|  |  |
| --- | --- |
| http://mtdata.ru/u23/photoBAC6/20381974256-0/huge.jpeg | **Схема теплоснабжения**  **муниципального образования**  **город нижневартовск**  **(актуализация на 2024 год)**  **Обосновывающие материалы**  **Глава 11. оценка надежности теплоснабжения** |

ОГЛАВЛЕНИЕ

[1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4](#_Toc134975046)

[2 ОПИСАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОКАЗАТЕЛЯХ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА ПЕРИОД, ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ АКТУАЛИЗАЦИИ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, С УЧЕТОМ ВВЕДЕННЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫХ И РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ 5](#_Toc134975047)

[3 МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ОТКАЗАМ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (АВАРИЙНЫМ СИТУАЦИЯМ), СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ ОТКАЗОВ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ) В КАЖДОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ 6](#_Toc134975048)

[4 МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЯМ ОТКАЗАВШИХ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, НА КОТОРЫХ ПРОИЗОШЛИ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ), СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТКАЗАВШИХ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В КАЖДОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ 8](#_Toc134975049)

[5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗА (АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ) И БЕЗОТКАЗНОЙ (БЕЗАВАРИЙНОЙ) РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ, ПРИСОЕДИНЕННЫМ К МАГИСТРАЛЬНЫМ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ ТЕПЛОПРОВОДАМ 10](#_Toc134975050)

[6 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОТОВНОСТИ ТЕПЛОПРОВОДОВ К НЕСЕНИЮ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ 13](#_Toc134975051)

[6.1 Теплопроводы зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Мира, 12б (расчетный путь 1-1) 14](#_Toc134975052)

[6.2 Теплопроводы зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Нефтяников, 17. (расчетный путь 1-2) 19](#_Toc134975053)

[6.3 Теплопроводы зоны Котельной №2а до обобщенного потребителя «ОП-панель 13» (расчетный путь 2-1) 25](#_Toc134975054)

[6.4 Теплопроводы зоны Котельной №2а до поликлиники по ул. Кузоваткина, 43П (расчетный путь 2-2) 30](#_Toc134975055)

[6.5 Теплопроводы зоны Котельной №3а до Детского сада №1 по ул. Школьная, 22 (расчетный путь 3-1) 34](#_Toc134975056)

[6.6 Теплопроводы зоны Котельной №3а до базы «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П (расчетный путь 3-2) 42](#_Toc134975057)

[6.7 Теплопроводы зоны Котельной №5 до жилого дома по ул. Ханты-Мансийская, 27. (расчетный путь 4-1) 47](#_Toc134975058)

[6.8 Теплопроводы зоны Котельной №5 до гаражей РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5 (расчетный путь 4-2) 52](#_Toc134975059)

[6.9 Теплопроводы зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Осенняя, 63 (расчетный путь 5-1) 56](#_Toc134975060)

[6.10 Теплопроводы зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Рабочая, 45 (расчетный путь 5-2) 60](#_Toc134975061)

[6.11 Теплопроводы зоны Котельной №8Б до бани по ул. Новая, 12 (расчетный путь 6-1) 66](#_Toc134975062)

[6.12 Теплопроводы зоны Котельной №8Б до жилого дома по ул. Первомайская, 15 (расчетный путь 6-2) 73](#_Toc134975063)

[7 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НЕДООТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ПРИЧИНЕ ОТКАЗОВ (АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ) И ПРОСТОЕВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ 79](#_Toc134975064)

[8 ПРЕДЛОЖЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ 80](#_Toc134975065)

[8.1 Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых систем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования 80](#_Toc134975066)

[8.2 Установка резервного оборудования 80](#_Toc134975067)

[8.3 Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть 80](#_Toc134975068)

[8.4 Резервирование тепловых сетей смежных районов муниципального образования 81](#_Toc134975069)

[8.5 Устройство резервных насосных станций 81](#_Toc134975070)

[8.6 Установка баков-аккумуляторов 81](#_Toc134975071)

1. **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**
2. Оценка надежности теплоснабжения разрабатываются в соответствии с подпунктом 46 Требований к схемам теплоснабжения. Нормативные требования к надёжности теплоснабжения установлены в СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» СП 124.13330.2012 в части пунктов 6.25-6.30 раздела «Надежность».
3. В СП 124.13330.2012 надежность теплоснабжения определяется по способности проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом систем централизованного теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) обеспечивать нормативные показатели вероятности безотказной работы [Р], коэффициент готовности [Кг], живучести [Ж].

Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя. При этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

* источника теплоты Рит = 0,97;
* тепловых сетей Ртс = 0,9;
* потребителя теплоты Рпт = 0,99;
* СЦТ в целом Рсцт = 0,9⋅0,97⋅0,99 = 0,86.

1. Нормативные показатели безотказности тепловых сетей обеспечиваются следующими мероприятиями:

* установлением предельно допустимой длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
* местом размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
* достаточностью диаметров выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах;
* необходимость замены на конкретных участках конструкций тепловых сетей и теплопроводов на более надежные, а также обоснованность перехода на надземную или тоннельную прокладку;
* очередность ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью утративших свой ресурс.

1. Готовность системы теплоснабжения к исправной работе в течение отопительного периода определяется по числу часов ожидания готовности: источника теплоты, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также - числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.
2. Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе Кг принимается 0,97.
3. Нормативные показатели готовности систем теплоснабжения обеспечиваются следующими мероприятиями:

* готовностью СЦТ к отопительному сезону;
* достаточностью установленной (располагаемой) тепловой мощности источника тепловой энергии для обеспечения исправного функционирования СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
* способностью тепловых сетей обеспечить исправное функционирование СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
* организационными и техническими мерами, необходимые для обеспечения исправного функционирования СЦТ на уровне заданной готовности;
* максимально допустимым числом часов готовности для источника теплоты.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

1. **Первая категория** - потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже предусмотренных ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
2. Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.
3. **Вторая категория** - потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч:

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

**Третья категория** - остальные потребители.

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**

Согласно п. 73 Требований к схемам теплоснабжения, утвержденными постановлением Правительства № 154, глава 11 дополнена следующими разделами и подразделами:

* «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»;
* «Метод и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения»;
* «Метод и результаты обработки данных по восстановлениям отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения»;
* «Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам»;
* «Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки»;
* «Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии»;
* «Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения».

При актуализации Схемы на 2024 год в состав главы 11 включено Приложение № 1: «План действий по ликвидации последствий аварийных ситуаций с применением геоинформационной системы теплоснабжения для электронного моделирования системы теплоснабжения».

1. **МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ОТКАЗАМ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (АВАРИЙНЫМ СИТУАЦИЯМ), СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ ОТКАЗОВ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ) В КАЖДОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Частота (интенсивность) отказов каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя , 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 все системы в целом. Средняя вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов, будет равна произведению вероятностей безотказной работы:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.1.) |

Интенсивность отказов всего последовательного соединения равна сумме интенсивностей отказов на каждом участке , [1/час], где -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 (важно: не в процессе одного отопительного периода, а времени от начала его ввода в эксплуатацию). В нашей практике для описания параметрической зависимости интенсивности отказов мы применяем зависимость от срока эксплуатации, следующего вида, близкую по характеру к распределению Вейбулла:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.2.) |

где - срок эксплуатации участка [лет].

При отсутствии статистических данных расчет интенсивностей отказов теплопроводов со сроком службы до 25 лет должен производиться в соответствии с данной формулой. Участки тепловой сети, выработавшие эксплуатационный ресурс (работающие 25 лет и более), должны выделяться в отдельную группу как потенциально ненадежные. После дополнительного анализа их состояния должны выбираться участки тепловых сетей, рекомендуемые к замене. Для оставшихся участков этой группы (не рекомендованных к замене), интенсивности отказов должны приниматься как для теплопроводов, имеющих срок службы 25 лет.

Характер изменения интенсивности отказов зависит от параметра : при , она монотонно убывает, при  - возрастает; при  функция принимает вид . А - это интенсивность отказов теплопровода, соответствующая начальному периоду эксплуатации в конкретной системе теплоснабжения. Значение начальной интенсивности отказов теплопровода должно приниматься равным 0,05 1/км/год. Если интенсивности отказов участков тепловой сети существенно выше значений, характерных для начального периода эксплуатации, то на данном этапе должны быть разработаны и включены в схему теплоснабжения предложения по замене (капитальному ремонту) таких участков.

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.3) |

Статистика отказов (инцидентов) на тепловых сетях в г. Нижневартовске за 2011-2023 гг. представлена в таблице далее.

**Таблица 3-1 - Статистика отказов (инцидентов) на тепловых сетях в г. Нижневартовске за 2011-2023 гг.**

| Год | Внутриквартальные трубопроводы | | | | | | Магистральные трубопроводы | | Всего по сетям | | Протяжённость сетей | Количество повреждений на 1км сетей |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т7 | Т8 | Т1 | Т2 | Т3 | Всего |
| **2011** | 131 | 41 | 65 | 32 | 0 | 0 | 10 | 3 | 65 | **284** | 292,108 | 0,97 |
| **2012** | 130 | 49 | 66 | 37 | 3 | 0 | 10 | 7 | 66 | **304** | 290,576 | 1,05 |
| **2013** | 88 | 42 | 51 | 34 | 2 | 0 | 21 | 3 | 51 | **242** | 299,749 | 0,81 |
| **2014** | 124 | 46 | 41 | 30 | 1 | 0 | 31 | 5 | 41 | **284** | 301,919 | 0,94 |
| **2015** | 112 | 45 | 35 | 19 | 0 | 0 | 31 | 4 | 35 | **252** | 306,332 | 0,82 |
| **2016** | 131 | 49 | 40 | 32 | 0 | 0 | 29 | 4 | 40 | **289** | 300,415 | 0,96 |
| **2017** | 98 | 27 | 36 | 12 | 0 | 0 | 28 | 10 | 36 | **212** | 300,663 | 0,71 |
| **2018** | 140 | 31 | 18 | 9 | 0 | 0 | 25 | 6 | 18 | **234** | 302,889 | 0,77 |
| **2019** | 142 | 32 | 20 | 10 | 0 | 0 | 27 | 7 | 19 | **257** | 308,764 | 0,83 |
| **2020** | 138 | 29 | 16 | 7 | 0 | 0 | 23 | 4 | 16 | **233** | 312,328 | 0,75 |
| **2021** | 138 | 27 | 14 | 8 | 0 | 0 | 25 | 5 | 14 | **231** | 318,112 | 0,73 |
| **2022** | 134 | 25 | 12 | 3 | 0 | 0 | 19 | 0 | 12 | **205** | 323,994 | 0,63 |
| **2023** | 138 | 29 | 16 | 7 | 0 | 0 | 24 | 4 | 16 | **235** | 329,248 | 0,71 |

1. **МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЯМ ОТКАЗАВШИХ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, НА КОТОРЫХ ПРОИЗОШЛИ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ), СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТКАЗАВШИХ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В КАЖДОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

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, необходимом для ликвидации повреждения, предложенную Е.Я. Соколовым:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4.1) |

где

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | - | постоянные коэффициенты, зависящие от способа укладки теплопровода (подземный, надземный) и его конструкции, а также от способа диагностики места повреждения и уровня организации ремонтных работ |
|  | - | расстояние между секционирующими задвижками, м; |
|  | - | условный диаметр трубопровода, м. |

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

* по уравнению 4.1 вычисляется время ликвидации повреждения на i-том участке;
* по каждой градации повторяемости температур с использованием уравнения 2.4 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 (уравнение 4.2) и поток отказов (уравнение 4.3.) участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры в +12 град С.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2) |
| , | (4.3) |

* вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.4) |

При аварийных ситуациях на источнике тепловой энергии или в тепловых сетях в течение всего ремонтно-восстановительного периода должны обеспечиваться (если иные режимы не предусмотрены договором теплоснабжения):

* подача тепловой энергии (теплосносителя) в полном объеме потребителям первой категории;
* подача тепловой энергии (теплосносителя) на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям второй и третьей категорий в размерах, указанных в таблице 4-1;
* согласованный сторонами договора теплоснабжения аварийный режим расхода пара и технологической горячей воды;
* согласованный сторонами договора теплоснабжения аварийный тепловой режим работы неотключаемых вентиляционных систем;
* среднесуточный расход теплоты за отопительный период на горячее водоснабжение (при невозможности его отключения).

**Таблица 4-1 – Допустимое снижение подачи тепловой энергии**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления t °C | | | | |
| минус 10 | минус 20 | минус 30 | минус 40 | минус 50 |
| Допустимое снижение подачи тепловой энергии, %, до | 78 | 84 | 87 | 89 | 91 |

Все ТСО своевременно осуществляют устранение аварийных ситуаций на тепловых сетях, входящих в эксплуатационную ответственность организаций.

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 4-2 – 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 г. Нижневартовску время восстановления работоспособности тепловых сетей соответствует установленным нормативам.

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗА (АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ) И БЕЗОТКАЗНОЙ (БЕЗАВАРИЙНОЙ) РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ, ПРИСОЕДИНЕННЫМ К МАГИСТРАЛЬНЫМ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ ТЕПЛОПРОВОДАМ**

Приведенная продолжительность прекращения подачи тепловой энергии представляет собой поток отказов участков тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры +12⁰С или +8⁰С (для жилых или общественных зданий соответственно). С помощью определяемых величин потока отказов вычисляется важнейший параметр надежности ‒ вероятность безотказной работы (ВБР) участков тепловой сети относительно конкретных абонентов-потребителей тепловой энергии.

Вероятности безотказной работы на не резервируемых участках тепловой сети в модели первого уровня рассчитываются относительно тепловых камер, в которых к магистральным теплопроводам присоединены ответвления, обеспечивающие передачу тепловой энергии от магистрального теплопровода в городской район (микрорайон, планировочный квартал, кадастровый квартал).

Вероятности безотказной работы рассчитываются для всех теплопроводов (как не резервируемых), реестр которых установлен в электронной модели теплоснабжения города Нижневартовска, в которой представлены тепловые сети, находящиеся на обеспечении и обслуживании АО «Городские электрические сети».

Основные пути для расчета вероятности безотказной работы системы теплоснабжения приведены в таблице ниже.

Вероятности безотказной работы участков тепловой сети, обеспечивающих передачу тепловой энергии от источников теплоснабжения до обобщенных потребителей, рассчитываются по всему «пути» теплоносителя относительно тепловых узлов этих обобщенных потребителей.

Чтобы выявить обобщенных потребителей тепловой энергии с явно наименьшими значениями вероятности безотказной работы всех участков тепловой сети, от источника тепловой энергии до конечной точки «пути» теплоносителя (тепловых узлов или пунктов зданий-потребителей), необходимо провести анализ на максимальные значения условной материальной характеристики всех участков с подземной прокладкой и с наиболее старыми годами прокладки участков тепловой сети. Значения вероятности безотказной работы участков тепловой сети с подземной прокладкой, при прочих равных условиях окажутся ниже, чем для участков с надземной прокладкой, так как среднее время восстановления поврежденного участка с подземной прокладкой больше, чем надземной.

Таким образом, наименьшие значения вероятности безотказной работы участков тепловой сети будут иметь те потребители тепловой энергии, у которых суммарная условная материальная характеристика участков с подземной прокладкой окажется максимальной при наличии в «пути» теплоносителя участков с наиболее старыми годами прокладок. В случае, если вероятность безотказной работы участков тепловой сети таких потребителей будет не менее нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже *Pi ≥ 0,9*), можно будет сделать вывод об общей удовлетворительной вероятности безотказной работы всей рассматриваемой тепловой сети от источника до рассматриваемых обобщенных потребителей тепловой энергии.

**Таблица 5-1 – Расчетный путь для определения вероятности безотказной работы**

| Расчетный путь для оценки надежности ТС | |
| --- | --- |
| Начальная камера участка (источник тепловой энергии) | Конечная камера участка (потребитель) |
| *Котельная №1* | |
| Котельная №1 | Жилой дом по ул. Мира, 12б |
| Котельная №1 | Жилой дом по ул. Нефтяников, 17 |
| *Котельная №2а* | |
| Котельная №2а | ОП панель 13 |
| Котельная №2а | Поликлиника по ул. Кузоваткина, 43П |
| *Котельная №3а* | |
| Котельная №3а | Детский сад №1 по ул. Школьная, 22 |
| Котельная №3а | База «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П |
| *Котельная №5* | |
| Котельная №5 | Жилой дом по ул. Ханты-Мансийская, 27 |
| Котельная №5 | Гаражи РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5 |
| *Котельная №8* | |
| Котельная №8 | Жилой дом по ул. Осенняя, 63 |
| Котельная №8 | Жилой дом по ул. Рабочая, 45 |
| *Котельная №8Б* | |
| Котельная №8Б | Баня по ул. Новая, 12 |
| Котельная №8Б | Жилой дом по ул. Первомайская, 15 |
| *ПС «Рыбзавод»* | |
| ПС «Рыбзавод» | Жилой дом по ул. Геологов, 14Б |
| ПС «Рыбзавод» | Жилой дом пер. Клубный, 3 |

Анализ на соответствие требованиям надежности существующей системы теплоснабжения города Нижневартовск был проведен по РД-7-ВЭП.

Способность проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом СЦТ обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления) следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [Р], коэффициенту готовности [Кг] и живучести [Ж].

**Вероятность безотказной работы [P]** – способность системы не допускать отказов, приводящих к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 оС, в промышленных зданиях ниже +8 оС, более числа раз, установленного нормативами.

**Коэффициент готовности (качества) системы [Kг]** — вероятность работоспособного состояния системы в произвольный момент времени поддерживать в отапливаемых помещениях расчетную внутреннюю температуру, кроме периодов снижения температуры, допускаемых нормативами.

**Живучесть системы [Ж]** - способность системы сохранять свою работоспособность в аварийных (экстремальных) условиях, а также после длительных (более 54 ч) остановок.

***Вероятность безотказной работы [p]***

Вероятность безотказной работы СЦТ в эксплуатации – это показатель способности СЦТ к безотказной работе при текущем техническом состоянии СЦТ.

Исходными данными для расчета вероятности безотказной работы [Р] являются длины и диаметры участков, год их ввода в эксплуатацию, продолжительность отопительного периода.

Вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента определяется по формуле:

 где:

ωp – поток отказов участка тепловой сети относительно абонента, используемый для вычисления вероятности безотказной работы.

 где:

ωp,j – поток отказов j-го участка, используемый для вычисления вероятности безотказной работы.

 где:

– удельный поток отказов j-го участка, используемый для вычисления вероятности безотказной работы, ;

lj – длина j-го участка, км;

τоп – продолжительность отопительного сезона, ч.

