

Закрытое Акционерное Общество
«И В Э Н Е Р Г О С Е Р В И С»

153002, г. Иваново, ул.Шестернина, д. 3, Тел/факс: (4932) 37-22-02
ИНН 3731028511, КПП 370201001, ОГРН 1033700079951
ОКПО 44753410, ОКОНХ 71100
e-mail: office@ivenser.com

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГО «ГОРОД КИРОВО-ЧЕПЕЦК»**



**Обосновывающие материалы
к схеме теплоснабжения:**

**Книга 10
Оценка надежности теплоснабжения**

«УТВЕРЖДАЮ»

Технический директор –
Главный инженер ОАО «Кировская
теплоснабжающая компания»

_____ В.Г. Тузовский
« ____ » _____ 2015 г.

СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГО «ГОРОД КИРОВО-ЧЕПЕЦК»

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения:

Книга 10. Оценка надежности теплоснабжения

ЗАО «Ивэнергосервис»
Генеральный директор

_____ Е.В. Барочкин
« ____ » _____ 2015 г.

Содержание

1. Общие положения	4
1.1. Общие сведения о текущем состоянии тепловых сетей г. Кирово-Чепецк.....	4
1.2. Описание показателей надежности (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности, живучесть).....	5
1.3. Методика определения надёжности работы теплосети.....	7
2. Расчет вероятности безотказной работы.....	12
2.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых магистралей от Кировской ТЭЦ-3	12
2.1.1. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16.....	12
2.1.2. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47	24
2.1.3. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ПМК-6	34
2.1.4. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 5-12.....	41
2.1.5. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32.....	56
2.1.6. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до 7НО-57.....	75
2.1.7. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22.....	83
2.2. Выводы по разделу 2	91
3. Анализ аварийных режимов работы системы теплоснабжения г. Кирово-Чепецк	95
3.1. Допустимые величины недоотпуска тепловой энергии от Кировской ТЭЦ-3.....	96
3.2. Моделирование аварийных режимов работы системы теплоснабжения г. Кирово-Чепецк.....	98
3.3. Выводы по разделу	104
4. Перспективные показатели надежности теплоснабжения	105
4.1. Обоснование перспективных показателей надежности.....	105
4.2. Перспективные показатели надежности, определяемые числом нарушений в подаче тепловой энергии.....	107
4.3. Перспективные показатели надежности, определяемые приведенной продолжительностью прекращений подачи тепловой энергии	110
4.4. Перспективные показатели надежности, определяемые приведенным объемом недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии	113
4.5. Перспективные показатели надежности, определяемые средневзвешенной величиной отклонений температуры теплоносителя в результате нарушений в подаче тепловой энергии	115
4.6. Выводы по разделу 4	116
5. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения	117
5.1. Качество элементов системы теплоснабжения.....	117
5.2. Резервирование в системе теплоснабжения.....	119
5.3. Установка баков-аккумуляторов горячей воды.....	124
5.4. Автоматизация управления технологическими процессами производства, транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии.....	125
5.5. Совершенствование эксплуатации системы теплоснабжения	127
Список использованных источников.....	130

1. Общие положения

1.1. Общие сведения о текущем состоянии тепловых сетей г. Кирово-Чепецк

Основным источником теплоснабжения в г. Кирово-Чепецк является Кировская ТЭЦ-3. Кировская ТЭЦ-3 отпускает тепловую энергию в сетевой воде потребителям на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилого сектора, административных, культурно-бытовых зданий и промышленности г. Кирово-Чепецк.

Кроме того, Кировская ТЭЦ-3 отпускает тепловую энергию в виде пара на производственные нужды ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк», ООО «ЗЖБИ», МУП «Водоканал» и других промышленных предприятий г. Кирово-Чепецк.

Температурный график теплосети 145/70оС при расчетной температуре наружного воздуха $t_{нв} = -33^{\circ}\text{C}$, со срезкой на 130°C при температуре наружного воздуха $t_{нв} = -26^{\circ}\text{C}$. Температурный график введен в действие 09.12.2013 г.

