 | 0,0000241 | 0,0000611 | 0,998092 |
| 10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 7 Павильон 1 | 0,7 | 0,00264 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000001 | 0,0000612 | 0,998090 |
| 11 | 7 Павильон 1 | 7 Павильон 1а | 0,7 | 0,2181 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000661 | 0,997915 |
| 12 | 7 Павильон 1а | 7-НО-23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 0,7 | 0,823 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000186 | 0,0000847 | 0,997257 |
| 13 | 7-НО-23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 0,7 | 0,331 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000075 | 0,0000922 | 0,996992 |
| 14 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 7 павильон 2 | 0,7 | 0,218 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000971 | 0,996818 |
| 15 | 7 павильон 2 | 3-9 3-10 в 7П-2 к ТК 5-01 | 0,5 | 0,00396 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000001 | 0,0000972 | 0,996815 |
| 16 | 3-9 3-10 в 7П-2 к ТК 5-01 | ТК 5-01 | 0,5 | 0,058 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000013 | 0,0000985 | 0,996780 |
| 17 | ТК 5-01 | ТК 5-02 | 0,5 | 0,036 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000008 | 0,0000993 | 0,996758 |
| 18 | ТК 5-02 | ТК 5-02А | 0,5 | 0,196 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000044 | 0,0001037 | 0,996640 |
| 19 | ТК 5-02А | ТК 5-03 | 0,5 | 0,334 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000075 | 0,0001112 | 0,996438 |
| 20 | ТК 5-03 | перемычка 5-04 | 0,515 | 0,23 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 29,8 | 0,0000052 | 0,0001164 | 0,996289 |
| 21 | перемычка 5-04 | ТК 5-04 | 0,5 | 0,00151 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001164 | 0,996288 |
| 22 | ТК 5-04 | Ш-23, 24 ТК 5-04 | 0,5 | 0,00072 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001164 | 0,996288 |
| 23 | Ш-23, 24 ТК 5-04 | ТК 5-05 | 0,515 | 0,067 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 30,2 | 0,0000015 | 0,0001179 | 0,996244 |
| 24 | ТК 5-05 | Уз. НПС-2-1 | 0,5 | 0,01551 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,3 | 0,0000003 | 0,0001182 | 0,996234 |
| 25 | Уз. НПС-2-1 | Уз. НПС-2-2 | 0,5 | 0,00163 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996233 |
| 26 | Уз. НПС-2-2 | 3-28 от Уз. НПС-2-6 | 0,5 | 0,0013 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996232 |
| 27 | 3-28 от Уз. НПС-2-6 | Уз. НПС-2-6 | 0,5 | 0,00144 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996232 |
| 28 | Уз. НПС-2-6 | НПС-2 понизительная группа | 0,25 | 0,00574 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 14,4 | 0,0000001 | 0,0001183 | 0,996231 |
| 29 | НПС-2 понизительная группа | 3-30 от Уз. НПС-2-3 | 0,25 | 0,00798 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 14,4 | 0,0000001 | 0,0001184 | 0,996230 |
| 30 | 3-30 от Уз. НПС-2-3 | Уз. НПС-2-4 | 0,5 | 0,00151 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996229 |
| 31 | Уз. НПС-2-4 | Уз. НПС-2-5 | 0,5 | 0,00113 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996229 |
| 32 | Уз. НПС-2-5 | Клапан рассечки | 0,5 | 0,00113 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996228 |
| 33 | Клапан рассечки | Уз. НПС-2-6 | 0,5 | 0,00115 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996227 |
| 34 | Уз. НПС-2-6 | ТК 5-05а | 0,515 | 0,05083 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 30,2 | 0,0000011 | 0,0001195 | 0,996194 |
| 35 | ТК 5-05а | ТК 5-06 | 0,5 | 0,2266 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000051 | 0,0001246 | 0,996063 |
| 36 | ТК 5-06 | ТК 5-07 | 0,5 | 0,181 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000041 | 0,0001287 | 0,995959 |
| 37 | ТК 5-07 | ТК 5-08 | 0,5 | 0,093 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000021 | 0,0001308 | 0,995905 |
| 38 | ТК 5-08 | ТК 5-09 | 0,5 | 0,186 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000042 | 0,000135 | 0,995798 |
| 39 | ТК 5-09 | ТК 5-10 | 0,5 | 0,169 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000038 | 0,0001388 | 0,995700 |
| 40 | ТК 5-10 | ТК 5-11 | 0,5 | 0,1616 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000036 | 0,0001424 | 0,995607 |
| 41 | ТК 5-11 | перемычка в | 0,5 | 0,16018 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000036 | 0,000146 | 0,995515 |

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| | | сторону ТК 5-11 | | | | | | | | | | |
| 42 | перемычка в сторону ТК 5-11 | III-41 III-42 ТК 5-12 | 0,5 | 0,00079 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0 | 0,000146 | 0,995514 |
| 43 | III-41 III-42 ТК 5-12 | ТК 5-12 | 0,5 | 0,00063 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0 | 0,000146 | 0,995514 |
| 44 | ТК 5-12 | ТК 5-13 | 0,414 | 0,123 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 23,3 | 0,0000028 | 0,0001488 | 0,995452 |
| 45 | ТК 5-13 | ТК 5-14 | 0,414 | 0,092 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 23,3 | 0,0000021 | 0,0001509 | 0,995405 |
| 46 | ТК 5-14 | ТК 5-15 | 0,414 | 0,111 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 23,3 | 0,0000025 | 0,0001534 | 0,995349 |
| 47 | ТК 5-15 | ТК 5-16 | 0,414 | 0,058 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 23,3 | 0,0000013 | 0,0001547 | 0,995320 |
| 48 | ТК 5-16 | ТК 5-17 | 0,309 | 0,212 | 1984 | 2 | 49 | 0,0000226 | 17,5 | 0,0000048 | 0,0001595 | 0,995239 |
| 49 | ТК 5-17 | III-43 III-44 Уз. ТК 5-17 | 0,3 | 0,001 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 17,3 | 0 | 0,0001595 | 0,995239 |
| 50 | III-43 III-44 Уз. ТК 5-17 | ТК 5-18 | 0,309 | 0,212 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 17,2 | 0,0000048 | 0,0001643 | 0,995160 |
| 51 | ТК 5-18 | ТК 5-19 | 0,309 | 0,13 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 17,2 | 0,0000029 | 0,0001672 | 0,995111 |
| 52 | ТК 5-19 | ТК 5-20А | 0,309 | 0,10066 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 17,2 | 0,0000023 | 0,0001695 | 0,995074 |
| 53 | ТК 5-20А | ТК 5-20 | 0,1 | 0,00634 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000001 | 0,0001696 | 0,995073 |
| 54 | ТК 5-20 | 3/а в ТК 5-20 Секц. | 0,1 | 0,00133 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 6,7 | 0 | 0,0001696 | 0,995073 |
| 55 | 3/а в ТК 5-20 Секц. | Тк 5-20 см.диам. - т.А | 0,1 | 0,03 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000007 | 0,0001703 | 0,995068 |
| 56 | Тк 5-20 см.диам. - т.А | т.А(подъем)-см.д. ТК 5-22 | 0,207 | 0,194 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 11,9 | 0,0000044 | 0,0001747 | 0,995018 |
| 57 | т.А(подъем)-см.д. ТК 5-22 | ТК 5-22 Водозабор | 0,15 | 0,614 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 8,8 | 0,0000139 | 0,0001886 | 0,994901 |
| 58 | ТК 5-22 Водозабор | гаражный кооператив | 0,05 | 0,02491 | 1984 | 1 | 49 | 0,0000226 | 4,6 | 0,0000006 | 0,0001892 | 0,994898 |