 где:

a – эмпирический коэффициент. При нормативном уровне безотказности a = 0,00003;

mp – эмпирический коэффициент потока отказов, полученный на основе обработки статистических данных. Принимается равным 0,5 при расчете вероятности безотказной работы;

Kc,j – коэффициент, учитывающий старение (утрату ресурса) j-го участка.

dj – диаметр j-го участка, м.

 где:

nj – срок службы теплопровода j-го участка с момента ввода в эксплуатацию (в годах).

Минимально допустимый показатель вероятности безотказной работы для тепловых сетей равен Ртс = 0,9.

Расчет вероятности безотказной работы был проведен для незарезервированных тупиковых участков тепловой сети, потому что вероятность одновременного отказа двух элементов тепловой сети пренебрежительно мала.

Оценка недоотпуска тепловой энергии потребителям осуществляется по формуле:

 где:

– среднегодовая тепловая мощность теплопотребляющих установок потребителя (тепловая нагрузка потребителя), Гкал/ч;

τоп – продолжительность отопительного сезона, ч;

qmn – вероятность отказа теплопровода.

 где:

– расчетная тепловая нагрузка потребителя на систему отопления, Гкал/ч;

– температура внутреннего воздуха, оС;

– средняя температура наружного воздуха за отопительный период, оС;

– расчетная температура наружного воздуха, оС;

– расчетная тепловая нагрузка потребителя на систему вентиляции, Гкал/ч;

– средняя тепловая нагрузка потребителя на систему горячего водоснабжения за отопительный период, Гкал/ч.

 где:

P – вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента.

Результаты оценки вероятности безотказной работы по выбранным направлениям представлены в разделе 6 настоящей главы.

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОТОВНОСТИ ТЕПЛОПРОВОДОВ К НЕСЕНИЮ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ**

***Коэффициент готовности [Кг]***

Коэффициент готовности в эксплуатации – это показатель фактического состояния и готовности СЦТ к исправной работе.

 где:

z1 – число часов ожидания неготовности СЦТ в период стояния нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности;

z2 – число часов ожидания неготовности источника тепла, принимается по среднестатистическим данным, z2 < 50 часов;

z3 – число часов ожидания неготовности тепловых сетей;

z4 – число часов ожидания неготовности абонента, принимается по среднестатистическим данным, z4 < 10 часов.

z3 = tв ∙ ωE,j, ч, где:

tв – среднее время восстановления теплоснабжения, ч;

ωE,j – поток отказов j-го участка, используемый для вычисления коэффициента готовности.

Среднее время восстановления теплоснабжения, tв, было принято по СП 124.13330.2012, табл. 2. Для трубопроводов малых диаметров (меньше 300 мм) среднее время восстановления теплоснабжения было рассчитано по эмпирической формуле, полученной МИСИ в результате исследований.

tв,j = 5,06 + 14,93 dj, ч, где:

dj – диаметр j-го участка, м.

 где:

– удельный поток отказов j-го участка, используемый для вычисления коэффициента готовности;

lj – длина j-го участка, км;

τ – продолжительность отопительного сезона, ч.

 где:

a – эмпирический коэффициент. При нормативном уровне безотказности a = 0,00003;

mE – эмпирический коэффициент потока отказов, полученный на основе обработки статистических данных. Принимается равным 1 при расчете коэффициента готовности;

Kc,j – коэффициент, учитывающий старение (утрату ресурса) j-го участка;

dj – диаметр j-го участка, м.

 где:

nj – срок службы теплопровода j-го участка с момента ввода в эксплуатацию (в годах).

Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе равен Кг = 0,97.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Мира, 12б (расчетный путь 1-1)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 1-1 начинается от Котельной №1 до жилого дома по ул. Мира, 12б (рисунок 6.1-1).

В таблице 6.1-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

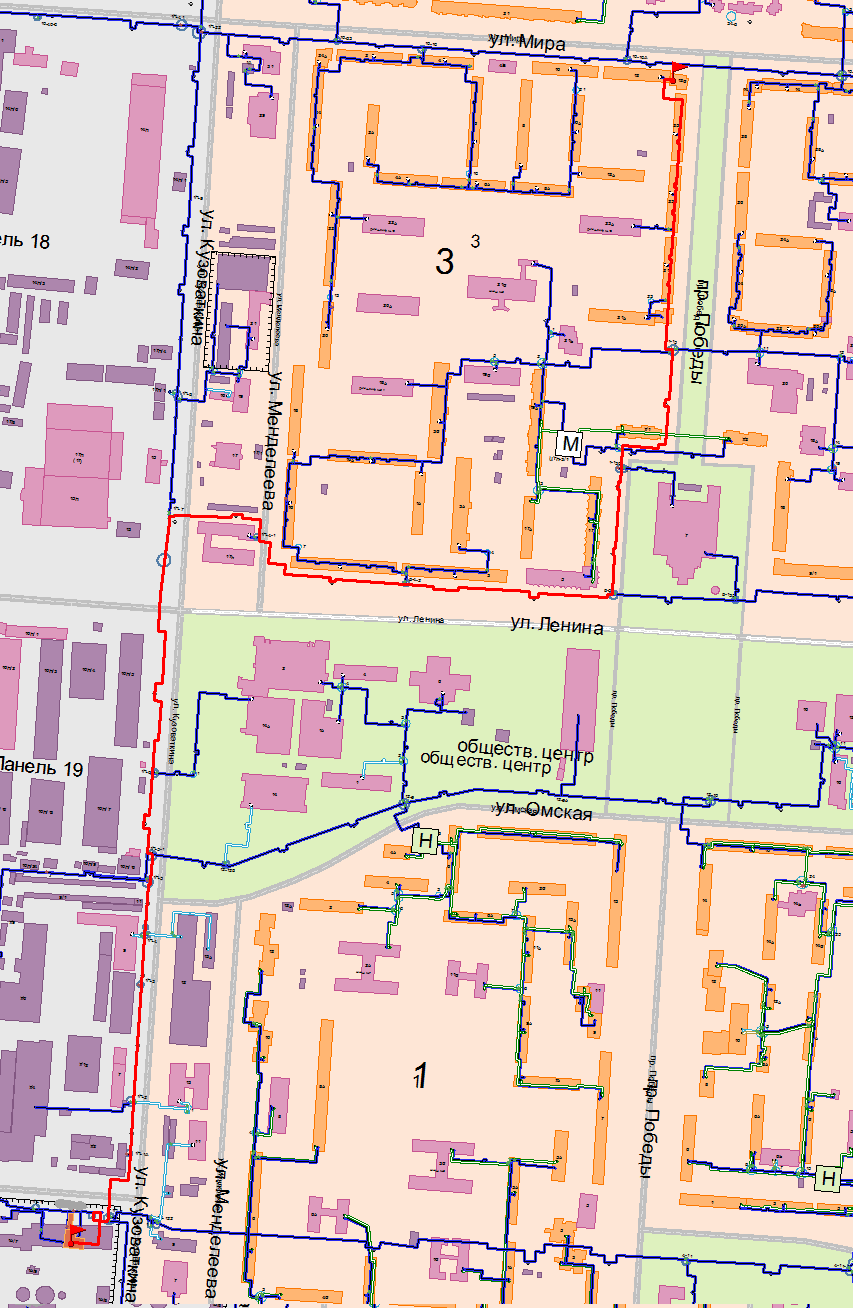


Рисунок 6.1-1. Расчетный путь 1-1 от котельной №1 до жилого дома по ул. Мира, 12б

Таблица 6.1-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Мира, 12б. (расчетный путь 1-1)

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутренний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №1 | Кузоваткина, 1а/7 | 0,0482 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,007715 | 0,9923 | 0,000049 | 0,012792 | 12,53 | 0,160 | 0,993132 |
| Кузоваткина, 1а/7 |  | 0,0192 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003073 | 0,9969 | 0,000049 | 0,005096 | 12,53 | 0,064 | 0,993143 |
|  |  | 0,008 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,001412 | 0,9986 | 0,000053 | 0,002341 | 17,00 | 0,040 | 0,993146 |
|  | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,0205 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003281 | 0,9967 | 0,000049 | 0,005441 | 12,53 | 0,068 | 0,993143 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Узел врезки | 0,056 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008557 | 0,9915 | 0,000046 | 0,014188 | 11,03 | 0,157 | 0,993133 |
| Узел врезки | Уз 1П-121 | 0,0259 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,003957 | 0,9961 | 0,000046 | 0,006562 | 11,03 | 0,072 | 0,993142 |
| Уз 1П-121 | Уз 1П-120 | 0,0564 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008618 | 0,9914 | 0,000046 | 0,014290 | 11,03 | 0,158 | 0,993133 |
| Уз 1П-120 | Уз 1П-119 | 0,1289 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,019695 | 0,9805 | 0,000046 | 0,032659 | 11,03 | 0,360 | 0,993110 |
| Уз 1П-119 | Уз 1П-118 | 0,0538 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008279 | 0,9918 | 0,000047 | 0,013729 | 11,24 | 0,154 | 0,993133 |
| Уз 1П-118 | Уз 1П-118 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000308 | 0,9997 | 0,000047 | 0,000510 | 11,24 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-118 | Уз 1П-2 | 0,0073 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001115 | 0,9989 | 0,000046 | 0,001850 | 11,03 | 0,020 | 0,993148 |
| Уз 1П-2 | Уз 1П-3 | 0,048 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,007334 | 0,9927 | 0,000046 | 0,012161 | 11,03 | 0,134 | 0,993135 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,037 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,005653 | 0,9944 | 0,000046 | 0,009374 | 11,03 | 0,103 | 0,993139 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3-1 | 0,103 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,017123 | 0,9830 | 0,000050 | 0,028393 | 14,02 | 0,398 | 0,993105 |
| Уз 1П-3-1 | Узел врезки | 0,014 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,002327 | 0,9977 | 0,000050 | 0,003859 | 14,02 | 0,054 | 0,993145 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,029 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,004821 | 0,9952 | 0,000050 | 0,007994 | 14,02 | 0,112 | 0,993138 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,152 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,025269 | 0,9750 | 0,000050 | 0,041900 | 14,02 | 0,587 | 0,993084 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0021 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000371 | 0,9996 | 0,000053 | 0,000615 | 17,00 | 0,010 | 0,993149 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0546 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,009637 | 0,9904 | 0,000053 | 0,015979 | 17,00 | 0,272 | 0,993120 |
| Узел врезки | 10/9 | 0,042 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,006982 | 0,9930 | 0,000050 | 0,011578 | 14,02 | 0,162 | 0,993132 |
| 10/9 | 7/8 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| 7/8 | Узел врезки | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| Узел врезки | 5/6 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| 5/6 | УТ 1П-4-1 | 0,12 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,019207 | 0,9810 | 0,000049 | 0,031848 | 12,53 | 0,399 | 0,993105 |
| УТ 1П-4-1 | УТ 8-4-2 | 0,22 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,035212 | 0,9654 | 0,000049 | 0,058388 | 12,53 | 0,731 | 0,993067 |
| УТ 8-4-2 | УТ 8-5 | 0,248 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,039694 | 0,9611 | 0,000049 | 0,065820 | 12,53 | 0,824 | 0,993057 |
| УТ 8-5 | УТ 8-5 | 0,002 | 0,4 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| УТ 8-5 | УТ 1-136 | 0,145 | 0,4 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,022156 | 0,9781 | 0,000046 | 0,036738 | 11,03 | 0,405 | 0,993104 |
| УТ 1-136 | УТ 1-15 | 0,1861 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,028640 | 0,9718 | 0,000047 | 0,047490 | 11,24 | 0,534 | 0,993090 |
| УТ 1-15 | УТ 1-15 | 0,002 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000266 | 0,9997 | 0,000040 | 0,000442 | 8,15 | 0,004 | 0,993150 |
| УТ 1-15 | УТ 1-15 | 0,002 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000265 | 0,9997 | 0,000040 | 0,000439 | 8,05 | 0,004 | 0,993150 |
| УТ 1-15 | проспект Победы, 21 | 0,036 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,004762 | 0,9952 | 0,000040 | 0,007896 | 8,05 | 0,064 | 0,993143 |
| проспект Победы, 21 | проспект Победы, 21 | 0,0614 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,008180 | 0,9919 | 0,000040 | 0,013565 | 8,15 | 0,111 | 0,993138 |
| проспект Победы, 21 | проспект Победы, 21 | 0,002 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000266 | 0,9997 | 0,000040 | 0,000442 | 8,15 | 0,004 | 0,993150 |
| проспект Победы, 21 | проспект Победы, 23 | 0,0392 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004884 | 0,9951 | 0,000038 | 0,008099 | 7,30 | 0,059 | 0,993144 |
| проспект Победы, 23 | проспект Победы, 23 | 0,044 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,005482 | 0,9945 | 0,000038 | 0,009091 | 7,30 | 0,066 | 0,993143 |
| проспект Победы, 23 | проспект Победы, 25 | 0,044 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,005482 | 0,9945 | 0,000038 | 0,009091 | 7,30 | 0,066 | 0,993143 |
| проспект Победы, 25 | проспект Победы, 25 | 0,0449 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,005142 | 0,9949 | 0,000035 | 0,008526 | 6,55 | 0,056 | 0,993144 |
| проспект Победы, 25 | ул. Мира, 12 | 0,0352 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,004031 | 0,9960 | 0,000035 | 0,006684 | 6,55 | 0,044 | 0,993146 |
| ул. Мира, 12 | ул. Мира, 12Б | 0,0085 | 0,07 | 1988 | 1,8675 | 0,000016 | 0,000904 | 0,9991 | 0,000032 | 0,001499 | 6,11 | 0,009 | 0,993150 |
| ул. Мира, 12Б | Жилой дом | 0,002 | 0,069 | 1988 | 1,8675 | 0,000016 | 0,000212 | 0,9998 | 0,000032 | 0,000352 | 6,09 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,333785** | **0,7162** |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-6,0951** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя, предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Нефтяников, 17. (расчетный путь 1-2)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 1-2 начинается от Котельной №1 до жилого дома по ул. Нефтяников, 17 (Рисунок 6.2-1).

В таблице 6.2-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

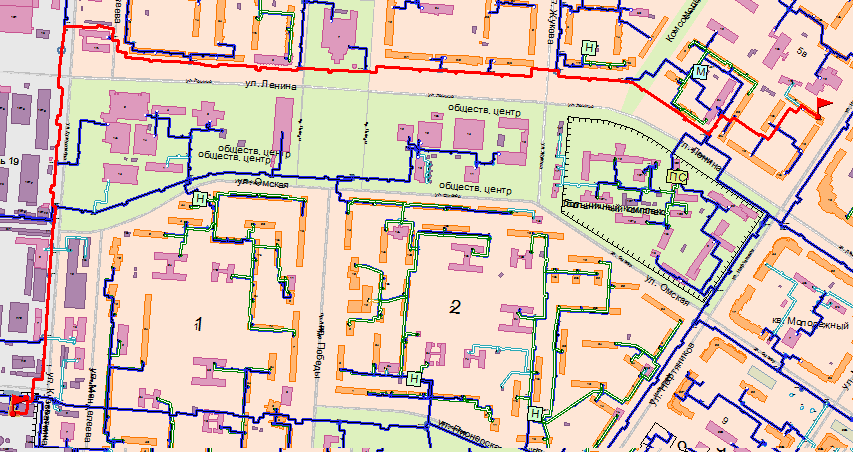


Рисунок 6.2-1. Расчетный путь 1-2 от котельной №1 до жилого дома по ул. Нефтяников, 17

Таблица 6.2-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №1 до жилого дома по ул. Нефтяников, 17. (расчетный путь 1-2)