Для системы теплоснабжения г. Кирово-Чепецк отпуск тепловой энергии принят в режиме центрального качественного регулирования в диапазоне температур наружного воздуха от $+8^{\circ}\text{C}$ до -33°C . Тип прокладки трубопроводов тепловой сети – подземная и надземная.

Перечень теплосетевых организаций, получающих и распределяющих тепловую энергию от Кировской ТЭЦ-3 по договорам на теплоснабжение, с указанием принадлежности тепловых сетей представлен в табл. 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Источник теплоснабжения	Принадлежность источника	Тепловые сети	Теплосетевая организация, эксплуатирующая тепловые сети	Принадлежность тепловых сетей
Кировская ТЭЦ-3	Филиал ОАО «ТГК-5»	Магистральные	ОАО «Кировская теплоснабжающая компания»	ОАО «Кировская теплоснабжающая компания»
		Внутриквартальные	ОАО «Кировская теплоснабжающая компания»	ОАО «Кировская теплоснабжающая компания»

Предписания государственных надзорных органов по запрещению эксплуатации тепловых сетей отсутствуют.

Более подробная информация по тепловым сетям г. Кирово-Чепецк представлена в Книге 1 «Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения г. Кирово-Чепецк».

В Книге 10 «Оценка надежности теплоснабжения» рассмотрены следующие разделы:

- расчет вероятности безотказной работы нерезервированных тепломагистралей в системе теплоснабжения г. Кирово-Чепецк;
- определение участков тепловой сети с показателем безотказной работы ниже нормативных значений;
- расчет вероятности безотказной работы нерезервированных тепломагистралей с учетом предложений по реконструкции и новому строительству участков тепловой сети г. Кирово-Чепецк;
- оценка надежности теплоснабжения в аварийных режимах работы по результатам анализа значений показателей, полученных в ходе гидравлического расчета.

По результатам проведенного анализа разработаны рекомендации по реконструкции участков, не отвечающих нормативным показателям безотказной работы теплосети.

1.2. Описание показателей надежности (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности, живучесть)

Оценка надежности теплоснабжения разрабатывается в соответствии с подпунктом «и» пункта 19 и пункта 46 Постановления Правительства от 22 февраля 2012 г. № 154 «Требования к схемам теплоснабжения». Нормативные требования к надёжности теплоснабжения установлены в СНиП 41.02.2003 «Тепловые сети» в части пунктов 6.27-6.31 раздела «Надежность». В СНиП 41.02.2003 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, коэффициент готовности и живучести.

Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для конечного потребителя. При этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для источника теплоты 0,97, для тепловых сетей 0,9, для потребителя теплоты 0,99.

Минимально допустимый показатель вероятности безотказной работы системы централизованного теплоснабжения в целом следует принимать равным 0,86.

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;

- необходимостью замены на конкретных участках тепловых сетей, теплопроводов и конструкций на более надежные, а также обоснованность перехода на надземную или тоннельную прокладку;

- очередностью ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью утративших свой ресурс.

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.

Минимально допустимый показатель готовности системы централизованного теплоснабжения к исправной работе принимается равным 0,97 (СНиП 41.02.2003 «Тепловые сети»).

Нормативные показатели готовности систем теплоснабжения обеспечиваются следующими мероприятиями:

- готовностью систем централизованного теплоснабжения к отопительному сезону;
- достаточностью установленной (располагаемой) тепловой мощности источника тепловой энергии для обеспечения исправного функционирования системы централизованного теплоснабжения при нерасчетных похолоданиях;

- способностью тепловых сетей обеспечить исправное функционирование системы централизованного теплоснабжения при нерасчетных похолоданиях;

- организационными и техническими мерами, необходимыми для обеспечения исправного функционирования системы централизованного теплоснабжения на уровне заданной готовности;

- максимально допустимым числом часов готовности для источника теплоты.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории. Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже предусмотренных ГОСТ 30494. Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п. Вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в жилых и общественных зданий до 12°C, промышленных зданий до - 8°C.

1.3. Методика определения надёжности работы теплосети

Расчёт надёжности работы теплосети г. Кирово-Чепецк выполняется в соответствии с «Методическими рекомендациями по расчету надёжности работы теплосети» Минэнерго.