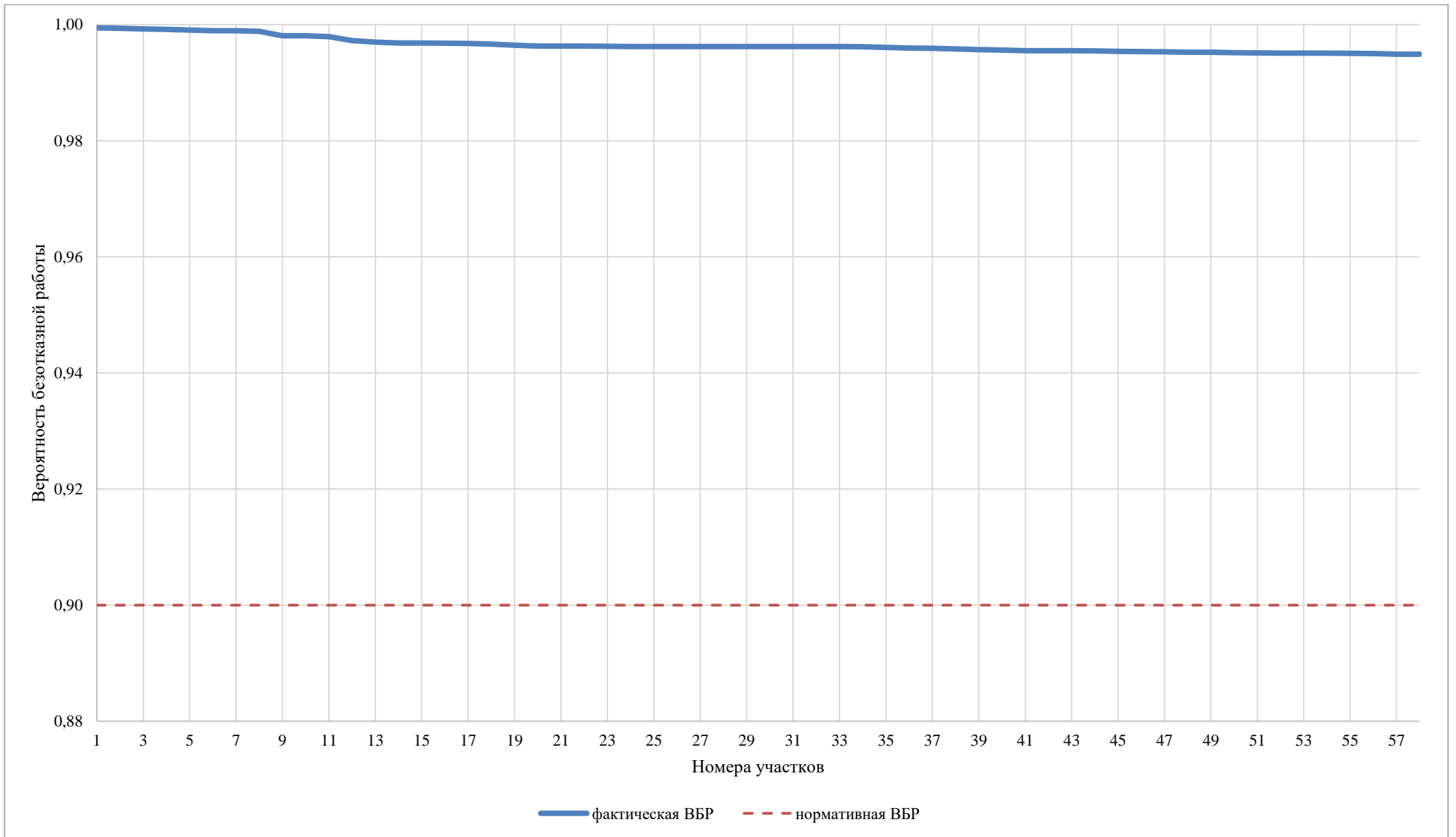


Рисунок 10 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (водозабор) (рисунок П46.2 МУ)

4.1.5. Центральная часть

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.



Рисунок 11 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (центральная часть) (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 7 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3 (центральная часть) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | Уз. т.А отпуск | 0,4 | 0,502 | 1953 | 1 | 80 | 0,0000226 | 22,3 | 0,0000113 | 0,0000113 | 0,999758 |
| 2 | Уз. т.А отпуск | ТК 3-01 | 0,5 | 0,07789 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 28,7 | 0,0000018 | 0,0000131 | 0,999709 |
| 3 | ТК 3-01 | ТК 3-02 | 0,5 | 0,12 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 28,7 | 0,0000027 | 0,0000158 | 0,999635 |
| 4 | ТК 3-02 | ТК 3-03 | 0,5 | 0,105 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 28,7 | 0,0000024 | 0,0000182 | 0,999569 |
| 5 | ТК 3-03 | ТК 3-04 | 0,359 | 0,111 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 20,2 | 0,0000025 | 0,0000207 | 0,999521 |
| 6 | ТК 3-04 | ТК 3-05 | 0,359 | 0,064 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 20,2 | 0,0000014 | 0,0000221 | 0,999493 |
| 7 | ТК 3-05 | ТК 3-06 | 0,359 | 0,04 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 20,2 | 0,0000009 | 0,000023 | 0,999475 |
| 8 | ТК 3-06 | перемычка 3-07 от 3-06 | 0,359 | 0,112 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 20,2 | 0,0000025 | 0,0000255 | 0,999426 |
| 9 | перемычка 3-07 от 3-06 | I-1 I-2 в ТК 3-07 | 0,35 | 0,00076 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 20,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999426 |
| 10 | I-1 I-2 в ТК 3-07 | Уз. 3-07-3 | 0,35 | 0,00083 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 20,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999426 |
| 11 | Уз. 3-07-3 | ТК 3-07 | 0,35 | 0,0002 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 20,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999425 |
| 12 | ТК 3-07 | Уз. 3-07-2 | 0,5 | 0,00059 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 29,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999425 |
| 13 | Уз. 3-07-2 | Уз. 3-07-1 | 0,5 | 0,00078 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 29,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999425 |
| 14 | Уз. 3-07-1 | перемычка 3-07 | 0,5 | 0,0015 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 29,2 | 0 | 0,0000255 | 0,999424 |
| 15 | перемычка 3-07 | перемычка 3-07а | 0,5 | 0,089 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 29,2 | 0,000002 | 0,0000275 | 0,999367 |
| 16 | перемычка 3-07а | I-3 I-4 | 0,5 | 0,00062 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 28,8 | 0 | 0,0000275 | 0,999367 |
| 17 | I-3 I-4 | Уз. ТК 3-08а | 0,5 | 0,048 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 28,8 | 0,0000011 | 0,0000286 | 0,999337 |
| 18 | Уз. ТК 3-08а | ТК ЗНО-21 см. диам | 0,5 | 0,092 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 29,1 | 0,0000021 | 0,0000307 | 0,999279 |
| 19 | ТК ЗНО-21 см. диам | Уз. 3-09А | 0,4 | 0,07 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,9 | 0,0000016 | 0,0000323 | 0,999244 |
| 20 | Уз. 3-09А | ТК 3-10 | 0,4 | 0,074 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,9 | 0,0000017 | 0,000034 | 0,999207 |
| 21 | ТК 3-10 | Уз. Техдом | 0,5 | 0,0073 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 28,9 | 0,0000002 | 0,0000342 | 0,999203 |
| 22 | Уз. Техдом | 3-10а Уз. САХ | 0,5 | 0,1208 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 28,9 | 0,0000027 | 0,0000369 | 0,999127 |
| 23 | 3-10а Уз. САХ | сужение 3-11 | 0,5 | 0,07954 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 28,9 | 0,0000018 | 0,0000387 | 0,999077 |
| 24 | сужение 3-11 | ТК 3-11а | 0,4 | 0,0436 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,9 | 0,0000001 | 0,0000397 | 0,999055 |
| 25 | ТК 3-11а | перемычка 3-12 от 3-11 | 0,4 | 0,08515 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,9 | 0,0000019 | 0,0000416 | 0,999013 |
| 26 | перемычка 3-12 от 3-11 | ТК 3-12 | 0,4 | 0,00218 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,9 | 0 | 0,0000416 | 0,999012 |
| 27 | ТК 3-12 | I-5 I-6 в ТК 3-12 | 0,4 | 0,00103 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,5 | 0 | 0,0000416 | 0,999011 |
| 28 | I-5 I-6 в ТК 3-12 | перемычка 3-12 к 3-13 | 0,4 | 0,00093 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,5 | 0 | 0,0000416 | 0,999011 |
| 29 | перемычка 3-12 к 3-13 | ТК 3-13 | 0,4 | 0,129 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,7 | 0,0000029 | 0,0000445 | 0,998947 |
| 30 | ТК 3-13 | ТК 3-14 | 0,4 | 0,12045 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 22,7 | 0,0000027 | 0,0000472 | 0,998888 |
| 31 | ТК 3-14 | ТК 3-15 | 0,357 | 0,1986 | 1995 | 2 | 38 | 0,0000226 | 20,3 | 0,0000045 | 0,0000517 | 0,998801 |
| 32 | ТК 3-15 | Уз. ТК 3-15а | 0,4 | 0,00059 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 23,1 | 0 | 0,0000517 | 0,998800 |
| 33 | Уз. ТК 3-15а | перемычка Узловая от 3-15а | 0,4 | 0,043 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 23,1 | 0,0000001 | 0,0000527 | 0,998779 |
| 34 | перемычка Узловая от 3-15а | I-7 I-8 в Павильоне Узловая | 0,4 | 0,0015 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 22,9 | 0 | 0,0000527 | 0,998778 |
| 35 | I-7 I-8 в Павильоне Узловая | Павильон Узловая ТК-1 | 0,4 | 0,0035 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 23,0 | 0,0000001 | 0,0000528 | 0,998776 |
| 36 | Павильон Узловая ТК-1 | перемычка Узловая к 3-16 | 0,4 | 0,005 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 23,0 | 0,0000001 | 0,0000529 | 0,998774 |
| 37 | перемычка Узловая к 3-16 | ТК 3-16 | 0,4 | 0,101 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 23,0 | 0,0000023 | 0,0000552 | 0,998724 |
| 38 | ТК 3-16 | I-39 I-40 в ТК 3-16 к ТК 3-17 | 0,35 | 0,00115 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 20,2 | 0 | 0,0000552 | 0,998723 |
| 39 | I-39 I-40 в ТК 3- | ТК 3-17 | 0,4 | 0,092 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,8 | 0,0000021 | 0,0000573 | 0,998678 |