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №1 | Кузоваткина, 1а/7 | 0,0482 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,007715 | 0,9923 | 0,000049 | 0,012792 | 12,53 | 0,160 | 0,993132 |
| Кузоваткина, 1а/7 |  | 0,0192 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003073 | 0,9969 | 0,000049 | 0,005096 | 12,53 | 0,064 | 0,993143 |
|  |  | 0,008 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,001412 | 0,9986 | 0,000053 | 0,002341 | 17,00 | 0,040 | 0,993146 |
|  | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,0205 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003281 | 0,9967 | 0,000049 | 0,005441 | 12,53 | 0,068 | 0,993143 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Уз 1П-1 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-1 | Узел врезки | 0,056 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008557 | 0,9915 | 0,000046 | 0,014188 | 11,03 | 0,157 | 0,993133 |
| Узел врезки | Уз 1П-121 | 0,0259 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,003957 | 0,9961 | 0,000046 | 0,006562 | 11,03 | 0,072 | 0,993142 |
| Уз 1П-121 | Уз 1П-120 | 0,0564 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008618 | 0,9914 | 0,000046 | 0,014290 | 11,03 | 0,158 | 0,993133 |
| Уз 1П-120 | Уз 1П-119 | 0,1289 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,019695 | 0,9805 | 0,000046 | 0,032659 | 11,03 | 0,360 | 0,993110 |
| Уз 1П-119 | Уз 1П-118 | 0,0538 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,008279 | 0,9918 | 0,000047 | 0,013729 | 11,24 | 0,154 | 0,993133 |
| Уз 1П-118 | Уз 1П-118 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000308 | 0,9997 | 0,000047 | 0,000510 | 11,24 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-118 | Уз 1П-2 | 0,0073 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001115 | 0,9989 | 0,000046 | 0,001850 | 11,03 | 0,020 | 0,993148 |
| Уз 1П-2 | Уз 1П-3 | 0,048 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,007334 | 0,9927 | 0,000046 | 0,012161 | 11,03 | 0,134 | 0,993135 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,037 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,005653 | 0,9944 | 0,000046 | 0,009374 | 11,03 | 0,103 | 0,993139 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 1П-3 | Уз 1П-3-1 | 0,103 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,017123 | 0,9830 | 0,000050 | 0,028393 | 14,02 | 0,398 | 0,993105 |
| Уз 1П-3-1 | Узел врезки | 0,014 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,002327 | 0,9977 | 0,000050 | 0,003859 | 14,02 | 0,054 | 0,993145 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,029 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,004821 | 0,9952 | 0,000050 | 0,007994 | 14,02 | 0,112 | 0,993138 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,152 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,025269 | 0,9750 | 0,000050 | 0,041900 | 14,02 | 0,587 | 0,993084 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0021 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000349 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000579 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0546 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,009077 | 0,9910 | 0,000050 | 0,015051 | 14,02 | 0,211 | 0,993127 |
| Узел врезки | 10/9 | 0,042 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,006982 | 0,9930 | 0,000050 | 0,011578 | 14,02 | 0,162 | 0,993132 |
| 10/9 | 7/8 | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| 7/8 | Узел врезки | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000025 | 0,000332 | 0,9997 | 0,000050 | 0,000551 | 14,02 | 0,008 | 0,993150 |
| Узел врезки | 5/6 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| 5/6 | УТ 1П-4-1 | 0,12 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,019207 | 0,9810 | 0,000049 | 0,031848 | 12,53 | 0,399 | 0,993105 |
| УТ 1П-4-1 | УТ 8-4-2 | 0,22 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,035212 | 0,9654 | 0,000049 | 0,058388 | 12,53 | 0,731 | 0,993067 |
| УТ 8-4-2 | УТ 8-5 | 0,248 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,039694 | 0,9611 | 0,000049 | 0,065820 | 12,53 | 0,824 | 0,993057 |
| УТ 8-5 | УТ 8-5 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 8-5 | УТ 8-135 | 0,1424 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,022792 | 0,9775 | 0,000049 | 0,037793 | 12,53 | 0,473 | 0,993097 |
| УТ 8-135 | Узел врезки | 0,068 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,010884 | 0,9892 | 0,000049 | 0,018047 | 12,53 | 0,226 | 0,993125 |
| Узел врезки | УТ 8-5-1 | 0,099 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,015846 | 0,9843 | 0,000049 | 0,026275 | 12,53 | 0,329 | 0,993113 |
| УТ 8-5-1 | УТ 8-5-1 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 8-5-1 | УТ 8-138 | 0,1213 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,019415 | 0,9808 | 0,000049 | 0,032193 | 12,53 | 0,403 | 0,993105 |
| УТ 8-138 |  | 0,1664 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,026633 | 0,9737 | 0,000049 | 0,044163 | 12,53 | 0,553 | 0,993088 |
|  | УТ 8-6 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 8-6 | УТ 8-6 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 8-6 | УТ 8-6 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 8-6 | УТ 8-6 | 0,002 | 0,4 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000046 | 0,000507 | 11,03 | 0,006 | 0,993150 |
| УТ 8-6 | УТ 8-140 | 0,1557 | 0,4 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,023790 | 0,9765 | 0,000046 | 0,039449 | 11,03 | 0,435 | 0,993101 |
| УТ 8-140 | Узел врезки | 0,0122 | 0,4 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001864 | 0,9981 | 0,000046 | 0,003091 | 11,03 | 0,034 | 0,993147 |
| Узел врезки | УТ 8-13 | 0,203 | 0,35 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,030168 | 0,9703 | 0,000045 | 0,050024 | 10,29 | 0,515 | 0,993092 |
| УТ 8-13 | УТ 8-13 | 0,002 | 0,35 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000297 | 0,9997 | 0,000045 | 0,000493 | 10,29 | 0,005 | 0,993150 |
| УТ 8-13 | УТ 8-13 | 0,002 | 0,25 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000277 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000460 | 8,79 | 0,004 | 0,993150 |
| УТ 8-13 | ТК 5-4 | 0,054 | 0,25 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,007483 | 0,9925 | 0,000042 | 0,012407 | 8,79 | 0,109 | 0,993138 |
| ТК 5-4 | ТК 5-4 | 0,002 | 0,25 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000277 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000460 | 8,79 | 0,004 | 0,993150 |
| ТК 5-4 | ТК 5-4 | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| ТК 5-4 | Комсом. Бульвар, 2Б | 0,0216 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002691 | 0,9973 | 0,000038 | 0,004463 | 7,30 | 0,033 | 0,993147 |
| Комсом. Бульвар, 2Б | Комсом. Бульвар, 2Б | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| Комсом. Бульвар, 2Б | Комсом. Бульвар, 2Б | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| Комсом. Бульвар, 2Б | ТК 5-5 | 0,072 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,008971 | 0,9911 | 0,000038 | 0,014876 | 7,30 | 0,109 | 0,993138 |
| ТК 5-5 | ТК 5-8 | 0,0475 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,005918 | 0,9941 | 0,000038 | 0,009814 | 7,30 | 0,072 | 0,993143 |
| ТК 5-8 | ТК 5-8 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| ТК 5-8 | ул. Нефтяников, 17А | 0,082 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,009391 | 0,9907 | 0,000035 | 0,015572 | 6,55 | 0,102 | 0,993139 |
| ул. Нефтяников, 17А | ул. Нефтяников, 17А | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| ул. Нефтяников, 17А | ул. Нефтяников, 17 | 0,002 | 0,069 | 1988 | 1,8675 | 0,000016 | 0,000212 | 0,9998 | 0,000032 | 0,000352 | 6,09 | 0,002 | 0,993150 |
| ул. Нефтяников, 17 | Жилой дом | 0,002 | 0,069 | 1988 | 1,8675 | 0,000016 | 0,000212 | 0,9998 | 0,000032 | 0,000352 | 6,09 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,432458** | **0,6489** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-7,6467** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения, ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

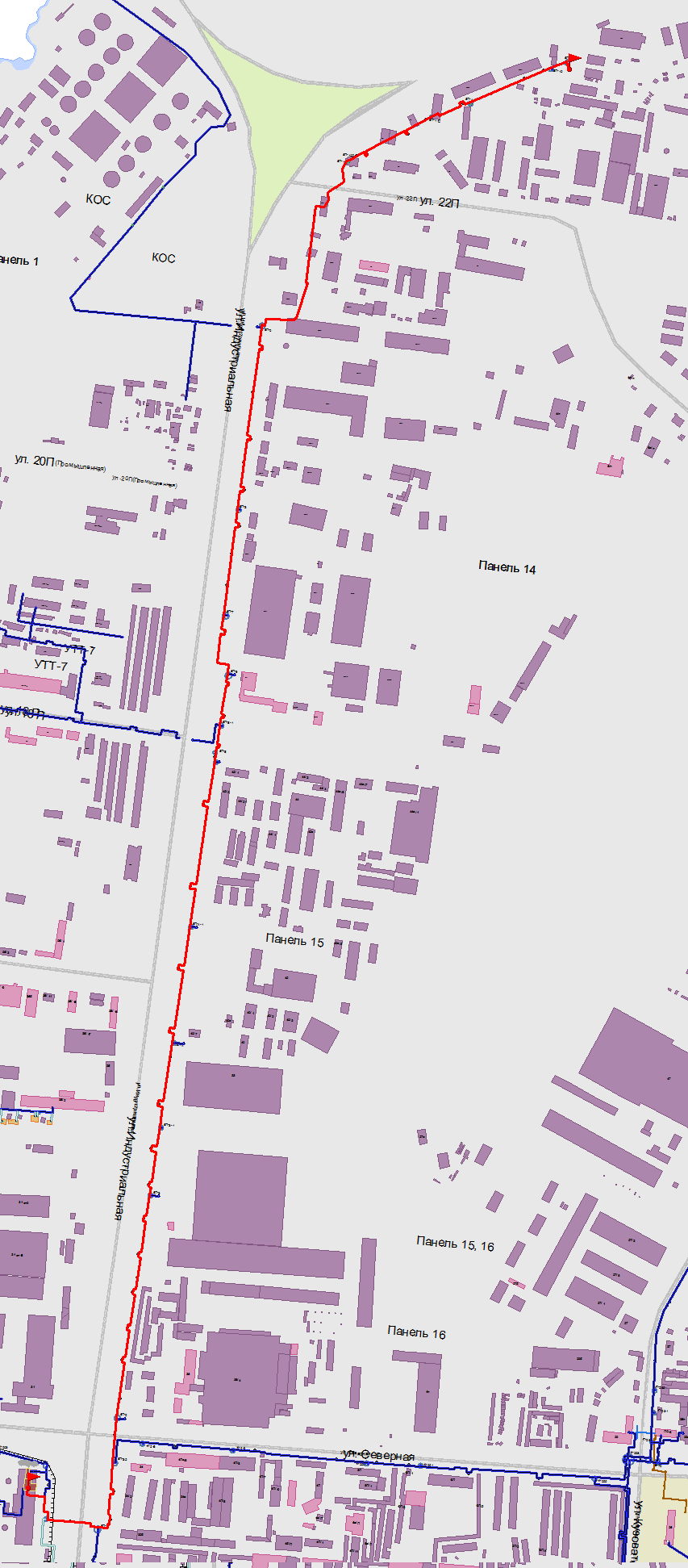
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №2а до обобщенного потребителя «ОП-панель 13» (расчетный путь 2-1)**

Теплопровод расчетного пути 2-1 начинается от Котельной №2а до узла обобщенного потребителя «ОП-панель 13» (Рисунок 6.3-1)

В таблице 6.3-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.3-1. Расчетный путь 2-1 от котельной №2А до обобщенного потребителя «ОП-панель 13».**

**Таблица 6.3-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №2а до обобщенного потребителя «ОП-панель 13» (расчетный путь 2-1)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №2А |  | 0,0233 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,004000 | 0,9960 | 0,000052 | 0,006632 | 15,51 | 0,103 | 0,993139 |
|  |  | 0,0215 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,003691 | 0,9963 | 0,000052 | 0,006120 | 15,51 | 0,095 | 0,993140 |
|  | Уз 5П-1 | 0,0478 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,008205 | 0,9918 | 0,000052 | 0,013606 | 15,51 | 0,211 | 0,993127 |
| Уз 5П-1 | Уз 5П-1 | 0,0973 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,016702 | 0,9834 | 0,000052 | 0,027696 | 15,51 | 0,430 | 0,993102 |
| Уз 5П-1 | Уз 5П-32 | 0,1467 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,023480 | 0,9768 | 0,000049 | 0,038934 | 12,53 | 0,488 | 0,993095 |
| Уз 5П-32 | Уз 5П-2 | 0,0784 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,012548 | 0,9875 | 0,000049 | 0,020807 | 12,53 | 0,261 | 0,993121 |
| Уз 5П-2 |  | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 5П-2 | 0,0018 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000288 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000478 | 12,53 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 5П-2 | Уз 5П-3 | 0,4366 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,069880 | 0,9325 | 0,000049 | 0,115874 | 12,53 | 1,451 | 0,992985 |
| Уз 5П-3 | Уз 5П-3-1 | 0,1489 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,025560 | 0,9748 | 0,000052 | 0,042383 | 15,51 | 0,657 | 0,993076 |
| Уз 5П-3-1 | Уз 5П-4 | 0,1689 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,028993 | 0,9714 | 0,000052 | 0,048076 | 15,51 | 0,746 | 0,993066 |
| Уз 5П-4 | Уз 5П-4-1 | 0,2442 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,041919 | 0,9589 | 0,000052 | 0,069509 | 15,51 | 1,078 | 0,993028 |
| Уз 5П-4-1 | Уз 5П-5 | 0,332 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,056991 | 0,9446 | 0,000052 | 0,094501 | 15,51 | 1,466 | 0,992983 |
| Уз 5П-5 | Уз 5П-5 | 0,0143 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,002455 | 0,9975 | 0,000052 | 0,004070 | 15,51 | 0,063 | 0,993143 |
| Уз 5П-5 | Уз 5П-5-1 | 0,0588 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,010094 | 0,9900 | 0,000052 | 0,016737 | 15,51 | 0,260 | 0,993121 |
| Уз 5П-5-1 | Уз 5П-5-1 | 0,0011 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000176 | 0,9998 | 0,000049 | 0,000292 | 12,53 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз 5П-5-1 |  | 0,1007 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,016118 | 0,9840 | 0,000049 | 0,026726 | 12,53 | 0,335 | 0,993112 |
|  | Уз 5П-6 | 0,0022 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000352 | 0,9996 | 0,000049 | 0,000584 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 5П-6 | Уз 5П-6 | 0,0033 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000528 | 0,9995 | 0,000049 | 0,000876 | 12,53 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 5П-6 | Уз 5П-6 | 0,0021 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000336 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000557 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 5П-6 | Уз 5П-7 | 0,1354 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,021672 | 0,9786 | 0,000049 | 0,035935 | 12,53 | 0,450 | 0,993099 |
| Уз 5П-7 | Уз 5П-8 | 0,2004 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,032075 | 0,9684 | 0,000049 | 0,053186 | 12,53 | 0,666 | 0,993075 |
| Уз 5П-8 | Уз 5П-9 | 0,3598 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,057588 | 0,9440 | 0,000049 | 0,095491 | 12,53 | 1,196 | 0,993014 |
| Уз 5П-9 |  | 0,003 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000480 | 0,9995 | 0,000049 | 0,000796 | 12,53 | 0,010 | 0,993150 |
|  | Уз 5П-9 | 0,001 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000160 | 0,9998 | 0,000049 | 0,000265 | 12,53 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз 5П-9 | Уз 5П-9 | 0,0035 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000560 | 0,9994 | 0,000049 | 0,000929 | 12,53 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 5П-9 | Узел врезки | 0,0082 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,001312 | 0,9987 | 0,000049 | 0,002176 | 12,53 | 0,027 | 0,993148 |
| Узел врезки | Уз 5П-10 | 0,3806 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,054777 | 0,9467 | 0,000044 | 0,090830 | 9,54 | 0,866 | 0,993052 |
| Уз 5П-10 | Уз 5П-10Д | 0,0073 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,001051 | 0,9989 | 0,000044 | 0,001742 | 9,54 | 0,017 | 0,993149 |
| Уз 5П-10Д | Узел врезки | 0,0202 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,002907 | 0,9971 | 0,000044 | 0,004821 | 9,54 | 0,046 | 0,993145 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,1499 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,021574 | 0,9787 | 0,000044 | 0,035773 | 9,54 | 0,341 | 0,993112 |
| Узел врезки | Уз 5П-11Д | 0,0216 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,003109 | 0,9969 | 0,000044 | 0,005155 | 9,54 | 0,049 | 0,993145 |
| Уз 5П-11Д | Уз 5П-11 | 0,0918 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,013212 | 0,9869 | 0,000044 | 0,021908 | 9,54 | 0,209 | 0,993127 |
| Уз 5П-11 | Уз 5П-12 | 0,1567 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,022553 | 0,9777 | 0,000044 | 0,037396 | 9,54 | 0,357 | 0,993110 |
| Уз 5П-12 | Уз 5П-13 | 0,0267 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,003843 | 0,9962 | 0,000044 | 0,006372 | 9,54 | 0,061 | 0,993144 |
| Уз 5П-13 | Уз 5П-13 | 0,0048 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000691 | 0,9993 | 0,000044 | 0,001146 | 9,54 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 5П-13 | Панель 13 | 0,0097 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,001396 | 0,9986 | 0,000044 | 0,002315 | 9,54 | 0,022 | 0,993148 |
|  | | | | | | | **0,561595** | **0,5703** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-267,2484** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей, присоединенных к тепловым камерам от «ОП-панель 13», ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

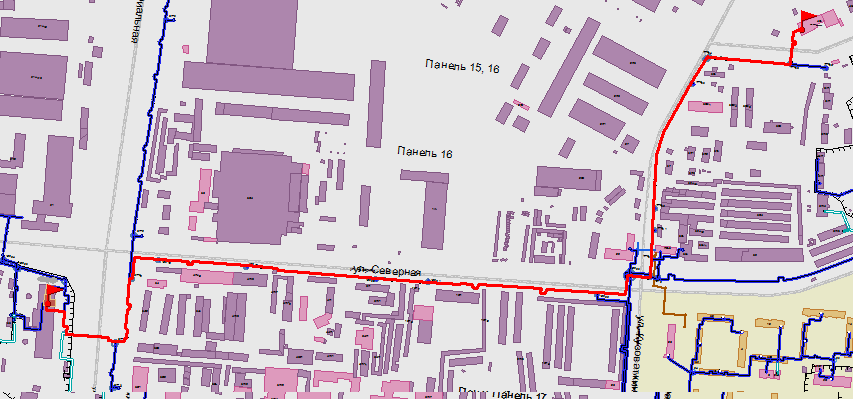
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до обобщенного потребителя «ОП-панель 13» предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №2а до поликлиники по ул. Кузоваткина, 43П (расчетный путь 2-2)**

Теплопровод расчетного пути 2-2 начинается от Котельной №2а до поликлиники по ул. Кузоваткина, 43П (рисунок 6.4-1).