Расчет вероятность безотказной работы тепловой сети по отношению к каждому потребителю рекомендуется выполнять с применением приведённого ниже алгоритма.

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

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

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

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

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

средневзвешенная частота (интенсивность) отказов для участков тепловой сети с продолжительностью эксплуатации от 1 до 3 лет, 1/(км·год);

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

Частота (интенсивность) отказов каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя λ_i , который имеет размерность 1/(км·год). Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению к потребителю представляется как последовательное (в смысле надёжности) 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:

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

Интенсивность отказов всего последовательного соединения равна сумме интенсивностей отказов на каждом участке:

$$\lambda_c = \lambda_1 L_1 + \lambda_2 L_2 + \dots + \lambda_n L_n, 1/\text{час},$$

где L - протяженность каждого участка, км.

Для описания параметрической зависимости интенсивности отказов рекомендуется использовать зависимость от срока эксплуатации, следующего вида, близкую по характеру к распределению Вейбулла:

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

где t - срок эксплуатации участка, лет.

Для распределения Вейбулла рекомендуется использовать следующие эмпирические коэффициенты:

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

Поскольку представленные статистические данные о технологических нарушениях, предоставленные, недостаточно полные, то среднее значение интенсивности отказов принимается равным $\lambda_0 = 0,05$ 1/(год·км).

Значения интенсивности отказов $\lambda(t)$ в зависимости от продолжительности эксплуатации t при значении $\lambda_0 = 0,05$ 1/(год·км) представлены в табл. 1.3.1 и на рис. 1.3.1.

Таблица 1.3.1

Наименование показателя	Продолжительность работы участка теплосети, лет									
	1	3	4	5	10	15	20	25	30	35
Значение коэффициента α , ед	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,36	1,75	2,24	2,88
Интенсивность отказов $\lambda(t)$, 1/(год·км)	0,079	0,0636	0,050	0,050	0,050	0,050	0,0641	0,0990	0,1954	0,525

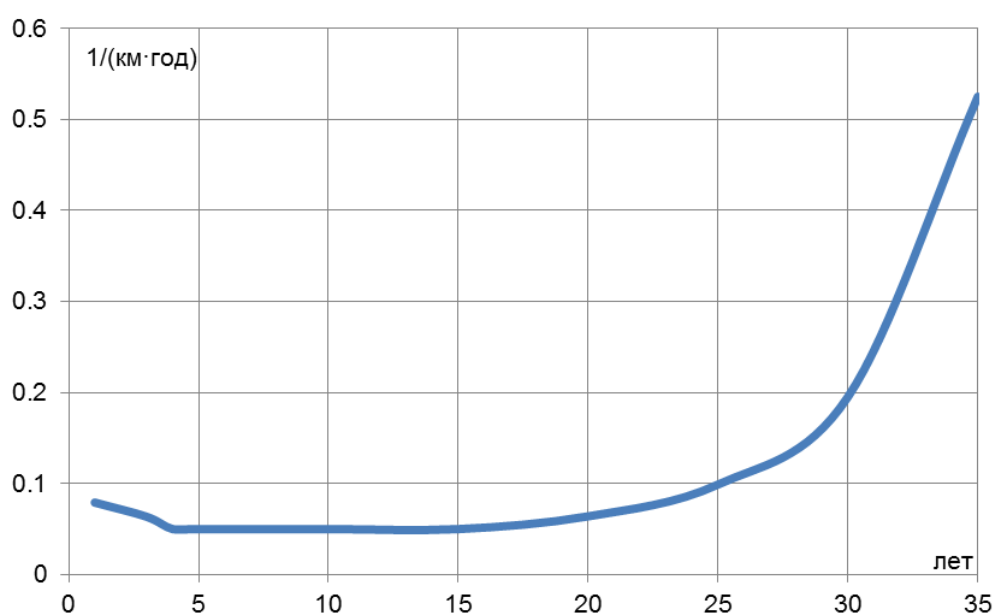


Рис. 1.3.1. Интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации участка тепловой сети

При использовании данной зависимости следует помнить о некоторых допущениях, которые были сделаны при отборе данных:

- она применима только тогда, когда в тепловых сетях существует четкое разделение на эксплуатационный и ремонтный периоды;

- в ремонтный период выполняются гидравлические испытания тепловой сети после каждого отказа.