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| | 16 к ТК 3-17 | | | | | | | | | | | |
| 40 | ТК 3-17 | ТК 3-17а | 0,4 | 0,06 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,8 | 0,0000014 | 0,0000587 | 0,998648 |
| 41 | ТК 3-17а | ТК 3-18 | 0,4 | 0,053 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,8 | 0,0000012 | 0,0000599 | 0,998622 |
| 42 | ТК 3-18 | ТК 3-19 | 0,408 | 0,127 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 23,4 | 0,0000029 | 0,0000628 | 0,998557 |
| 43 | ТК 3-19 | ТК 3-20 | 0,4 | 0,093 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,7 | 0,0000021 | 0,0000649 | 0,998511 |
| 44 | ТК 3-20 | ТК 3-20а | 0,4 | 0,0215 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,7 | 0,0000005 | 0,0000654 | 0,998501 |
| 45 | ТК 3-20а | перемычка 3-21 | 0,4 | 0,00158 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,7 | 0 | 0,0000654 | 0,998500 |
| 46 | перемычка 3-21 | I-9 I-10 в ТК 3-30 | 0,4 | 0,1255 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 22,7 | 0,0000028 | 0,0000682 | 0,998438 |
| 47 | I-9 I-10 в ТК 3-30 | ТК 3-30 | 0,35 | 0,00178 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 20,1 | 0 | 0,0000682 | 0,998437 |
| 48 | ТК 3-30 | Уз. ТК 3-30-2 | 0,35 | 0,001 | 1950 | 2 | 83 | 0,0000226 | 20,1 | 0 | 0,0000682 | 0,998437 |
| 49 | Уз. ТК 3-30-2 | ТК 3-31 | 0,35 | 0,0666 | 2002 | 2 | 31 | 0,0000226 | 20,1 | 0,0000015 | 0,0000697 | 0,998408 |
| 50 | ТК 3-31 | перемычка 3-31 | 0,35 | 0,00088 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 20,1 | 0 | 0,0000697 | 0,998407 |
| 51 | перемычка 3-31 | I-11 I-12 в ТК 3-31 | 0,35 | 0,00088 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 19,6 | 0 | 0,0000697 | 0,998407 |
| 52 | I-11 I-12 в ТК 3-31 | ТК 3-32 | 0,35 | 0,126 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 19,7 | 0,0000028 | 0,0000725 | 0,998353 |
| 53 | ТК 3-32 | ТК 3-33 | 0,35 | 0,194 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 19,7 | 0,0000044 | 0,0000769 | 0,998270 |
| 54 | ТК 3-33 | ТК 3-34 | 0,359 | 0,08 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 20,6 | 0,0000018 | 0,0000787 | 0,998235 |
| 55 | ТК 3-34 | ТК 3-35 | 0,3 | 0,06 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 17,1 | 0,0000014 | 0,0000801 | 0,998212 |
| 56 | ТК 3-35 | I-17 I-18 в ТК 3-36 | 0,3 | 0,065 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 17,1 | 0,0000015 | 0,0000816 | 0,998188 |
| 57 | I-17 I-18 в ТК 3-36 | ТК 3-36 | 0,3 | 0,00118 | 1954 | 2 | 79 | 0,0000226 | 17,1 | 0 | 0,0000816 | 0,998188 |
| 58 | ТК 3-36 | ТК 3-36А | 0,309 | 0,102 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 17,5 | 0,0000023 | 0,0000839 | 0,998149 |
| 59 | ТК 3-36А | ТК 3-37 | 0,309 | 0,071 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 17,5 | 0,0000016 | 0,0000855 | 0,998122 |
| 60 | ТК 3-37 | ТК 3-37а | 0,259 | 0,1068 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,8 | 0,0000024 | 0,0000879 | 0,998088 |
| 61 | ТК 3-37а | Уз. 3-37б | 0,259 | 0,026 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,8 | 0,0000006 | 0,0000885 | 0,998080 |
| 62 | Уз. 3-37б | ТК 3-37б | 0,25 | 0,00083 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0 | 0,0000885 | 0,998079 |
| 63 | ТК 3-37б | перемычка 3-37б | 0,25 | 0,00085 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0 | 0,0000885 | 0,998079 |
| 64 | перемычка 3-37б | I-35 I-36 в ТК 3-37б | 0,25 | 0,00092 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0 | 0,0000885 | 0,998079 |
| 65 | I-35 I-36 в ТК 3-37б | ТК 3-38 | 0,25 | 0,0448 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0,0000001 | 0,0000895 | 0,998065 |
| 66 | ТК 3-38 | ТК 3-39 | 0,259 | 0,0571 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,9 | 0,0000013 | 0,0000908 | 0,998046 |
| 67 | ТК 3-39 | ТК 3-40 | 0,25 | 0,0443 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,1 | 0,0000001 | 0,0000918 | 0,998033 |
| 68 | ТК 3-40 | ТК 3-41 | 0,25 | 0,0671 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,1 | 0,0000015 | 0,0000933 | 0,998012 |
| 69 | ТК 3-41 | перемычка 3-42 от 3-41 | 0,25 | 0,1699 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,1 | 0,0000038 | 0,0000971 | 0,997960 |
| 70 | перемычка 3-42 от 3-41 | I-29 I-30 от Уз. 3-42 | 0,25 | 0,00089 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,1 | 0 | 0,0000971 | 0,997960 |
| 71 | I-29 I-30 от Уз. 3-42 | ТК 3-42 | 0,25 | 0,00055 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0 | 0,0000971 | 0,997959 |
| 72 | ТК 3-42 | перемычка 3-42 к 3-43 | 0,25 | 0,0016 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0 | 0,0000971 | 0,997959 |
| 73 | перемычка 3-42 к 3-43 | ТК 3-43 | 0,25 | 0,041 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 14,4 | 0,0000009 | 0,000098 | 0,997946 |
| 74 | ТК 3-43 | ТК 3-44 | 0,207 | 0,007 | 1953 | 2 | 80 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000002 | 0,0000982 | 0,997944 |
| 75 | ТК 3-44 | Уз. 3-45-2 | 0,15 | 0,05 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000011 | 0,0000993 | 0,997934 |
| 76 | Уз. 3-45-2 | I-31 I-32 от Уз. 3-45-2 | 0,15 | 0,00057 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 9,1 | 0 | 0,0000993 | 0,997934 |
| 77 | I-31 I-32 от Уз. 3-45-2 | ТК 3-45 | 0,15 | 0,00142 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 9,1 | 0 | 0,0000993 | 0,997934 |
| 78 | ТК 3-45 | Уз. 3-45-1 | 0,15 | 0,00122 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 9,1 | 0 | 0,0000993 | 0,997934 |
| 79 | Уз. 3-45-1 | ТК 3-45а | 0,15 | 0,018 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000004 | 0,0000997 | 0,997930 |
| 80 | ТК 3-45а | 3/а от Уз. 3-45а | 0,15 | 0,00084 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0 | 0,0000997 | 0,997930 |
| 81 | 3/а от Уз. 3-45а | Уз. 3-45б | 0,15 | 0,0146 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000003 | 0,0001 | 0,997927 |
| 82 | Уз. 3-45б | Уз. 3-45в-1 | 0,15 | 0,017 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000004 | 0,0001004 | 0,997924 |