В таблице 6.4-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.4-1. Расчетный путь 2-2 от котельной №2А до поликлиники по ул. Кузоваткина, 43П**

**Таблица 6.4-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №2а до поликлиники по ул. Кузоваткина, 43П (расчетный путь 2-2)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №2А |  | 0,0233 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,004000 | 0,9960 | 0,000052 | 0,006632 | 15,51 | 0,103 | 0,993139 |
|  |  | 0,0215 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,003691 | 0,9963 | 0,000052 | 0,006120 | 15,51 | 0,095 | 0,993140 |
|  | Уз 5П-1 | 0,0478 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,008205 | 0,9918 | 0,000052 | 0,013606 | 15,51 | 0,211 | 0,993127 |
| Уз 5П-1 | Уз 5П-1 | 0,0973 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,016702 | 0,9834 | 0,000052 | 0,027696 | 15,51 | 0,430 | 0,993102 |
| Уз 5П-1 | Уз 5П-32 | 0,1467 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,023480 | 0,9768 | 0,000049 | 0,038934 | 12,53 | 0,488 | 0,993095 |
| Уз 5П-32 | Уз 5П-32 | 0,0034 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000584 | 0,9994 | 0,000052 | 0,000968 | 15,51 | 0,015 | 0,993149 |
| Уз 5П-32 |  | 0,0021 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000360 | 0,9996 | 0,000052 | 0,000598 | 15,51 | 0,009 | 0,993150 |
|  | Уз 14-218 | 0,0863 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,014814 | 0,9853 | 0,000052 | 0,024565 | 15,51 | 0,381 | 0,993107 |
| Уз 14-218 | Уз 14-219 | 0,1717 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,029474 | 0,9710 | 0,000052 | 0,048873 | 15,51 | 0,758 | 0,993064 |
| Уз 14-219 | Уз 14-220 | 0,2401 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,041215 | 0,9596 | 0,000052 | 0,068342 | 15,51 | 1,060 | 0,993030 |
| Уз 14-220 | Уз 14-221 | 0,0934 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,016033 | 0,9841 | 0,000052 | 0,026585 | 15,51 | 0,412 | 0,993104 |
| Уз 14-221 | Уз 14-222 | 0,3414 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,058604 | 0,9431 | 0,000052 | 0,097177 | 15,51 | 1,507 | 0,992979 |
| Уз 14-222 | Уз 14-223 | 0,0826 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,014179 | 0,9859 | 0,000052 | 0,023511 | 15,51 | 0,365 | 0,993109 |
| Уз 14-223 | Уз 14-223 | 0,0024 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000384 | 0,9996 | 0,000049 | 0,000637 | 12,53 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 14-223 | Уз 14-223 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 14-223 | Уз 14-223 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 14-223 |  | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 14-223 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 14-223 | Уз 18-79 | 0,052 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,008323 | 0,9917 | 0,000049 | 0,013801 | 12,53 | 0,173 | 0,993131 |
| Уз 18-79 | Уз 18-79 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 18-79 | Уз 18-79 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 18-79 | Уз 1П-230 | 0,0279 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,004466 | 0,9955 | 0,000049 | 0,007405 | 12,53 | 0,093 | 0,993140 |
| Уз 1П-230 | Уз 1П-231 | 0,0525 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,008403 | 0,9916 | 0,000049 | 0,013934 | 12,53 | 0,175 | 0,993131 |
| Уз 1П-231 | Уз 1П-232 | 0,0399 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,006386 | 0,9936 | 0,000049 | 0,010590 | 12,53 | 0,133 | 0,993136 |
| Уз 1П-232 | Уз 1П-233 | 0,2446 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,039150 | 0,9616 | 0,000049 | 0,064917 | 12,53 | 0,813 | 0,993058 |
| Уз 1П-233 | Уз 1П-234 | 0,0517 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,008275 | 0,9918 | 0,000049 | 0,013721 | 12,53 | 0,172 | 0,993131 |
| Уз 1П-234 | Уз 1П-234 | 0,002 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000320 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000531 | 12,53 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 1П-234 | Уз 1П-234 | 0,002 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000288 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000477 | 9,54 | 0,005 | 0,993150 |
| Уз 1П-234 | Уз 1П-235 | 0,1469 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,021142 | 0,9791 | 0,000044 | 0,035057 | 9,54 | 0,334 | 0,993113 |
| Уз 1П-235 | Уз 1П-235 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Уз 1П-235 | Кузоваткина, 43П | 0,083 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,009505 | 0,9905 | 0,000035 | 0,015761 | 6,55 | 0,103 | 0,993139 |
| Кузоваткина, 43П | Поликлиника | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,340362** | **0,7115** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-13,9191** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

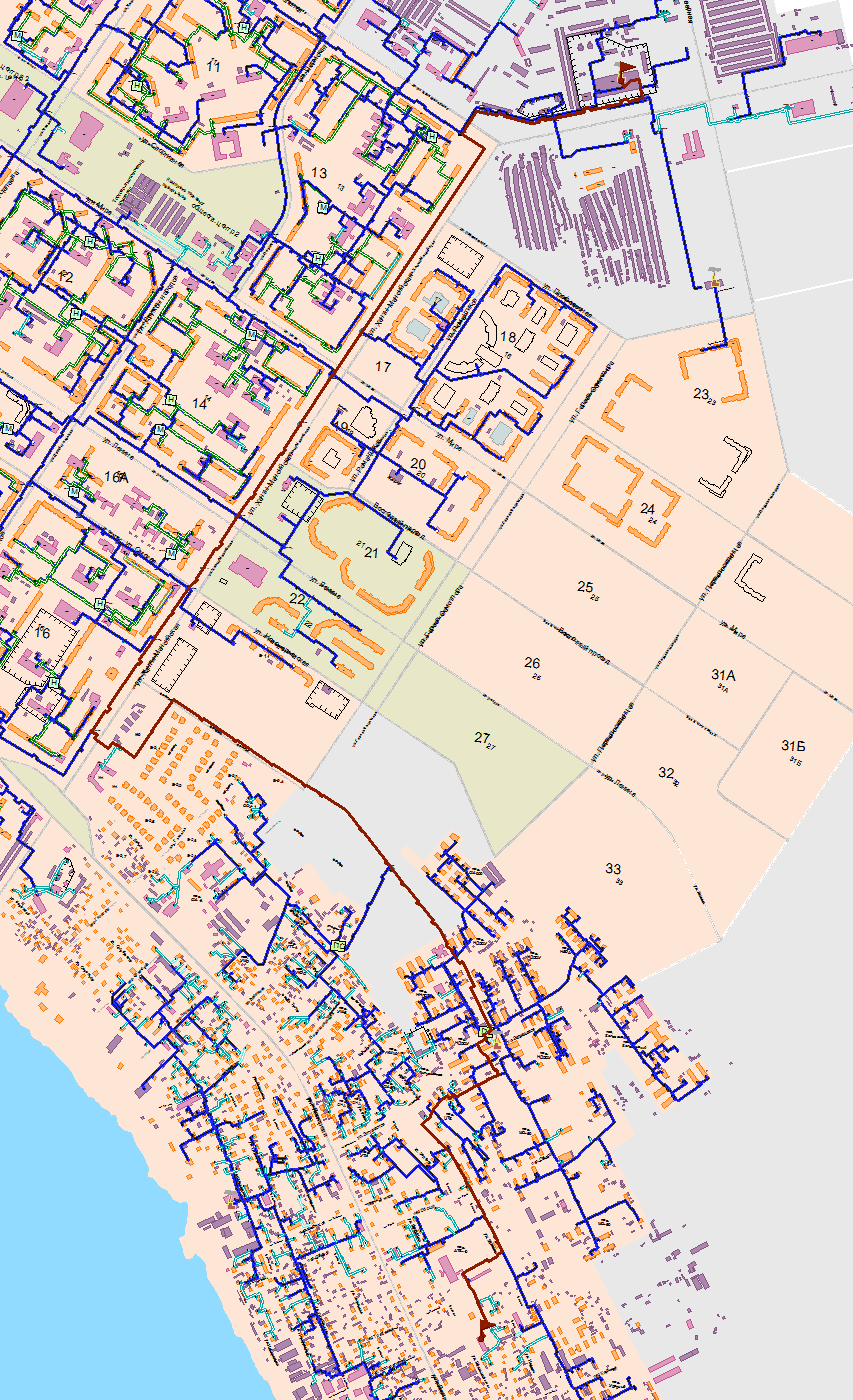
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №3а до Детского сада №1 по ул. Школьная, 22 (расчетный путь 3-1)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 3-1 начинается от Котельной №3а до Детского сада №1 по ул. Школьная, 22 (рисунок 6.5-1).

В таблице 6.5-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.5-1. Расчетный путь 3-1 от котельной №3А до Детского сада №1 по ул. Школьная, 22**

**Таблица 6.5-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №3А до Детского сада №1 по ул. Школьная, 22 (расчетный путь 3-1)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №3А |  | 0,001 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000185 | 0,9998 | 0,000056 | 0,000307 | 19,99 | 0,006 | 0,993150 |
|  |  | 0,0508 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,008975 | 0,9911 | 0,000054 | 0,014882 | 17,06 | 0,254 | 0,993122 |
|  |  | 0,002 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000053 | 0,000585 | 17,00 | 0,010 | 0,993150 |
|  | Уз 16-2 | 0,0309 | 0,8 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,005454 | 0,9946 | 0,000053 | 0,009043 | 17,00 | 0,154 | 0,993133 |
| Уз 16-2 | Уз 16-2 | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| Уз 16-2 | Уз 16-2 | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| Уз 16-2 | Уз 16-3 | 0,1117 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,020651 | 0,9796 | 0,000056 | 0,034243 | 19,99 | 0,685 | 0,993073 |
| Уз 16-3 | Уз 16-4 | 0,1722 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,031836 | 0,9687 | 0,000056 | 0,052790 | 19,99 | 1,055 | 0,993030 |
| Уз 16-4 | Уз 16-4 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-4 | Уз 16-101 | 0,236 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,043631 | 0,9573 | 0,000056 | 0,072348 | 19,99 | 1,446 | 0,992986 |
| Уз 16-101 | Уз 16-101 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-101 | Уз 16-1 | 0,1168 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,020074 | 0,9801 | 0,000052 | 0,033286 | 15,57 | 0,518 | 0,993092 |
| Уз 16-1 | УТ 15-103А | 0,7496 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,128828 | 0,8791 | 0,000052 | 0,213620 | 15,57 | 3,326 | 0,992771 |
| УТ 15-103А | УТ 15-103А | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 15-103А | **/** | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| **/** | УТ 15-103 | 0,1444 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,024817 | 0,9755 | 0,000052 | 0,041151 | 15,57 | 0,641 | 0,993078 |
| УТ 15-103 | УТ 15-103 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 15-103 | УТ 15-103 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 15-103 | 5/6 | 0,165 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,026409 | 0,9739 | 0,000049 | 0,043791 | 12,53 | 0,548 | 0,993088 |
| 5/6 | УТ 15-104 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 15-104 | 3/4 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| 3/4 | УТ 15-105 | 0,335 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,053619 | 0,9478 | 0,000049 | 0,088909 | 12,53 | 1,114 | 0,993024 |
| УТ 15-105 | Узел врезки | 0,1893 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,030299 | 0,9702 | 0,000049 | 0,050240 | 12,53 | 0,629 | 0,993079 |
| Узел врезки | УТ 15-106 | 0,0834 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,013349 | 0,9867 | 0,000049 | 0,022134 | 12,53 | 0,277 | 0,993119 |
| УТ 15-106 | УТ 15-106А | 0,1796 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,028746 | 0,9717 | 0,000049 | 0,047666 | 12,53 | 0,597 | 0,993083 |
| УТ 15-106А | 8/7 | 0,3309 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,053332 | 0,9481 | 0,000049 | 0,088434 | 12,78 | 1,130 | 0,993022 |
| 8/7 | УТ 15-107 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 15-107 | УТ 15-107 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 15-107 | УТ 15-107 | 0,002 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000480 | 9,67 | 0,005 | 0,993150 |
| УТ 15-107 | Узел врезки | 0,0775 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,011223 | 0,9888 | 0,000044 | 0,018609 | 9,67 | 0,180 | 0,993130 |
| Узел врезки | УТ 1 | 0,05 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,007196 | 0,9928 | 0,000044 | 0,011932 | 9,54 | 0,114 | 0,993138 |
| УТ 1 | Уз 2-2 | 1,177 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,170441 | 0,8433 | 0,000044 | 0,282621 | 9,67 | 2,734 | 0,992839 |
| Уз 2-2 | Уз 2-2 | 0,002 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000480 | 9,67 | 0,005 | 0,993150 |
| Уз 2-2 | Уз 2-2 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз 2-2 | пос. НДРСУ | 0,6094 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,085066 | 0,9185 | 0,000042 | 0,141054 | 8,93 | 1,259 | 0,993007 |
| пос. НДРСУ | НДРСУ | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| НДРСУ | пос. НДРСУ | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| пос. НДРСУ | пос. НДРСУ | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| пос. НДРСУ | Уз.НДРСУ-1 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз.НДРСУ-1 | Уз.НДРСУ-1 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз.НДРСУ-1 | Уз.НДРСУ-2 | 0,0152 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,002122 | 0,9979 | 0,000042 | 0,003518 | 8,93 | 0,031 | 0,993147 |
| Уз.НДРСУ-2 | Уз.НДРСУ-3 | 0,0251 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,003504 | 0,9965 | 0,000042 | 0,005810 | 8,93 | 0,052 | 0,993145 |
| Уз.НДРСУ-3 | Уз.НДРСУ-3 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз.НДРСУ-3 | Узел врезки | 0,0246 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,003434 | 0,9966 | 0,000042 | 0,005694 | 8,93 | 0,051 | 0,993145 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0153 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,002136 | 0,9979 | 0,000042 | 0,003541 | 8,93 | 0,032 | 0,993147 |
| Узел врезки | Уз МО69-1 | 0,0695 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,009701 | 0,9903 | 0,000042 | 0,016087 | 8,93 | 0,144 | 0,993134 |
| Уз МО69-1 | Уз МО69-1 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз МО69-1 | Уз МО69-2 | 0,0722 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,009619 | 0,9904 | 0,000040 | 0,015951 | 8,15 | 0,130 | 0,993136 |
| Уз МО69-2 | Уз МО69-2 | 0,002 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000266 | 0,9997 | 0,000040 | 0,000442 | 8,15 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз МО69-2 | Узел врезки | 0,033 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,004397 | 0,9956 | 0,000040 | 0,007290 | 8,15 | 0,059 | 0,993144 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0114 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001508 | 0,9985 | 0,000040 | 0,002501 | 8,05 | 0,020 | 0,993148 |
| Узел врезки | Уз ЦТБ-1 | 0,0176 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,002328 | 0,9977 | 0,000040 | 0,003861 | 8,05 | 0,031 | 0,993147 |
| Уз ЦТБ-1 | Уз ЦТБ-1 | 0,0149 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001971 | 0,9980 | 0,000040 | 0,003268 | 8,05 | 0,026 | 0,993148 |
| Уз ЦТБ-1 |  | 0,0176 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,002345 | 0,9977 | 0,000040 | 0,003888 | 8,15 | 0,032 | 0,993147 |
|  | Уз ЦТБ-9 | 0,0126 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001679 | 0,9983 | 0,000040 | 0,002784 | 8,15 | 0,023 | 0,993148 |
| Уз ЦТБ-9 | Уз ЦТБ-10 | 0,0164 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,002169 | 0,9978 | 0,000040 | 0,003597 | 8,05 | 0,029 | 0,993147 |
| Уз ЦТБ-10 | Узел врезки | 0,0072 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000952 | 0,9990 | 0,000040 | 0,001579 | 8,05 | 0,013 | 0,993149 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,0095 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001257 | 0,9987 | 0,000040 | 0,002084 | 8,05 | 0,017 | 0,993149 |
| Узел врезки | Уз ЦТБ-11 | 0,0162 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,002143 | 0,9979 | 0,000040 | 0,003553 | 8,05 | 0,029 | 0,993147 |
| Уз ЦТБ-11 | Уз ЦТБ-25 | 0,0087 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001151 | 0,9988 | 0,000040 | 0,001908 | 8,05 | 0,015 | 0,993149 |
| Уз ЦТБ-25 | Уз ЦТБ-26 | 0,0237 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,003135 | 0,9969 | 0,000040 | 0,005199 | 8,05 | 0,042 | 0,993146 |
| Уз ЦТБ-26 | Уз УТИ-27 | 0,1228 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,016244 | 0,9839 | 0,000040 | 0,026936 | 8,05 | 0,217 | 0,993126 |
| Уз УТИ-27 | Уз ЦТБ-28 | 0,0099 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001319 | 0,9987 | 0,000040 | 0,002187 | 8,15 | 0,018 | 0,993149 |
| Уз ЦТБ-28 |  | 0,0232 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,003091 | 0,9969 | 0,000040 | 0,005125 | 8,15 | 0,042 | 0,993146 |
|  | Уз ЦТБ-31 | 0,002 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000266 | 0,9997 | 0,000040 | 0,000442 | 8,15 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз ЦТБ-31 | Уз ЦТБ-33 | 0,0373 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,004970 | 0,9950 | 0,000040 | 0,008240 | 8,15 | 0,067 | 0,993143 |
| Уз ЦТБ-33 | Уз ЦТБ-34 | 0,0156 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,002064 | 0,9979 | 0,000040 | 0,003422 | 8,05 | 0,028 | 0,993148 |
| Уз ЦТБ-34 |  | 0,005 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000661 | 0,9993 | 0,000040 | 0,001097 | 8,05 | 0,009 | 0,993150 |
|  | Уз ЦТБ-35 | 0,0045 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000595 | 0,9994 | 0,000040 | 0,000987 | 8,05 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз ЦТБ-35 |  | 0,0048 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000635 | 0,9994 | 0,000040 | 0,001053 | 8,05 | 0,008 | 0,993150 |
|  | Узел врезки | 0,0104 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001376 | 0,9986 | 0,000040 | 0,002281 | 8,05 | 0,018 | 0,993149 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,015 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,001984 | 0,9980 | 0,000040 | 0,003290 | 8,05 | 0,026 | 0,993148 |
| Узел врезки | Уз АТБ-1 | 0,065 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,008598 | 0,9914 | 0,000040 | 0,014258 | 8,05 | 0,115 | 0,993138 |
| Уз АТБ-1 | Уз АТБ-2 | 0,0911 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,012051 | 0,9880 | 0,000040 | 0,019983 | 8,05 | 0,161 | 0,993132 |
| Уз АТБ-2 | Уз АТБ-4 | 0,0327 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,004326 | 0,9957 | 0,000040 | 0,007173 | 8,05 | 0,058 | 0,993144 |
| Уз АТБ-4 | Уз АТБ-4 | 0,002 | 0,159 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000252 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000418 | 7,43 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз АТБ-4 | Уз АТБ-4-1 | 0,0182 | 0,159 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002295 | 0,9977 | 0,000038 | 0,003806 | 7,43 | 0,028 | 0,993147 |
| Уз АТБ-4-1 | Уз АТБ-4-2 | 0,0095 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001184 | 0,9988 | 0,000038 | 0,001963 | 7,30 | 0,014 | 0,993149 |
| Уз АТБ-4-2 | Школьная, 26 | 0,1147 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,014291 | 0,9858 | 0,000038 | 0,023698 | 7,30 | 0,173 | 0,993131 |
| Школьная, 26 | Узел врезки | 0,0151 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001729 | 0,9983 | 0,000035 | 0,002867 | 6,55 | 0,019 | 0,993149 |
| Узел врезки | Узел врезки | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Узел врезки | Уз АТБ-7 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Уз АТБ-7 | Уз АТБ-7-1 | 0,0172 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001970 | 0,9980 | 0,000035 | 0,003266 | 6,55 | 0,021 | 0,993148 |
| Уз АТБ-7-1 | Уз АТБ-7-2 | 0,0145 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001661 | 0,9983 | 0,000035 | 0,002754 | 6,55 | 0,018 | 0,993149 |
| Уз АТБ-7-2 | Уз АТБ-8 | 0,0395 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,004524 | 0,9955 | 0,000035 | 0,007501 | 6,55 | 0,049 | 0,993145 |
| Уз АТБ-8 | Уз АТБ-8-1 | 0,0603 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,006906 | 0,9931 | 0,000035 | 0,011451 | 6,55 | 0,075 | 0,993142 |
| Уз АТБ-8-1 | Уз АТБ-9 | 0,0161 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001844 | 0,9982 | 0,000035 | 0,003057 | 6,55 | 0,020 | 0,993148 |
| Уз АТБ-9 | Уз АТБ-9 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Уз АТБ-9 | Узел врезки | 0,027 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,003092 | 0,9969 | 0,000035 | 0,005127 | 6,55 | 0,034 | 0,993147 |
| Узел врезки | Уз АТБ-9-1 | 0,0234 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002680 | 0,9973 | 0,000035 | 0,004444 | 6,55 | 0,029 | 0,993147 |
| Уз АТБ-9-1 | Детский сад №1 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,928719** | **0,3951** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-10,6137** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей, ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

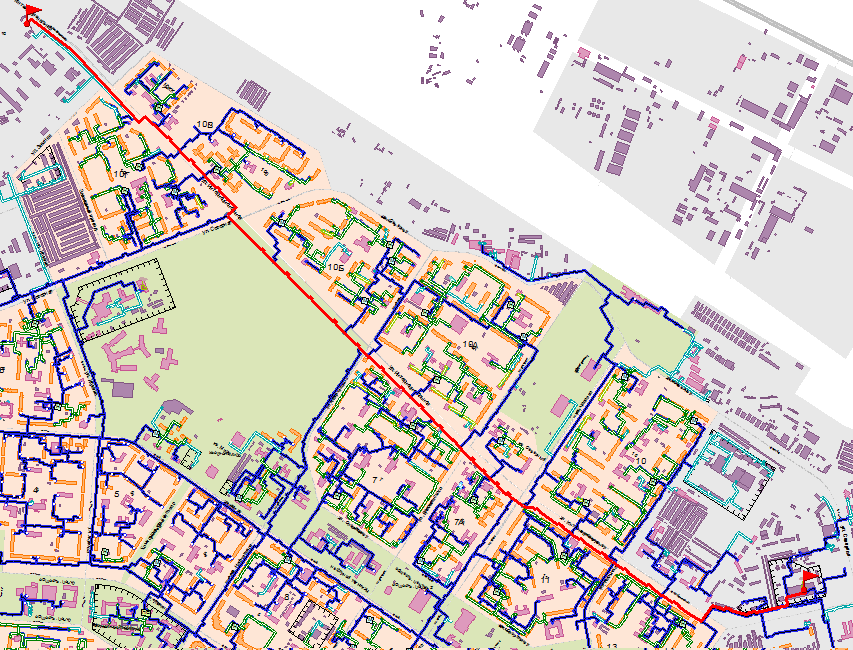
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №3а до базы «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П (расчетный путь 3-2)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 3-2 начинается от Котельной №3а до базы «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П (рисунок 6.6-1)

В таблице 6.6-1 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы магистрального теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР на входе в ответвление от этой камеры.