5. По данным региональных справочников по климату о среднесуточных температурах наружного воздуха за последние десять лет строят зависимость повторяемости температур наружного воздуха (график продолжительности тепловой нагрузки отопления). При отсутствии этих данных зависимость повторяемости температур наружного воздуха для местоположения тепловых сетей принимают по данным СНиП 2.01.01.82 или Справочника «Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей».

6. С использованием данных о теплоаккумулирующей способности объектов теплоснабжения (зданий) определяют время, за которое температура внутри отапливаемого помещения снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения. Отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СНиП 41-02-2003. Тепловые сети).

Для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t_b = t_n + \frac{Q_o}{q_o V} + \frac{t'_n - t_n - \frac{Q_o}{q_o V}}{\exp(z/\beta)}$$

где t_b - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время z в часах, после наступления исходного события, °С; z - время отсчитываемое после начала исходного события, ч; t'_n - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °С; t_n - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени z , °С; Q_o - подача теплоты в помещение, Дж/ч; $q_o V$ - удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч×°С); β - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

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

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

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

Расчет проводится для каждой градации повторяемости температуры наружного воздуха.

Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения для г. Кирово-Чепецк при коэффициенте аккумуляции жилого здания $\beta = 40$ часов приведён в табл. 1.3.2. Продолжительность отопительного периода составляет 5544 ч.

Таблица 1.3.2

Температура наружного воздуха, °С	Повторяемость температур наружного воздуха, ч	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °С
8	1872	36,65
3	432	20,43
-2	648	14,27
-7	576	10,98
-12	528	8,93
-17	456	7,52
-22	624	6,50
-27	240	5,72
-29	24	5,46

7. На основе данных о частоте (потоке) отказов участков тепловой сети, повторяемости температур наружного воздуха и данных о времени восстановления (ремонта) элемента (участка, НС, компенсатора и т.д.) тепловых сетей определяют вероятность отказа теплоснабжения потребителя.

В случае отсутствия достоверных данных о времени восстановления теплоснабжения потребителей рекомендуется использовать эмпирическую зависимость для времени, необходимом для ликвидации повреждения, предложенную Е.Я. Соколовым:

$$z_p = a \left[1 + (b + c \times L_{c.3}) D^{1.2} \right],$$

где a , b , c - постоянные коэффициенты, зависящие от способа укладки теплопровода (подземный, надземный) и его конструкции, а также от способа диагностики места повреждения и уровня организации ремонтных работ; $L_{c.3}$ - расстояние между секционирующими задвижками, м; D - условный диаметр трубопровода, м.

Согласно рекомендациям Е.Я. Соколова для подземной прокладки теплопроводов в непроходных каналах значения постоянных коэффициентов равны:

$$a=6; b=0,5; c=0,0015.$$

Значения расстояний между секционирующими задвижками $L_{c.3}$ берутся из соответствующей базы электронной модели. Если эти значения в базах модели не определены, тогда расчёт выполняется по значениям, определённым СНиП41-02-2003 «Тепловые сети»:

$$L_{c.3} = \begin{cases} \leq 1000 \text{ м при } D_i \geq 100 \text{ мм} \\ \leq 1500 \text{ м при } 400 < D_i \leq 500 \text{ мм} \\ \leq 3000 \text{ м при } D_i \geq 600 \text{ мм} \\ \leq 5000 \text{ м при } D_i \geq 900 \text{ мм} \end{cases}$$

Расчет выполняется для каждого участка, входящего в путь от источника до абонента:

- вычисляется время ликвидации повреждения на i -м участке;
- по каждой градации повторяемости температур 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 и поток отказов участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры +12 °С:

$$\bar{z} = \left(1 - \frac{z_{ij}}{z_p} \right) \times \frac{\tau_j}{\tau_{оп}};$$

$$\bar{\omega} = \lambda_i \times L_i \times \sum_{j=1}^{j=N} \bar{z}_{ij}.$$

- вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента

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

Расчёт резервируемых линий осуществляется следующим образом:

1. производится расчёт надёжности каждой из резервных линий в отдельности в соответствии с методикой, описанной ранее;
2. полученные вероятности безотказной работы каждой из резервных линий суммируются, а полученное значение (не более 1,0) используется для расчёта исследуемого участка теплосети от источника до потребителя.