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 83 | Уз. 3-45в-1 | Уз. 3-45в | 0,15 | 0,026 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000006 | 0,000101 | 0,997919 |
| 84 | Уз. 3-45в | Уз. 3-45г | 0,15 | 0,0436 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,000001 | 0,000102 | 0,997910 |
| 85 | Уз. 3-45г | Уз. 3-45г-1 | 0,15 | 0,0276 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000006 | 0,0001026 | 0,997905 |
| 86 | Уз. 3-45г-1 | Уз. 3-45г-1 | 0,15 | 0,012 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000003 | 0,0001029 | 0,997903 |
| 87 | Уз. 3-45г-1 | ТК 3-45д | 0,15 | 0,02 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000005 | 0,0001034 | 0,997899 |
| 88 | ТК 3-45д | Уз 3-46 | 0,15 | 0,12 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000027 | 0,0001061 | 0,997875 |
| 89 | Уз 3-46 | ТК 3-47 | 0,15 | 0,0486 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000011 | 0,0001072 | 0,997866 |
| 90 | ТК 3-47 | I-33 I-34 от Уз. 3-47 | 0,15 | 0,00116 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 9,0 | 0 | 0,0001072 | 0,997866 |
| 91 | I-33 I-34 от Уз. 3-47 | Уз 3-47а | 0,125 | 0,014 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000003 | 0,0001075 | 0,997863 |
| 92 | Уз 3-47а | 3/а I-33,34 от Уз 3-47а к ТК 3-48 | 0,125 | 0,00141 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0 | 0,0001075 | 0,997863 |
| 93 | 3/а I-33,34 от Уз 3-47а к ТК 3-48 | ТК 3-48 | 0,125 | 0,06 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000014 | 0,0001089 | 0,997853 |
| 94 | ТК 3-48 | 3/а в ТК 3-48 | 0,125 | 0,00123 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0 | 0,0001089 | 0,997853 |
| 95 | 3/а в ТК 3-48 | Уз 3-48а | 0,125 | 0,04 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000009 | 0,0001098 | 0,997846 |
| 96 | Уз 3-48а | ТК 3-49 | 0,125 | 0,04 | 1958 | 2 | 75 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000009 | 0,0001107 | 0,997839 |
| 97 | ТК 3-49 | 3/а в ТК 3-49 | 0,082 | 0,00148 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 5,9 | 0 | 0,0001107 | 0,997839 |
| 98 | 3/а в ТК 3-49 | Уз 3-49-2 | 0,08 | 0,046 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 5,8 | 0,000001 | 0,0001117 | 0,997833 |
| 99 | Уз 3-49-2 | Уз 3-49-4 | 0,082 | 0,036 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 5,9 | 0,0000008 | 0,0001125 | 0,997828 |
| 100 | Уз 3-49-4 | ТК 3-49-6 | 0,08 | 0,061 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 5,8 | 0,0000014 | 0,0001139 | 0,997821 |
| 101 | ТК 3-49-6 | ТК 3-49-8 | 0,08 | 0,043 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 5,8 | 0,000001 | 0,0001149 | 0,997815 |
| 102 | ТК 3-49-8 | 3/а в ТК 3-49-8 к Кооперативной | 0,05 | 0,00107 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 4,6 | 0 | 0,0001149 | 0,997815 |
| 103 | 3/а в ТК 3-49-8 к Кооперативной | Уз 3-49-8-1 | 0,05 | 0,04381 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 4,6 | 0,000001 | 0,0001159 | 0,997811 |
| 104 | Уз 3-49-8-1 | жилой дом | 0,04 | 0,01544 | 1958 | 1 | 75 | 0,0000226 | 4,2 | 0,0000003 | 0,0001162 | 0,997809 |

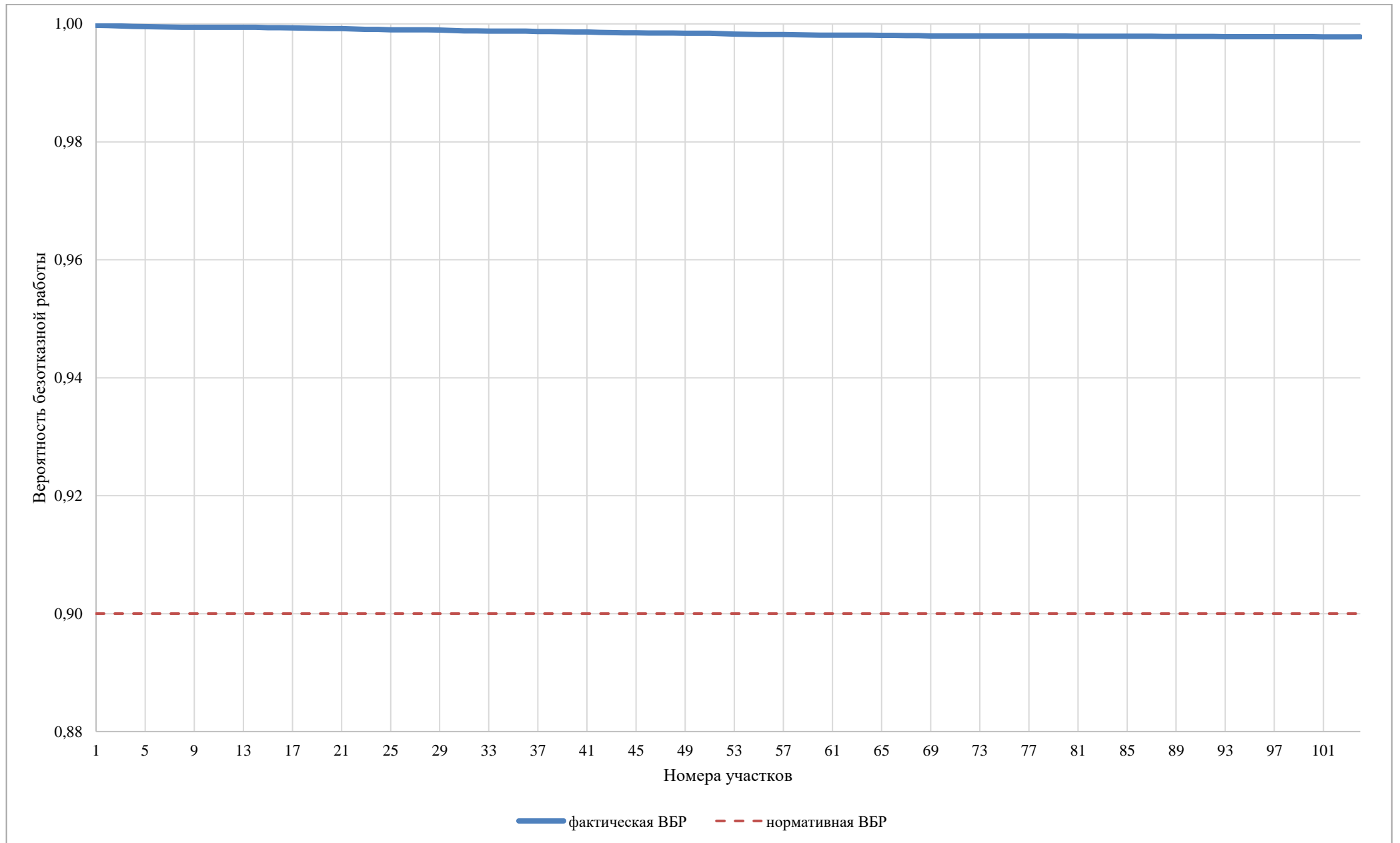


Рисунок 12 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (центральная часть) (рисунок П46.2 МУ)

4.1.6. 10 микрорайон

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.