**Рисунок 6.6-1. Расчетный путь 3-2 от котельной №3А до базы «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П**

**Таблица 6.6-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №3А до базы «Зубр» по ул. Интернациональная, 22а/П (расчетный путь 3-2)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №3А |  | 0,001 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000185 | 0,9998 | 0,000056 | 0,000307 | 19,99 | 0,006 | 0,993150 |
|  |  | 0,0943 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,017434 | 0,9827 | 0,000056 | 0,028909 | 19,99 | 0,578 | 0,993085 |
|  |  | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
|  | Уз 16-101 | 0,3534 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,065336 | 0,9368 | 0,000056 | 0,108339 | 19,99 | 2,166 | 0,992903 |
| Уз 16-101 | Уз 16-101 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-101 | Уз 16-1 | 0,1172 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,021668 | 0,9786 | 0,000056 | 0,035929 | 19,99 | 0,718 | 0,993069 |
| Уз 16-1 | Уз 16-100 | 0,2233 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,041283 | 0,9596 | 0,000056 | 0,068455 | 19,99 | 1,368 | 0,992994 |
| Уз 16-100 | Уз 16-100 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-100 | Уз 16-70 | 0,284 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,052505 | 0,9488 | 0,000056 | 0,087063 | 19,99 | 1,740 | 0,992952 |
| Уз 16-70 | Уз 16-70 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-70 | Уз 16-70 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-70 | Уз 16-70 | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 16-70 | Уз 16-70 | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 16-70 | Уз 16-70 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-70 | Уз 16-71 | 0,2491 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,046053 | 0,9550 | 0,000056 | 0,076364 | 19,99 | 1,527 | 0,992976 |
| Уз 16-71 | Уз 16-71 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 16-71 | Уз 16-72 | 0,2723 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,050342 | 0,9509 | 0,000056 | 0,083477 | 19,99 | 1,669 | 0,992960 |
| Уз 16-72 | Уз 16-72 | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 16-72 | Уз 16-72 | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 16-72 |  | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
|  | УТ 16-72 | 0,002 | 0,902 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000362 | 0,9996 | 0,000055 | 0,000600 | 18,53 | 0,011 | 0,993149 |
| УТ 16-72 | УТ 16-72А | 0,053 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,009098 | 0,9909 | 0,000052 | 0,015086 | 15,51 | 0,234 | 0,993124 |
| УТ 16-72А | УТ 16-73 | 0,162 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,027842 | 0,9725 | 0,000052 | 0,046167 | 15,57 | 0,719 | 0,993069 |
| УТ 16-73 | УТ 16-73 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 16-73 | УТ 16-73А | 0,241 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,041370 | 0,9595 | 0,000052 | 0,068599 | 15,51 | 1,064 | 0,993029 |
| УТ 16-73А | УТ 16-74 | 0,1796 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,030866 | 0,9696 | 0,000052 | 0,051182 | 15,57 | 0,797 | 0,993060 |
| УТ 16-74 | УТ 16-74 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 16-74 | УТ 16-74А | 0,1473 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,025315 | 0,9750 | 0,000052 | 0,041977 | 15,57 | 0,654 | 0,993076 |
| УТ 16-74А | УТ 16-126 | 0,2781 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,047738 | 0,9534 | 0,000052 | 0,079159 | 15,51 | 1,228 | 0,993011 |
| УТ 16-126 | УТ 16-125 | 0,0565 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,009699 | 0,9903 | 0,000052 | 0,016082 | 15,51 | 0,249 | 0,993122 |
| УТ 16-125 | УТ 16-75 | 0,114 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,019592 | 0,9806 | 0,000052 | 0,032488 | 15,57 | 0,506 | 0,993093 |
| УТ 16-75 | УТ 16-75 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 16-75 | УТ 16-76 | 0,497 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,085314 | 0,9182 | 0,000052 | 0,141467 | 15,51 | 2,194 | 0,992900 |
| УТ 16-76 | Узел врезки | 0,245 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,042056 | 0,9588 | 0,000052 | 0,069737 | 15,51 | 1,082 | 0,993027 |
| Узел врезки | 9/11 | 0,0635 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,010913 | 0,9891 | 0,000052 | 0,018096 | 15,57 | 0,282 | 0,993119 |
| 9/11 | Уз 16-77 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-77 | Уз 16-77 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-77 | Уз 16-77 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-77 | Уз 16-77А | 0,2551 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,043842 | 0,9571 | 0,000052 | 0,072698 | 15,57 | 1,132 | 0,993021 |
| Уз 16-77А | Уз 16-77А | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-77А | Уз 16-130А | 0,1636 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,028117 | 0,9723 | 0,000052 | 0,046623 | 15,57 | 0,726 | 0,993068 |
| Уз 16-130А | Уз 16-130А | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-130А | Уз 16-131 | 0,1809 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,031090 | 0,9694 | 0,000052 | 0,051553 | 15,57 | 0,803 | 0,993059 |
| Уз 16-131 | Уз 16-130Б | 0,1227 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,021087 | 0,9791 | 0,000052 | 0,034967 | 15,57 | 0,544 | 0,993089 |
| Уз 16-130Б | Уз 16-130Б | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| Уз 16-130Б | база "Зубр" | 0,68 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,077874 | 0,9251 | 0,000035 | 0,129130 | 6,55 | 0,846 | 0,993054 |
|  | | | | | | | **0,854474** | **0,4255** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-9,7319** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

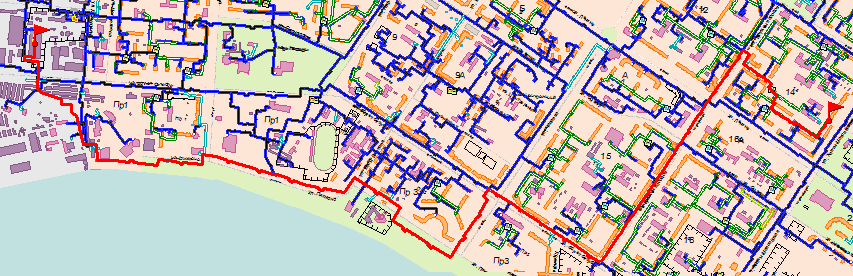
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №5 до жилого дома по ул. Ханты-Мансийская, 27. (расчетный путь 4-1)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 4-1 начинается от Котельной №5 до жилого дома по ул. Ханты-Мансийская, 27 (рисунок 6.7-1)

В таблице 6.7-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.7-1. Расчетный путь 4-1 от котельной №5 до жилого дома по ул. Ханты-Мансийская, 27**

**Таблица 6.7-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №5 до жилого дома по ул. Ханты-Мансийская, 27 (расчетный путь 4-1)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №5 | Кузоваткина, 1а | 0,0803 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,014846 | 0,9853 | 0,000056 | 0,024617 | 19,99 | 0,492 | 0,993095 |
| Кузоваткина, 1а | Уз 6П-50 | 0,0139 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,002570 | 0,9974 | 0,000056 | 0,004261 | 19,99 | 0,085 | 0,993141 |
| Уз 6П-50 | Уз 2-51 | 0,1067 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,019726 | 0,9805 | 0,000056 | 0,032710 | 19,99 | 0,654 | 0,993076 |
| Уз 2-51 | Уз 2-51 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 2-51 | Уз 2-51 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 2-51 | 7/8 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| 7/8 | ДК 2-151Д | 0,6356 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,117508 | 0,8891 | 0,000056 | 0,194850 | 19,99 | 3,895 | 0,992706 |
| ДК 2-151Д | ВК 2-152В | 0,3541 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,065465 | 0,9366 | 0,000056 | 0,108553 | 19,99 | 2,170 | 0,992903 |
| ВК 2-152В | Узел врезки | 0,2001 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,036994 | 0,9637 | 0,000056 | 0,061343 | 19,99 | 1,226 | 0,993011 |
| Узел врезки | УТ 2-153 | 0,3567 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,065946 | 0,9362 | 0,000056 | 0,109350 | 19,99 | 2,186 | 0,992901 |
| УТ 2-153 | 7/8 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| 7/8 | УТ 2-153 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-153 | УТ 2-154 | 0,4845 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,089573 | 0,9143 | 0,000056 | 0,148529 | 19,99 | 2,969 | 0,992812 |
| УТ 2-154 | ДК 2-155 | 0,4231 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,078222 | 0,9248 | 0,000056 | 0,129706 | 19,99 | 2,593 | 0,992855 |
| ДК 2-155 |  | 0,5588 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,103310 | 0,9018 | 0,000056 | 0,171306 | 19,99 | 3,424 | 0,992760 |
|  | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А |  | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
|  | УТ 2-59 | 0,1281 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,022016 | 0,9782 | 0,000052 | 0,036506 | 15,57 | 0,568 | 0,993086 |
| УТ 2-59 | УТ 2-60А | 0,2532 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,043464 | 0,9575 | 0,000052 | 0,072071 | 15,51 | 1,118 | 0,993023 |
| УТ 2-60А | УТ 2-62 | 0,2808 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,048259 | 0,9529 | 0,000052 | 0,080022 | 15,57 | 1,246 | 0,993008 |
| УТ 2-62 | УТ 2-62 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 2-62 | УТ 13-63А | 0,2497 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,042914 | 0,9580 | 0,000052 | 0,071159 | 15,57 | 1,108 | 0,993024 |
| УТ 13-63А | УТ 13-63 | 0,2444 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,042003 | 0,9589 | 0,000052 | 0,069649 | 15,57 | 1,084 | 0,993027 |
| УТ 13-63 | 3/4 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| 3/4 | УТ 13-64 | 0,2418 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,041556 | 0,9593 | 0,000052 | 0,068908 | 15,57 | 1,073 | 0,993028 |
| УТ 13-64 | УТ 13-64 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 13-64 |  | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
|  | УТ 13-65 | 0,2563 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,044048 | 0,9569 | 0,000052 | 0,073040 | 15,57 | 1,137 | 0,993021 |
| УТ 13-65 | УТ 13-65 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 13-65 | УТ 13-66 | 0,3076 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,052865 | 0,9485 | 0,000052 | 0,087659 | 15,57 | 1,365 | 0,992995 |
| УТ 13-66 | УТ 13-66 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 13-66 | УТ 13-66 | 0,002 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000480 | 9,67 | 0,005 | 0,993150 |
| УТ 13-66 | ТК 14-1 | 0,0925 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,013395 | 0,9867 | 0,000044 | 0,022211 | 9,67 | 0,215 | 0,993126 |
| ТК 14-1 | ТК 14-2 | 0,1052 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,015141 | 0,9850 | 0,000044 | 0,025106 | 9,54 | 0,239 | 0,993123 |
| ТК 14-2 | Узел врезки | 0,0643 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,009254 | 0,9908 | 0,000044 | 0,015345 | 9,54 | 0,146 | 0,993134 |
| Узел врезки | ЦТП-14/2 | 0,018 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,002607 | 0,9974 | 0,000044 | 0,004322 | 9,67 | 0,042 | 0,993146 |
| ЦТП-14/2 | 14/2 | 0,002 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000480 | 9,67 | 0,005 | 0,993150 |
| 14/2 | ЦТП-14/2 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| ЦТП-14/2 | ТК 14-12 | 0,0141 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,001968 | 0,9980 | 0,000042 | 0,003264 | 8,93 | 0,029 | 0,993147 |
| ТК 14-12 | ТК 14-12 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| ТК 14-12 | Ленина, 25б | 0,0395 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,005514 | 0,9945 | 0,000042 | 0,009143 | 8,93 | 0,082 | 0,993141 |
| Ленина, 25б | Ленина, 25б | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| Ленина, 25б | ТК 14-18 | 0,027 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003364 | 0,9966 | 0,000038 | 0,005578 | 7,30 | 0,041 | 0,993146 |
| ТК 14-18 | ТК 14-14 | 0,1424 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,017743 | 0,9824 | 0,000038 | 0,029421 | 7,30 | 0,215 | 0,993126 |
| ТК 14-14 | ТК 14-14 | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| ТК 14-14 | ТК 14-15 | 0,1294 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,016123 | 0,9840 | 0,000038 | 0,026735 | 7,30 | 0,195 | 0,993128 |
| ТК 14-15 | ТК 14-15 | 0,002 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000249 | 0,9998 | 0,000038 | 0,000413 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| ТК 14-15 | Ханты-Мансийская, 27 | 0,0931 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,011600 | 0,9885 | 0,000038 | 0,019235 | 7,30 | 0,140 | 0,993135 |
| Ханты-Мансийская, 27 | Жилой дом | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **1,036532** | **0,3547** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-129,7161** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

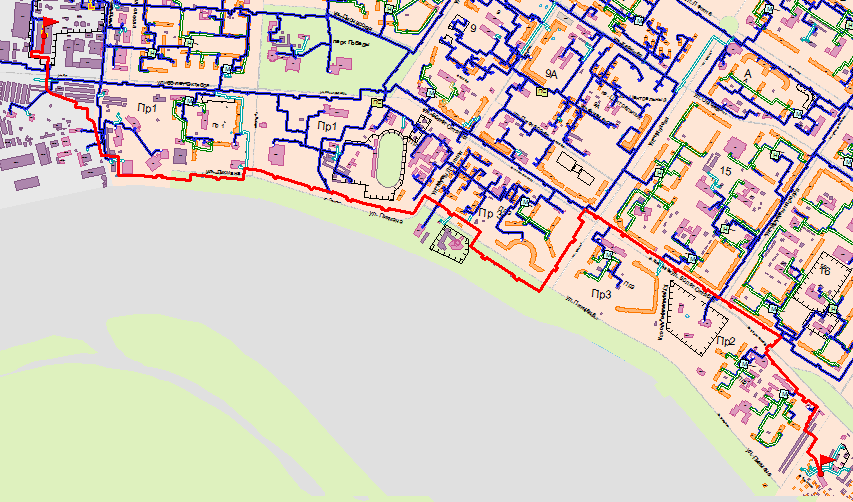
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №5 до гаражей РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5 (расчетный путь 4-2)**

Магистральный теплопровод расчетного пути 4-2 начинается от Котельной №5 до гаражей РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5 (рисунок 6.8-1)

В таблице 6.8-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы магистрального теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.8-1. Расчетный путь 4-2 от котельной №5 до гаражей РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5**