2. Расчет вероятности безотказной работы

2.1. Расчет вероятности безотказной работы тепловых магистралей от Кировской ТЭЦ-3

С целью определения вероятности безотказной работы в системе теплоснабжения Кировской ТЭЦ-3 были выбраны следующие расчетные пути передачи теплоносителя по тепломагистралям:

- 1) Кировская ТЭЦ-3 – ТК 10-16;
- 2) Кировская ТЭЦ-3 – Уз 3-47;
- 3) Кировская ТЭЦ-3 – ПМК-6;
- 4) Кировская ТЭЦ-3 – ТК-5-12;
- 5) Кировская ТЭЦ-3 – ТК-4-32;
- 6) Кировская ТЭЦ-3 – 7НО-57;
- 7) Кировская ТЭЦ-3 – ТК-5-22.

Расчет выполнялся согласно методике, рассмотренной в разделе 1.1 настоящего отчета. Результаты расчета вероятности безотказной работы каждого участка и тепловой магистрали в целом приведены в таблицах и на рисунках соответствующих разделов.

На следующем этапе выполнен расчет перспективных показателей безотказности работы тепловых магистралей с учетом старения трубопроводов при сохранении существующей структуры тепловой сети.

2.1.1. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.1. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.1. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепломагистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.2.



Рис. 2.1.1. Расчетный участок тепловой сети от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16

Таблица 2.1.1

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, D _y , мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	1977	777,0	700	12,513	0,866	0,0679	0,9344	0,9344
2	7ТК-4	7ТК-5	1977	64,9	700	8,336	0,866	0,0012	0,9988	0,9333
3	7ТК-5	7ТК-6	1977	141,9	700	8,788	0,866	0,0034	0,9966	0,9301
4	7ТК-6	7ТК-7	1977	122,1	700	8,672	0,866	0,0028	0,9972	0,9275
5	7ТК-7	7ТК-8	1977	149,2	700	8,831	0,866	0,0037	0,9963	0,9241
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	1977	303,4	700	9,735	0,866	0,0119	0,9882	0,9132
7	Уз. 7НО-10	7 павильон 1	1977	1056,3	700	14,152	0,866	0,1196	0,8873	0,8103
8	7 павильон 1	7 павильон 1а	1972	209,7	700	9,186	4,174	0,0306	0,9699	0,7859
9	7 павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	1972	800,2	700	12,650	4,174	0,3462	0,7074	0,5559
10	Уз. Совхоз Чеп 1	Пав. Лепсе	1980	341,7	700	9,960	0,419	0,0070	0,9930	0,5520
11	Пав. Лепсе	7 пав. 2	1977	217,7	700	9,233	0,866	0,0068	0,9932	0,5483
12	7 пав. 2	3-7 3-8	1977	2,4	700	7,969	0,866	0,0000	1,0000	0,5483
13	3-7 3-8	ТК 7-01	1977	12,8	700	8,031	0,866	0,0002	0,9998	0,5482
14	ТК 7-01	ТК 7-01а	1977	163,7	700	8,916	0,866	0,0042	0,9958	0,5459
15	ТК 7-01а	ТК 7-02	1977	85,3	700	8,456	0,866	0,0017	0,9983	0,5449
16	ТК 7-02	ТК 7-03	1977	101,9	600	8,122	0,866	0,0016	0,9984	0,5441
17	ТК 7-03	ТК 7-04	1977	93,0	600	8,079	0,866	0,0014	0,9986	0,5433
18	ТК 7-04	ТК 7-05	1977	106,4	600	8,144	0,866	0,0017	0,9983	0,5424
19	ТК 7-05	ТК 7-06	1977	118,4	600	8,202	0,866	0,0020	0,9980	0,5413
20	ТК 7-06	ТК 7-06а	1977	96,6	400	7,289	0,866	0,0006	0,9994	0,5410
21	ТК 7-06а	ТК 7-07	1977	138,8	600	8,302	0,866	0,0026	0,9974	0,5396
22	ТК 7-07	ТК 10-1	1978	39,9	600	7,820	0,669	0,0004	0,9996	0,5393
23	ТК 10-1	ТК 10-2	1978	109,8	600	8,161	0,669	0,0014	0,9986	0,5386
24	ТК 10-2	ТК 10-3	1978	116,0	600	8,191	0,669	0,0015	0,9985	0,5378