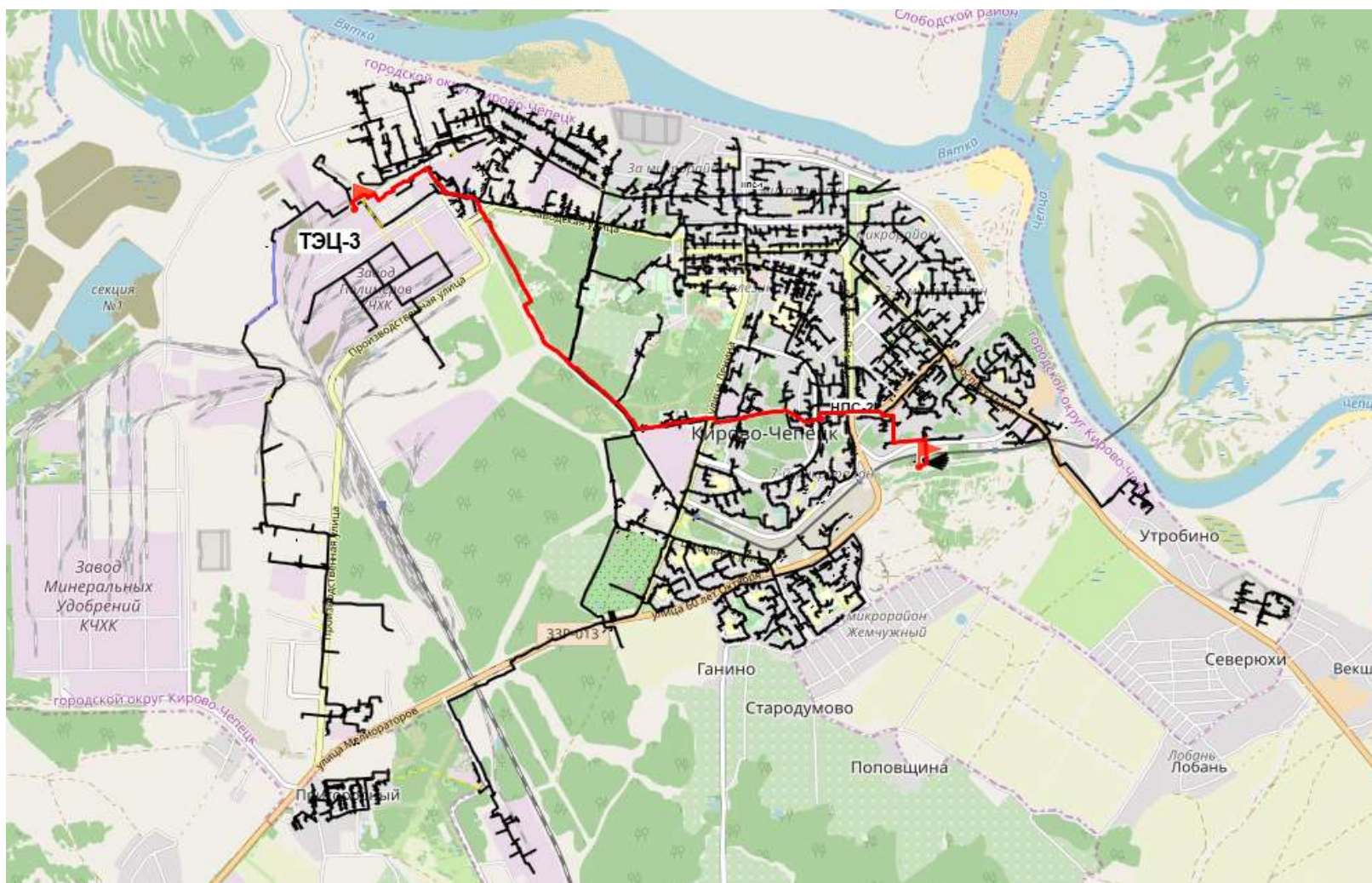


Рисунок 13 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (в сторону 10 микрорайона) (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 8 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны ТЭЦ №3(10 микрорайон) единой теплоснабжающей организации №01, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | ТЭЦ | 7ТК-4 | 0,7 | 0,779 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000176 | 0,0000176 | 0,999444 |
| 2 | 7ТК-4 | 7ТК-5 | 0,7 | 0,0927 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000021 | 0,0000197 | 0,999378 |
| 3 | 7ТК-5 | 7ТК-6 | 0,7 | 0,162 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000037 | 0,0000234 | 0,999262 |
| 4 | 7ТК-6 | 7ТК-7 | 0,7 | 0,1193 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000027 | 0,0000261 | 0,999177 |
| 5 | 7ТК-7 | 7ТК-8 | 0,7 | 0,157 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000035 | 0,0000296 | 0,999065 |
| 6 | 7ТК-8 | 7ТК-9а | 0,7 | 0,1755 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,000004 | 0,0000336 | 0,998940 |
| 7 | 7ТК-9а | 7ТК-9 | 0,7 | 0,0065 | 1977 | 2 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000001 | 0,0000337 | 0,998935 |
| 8 | 7ТК-9 | Уз. 7НО-10 | 0,7 | 0,147 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 32,9 | 0,0000033 | 0,000037 | 0,998830 |
| 9 | Уз. 7НО-10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 0,7 | 1,068 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 31,9 | 0,0000241 | 0,0000611 | 0,998092 |
| 10 | Ш-1,2 в 7П-1 | 7 Павильон 1 | 0,7 | 0,00264 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000001 | 0,0000612 | 0,998090 |
| 11 | 7 Павильон 1 | 7 Павильон 1а | 0,7 | 0,2181 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000661 | 0,997915 |
| 12 | 7 Павильон 1а | 7-НО- 23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 0,7 | 0,823 | 1972 | 1 | 61 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000186 | 0,0000847 | 0,997257 |
| 13 | 7-НО- 23 Уз.Совхоз Чеп 1 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 0,7 | 0,331 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000075 | 0,0000922 | 0,996992 |
| 14 | 7НО-25 ПАВ ЛЕПСЕ | 7 павильон 2 | 0,7 | 0,218 | 1977 | 1 | 56 | 0,0000226 | 36,9 | 0,0000049 | 0,0000971 | 0,996818 |
| 15 | 7 павильон 2 | 3-9 3-10 в 7П-2 к ТК 5-01 | 0,5 | 0,00396 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000001 | 0,0000972 | 0,996815 |
| 16 | 3-9 3-10 в 7П-2 к ТК 5-01 | ТК 5-01 | 0,5 | 0,058 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000013 | 0,0000985 | 0,996780 |
| 17 | ТК 5-01 | ТК 5-02 | 0,5 | 0,036 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000008 | 0,0000993 | 0,996758 |
| 18 | ТК 5-02 | ТК 5-02А | 0,5 | 0,196 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000044 | 0,0001037 | 0,996640 |
| 19 | ТК 5-02А | ТК 5-03 | 0,5 | 0,334 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 27,9 | 0,0000075 | 0,0001112 | 0,996438 |
| 20 | ТК 5-03 | перемычка 5-04 | 0,515 | 0,23 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 29,8 | 0,0000052 | 0,0001164 | 0,996289 |
| 21 | перемычка 5-04 | ТК 5-04 | 0,5 | 0,00151 | 1981 | 2 | 52 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001164 | 0,996288 |
| 22 | ТК 5-04 | Ш-23, 24 ТК 5-04 | 0,5 | 0,00072 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001164 | 0,996288 |
| 23 | Ш-23, 24 ТК 5-04 | ТК 5-05 | 0,515 | 0,067 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 30,2 | 0,0000015 | 0,0001179 | 0,996244 |
| 24 | ТК 5-05 | Уз. НПС-2-1 | 0,5 | 0,01551 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,3 | 0,0000003 | 0,0001182 | 0,996234 |
| 25 | Уз. НПС-2-1 | Уз. НПС-2-2 | 0,5 | 0,00163 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996233 |
| 26 | Уз. НПС-2-2 | 3-28 от Уз. НПС -2-6 | 0,5 | 0,0013 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996232 |
| 27 | 3-28 от Уз. НПС -2-6 | Клапан подпора | 0,5 | 0,00144 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,3 | 0 | 0,0001182 | 0,996232 |
| 28 | Клапан подпора | НПС-2 понизительная группа | 0,25 | 0,00574 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 14,4 | 0,0000001 | 0,0001183 | 0,996231 |
| 29 | НПС-2 понизительная группа | 3-30 от Уз. НПС-2-3 | 0,25 | 0,00798 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 14,4 | 0,0000001 | 0,0001184 | 0,996230 |
| 30 | 3-30 от Уз. НПС-2-3 | Уз. НПС-2-4 | 0,5 | 0,00151 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000113 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996229 |
| 31 | Уз. НПС-2-4 | Уз. НПС-2-5 | 0,5 | 0,00113 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996229 |
| 32 | Уз. НПС-2-5 | Клапан рассечки | 0,5 | 0,00113 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996228 |
| 33 | Клапан рассечки | Уз. НПС-2-6 | 0,5 | 0,00115 | 1989 | 1 | 44 | 0,0000226 | 29,4 | 0 | 0,0001184 | 0,996227 |
| 34 | Уз. НПС-2-6 | ТК 5-05а | 0,515 | 0,05083 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 30,2 | 0,0000011 | 0,0001195 | 0,996194 |
| 35 | ТК 5-05а | ТК 5-06 | 0,5 | 0,2266 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000051 | 0,0001246 | 0,996063 |
| 36 | ТК 5-06 | ТК 5-07 | 0,5 | 0,181 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000041 | 0,0001287 | 0,995959 |
| 37 | ТК 5-07 | ТК 5-08 | 0,5 | 0,093 | 1989 | 2 | 44 | 0,0000226 | 26,6 | 0,0000021 | 0,0001308 | 0,995905 |
| 38 | ТК 5-08 | 3/а в ТК 5-08 к ТК 22-1 | 0,3 | 0,00126 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 17,3 | 0 | 0,0001308 | 0,995905 |
| 39 | 3/а в ТК 5-08 к ТК 22-1 | ТК 22-1 | 0,309 | 0,1158 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 17,0 | 0,0000026 | 0,0001334 | 0,995862 |