**Таблица 6.8-1- Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №5 до гаражей РУФПС по ул. Лопарева, 155а/5 (расчетный путь 4-2)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №5 | Кузоваткина, 1а | 0,0803 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,014846 | 0,9853 | 0,000056 | 0,024617 | 19,99 | 0,492 | 0,993095 |
| Кузоваткина, 1а | Уз 6П-50 | 0,0139 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,002570 | 0,9974 | 0,000056 | 0,004261 | 19,99 | 0,085 | 0,993141 |
| Уз 6П-50 | Уз 2-51 | 0,1067 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,019726 | 0,9805 | 0,000056 | 0,032710 | 19,99 | 0,654 | 0,993076 |
| Уз 2-51 | Уз 2-51 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 2-51 | Уз 2-51 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз 2-51 | 7/8 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| 7/8 | ДК 2-151Д | 0,6356 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,117508 | 0,8891 | 0,000056 | 0,194850 | 19,99 | 3,895 | 0,992706 |
| ДК 2-151Д | ВК 2-152В | 0,3541 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,065465 | 0,9366 | 0,000056 | 0,108553 | 19,99 | 2,170 | 0,992903 |
| ВК 2-152В | Узел врезки | 0,2001 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,036994 | 0,9637 | 0,000056 | 0,061343 | 19,99 | 1,226 | 0,993011 |
| Узел врезки | УТ 2-153 | 0,3567 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,065946 | 0,9362 | 0,000056 | 0,109350 | 19,99 | 2,186 | 0,992901 |
| УТ 2-153 | 7/8 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| 7/8 | УТ 2-153 | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-153 | УТ 2-154 | 0,4845 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,089573 | 0,9143 | 0,000056 | 0,148529 | 19,99 | 2,969 | 0,992812 |
| УТ 2-154 | ДК 2-155 | 0,4231 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,078222 | 0,9248 | 0,000056 | 0,129706 | 19,99 | 2,593 | 0,992855 |
| ДК 2-155 |  | 0,5588 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,103310 | 0,9018 | 0,000056 | 0,171306 | 19,99 | 3,424 | 0,992760 |
|  | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 1 | 1988 | 1,8675 | 0,000028 | 0,000370 | 0,9996 | 0,000056 | 0,000613 | 19,99 | 0,012 | 0,993149 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А | УТ 2-59А | 0,002 | 0,804 | 1988 | 1,8675 | 0,000027 | 0,000353 | 0,9996 | 0,000054 | 0,000586 | 17,06 | 0,010 | 0,993150 |
| УТ 2-59А |  | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
|  | УТ 2-59 | 0,1281 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,022016 | 0,9782 | 0,000052 | 0,036506 | 15,57 | 0,568 | 0,993086 |
| УТ 2-59 | УТ 2-60А | 0,2532 | 0,7 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,043464 | 0,9575 | 0,000052 | 0,072071 | 15,51 | 1,118 | 0,993023 |
| УТ 2-60А | УТ 2-62 | 0,2808 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,048259 | 0,9529 | 0,000052 | 0,080022 | 15,57 | 1,246 | 0,993008 |
| УТ 2-62 | УТ 2-62 | 0,002 | 0,704 | 1988 | 1,8675 | 0,000026 | 0,000344 | 0,9997 | 0,000052 | 0,000570 | 15,57 | 0,009 | 0,993150 |
| УТ 2-62 | УТ 2-62 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 2-62 |  | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
|  | УТ 2-75 | 0,2893 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,046627 | 0,9544 | 0,000049 | 0,077316 | 12,78 | 0,988 | 0,993038 |
| УТ 2-75 | УТ 2-75 | 0,002 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000322 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000535 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
| УТ 2-75 | УТ 2-75 | 0,002 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000480 | 9,67 | 0,005 | 0,993150 |
| УТ 2-75 | ТК Пр2-1 | 0,1105 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,016001 | 0,9841 | 0,000044 | 0,026533 | 9,67 | 0,257 | 0,993121 |
| ТК Пр2-1 | ТК Пр2-1 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| ТК Пр2-1 | ТК Пр2-12 | 0,2071 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,028909 | 0,9715 | 0,000042 | 0,047936 | 8,93 | 0,428 | 0,993102 |
| ТК Пр2-12 | ТК Пр2-12 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| ТК Пр2-12 | ТК Пр2-13 | 0,1058 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,012116 | 0,9880 | 0,000035 | 0,020091 | 6,55 | 0,132 | 0,993136 |
| ТК Пр2-13 | Узел врезки | 0,1205 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,013800 | 0,9863 | 0,000035 | 0,022883 | 6,55 | 0,150 | 0,993134 |
| Узел врезки | ТК Пр2-14 | 0,0272 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,003115 | 0,9969 | 0,000035 | 0,005165 | 6,55 | 0,034 | 0,993147 |
| ТК Пр2-14 | ТК Пр2-15 | 0,1551 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,017762 | 0,9824 | 0,000035 | 0,029453 | 6,55 | 0,193 | 0,993129 |
| ТК Пр2-15 | ТК Пр2-15 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| ТК Пр2-15 | Узел врезки | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Узел врезки | Лопарева, 155а/5 | 0,0127 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001454 | 0,9985 | 0,000035 | 0,002412 | 6,55 | 0,016 | 0,993149 |
| Лопарева, 155а/5 | Лопарева, 155а/5 | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
| Лопарева, 155а/5 | Гаражи РУФПС | 0,002 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000229 | 0,9998 | 0,000035 | 0,000380 | 6,55 | 0,002 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,855071** | **0,4253** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-11,1271** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции магистральных теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

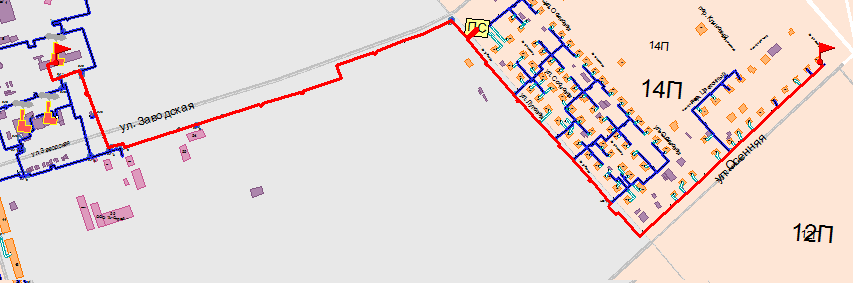
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Осенняя, 63 (расчетный путь 5-1)**

Теплопровод расчетного пути 5-1 начинается от Котельной №8 до жилого дома по ул. Осенняя, 63 (рисунок 6.9-1)

В таблице 6.9-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.9-1. Расчетный путь 5-1 от котельной №5 до жилого дома по ул. Осенняя, 63**

**Таблица 6.9-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Осенняя, 63 (расчетный путь 5-1)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №8 | Заводская, 19/1 | 0,0194 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003105 | 0,9969 | 0,000049 | 0,005149 | 12,53 | 0,064 | 0,993143 |
| Заводская, 19/1 | Уз 8К-1 | 0,0362 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005794 | 0,9942 | 0,000049 | 0,009608 | 12,53 | 0,120 | 0,993137 |
| Уз 8К-1 | Уз 8К-2 | 0,0368 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005931 | 0,9941 | 0,000049 | 0,009835 | 12,78 | 0,126 | 0,993136 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-2 | 0,004 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000645 | 0,9994 | 0,000049 | 0,001069 | 12,78 | 0,014 | 0,993149 |
| Уз 8К-2 |  | 0,0021 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000338 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000561 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 8К-2 | 0,0019 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000508 | 12,78 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-2 | 0,0022 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000355 | 0,9996 | 0,000049 | 0,000588 | 12,78 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-3 | 0,0778 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,012539 | 0,9875 | 0,000049 | 0,020792 | 12,78 | 0,266 | 0,993120 |
| Уз 8К-3 |  | 0,0245 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003949 | 0,9961 | 0,000049 | 0,006548 | 12,78 | 0,084 | 0,993141 |
|  | Уз 8К-14 | 0,0349 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005625 | 0,9944 | 0,000049 | 0,009327 | 12,78 | 0,119 | 0,993137 |
| Уз 8К-14 | Уз 8К-14 | 0,0029 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000467 | 0,9995 | 0,000049 | 0,000775 | 12,78 | 0,010 | 0,993150 |
| Уз 8К-14 | Уз 8К-16 | 0,1566 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,025240 | 0,9751 | 0,000049 | 0,041852 | 12,78 | 0,535 | 0,993090 |
| Уз 8К-16 |  | 0,4218 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,067983 | 0,9343 | 0,000049 | 0,112728 | 12,78 | 1,441 | 0,992986 |
|  | Ут 8К-1 | 0,0913 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,012164 | 0,9879 | 0,000040 | 0,020170 | 8,15 | 0,164 | 0,993132 |
| Ут 8К-1 | Ут 8К-1 | 0,0037 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000493 | 0,9995 | 0,000040 | 0,000817 | 8,15 | 0,007 | 0,993150 |
| Ут 8К-1 | Задвижка | 0,0562 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,007488 | 0,9925 | 0,000040 | 0,012416 | 8,15 | 0,101 | 0,993139 |
| Задвижка | 14П/1 (ПС) | 0,0048 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000640 | 0,9994 | 0,000040 | 0,001060 | 8,15 | 0,009 | 0,993150 |
| 14П/1 (ПС) | ЦТП 14П/1 (режим ПС) | 0,00054 | 0,27 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000076 | 0,9999 | 0,000043 | 0,000126 | 9,09 | 0,001 | 0,993151 |
| ЦТП 14П/1 (режим ПС) | Задвижка | 0,0053 | 0,27 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000746 | 0,9993 | 0,000043 | 0,001237 | 9,09 | 0,011 | 0,993149 |
| Задвижка |  | 0,1483 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,019617 | 0,9806 | 0,000040 | 0,032529 | 8,05 | 0,262 | 0,993121 |
|  |  | 0,0709 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,009379 | 0,9907 | 0,000040 | 0,015552 | 8,05 | 0,125 | 0,993136 |
|  |  | 0,0233 | 0,2 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,003082 | 0,9969 | 0,000040 | 0,005111 | 8,05 | 0,041 | 0,993146 |
|  |  | 0,0161 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002006 | 0,9980 | 0,000038 | 0,003326 | 7,30 | 0,024 | 0,993148 |
|  |  | 0,0515 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,006417 | 0,9936 | 0,000038 | 0,010640 | 7,30 | 0,078 | 0,993142 |
|  |  | 0,1018 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,012684 | 0,9874 | 0,000038 | 0,021033 | 7,30 | 0,154 | 0,993133 |
|  |  | 0,0046 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000573 | 0,9994 | 0,000038 | 0,000950 | 7,30 | 0,007 | 0,993150 |
|  |  | 0,1695 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,021119 | 0,9791 | 0,000038 | 0,035020 | 7,30 | 0,256 | 0,993122 |
|  |  | 0,0199 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002480 | 0,9975 | 0,000038 | 0,004111 | 7,30 | 0,030 | 0,993147 |
|  |  | 0,0279 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003476 | 0,9965 | 0,000038 | 0,005764 | 7,30 | 0,042 | 0,993146 |
|  |  | 0,0535 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,006666 | 0,9934 | 0,000038 | 0,011053 | 7,30 | 0,081 | 0,993141 |
|  |  | 0,0216 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002691 | 0,9973 | 0,000038 | 0,004463 | 7,30 | 0,033 | 0,993147 |
|  |  | 0,0036 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000412 | 0,9996 | 0,000035 | 0,000684 | 6,55 | 0,004 | 0,993150 |
|  |  | 0,0094 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001076 | 0,9989 | 0,000035 | 0,001785 | 6,55 | 0,012 | 0,993149 |
|  |  | 0,0158 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001809 | 0,9982 | 0,000035 | 0,003000 | 6,55 | 0,020 | 0,993148 |
|  |  | 0,0258 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002955 | 0,9970 | 0,000035 | 0,004899 | 6,55 | 0,032 | 0,993147 |
|  |  | 0,0553 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,006333 | 0,9937 | 0,000035 | 0,010501 | 6,55 | 0,069 | 0,993143 |
|  |  | 0,0558 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,006390 | 0,9936 | 0,000035 | 0,010596 | 6,55 | 0,069 | 0,993143 |
|  |  | 0,0211 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002416 | 0,9976 | 0,000035 | 0,004007 | 6,55 | 0,026 | 0,993148 |
|  |  | 0,0273 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,003126 | 0,9969 | 0,000035 | 0,005184 | 6,55 | 0,034 | 0,993147 |
|  |  | 0,0013 | 0,05 | 1988 | 1,8675 | 0,000015 | 0,000129 | 0,9999 | 0,000030 | 0,000214 | 5,81 | 0,001 | 0,993151 |
|  |  | 0,0086 | 0,05 | 1988 | 1,8675 | 0,000015 | 0,000853 | 0,9991 | 0,000030 | 0,001414 | 5,81 | 0,008 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,269575** | **0,7637** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-1,0722** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Рабочая, 45 (расчетный путь 5-2)**

Теплопровод расчетного пути 5-2 начинается от Котельной №8 до жилого дома по ул. Рабочая, 45 (рисунок 6.10-1)

В таблице 6.10-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.

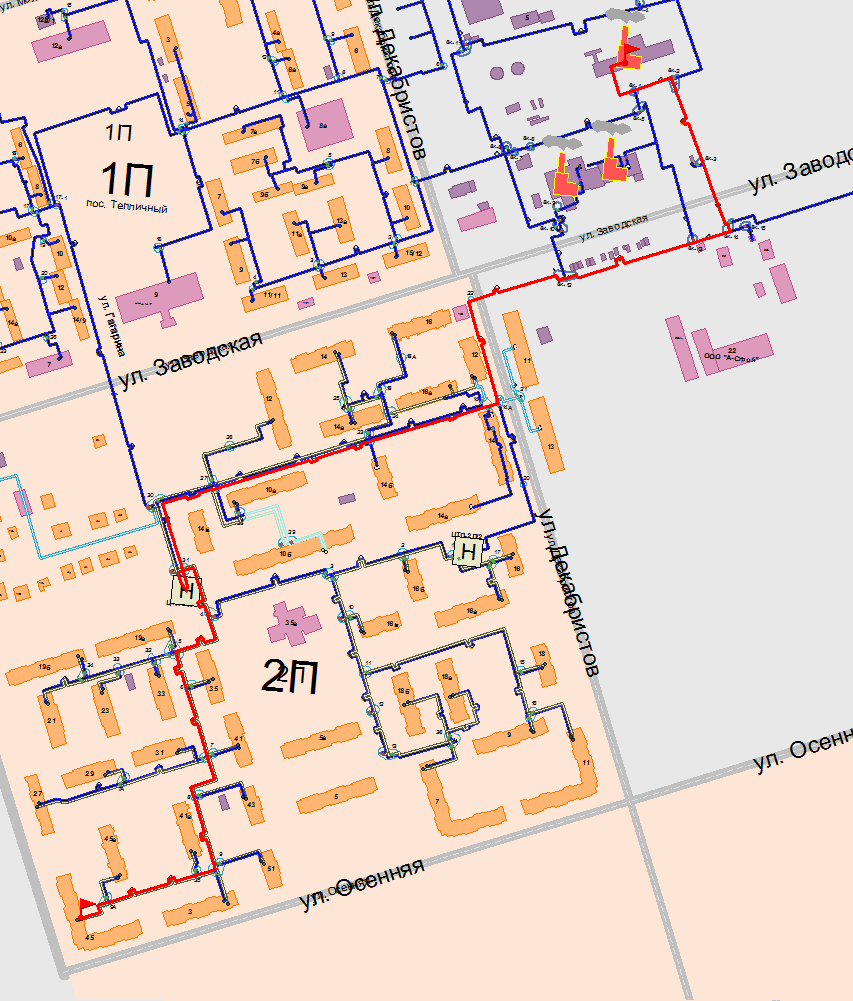


Рисунок 6.10-1 Расчетный путь 5-2 от котельной №8 до жилого дома по ул. Рабочая, 45

Таблица 6.10-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №8 до жилого дома по ул. Рабочая, 45 (расчетный путь 5-2)