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, D _y , мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
25	ТК 10-3	ТК 10-4	1978	180,9	600	8,507	0,669	0,0029	0,9971	0,5362
26	ТК 10-4	ТК 10-5	1978	112,0	600	8,171	0,669	0,0015	0,9985	0,5354
№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, D _y , мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
27	ТК 10-5	ТК 10-6	1989	111,9	600	8,171	0,099	0,0002	0,9998	0,5353
28	ТК 10-6	ТК 10-7	1989	98,1	600	8,103	0,099	0,0002	0,9998	0,5352
29	ТК 10-7	ТК 10-8	1989	99,9	600	8,112	0,099	0,0002	0,9998	0,5351
30	ТК 10-8	ТК 10-10	1989	157,8	600	8,395	0,099	0,0004	0,9996	0,5349
31	ТК 10-10	ТК 10-11	1992	274,5	600	8,964	0,074	0,0006	0,9994	0,5346
32	ТК 10-11	ТК 10-12	1992	135,8	600	8,287	0,074	0,0002	0,9998	0,5345
33	ТК 10-12	ТК 10-13	1992	85,4	600	8,042	0,074	0,0001	0,9999	0,5344
Итого по тепломагистрали										0,5344
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	1953	457,2	500	9,097	1602858,354	24329,7868	0,0000	0,0000
2	ТК 3-01	ТК 3-02	1953	114,6	350	7,144	1602858,354	1121,2493	0,0000	0,0000
3	ТК 3-02	ТК 3-03	1953	100,1	350	7,107	1602858,354	933,8552	0,0000	0,0000
4	ТК 3-03	ТК 3-04	1953	103,3	350	7,115	1602858,354	973,9082	0,0000	0,0000
5	ТК 3-04	ТК 3-05	1953	71,3	350	7,033	1602858,354	599,2952	0,0000	0,0000
6	ТК 3-05	ТК 3-06	1953	52,4	350	6,985	1602858,354	408,4826	0,0000	0,0000
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107,8	350	7,126	0,167	0,0001	0,9999	0,0000
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62,9	500	7,552	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37,1	500	7,451	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
10	ТК 3-08	ТК 3-09	1995	134,2	500	7,832	0,06	0,0001	0,9999	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, D _y , мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
11	TK 3-09	TK 3-10	1995	64,3	400	7,192	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
12	TK 3-10	TK 3-10a	1995	103,0	500	7,709	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
13	TK 3-10a	Сужение 3-11	1995	67,1	500	7,569	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
14	Сужение 3-11	TK 3-11a	1995	44,5	400	7,132	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
15	TK 3-11a	TK 3-12	1995	79,2	400	7,236	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
16	TK 3-12	TK 3-13	1995	125,3	400	7,375	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
17	TK 3-13	TK 3-14	1995	111,2	400	7,332	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
18	TK 3-14	TK 3-15	1995	195,9	350	7,351	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
19	TK 3-15	Пав-он Узловая	1996	33,4	400	7,099	0,057	0,0000	1,0000	0,0000
20	Пав-он Узловая	TK 8-00	1965	27,1	400	7,080	101,833	0,0155	0,9846	0,0000