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 40 | ТК 22-1 | ТК 22-2 | 0,309 | 0,01 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 17,0 | 0,0000002 | 0,0001336 | 0,995858 |
| 41 | ТК 22-2 | ТК 22-3 | 0,309 | 0,1836 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 17,0 | 0,0000041 | 0,0001377 | 0,995791 |
| 42 | ТК 22-3 | ТК 22-4 | 0,309 | 0,2546 | 1996 | 2 | 37 | 0,0000226 | 17,0 | 0,0000057 | 0,0001434 | 0,995697 |
| 43 | ТК 22-4 | ТК 22-5 | 0,309 | 0,0167 | 2002 | 2 | 31 | 0,0000226 | 17,0 | 0,0000004 | 0,0001438 | 0,995690 |
| 44 | ТК 22-5 | узел | 0,15 | 0,16989 | 2026 | 2 | 7 | 0,0000114 | 9,1 | 0,0000019 | 0,0001457 | 0,995674 |
| 45 | узел | 4 МКД | 0,05 | 0,06678 | 2033 | 2 | 0 | 0,0000181 | 4,5 | 0,0000012 | 0,0001469 | 0,995668 |

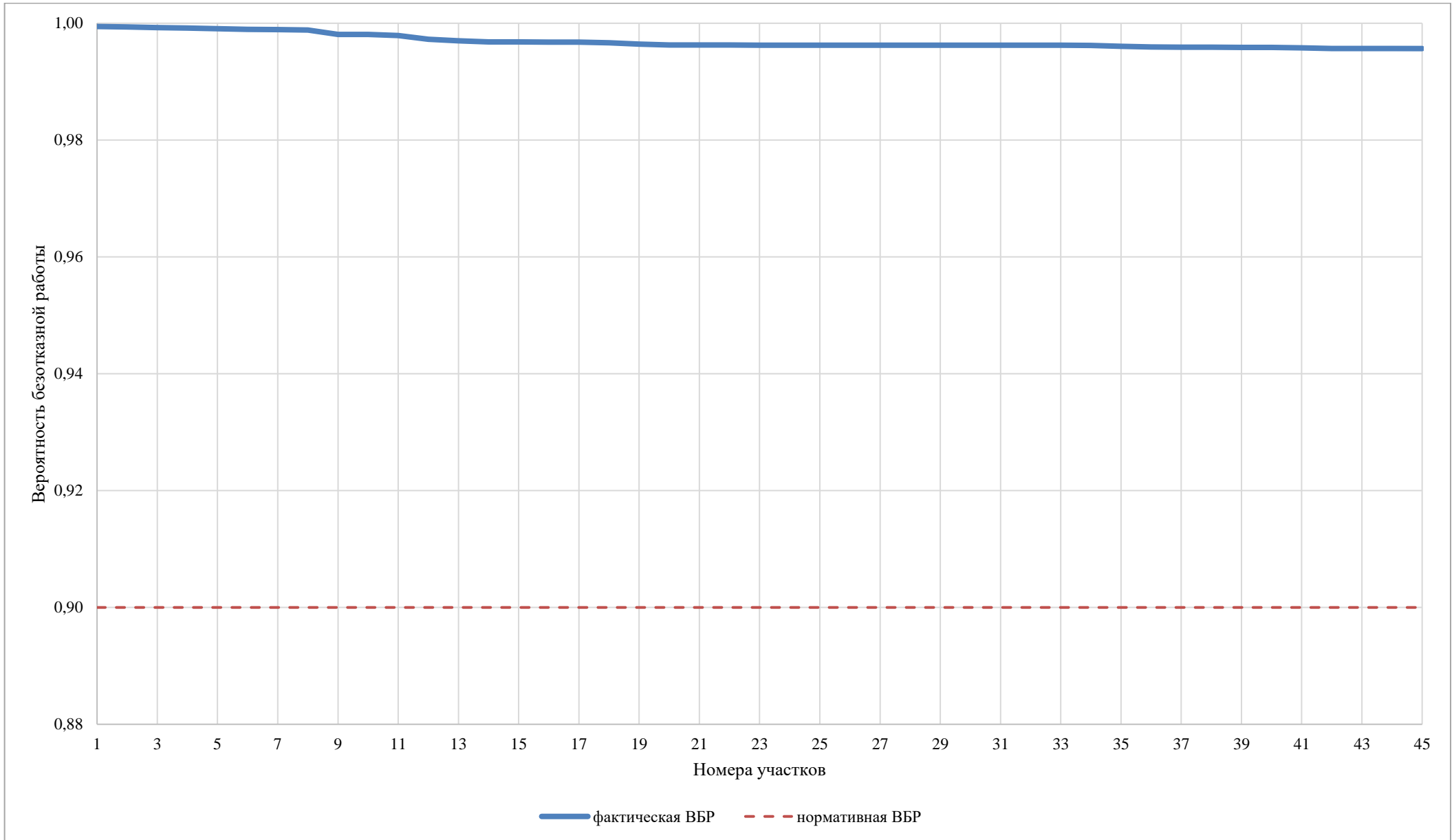


Рисунок 14 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия ТЭЦ №3 (10 микрорайон) (рисунок П46.2 МУ)

4.2. Котельная Каринторф

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.