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №8 | Заводская, 19/1 | 0,0194 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003105 | 0,9969 | 0,000049 | 0,005149 | 12,53 | 0,064 | 0,993143 |
| Заводская, 19/1 | Уз 8К-1 | 0,0362 | 0,5 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005794 | 0,9942 | 0,000049 | 0,009608 | 12,53 | 0,120 | 0,993137 |
| Уз 8К-1 | Уз 8К-2 | 0,0368 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005931 | 0,9941 | 0,000049 | 0,009835 | 12,78 | 0,126 | 0,993136 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-2 | 0,004 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000645 | 0,9994 | 0,000049 | 0,001069 | 12,78 | 0,014 | 0,993149 |
| Уз 8К-2 |  | 0,0021 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000338 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000561 | 12,78 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 8К-2 | 0,0019 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000306 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000508 | 12,78 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-2 | 0,0022 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000355 | 0,9996 | 0,000049 | 0,000588 | 12,78 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 8К-2 | Уз 8К-3 | 0,0778 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,012539 | 0,9875 | 0,000049 | 0,020792 | 12,78 | 0,266 | 0,993120 |
| Уз 8К-3 |  | 0,0245 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,003949 | 0,9961 | 0,000049 | 0,006548 | 12,78 | 0,084 | 0,993141 |
|  | Уз 8К-14 | 0,0349 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005625 | 0,9944 | 0,000049 | 0,009327 | 12,78 | 0,119 | 0,993137 |
| Уз 8К-14 |  | 0,0017 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000274 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000454 | 12,78 | 0,006 | 0,993150 |
|  | Уз 8К-14 | 0,0015 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000242 | 0,9998 | 0,000049 | 0,000401 | 12,78 | 0,005 | 0,993150 |
| Уз 8К-14 | Уз 8К-14 | 0,0018 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000290 | 0,9997 | 0,000049 | 0,000481 | 12,78 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 8К-14 | Уз 8К-14 | 0,0022 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,000355 | 0,9996 | 0,000049 | 0,000588 | 12,78 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 8К-14 | Уз 8К-13 | 0,0336 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,005415 | 0,9946 | 0,000049 | 0,008980 | 12,78 | 0,115 | 0,993138 |
| Уз 8К-13 |  | 0,1177 | 0,517 | 1988 | 1,8675 | 0,000024 | 0,018970 | 0,9812 | 0,000049 | 0,031456 | 12,78 | 0,402 | 0,993105 |
|  |  | 0,0061 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000939 | 0,9991 | 0,000047 | 0,001557 | 11,24 | 0,017 | 0,993149 |
|  | Уз 8К-12 | 0,002 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000308 | 0,9997 | 0,000047 | 0,000510 | 11,24 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз 8К-12 |  | 0,003 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000462 | 0,9995 | 0,000047 | 0,000766 | 11,24 | 0,009 | 0,993150 |
|  | Уз 8К-12 | 0,0036 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000554 | 0,9994 | 0,000047 | 0,000919 | 11,24 | 0,010 | 0,993150 |
| Уз 8К-12 | Уз 8К-12 | 0,0018 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000277 | 0,9997 | 0,000047 | 0,000459 | 11,24 | 0,005 | 0,993150 |
| Уз 8К-12 | Уз 8К-12 | 0,0081 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001247 | 0,9988 | 0,000047 | 0,002067 | 11,24 | 0,023 | 0,993148 |
| Уз 8К-12 |  | 0,0887 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,013650 | 0,9864 | 0,000047 | 0,022635 | 11,24 | 0,254 | 0,993122 |
|  | ТК Мкр.2П-14А | 0,0999 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,015374 | 0,9847 | 0,000047 | 0,025493 | 11,24 | 0,287 | 0,993118 |
| ТК Мкр.2П-14А | ТК Мкр.2П-14А | 0,003 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000462 | 0,9995 | 0,000047 | 0,000766 | 11,24 | 0,009 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-14А | ТК Мкр.2П-14 | 0,0085 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001308 | 0,9987 | 0,000047 | 0,002169 | 11,24 | 0,024 | 0,993148 |
| ТК Мкр.2П-14 | ТК Мкр.2П-14 | 0,002 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000308 | 0,9997 | 0,000047 | 0,000510 | 11,24 | 0,006 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-14 | ТК Мкр.2П-23 | 0,113 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,015774 | 0,9844 | 0,000042 | 0,026155 | 8,93 | 0,233 | 0,993124 |
| ТК Мкр.2П-23 | ТК Мкр.2П-23 | 0,0026 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000363 | 0,9996 | 0,000042 | 0,000602 | 8,93 | 0,005 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-23 | ТК Мкр.2П-27 | 0,1554 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,021692 | 0,9785 | 0,000042 | 0,035970 | 8,93 | 0,321 | 0,993114 |
| ТК Мкр.2П-27 | ТК Мкр.2П-30 | 0,0509 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,007105 | 0,9929 | 0,000042 | 0,011782 | 8,93 | 0,105 | 0,993139 |
| ТК Мкр.2П-30 |  | 0,07 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,009771 | 0,9903 | 0,000042 | 0,016202 | 8,93 | 0,145 | 0,993134 |
|  | ЦТП | 0,0153 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,002136 | 0,9979 | 0,000042 | 0,003541 | 8,93 | 0,032 | 0,993147 |
| ЦТП | ЦТП-2П/1 | 0,0076 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,001061 | 0,9989 | 0,000042 | 0,001759 | 8,93 | 0,016 | 0,993149 |
| ЦТП-2П/1 | ЦТП | 0,0083 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,001159 | 0,9988 | 0,000042 | 0,001921 | 8,93 | 0,017 | 0,993149 |
| ЦТП | ТК Мкр.2П-31 | 0,0086 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,001200 | 0,9988 | 0,000042 | 0,001991 | 8,93 | 0,018 | 0,993149 |
| ТК Мкр.2П-31 | ТК Мкр.2П-31 | 0,0019 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000265 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000440 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-31 | ТК Мкр.2П-31 | 0,0062 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000865 | 0,9991 | 0,000042 | 0,001435 | 8,93 | 0,013 | 0,993149 |
| ТК Мкр.2П-31 | ТК Мкр.2П-4 | 0,0586 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,008180 | 0,9919 | 0,000042 | 0,013564 | 8,93 | 0,121 | 0,993137 |
| ТК Мкр.2П-4 | ТК Мкр.2П-4 | 0,002 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000279 | 0,9997 | 0,000042 | 0,000463 | 8,93 | 0,004 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-4 |  | 0,0044 | 0,259 | 1988 | 1,8675 | 0,000021 | 0,000614 | 0,9994 | 0,000042 | 0,001018 | 8,93 | 0,009 | 0,993150 |
|  | ТК Мкр.2П-5 | 0,067 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,008927 | 0,9911 | 0,000040 | 0,014802 | 8,15 | 0,121 | 0,993137 |
| ТК Мкр.2П-5 | ТК Мкр.2П-5 | 0,0059 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,000786 | 0,9992 | 0,000040 | 0,001303 | 8,15 | 0,011 | 0,993149 |
| ТК Мкр.2П-5 | ТК Мкр.2П-6 | 0,038 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,005063 | 0,9949 | 0,000040 | 0,008395 | 8,15 | 0,068 | 0,993143 |
| ТК Мкр.2П-6 | ТК Мкр.2П-7 | 0,0707 | 0,207 | 1988 | 1,8675 | 0,000020 | 0,009419 | 0,9906 | 0,000040 | 0,015619 | 8,15 | 0,127 | 0,993136 |
| ТК Мкр.2П-7 | ТК Мкр.2П-8 | 0,0546 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,006803 | 0,9932 | 0,000038 | 0,011281 | 7,30 | 0,082 | 0,993141 |
| ТК Мкр.2П-8 | ТК Мкр.2П-9 | 0,0708 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,008822 | 0,9912 | 0,000038 | 0,014628 | 7,30 | 0,107 | 0,993138 |
| ТК Мкр.2П-9 | ТК Мкр.2П-9 | 0,003 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000374 | 0,9996 | 0,000038 | 0,000620 | 7,30 | 0,005 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-9 | ТК Мкр.2П-9 | 0,0043 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000536 | 0,9995 | 0,000038 | 0,000888 | 7,30 | 0,006 | 0,993150 |
| ТК Мкр.2П-9 | ТК Мкр.2П-35 | 0,0118 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001470 | 0,9985 | 0,000038 | 0,002438 | 7,30 | 0,018 | 0,993149 |
| ТК Мкр.2П-35 | ТК Мкр.2П-9А | 0,0997 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,012422 | 0,9877 | 0,000038 | 0,020599 | 7,30 | 0,150 | 0,993134 |
| ТК Мкр.2П-9А | Задвижка | 0,0268 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,003069 | 0,9969 | 0,000035 | 0,005089 | 6,55 | 0,033 | 0,993147 |
| Задвижка | Здание | 0,0038 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000418 | 0,9996 | 0,000033 | 0,000692 | 6,28 | 0,004 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,227594** | **0,7964** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-8,3434** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

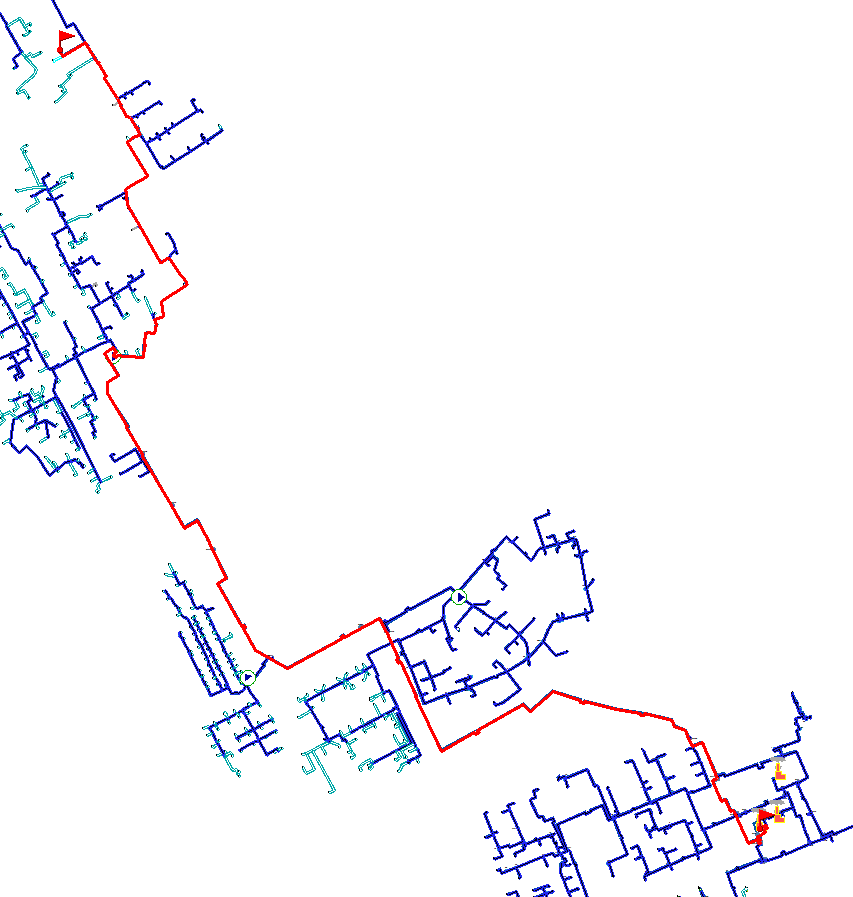
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №8Б до бани по ул. Новая, 12 (расчетный путь 6-1)**

Теплопровод расчетного пути 6-1 начинается от Котельной №8Б до бани по ул. Новая, 12 (рисунок 6.11-1).

В таблице 6.11-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.11-1. Расчетный путь 6-1 от котельной №8Б до бани по ул. Новая, 12**

**Таблица 6.11-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №8Б до бани по ул. Новая, 12 (расчетный путь 6-1)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №8Б | Заводская, 19 | 0,0156 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,002401 | 0,9976 | 0,000047 | 0,003981 | 11,24 | 0,045 | 0,993146 |
| Заводская, 19 | Заводская, 19 | 0,0024 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000369 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000612 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
| Заводская, 19 | Задвижка | 0,041 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,006310 | 0,9937 | 0,000047 | 0,010463 | 11,24 | 0,118 | 0,993137 |
| Задвижка |  | 0,0024 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000369 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000612 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 8к-10 | 0,0236 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,003632 | 0,9964 | 0,000047 | 0,006022 | 11,24 | 0,068 | 0,993143 |
| Уз 8к-10 | Уз 8к-10 | 0,0067 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001031 | 0,9990 | 0,000047 | 0,001710 | 11,24 | 0,019 | 0,993148 |
| Уз 8к-10 |  | 0,0032 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000492 | 0,9995 | 0,000047 | 0,000817 | 11,24 | 0,009 | 0,993150 |
|  | Уз 8к-8 | 0,1015 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,015620 | 0,9845 | 0,000047 | 0,025901 | 11,24 | 0,291 | 0,993117 |
| Уз 8к-8 | Уз 8к-11 | 0,1193 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,018360 | 0,9818 | 0,000047 | 0,030443 | 11,24 | 0,342 | 0,993112 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,0029 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000446 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000740 | 11,24 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,0023 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000354 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000587 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,001 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000154 | 0,9998 | 0,000047 | 0,000255 | 11,24 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,004 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000616 | 0,9994 | 0,000047 | 0,001021 | 11,24 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-30 | 0,1338 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,020591 | 0,9796 | 0,000047 | 0,034144 | 11,24 | 0,384 | 0,993107 |
| Уз 8к-30 | Уз 8к-29 | 1,0257 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,157849 | 0,8540 | 0,000047 | 0,261742 | 11,24 | 2,942 | 0,992815 |
| Уз 8к-29 | Уз 8к-29 | 0,0016 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000232 | 0,9998 | 0,000044 | 0,000384 | 9,67 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз 8к-29 | Уз 8к-27 | 0,3335 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,048294 | 0,9529 | 0,000044 | 0,080080 | 9,67 | 0,775 | 0,993062 |
| Уз 8к-27 | Уз 8к-27 | 0,0085 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,001231 | 0,9988 | 0,000044 | 0,002041 | 9,67 | 0,020 | 0,993148 |
| Уз 8к-27 | Уз 8к-26 | 0,3269 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,047048 | 0,9540 | 0,000044 | 0,078014 | 9,54 | 0,744 | 0,993066 |
| Уз 8к-26 |  | 0,0289 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,004159 | 0,9958 | 0,000044 | 0,006897 | 9,54 | 0,066 | 0,993143 |
|  |  | 0,0508 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,007311 | 0,9927 | 0,000044 | 0,012123 | 9,54 | 0,116 | 0,993137 |
|  | Уз 8к-25 | 0,0945 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,013601 | 0,9865 | 0,000044 | 0,022552 | 9,54 | 0,215 | 0,993126 |
| Уз 8к-25 | Уз 8к-24 | 0,1355 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,019501 | 0,9807 | 0,000044 | 0,032337 | 9,54 | 0,308 | 0,993115 |
| Уз 8к-24 | Уз 8к-24 | 0,003 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000432 | 0,9996 | 0,000044 | 0,000716 | 9,54 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 8к-24 |  | 0,1698 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,024589 | 0,9757 | 0,000044 | 0,040772 | 9,67 | 0,394 | 0,993106 |
|  |  | 0,1616 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,023258 | 0,9770 | 0,000044 | 0,038566 | 9,54 | 0,368 | 0,993109 |
|  | ПНС | 0,0065 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000935 | 0,9991 | 0,000044 | 0,001551 | 9,54 | 0,015 | 0,993149 |
| ПНС |  | 0,001 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000144 | 0,9999 | 0,000044 | 0,000239 | 9,54 | 0,002 | 0,993150 |
|  |  | 0,0091 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001134 | 0,9989 | 0,000038 | 0,001880 | 7,30 | 0,014 | 0,993149 |
|  | Уз ПС1С-1 | 0,0255 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003177 | 0,9968 | 0,000038 | 0,005268 | 7,30 | 0,038 | 0,993146 |
| Уз ПС1С-1 | Уз ПС1С-1 | 0,0029 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000361 | 0,9996 | 0,000038 | 0,000599 | 7,30 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-1 | Уз ПС1С-1-1 | 0,0373 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004648 | 0,9954 | 0,000038 | 0,007706 | 7,30 | 0,056 | 0,993144 |
| Уз ПС1С-1-1 |  | 0,0639 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,007962 | 0,9921 | 0,000038 | 0,013202 | 7,30 | 0,096 | 0,993140 |
|  |  | 0,0088 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001096 | 0,9989 | 0,000038 | 0,001818 | 7,30 | 0,013 | 0,993149 |
|  | Уз ПС1С-1-2 | 0,0325 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004049 | 0,9960 | 0,000038 | 0,006715 | 7,30 | 0,049 | 0,993145 |
| Уз ПС1С-1-2 | Уз ПС1С-2 | 0,0117 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001458 | 0,9985 | 0,000038 | 0,002417 | 7,30 | 0,018 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-2 | Уз ПС1С-2 | 0,0025 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000311 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000517 | 7,30 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-2 | Уз ПС1С-3 | 0,1299 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,016185 | 0,9839 | 0,000038 | 0,026838 | 7,30 | 0,196 | 0,993128 |
| Уз ПС1С-3 | Уз ПС1С-4 | 0,0626 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,007800 | 0,9922 | 0,000038 | 0,012934 | 7,30 | 0,094 | 0,993140 |
| Уз ПС1С-4 | Уз ПС1С-4 | 0,00095 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000118 | 0,9999 | 0,000038 | 0,000196 | 7,30 | 0,001 | 0,993151 |
| Уз ПС1С-4 | Уз ПС1С-5 | 0,0107 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001333 | 0,9987 | 0,000038 | 0,002211 | 7,30 | 0,016 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-5 | Уз ПС1С-5 | 0,0032 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000399 | 0,9996 | 0,000038 | 0,000661 | 7,30 | 0,005 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-5 | Уз ПС1С-7 | 0,0142 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001769 | 0,9982 | 0,000038 | 0,002934 | 7,30 | 0,021 | 0,993148 |
| Уз ПС1С-7 | Уз ПС1С-8 | 0,1034 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,012883 | 0,9872 | 0,000038 | 0,021363 | 7,30 | 0,156 | 0,993133 |
| Уз ПС1С-8 | Уз ПС1С-9 | 0,0321 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004000 | 0,9960 | 0,000038 | 0,006632 | 7,30 | 0,048 | 0,993145 |
| Уз ПС1С-9 | Уз | 0,0069 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000860 | 0,9991 | 0,000038 | 0,001426 | 7,30 | 0,010 | 0,993149 |
| Уз | Уз ПС1С-10 | 0,0079 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000984 | 0,9990 | 0,000038 | 0,001632 | 7,30 | 0,012 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-10 | Уз ПС1С-11 | 0,029 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003613 | 0,9964 | 0,000038 | 0,005992 | 7,30 | 0,044 | 0,993146 |
| Уз ПС1С-11 | Уз ПС1С-11-1 | 0,01 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001246 | 0,9988 | 0,000038 | 0,002066 | 7,30 | 0,015 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-11-1 | Уз ПС1С-13 | 0,0898 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,011189 | 0,9889 | 0,000038 | 0,018553 | 7,30 | 0,135 | 0,993135 |
| Уз ПС1С-13 | Уз ПС1С-13-1 | 0,0757 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,009432 | 0,9906 | 0,000038 | 0,015640 | 7,30 | 0,114 | 0,993138 |
| Уз ПС1С-13-1 | Уз ПС1С-14-1 | 0,0171 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002131 | 0,9979 | 0,000038 | 0,003533 | 7,30 | 0,026 | 0,993148 |
| Уз ПС1С-14-1 | Уз ПС1С-14 | 0,0121 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001508 | 0,9985 | 0,000038 | 0,002500 | 7,30 | 0,018 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-14 | Уз ПС1С-14 | 0,0026 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000324 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000537 | 7,30 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-14 | Уз ПС1С-15 | 0,0469 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,005844 | 0,9942 | 0,000038 | 0,009690 | 7,30 | 0,071 | 0,993143 |
| Уз ПС1С-15 | Уз ПС1С-15 | 0,0025 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000311 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000517 | 7,30 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-15 |  | 0,007 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000872 | 0,9991 | 0,000038 | 0,001446 | 7,30 | 0,011 | 0,993149 |
|  |  | 0,011 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001371 | 0,9986 | 0,000038 | 0,002273 | 7,30 | 0,017 | 0,993149 |
|  | Уз | 0,03 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003738 | 0,9963 | 0,000038 | 0,006198 | 7,30 | 0,045 | 0,993146 |
| Уз | Уз ПС1С-19 | 0,0097 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001209 | 0,9988 | 0,000038 | 0,002004 | 7,30 | 0,015 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-19 | Уз ПС1С-19 | 0,0023 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000287 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000475 | 7,30 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-19 | Уз ПС1С-23 | 0,1186 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,014777 | 0,9853 | 0,000038 | 0,024504 | 7,30 | 0,179 | 0,993130 |
| Уз ПС1С-23 | Уз | 0,032 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003987 | 0,9960 | 0,000038 | 0,006611 | 7,30 | 0,048 | 0,993145 |
| Уз | Уз ПС1С-24 | 0,0102 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001271 | 0,9987 | 0,000038 | 0,002107 | 7,30 | 0,015 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-24 | Уз ПС1С-24 | 0,0027 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000309 | 0,9997 | 0,000035 | 0,000513 | 6,55 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-24 | Уз ПС1С-26 | 0,0592 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,006780 | 0,9932 | 0,000035 | 0,011242 | 6,55 | 0,074 | 0,993142 |
| Уз ПС1С-26 | Уз ПС1С-26 | 0,0021 | 0,05 | 1988 | 1,8675 | 0,000015 | 0,000208 | 0,9998 | 0,000030 | 0,000345 | 5,81 | 0,002 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-26 | Баня | 0,0189 | 0,05 | 1988 | 1,8675 | 0,000015 | 0,001874 | 0,9981 | 0,000030 | 0,003107 | 5,81 | 0,018 | 0,993149 |
|  | | | | | | | **0,562137** | **0,5700** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-2,0162** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения потребителей, присоединенных к тепловым камерам от 8Б-ОП-1С, ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

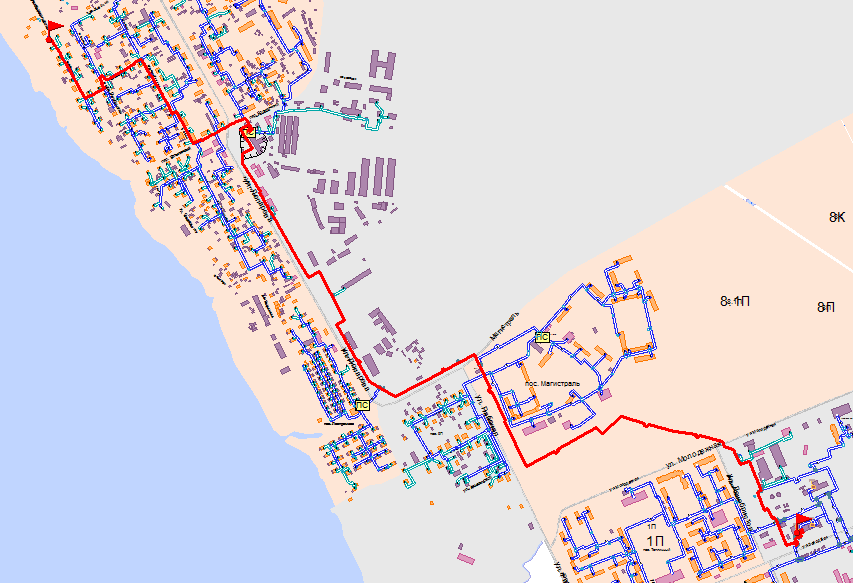
* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя, предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

* 1. **Теплопроводы зоны Котельной №8Б до жилого дома по ул. Первомайская, 15 (расчетный путь 6-2)**

Теплопровод расчетного пути 6-2 начинается от Котельной «№8Б» до жилого дома по ул. Первомайская, 15 (рисунок 6.12-1).