Рисунок 15 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной Каринторф (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 9 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной Каринторф единой теплоснабжающей организации №02, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | Котельная | У-13 | 0,309 | 0,0533 | 1995 | 1 | 38 | 0,0000226 | 17,6 | 0,0000012 | 0,0000012 | 0,999979 |
| 2 | У-13 | У-13** | 0,309 | 0,0422 | 1999 | 1 | 34 | 0,0000226 | 17,6 | 0,000001 | 0,0000022 | 0,999962 |
| 3 | У-13** | У-17 | 0,259 | 0,0895 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,000002 | 0,0000042 | 0,999933 |
| 4 | У-17 | У-20 | 0,259 | 0,045 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,000001 | 0,0000052 | 0,999918 |
| 5 | У-20 | У-21 | 0,259 | 0,0512 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,0000012 | 0,0000064 | 0,999901 |
| 6 | У-21 | У-47 | 0,259 | 0,0728 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,0000016 | 0,000008 | 0,9998768 |
| 7 | У-47 | У-48 | 0,259 | 0,019 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,0000004 | 0,0000084 | 0,9998705 |
| 8 | У-48 | У-53 | 0,259 | 0,014 | 1988 | 2 | 45 | 0,0000226 | 14,6 | 0,0000003 | 0,0000087 | 0,9998659 |
| 9 | У-53 | У-85 | 0,207 | 0,019 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000004 | 0,0000091 | 0,9998607 |
| 10 | У-85 | У-86 | 0,209 | 0,006 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000001 | 0,0000092 | 0,9998591 |
| 11 | У-86 | У-87 | 0,209 | 0,067 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000015 | 0,0000107 | 0,9998408 |
| 12 | У-87 | У-88* | 0,209 | 0,015 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000003 | 0,000011 | 0,9998367 |
| 13 | У-88* | У-92 | 0,209 | 0,01 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 12,1 | 0,0000002 | 0,0000112 | 0,999834 |
| 14 | У-92 | У-91 | 0,15 | 0,015 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000003 | 0,0000115 | 0,999831 |
| 15 | У-91 | У-98* | 0,15 | 0,02 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000005 | 0,000012 | 0,999827 |
| 16 | У-98* | У-98 | 0,15 | 0,035 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000008 | 0,0000128 | 0,9998199 |
| 17 | У-98 | У-99* | 0,15 | 0,01 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000002 | 0,000013 | 0,9998179 |
| 18 | У-99* | У-103 | 0,15 | 0,035 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000008 | 0,0000138 | 0,9998108 |
| 19 | У-103 | У-105 | 0,15 | 0,02 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000005 | 0,0000143 | 0,9998068 |
| 20 | У-105 | У-104 | 0,15 | 0,0545 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000012 | 0,0000155 | 0,9997958 |
| 21 | У-104 | У-105* | 0,15 | 0,083 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000019 | 0,0000174 | 0,9997791 |
| 22 | У-105* | узел | 0,15 | 0,01 | 2008 | 1 | 25 | 0,0000226 | 8,9 | 0,0000002 | 0,0000176 | 0,9997771 |
| 23 | узел | У-106 | 0,15 | 0,058 | 2015 | 1 | 18 | 0,000013 | 8,9 | 0,0000008 | 0,0000184 | 0,9997703 |
| 24 | У-106 | узел | 0,15 | 0,022 | 2015 | 1 | 18 | 0,000013 | 8,9 | 0,0000003 | 0,0000187 | 0,9997677 |
| 25 | узел | узел | 0,15 | 0,014 | 2014 | 2 | 19 | 0,0000138 | 8,9 | 0,0000002 | 0,0000189 | 0,999766 |
| 26 | узел | У-107 | 0,15 | 0,01 | 2015 | 1 | 18 | 0,000013 | 8,9 | 0,0000001 | 0,000019 | 0,9997648 |
| 27 | У-107 | У-110 | 0,125 | 0,0215 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000005 | 0,0000195 | 0,999761 |
| 28 | У-110 | У-111 | 0,125 | 0,061 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000014 | 0,0000209 | 0,9997502 |
| 29 | У-111 | У-112 | 0,125 | 0,053 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000012 | 0,0000221 | 0,9997408 |
| 30 | У-112 | У-113 | 0,125 | 0,024 | 1985 | 2 | 48 | 0,0000226 | 7,9 | 0,0000005 | 0,0000226 | 0,9997365 |
| 31 | У-113 | У-121 | 0,1 | 0,071 | 2005 | 1 | 28 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000016 | 0,0000242 | 0,9997257 |
| 32 | У-121 | У-122 | 0,082 | 0,0604 | 2005 | 1 | 28 | 0,0000226 | 5,9 | 0,0000014 | 0,0000256 | 0,9997176 |
| 33 | У-122 | У-122* | 0,082 | 0,0075 | 2005 | 1 | 28 | 0,0000226 | 5,9 | 0,0000002 | 0,0000258 | 0,9997166 |
| 34 | У-122* | ж/д (Участковая, 4) | 0,05 | 0,0297 | 2005 | 1 | 28 | 0,0000226 | 4,6 | 0,0000007 | 0,0000265 | 0,9997135 |

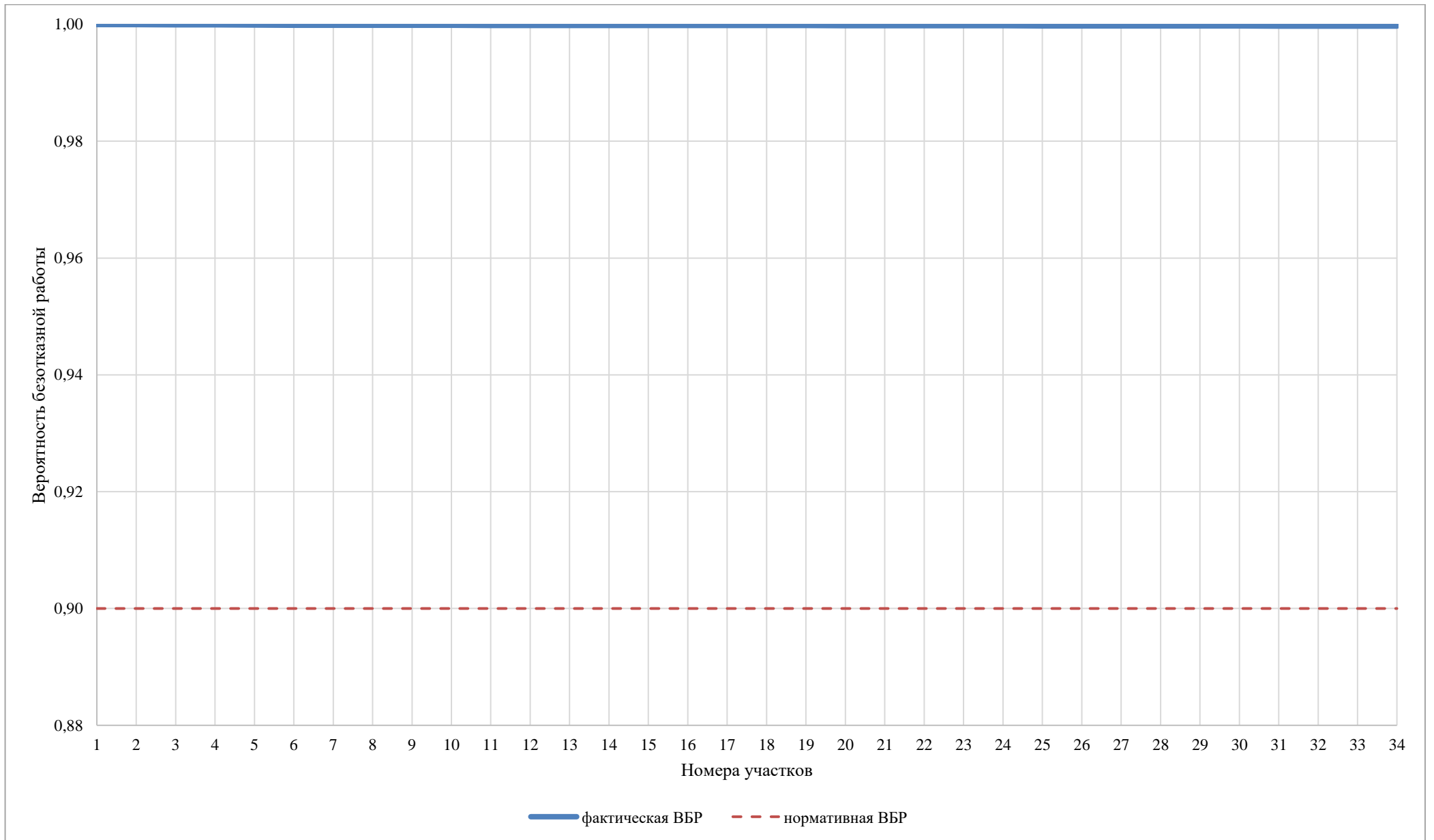


Рисунок 16 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия котельной Каринторф (рисунок П46.2 МУ)

4.3. Котельная ИК-11

Результаты расчета показателей надежности теплоснабжения, сформированные в соответствии с Приложением 46 МУ, по методике расчета, изложенной в Приложении 18 МУ, представлены на рисунках и в таблице ниже.



Рисунок 17 – Путь движения теплоносителя от источника тепловой энергии до конечного потребителя, в зоне действия котельной ИК-11 (рисунок П46.1 МУ)

Таблица 10 - Результаты расчета вероятности безотказной работы теплопроводов зоны котельной ИК-11 единой теплоснабжающей организации №03, при поэтапной реконструкции участков тепловой сети, осуществляемой за период до 2033 года (таблица П46.1 МУ)

| Номер участка пути | Начальная камера участка | Конечная камера участка | Диаметр трубопровода на участке, м | Длина трубопровода на участке, км | Год прокладки трубопровода | Тип прокладки (1-надземная; 2-подземная) | Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет | Частота (интенсивность) отказа участка, 1/час | Среднее время восстановления участка, час | Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/час | Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/час | Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--|
| 1 | Котельная ИК-11 | У-1 | 0,15 | 0,002 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,1 | 0 | 0 | 1,000000 |
| 2 | У-1 | У-2 | 0,15 | 0,011 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000002 | 0,0000002 | 0,999997 |
| 3 | У-2 | У-6 | 0,15 | 0,028 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000006 | 0,0000008 | 0,999992 |
| 4 | У-6 | узел | 0,15 | 0,003 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000001 | 0,0000009 | 0,999991 |
| 5 | узел | У-12 | 0,15 | 0,11 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,0 | 0,0000025 | 0,0000034 | 0,999969 |
| 6 | У-12 | У-13 | 0,15 | 0,008 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000002 | 0,0000036 | 0,999967 |
| 7 | У-13 | У-14 | 0,15 | 0,061 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 9,1 | 0,0000014 | 0,000005 | 0,999954 |
| 8 | У-14 | узел | 0,1 | 0,002 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0 | 0,000005 | 0,999954 |
| 9 | узел | У-15 | 0,1 | 0,054 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000012 | 0,0000062 | 0,999946 |
| 10 | У-15 | У-16 | 0,1 | 0,01 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000002 | 0,0000064 | 0,999944 |
| 11 | У-16 | узел | 0,1 | 0,002 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0 | 0,0000064 | 0,999944 |
| 12 | узел | У-21 | 0,1 | 0,02 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000005 | 0,0000069 | 0,999941 |
| 13 | У-21 | У-22 | 0,1 | 0,017 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000004 | 0,0000073 | 0,999939 |
| 14 | У-22 | У-23 | 0,1 | 0,012 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000003 | 0,0000076 | 0,999937 |
| 15 | У-23 | У-35 | 0,082 | 0,042 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 5,9 | 0,0000009 | 0,0000085 | 0,999931 |
| 16 | У-35 | У-24 | 0,082 | 0,056 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 5,9 | 0,0000013 | 0,0000098 | 0,999924 |
| 17 | У-24 | У-25 | 0,1 | 0,037 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000008 | 0,0000106 | 0,999918 |
| 18 | У-25 | У-26 | 0,1 | 0,009 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 6,7 | 0,0000002 | 0,0000108 | 0,999917 |
| 19 | У-26 | Общежитие №4 | 0,082 | 0,09 | 1997 | 1 | 36 | 0,0000226 | 5,9 | 0,000002 | 0,0000128 | 0,999905 |

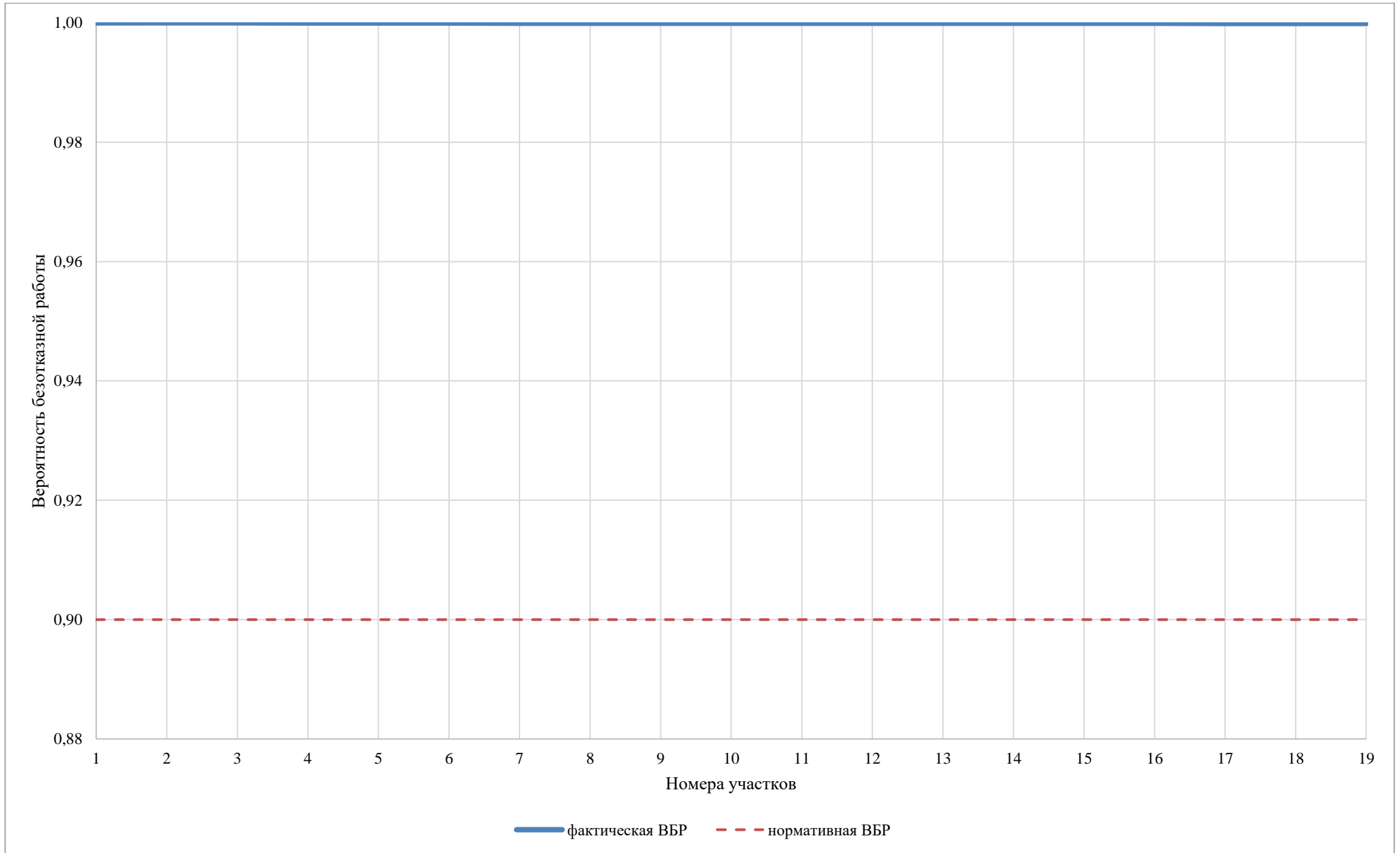


Рисунок 18 – Сравнительный анализ нормативной и фактической ВБР по пути движения теплоносителя, в зоне действия котельной ИК-11 (рисунок П46.2 МУ)

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

Результаты расчета перспективных показателей вероятности безотказной работы систем теплоснабжения представлены в разделе 4. Поскольку вероятность безотказной работы ни по 1 источнику теплоснабжения не опускается ниже минимально допустимого значения, готовность теплопроводов к несению тепловой нагрузки будет также выше минимально допустимого значения 0,97.

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

Приведенный объем годового недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии по состоянию на 2019 год составляет 5,12% от годового отпуска тепловой энергии на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения совокупного потребителя (при этом нарушениями в подаче тепловой энергии, считается необеспечение необходимых параметров качества теплоносителей, поддерживаемых на границе раздела тепловых сетей в соответствии с договорными условиями).

Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий, учтенных в Главах 7 и 8, приведена в таблице ниже.

Таблица 11 – Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций

| 2019 - 2025 | 2030 | 2033 |
|--------------------|-------------------|------------------|
| От 5,12%, до 2,71% | От 2,71% до 1,29% | От 1,29% 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.).

7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

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

Технологические нарушения, произошедшие на ТЭЦ-3 и котельных за рассматриваемый период, не приводили к ограничению отпуска тепловой энергии и снижению качества теплоносителя. После выяснения причин в сжатые сроки принимались меры для устранения нарушений и дальнейшее восстановление заданного режима.

За последние 5 лет по данным ТСО отказов и аварий на источниках тепловой энергии не происходило.

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

7.2. 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.

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

Из числа котельных, находящихся на адекватном расстоянии от ТЭЦ-3, следует выделить котельную «Уралхим». В данном случае совместная работа ТЭЦ и котельной затруднительна преимущественно по причине ведомственной разобщенности производителей тепловой энергии.

7.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов городского округа

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

В ходе анализа характеристик и количества участков, предлагаемых к реконструкции с целью повышения надежности теплоснабжения выявлено, что все рассматриваемые участки уже включены в состав группы «реконструкция тепловых сетей в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса» Главы 8. Таким образом, за счет перекладки ветхих теплопроводов, включенных в указанную группу проектов, возможно соответствие в перспективе фактических показателей надежности установленным нормативам. Перечень мероприятий по повышению надежности представлен в Главе 8.

7.5. Устройство резервных насосных станций

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

7.6. 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 °С;*
- 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 исключают 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»*

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение теплогидроаккумулирующих установок, наличие которых позволяет

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

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

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

В закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более предусматривается установка баков запаса химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды вместимостью 3% объема воды в системе теплоснабжения, при этом обеспечивается обновление воды в баках.

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

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

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