В таблице 6.12-1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя.



**Рисунок 6.12-1 - Расчетный путь 6-2 от котельной №8Б до жилого дома по ул. Первомайская, 15**

**Таблица 6.12-1 - Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ‒ ВБР) магистральных теплопроводов зоны Котельной №8Б до жилого дома по ул. Первомайская, 15 (расчетный путь 6-2)**

| Наименование начала участка | Наименование конца участка | Длина участка, км | Внутpенний диаметp подающего тpубопpовода, м | год ввода в эксплуатацию | Коэф. Утраты ресурса Kc,j | Удельный поток отказов, ωp,j.уд для расчета Р | Поток отказов ωp,j для расчета Р | Вероятность безотказной работы, Рi | Удельный поток отказов ωе,j.уд для расчета Кr | поток отказов ωе,j для расчета Кr | Среднее время восстановления теплоснабжения, ч | Число часов ожидания неготовности тепловых сетей Z | коэффициент готовности Кr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Котельная №8Б | Заводская, 19 | 0,0156 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,002401 | 0,9976 | 0,000047 | 0,003981 | 11,24 | 0,045 | 0,993146 |
| Заводская, 19 | Заводская, 19 | 0,0024 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000369 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000612 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
| Заводская, 19 | Задвижка | 0,041 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,006310 | 0,9937 | 0,000047 | 0,010463 | 11,24 | 0,118 | 0,993137 |
| Задвижка |  | 0,0024 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000369 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000612 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
|  | Уз 8к-10 | 0,0236 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,003632 | 0,9964 | 0,000047 | 0,006022 | 11,24 | 0,068 | 0,993143 |
| Уз 8к-10 | Уз 8к-10 | 0,0067 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,001031 | 0,9990 | 0,000047 | 0,001710 | 11,24 | 0,019 | 0,993148 |
| Уз 8к-10 |  | 0,0032 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000492 | 0,9995 | 0,000047 | 0,000817 | 11,24 | 0,009 | 0,993150 |
|  | Уз 8к-8 | 0,1015 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,015620 | 0,9845 | 0,000047 | 0,025901 | 11,24 | 0,291 | 0,993117 |
| Уз 8к-8 | Уз 8к-11 | 0,1193 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,018360 | 0,9818 | 0,000047 | 0,030443 | 11,24 | 0,342 | 0,993112 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,0029 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000446 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000740 | 11,24 | 0,008 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,0023 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000354 | 0,9996 | 0,000047 | 0,000587 | 11,24 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,001 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000154 | 0,9998 | 0,000047 | 0,000255 | 11,24 | 0,003 | 0,993150 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-11 | 0,004 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,000616 | 0,9994 | 0,000047 | 0,001021 | 11,24 | 0,011 | 0,993149 |
| Уз 8к-11 | Уз 8к-30 | 0,1338 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,020591 | 0,9796 | 0,000047 | 0,034144 | 11,24 | 0,384 | 0,993107 |
| Уз 8к-30 | Уз 8к-29 | 1,0257 | 0,414 | 1988 | 1,8675 | 0,000023 | 0,157849 | 0,8540 | 0,000047 | 0,261742 | 11,24 | 2,942 | 0,992815 |
| Уз 8к-29 | Уз 8к-29 | 0,0016 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000232 | 0,9998 | 0,000044 | 0,000384 | 9,67 | 0,004 | 0,993150 |
| Уз 8к-29 | Уз 8к-27 | 0,3335 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,048294 | 0,9529 | 0,000044 | 0,080080 | 9,67 | 0,775 | 0,993062 |
| Уз 8к-27 | Уз 8к-27 | 0,0085 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,001231 | 0,9988 | 0,000044 | 0,002041 | 9,67 | 0,020 | 0,993148 |
| Уз 8к-27 | Уз 8к-26 | 0,3269 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,047048 | 0,9540 | 0,000044 | 0,078014 | 9,54 | 0,744 | 0,993066 |
| Уз 8к-26 |  | 0,0289 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,004159 | 0,9958 | 0,000044 | 0,006897 | 9,54 | 0,066 | 0,993143 |
|  |  | 0,0508 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,007311 | 0,9927 | 0,000044 | 0,012123 | 9,54 | 0,116 | 0,993137 |
|  | Уз 8к-25 | 0,0945 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,013601 | 0,9865 | 0,000044 | 0,022552 | 9,54 | 0,215 | 0,993126 |
| Уз 8к-25 | Уз 8к-24 | 0,1355 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,019501 | 0,9807 | 0,000044 | 0,032337 | 9,54 | 0,308 | 0,993115 |
| Уз 8к-24 | Уз 8к-24 | 0,003 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000432 | 0,9996 | 0,000044 | 0,000716 | 9,54 | 0,007 | 0,993150 |
| Уз 8к-24 |  | 0,1698 | 0,309 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,024589 | 0,9757 | 0,000044 | 0,040772 | 9,67 | 0,394 | 0,993106 |
|  |  | 0,1616 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,023258 | 0,9770 | 0,000044 | 0,038566 | 9,54 | 0,368 | 0,993109 |
|  | ПНС | 0,0065 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000935 | 0,9991 | 0,000044 | 0,001551 | 9,54 | 0,015 | 0,993149 |
| ПНС |  | 0,001 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000144 | 0,9999 | 0,000044 | 0,000239 | 9,54 | 0,002 | 0,993150 |
|  |  | 0,0053 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000763 | 0,9992 | 0,000044 | 0,001265 | 9,54 | 0,012 | 0,993149 |
|  | Уз ПС1С-1 | 0,0479 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,006894 | 0,9931 | 0,000044 | 0,011431 | 9,54 | 0,109 | 0,993138 |
| Уз ПС1С-1 | Уз ПС1С-1 | 0,0028 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000403 | 0,9996 | 0,000044 | 0,000668 | 9,54 | 0,006 | 0,993150 |
| Уз ПС1С-1 |  | 0,0382 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,005498 | 0,9945 | 0,000044 | 0,009116 | 9,54 | 0,087 | 0,993141 |
|  | Уз ПС1С-2 | 0,0196 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,002821 | 0,9972 | 0,000044 | 0,004678 | 9,54 | 0,045 | 0,993146 |
| Уз ПС1С-2 |  | 0,0253 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,003641 | 0,9964 | 0,000044 | 0,006038 | 9,54 | 0,058 | 0,993144 |
|  |  | 0,002 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,000288 | 0,9997 | 0,000044 | 0,000477 | 9,54 | 0,005 | 0,993150 |
|  | Уз ПС1С-4 | 0,0155 | 0,3 | 1988 | 1,8675 | 0,000022 | 0,002231 | 0,9978 | 0,000044 | 0,003699 | 9,54 | 0,035 | 0,993147 |
| Уз ПС1С-4 | Уз ПС1С-5 | 0,0269 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003352 | 0,9967 | 0,000038 | 0,005558 | 7,30 | 0,041 | 0,993146 |
| Уз ПС1С-5 | Уз ПС1С-6 | 0,0106 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001321 | 0,9987 | 0,000038 | 0,002190 | 7,30 | 0,016 | 0,993149 |
| Уз ПС1С-6 | Уз | 0,0218 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002716 | 0,9973 | 0,000038 | 0,004504 | 7,30 | 0,033 | 0,993147 |
| Уз | Уз ПС1С-7 | 0,0341 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004249 | 0,9958 | 0,000038 | 0,007045 | 7,30 | 0,051 | 0,993145 |
| Уз ПС1С-7 | Уз ПС1С-8 | 0,0511 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,006367 | 0,9937 | 0,000038 | 0,010558 | 7,30 | 0,077 | 0,993142 |
| Уз ПС1С-8 |  | 0,0107 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001333 | 0,9987 | 0,000038 | 0,002211 | 7,30 | 0,016 | 0,993149 |
|  |  | 0,0127 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001582 | 0,9984 | 0,000038 | 0,002624 | 7,30 | 0,019 | 0,993148 |
|  |  | 0,0326 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004062 | 0,9959 | 0,000038 | 0,006735 | 7,30 | 0,049 | 0,993145 |
|  |  | 0,0195 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002430 | 0,9976 | 0,000038 | 0,004029 | 7,30 | 0,029 | 0,993147 |
|  |  | 0,0103 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001283 | 0,9987 | 0,000038 | 0,002128 | 7,30 | 0,016 | 0,993149 |
|  |  | 0,0238 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002965 | 0,9970 | 0,000038 | 0,004917 | 7,30 | 0,036 | 0,993147 |
|  |  | 0,0173 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002156 | 0,9978 | 0,000038 | 0,003574 | 7,30 | 0,026 | 0,993148 |
|  |  | 0,0708 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,008822 | 0,9912 | 0,000038 | 0,014628 | 7,30 | 0,107 | 0,993138 |
|  |  | 0,0132 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001645 | 0,9984 | 0,000038 | 0,002727 | 7,30 | 0,020 | 0,993148 |
|  |  | 0,0222 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002766 | 0,9972 | 0,000038 | 0,004587 | 7,30 | 0,033 | 0,993147 |
|  |  | 0,0264 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003289 | 0,9967 | 0,000038 | 0,005454 | 7,30 | 0,040 | 0,993146 |
|  |  | 0,0051 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000635 | 0,9994 | 0,000038 | 0,001054 | 7,30 | 0,008 | 0,993150 |
|  |  | 0,0035 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000436 | 0,9996 | 0,000038 | 0,000723 | 7,30 | 0,005 | 0,993150 |
|  |  | 0,0231 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002878 | 0,9971 | 0,000038 | 0,004773 | 7,30 | 0,035 | 0,993147 |
|  |  | 0,0128 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001595 | 0,9984 | 0,000038 | 0,002645 | 7,30 | 0,019 | 0,993148 |
|  |  | 0,0061 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000760 | 0,9992 | 0,000038 | 0,001260 | 7,30 | 0,009 | 0,993150 |
|  |  | 0,0137 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001707 | 0,9983 | 0,000038 | 0,002831 | 7,30 | 0,021 | 0,993148 |
|  |  | 0,0158 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001969 | 0,9980 | 0,000038 | 0,003264 | 7,30 | 0,024 | 0,993148 |
|  |  | 0,0058 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000664 | 0,9993 | 0,000035 | 0,001101 | 6,55 | 0,007 | 0,993150 |
|  |  | 0,0328 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,004087 | 0,9959 | 0,000038 | 0,006777 | 7,30 | 0,049 | 0,993145 |
|  |  | 0,0087 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,001084 | 0,9989 | 0,000038 | 0,001797 | 7,30 | 0,013 | 0,993149 |
|  |  | 0,0283 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,003526 | 0,9965 | 0,000038 | 0,005847 | 7,30 | 0,043 | 0,993146 |
|  |  | 0,0028 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,000349 | 0,9997 | 0,000038 | 0,000578 | 7,30 | 0,004 | 0,993150 |
|  |  | 0,0173 | 0,15 | 1988 | 1,8675 | 0,000019 | 0,002156 | 0,9978 | 0,000038 | 0,003574 | 7,30 | 0,026 | 0,993148 |
|  |  | 0,0381 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,004363 | 0,9956 | 0,000035 | 0,007235 | 6,55 | 0,047 | 0,993145 |
|  |  | 0,0211 | 0,1 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002416 | 0,9976 | 0,000035 | 0,004007 | 6,55 | 0,026 | 0,993148 |
|  |  | 0,0019 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000209 | 0,9998 | 0,000033 | 0,000346 | 6,28 | 0,002 | 0,993150 |
|  |  | 0,032 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,003516 | 0,9965 | 0,000033 | 0,005831 | 6,28 | 0,037 | 0,993147 |
|  |  | 0,0249 | 0,08 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002722 | 0,9973 | 0,000033 | 0,004514 | 6,25 | 0,028 | 0,993147 |
|  |  | 0,0054 | 0,08 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000590 | 0,9994 | 0,000033 | 0,000979 | 6,25 | 0,006 | 0,993150 |
|  |  | 0,0127 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001396 | 0,9986 | 0,000033 | 0,002314 | 6,28 | 0,015 | 0,993149 |
|  |  | 0,0139 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001527 | 0,9985 | 0,000033 | 0,002533 | 6,28 | 0,016 | 0,993149 |
|  |  | 0,013 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,001429 | 0,9986 | 0,000033 | 0,002369 | 6,28 | 0,015 | 0,993149 |
|  |  | 0,0045 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000495 | 0,9995 | 0,000033 | 0,000820 | 6,28 | 0,005 | 0,993150 |
|  |  | 0,0253 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,002780 | 0,9972 | 0,000033 | 0,004610 | 6,28 | 0,029 | 0,993147 |
|  |  | 0,0017 | 0,05 | 1988 | 1,8675 | 0,000015 | 0,000169 | 0,9998 | 0,000030 | 0,000279 | 5,81 | 0,002 | 0,993150 |
|  |  | 0,0053 | 0,082 | 1988 | 1,8675 | 0,000017 | 0,000582 | 0,9994 | 0,000033 | 0,000966 | 6,28 | 0,006 | 0,993150 |
|  | | | | | | | **0,536245** | **0,5849** |  |  |  |  |  |
| Оценка недоотпуска тепла потребителю, Гкал | | | | | | | | **-1,1300** |  |  |  |  |  |

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя, предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НЕДООТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ПРИЧИНЕ ОТКАЗОВ (АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ) И ПРОСТОЕВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Оценка недоотпуска тепловой энергии потребителям производится в соответствии с формулой 7.1:

|  |  |
| --- | --- |
| ,Гкал | (7.1) |

где

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | - | среднегодовая тепловая мощность теплопотребляющих установок потребителя (либо, по-другому, тепловая нагрузка потребителя), Гкал/ч |
|  | - | продолжительность отопительного периода, час; |
|  | - | вероятность отказа теплопровода. |

В таблице 7.1-1 приведены значения недоотпуска тепловой энергии на отопление рассмотренным в разделе 6 наиболее удаленным от котельных потребителям тепловой энергии.

**Таблица 7.1-1 – Объем недоотпуска тепловой энергии на отопление для наиболее удаленных от котельных абонентов-потребителей**

| Адрес абонента-потребителя тепловой энергии | ВБР | Присоединенная тепловая нагрузка отопления, Гкал/ч | Недоотпуск тепловой энергии потребителю, Гкал/год |
| --- | --- | --- | --- |
| ж\д ул. Мира, 12б (кот. №1) | 0,7162 | 0,142 | 6,0951 |
| ж\д ул. Нефтяников, 17 (кот. №1) | 0,6489 | 0,144 | 7,6467 |
| ОП-панель 13 (кот. №2а) | 0,5703 | 4,112 | 267,2484 |
| Поликлиника ул. Кузоваткина, 43П (кот. №2а) | 0,7115 | 0,319 | 13,9191 |
| Детский сад №1 ул. Школьная, 22 (кот. №3а) | 0,3951 | 0,116 | 10,6137 |
| База «Зубр» ул. Интернациональная, 22а/П (кот. №3а) | 0,4255 | 0,112 | 9,7319 |
| РУФПС ул. Лопарева, 155а/5 (кот. №5) | 0,4253 | 0,128 | 11,1271 |
| ж\д ул. Ханты-Мансийская, 27 (кот. №5) | 0,3547 | 1,329 | 129,7161 |
| ж\д пер. Осенний, 63 (кот. №8) | 0,7637 | 1,0722 | 0,7879 |
| ж\д ул. Рабочая, 45 (кот. №8) | 0,7964 | 0,271 | 8,3434 |
| Баня ул. Новая, 12 (кот. №8Б) | 0,5700 | 0,031 | 2,0161 |
| ж\д ул. Первомайская, 15 (кот. №8Б) | 0,5849 | 0,018 | 1,1300 |
| ж\д пер. Клубный, д. 3 (кот. "Рыбзавод") | 0,8896 | 0,02 | 0,3339 |
| ж\д ул. Геологов, д. 14Б (кот. "Рыбзавод") | 0,8687 | 0,0200 | 0,3972 |

1. **ПРЕДЛОЖЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**
   1. **Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых систем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования**

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

* 1. **Установка резервного оборудования**

Установка дополнительного резервного оборудования на котельных города не требуется.

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

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

* 1. **Резервирование тепловых сетей смежных районов муниципального образования**

Результаты расчета показывают, что вероятность безотказной работы теплоснабжения по всем выбранным направлениям ниже нормативной величины, требуемой в СП 124.13330.2012 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже ). Основное снижение вероятности безотказной работы до значения ниже нормативного происходит из-за значительного срока эксплуатации некоторых наиболее протяженных участков тепловой сети.

Отсюда следует стратегия реконструкции теплопроводов, состоящая из двух составляющих:

* реконструкция участков тепловой сети с наименьшей надежностью;
* либо резервирование участков тепловой сети с наименьшей надежностью.

В качестве мероприятия по увеличению надежности системы теплоснабжения от источника тепловой энергии до потребителя, предлагается поэтапная реконструкция участков тепловой сети.

В перспективе требуется реконструкция тепловых сетей, которая снизит количество аварий на сетях и повысит надежность теплоснабжения. Мероприятия по модернизации сетей представлены главе 8 обосновывающих материалов «Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей».

* 1. **Устройство резервных насосных станций**

Устройство резервных насосных станций не требуется.

* 1. **Установка баков-аккумуляторов**

Установка баков-аккумуляторов не требуется.