21	TK 8-00	TK 8-00a	1965	56,6	400	7,169	101,833	0,0363	0,9644	0,0000
22	TK 8-00a	Уз 8-00a	1965	29,7	400	7,088	101,833	0,0172	0,9829	0,0000
23	Уз 8-00a	Павильон 8-01	1965	258,7	300	7,256	101,833	0,1830	0,8328	0,0000
24	Павильон 8-01	Уз. Абсолют	1965	1213,2	250	8,637	101,833	3,2039	0,0406	0,0000
25	Уз. Абсолют	Уз. Г/к № К-5-1	1965	254,6	250	7,003	101,833	0,1298	0,8783	0,0000
26	Уз. Г/к № К-5-1	Уз. Г/к № К-8	1965	326,7	250	7,125	101,833	0,1982	0,8202	0,0000
27	Уз. Г/к № К-8	Уз. Кладезь	1965	95,7	250	6,732	101,833	0,0270	0,9734	0,0000
28	Уз. Кладезь	TK 8-02	1965	114,3	250	6,763	101,833	0,0353	0,9653	0,0000
29	TK 8-02	TK 5-02-1	1965	65,6	250	6,680	101,833	0,0155	0,9846	0,0000
30	TK 5-02-1	TK 5-02	1989	27,3	250	6,615	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
31	TK 5-02	7 павильон 2	1981	92,3	500	7,667	0,339	0,0004	0,9996	0,0000
32	7 павильон 2	TK 7-01	1997	12,9	700	8,031	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
33	TK 7-01	TK 7-01a	1997	163,7	700	8,916	0,05	0,0002	0,9998	0,0000
34	TK 7-01a	TK 7-02	1997	85,3	700	8,456	0,05	0,0001	0,9999	0,0000
35	TK 7-02	TK 7-03	1997	101,9	700	8,553	0,05	0,0001	0,9999	0,0000
36	TK 7-03	TK 7-04	1977	93,0	600	8,079	0,866	0,0014	0,9986	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, D _y , мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
37	TK 7-04	TK 7-05	1977	106,4	600	8,144	0,866	0,0017	0,9983	0,0000
38	TK 7-05	TK 7-06	1977	118,4	600	8,202	0,866	0,0020	0,9980	0,0000
39	TK 7-06	TK 7-06а	1977	96,6	600	8,096	0,866	0,0015	0,9985	0,0000
40	TK 7-06а	TK 7-07	1977	138,8	600	8,302	0,866	0,0026	0,9974	0,0000
41	TK 7-07	TK 10-1	1978	39,9	600	7,820	0,669	0,0004	0,9996	0,0000
42	TK 10-1	TK 10-2	1978	109,8	600	8,161	0,669	0,0014	0,9986	0,0000
43	TK 10-2	TK 10-3	1978	116,0	600	8,191	0,669	0,0015	0,9985	0,0000
44	TK 10-3	TK 10-4	1978	180,9	600	8,507	0,669	0,0029	0,9971	0,0000
45	TK 10-4	TK 10-5	1978	112,0	600	8,171	0,669	0,0015	0,9985	0,0000
46	TK 10-5	TK 10-6	1989	111,9	600	8,171	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
47	TK 10-6	TK 10-7	1989	98,1	600	8,103	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
48	TK 10-7	TK 10-8	1989	99,9	600	8,112	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
49	TK 10-8	TK 10-10	1989	157,8	600	8,395	0,099	0,0004	0,9996	0,0000
50	TK 10-10	TK 10-11	1992	274,5	600	8,964	0,074	0,0006	0,9994	0,0000
51	TK 10-11	TK 10-12	1992	135,8	600	8,287	0,074	0,0002	0,9998	0,0000
52	TK 10-12	TK 10-13	1992	85,4	600	8,042	0,074	0,0001	0,9999	0,0000
53	TK 10-13	TK 10-14	1992	104,9	300	6,930	0,074	0,0000	1,0000	0,0000
54	TK 10-14	TK 10-15	1992	106,5	300	6,933	0,074	0,0000	1,0000	0,0000
55	TK 10-15	TK 10-16	1992	196,7	200	6,691	0,074	0,0000	1,0000	0,0000
Итого по тепломагистрали										0,0000
Итого по расчетному участку										0,5430

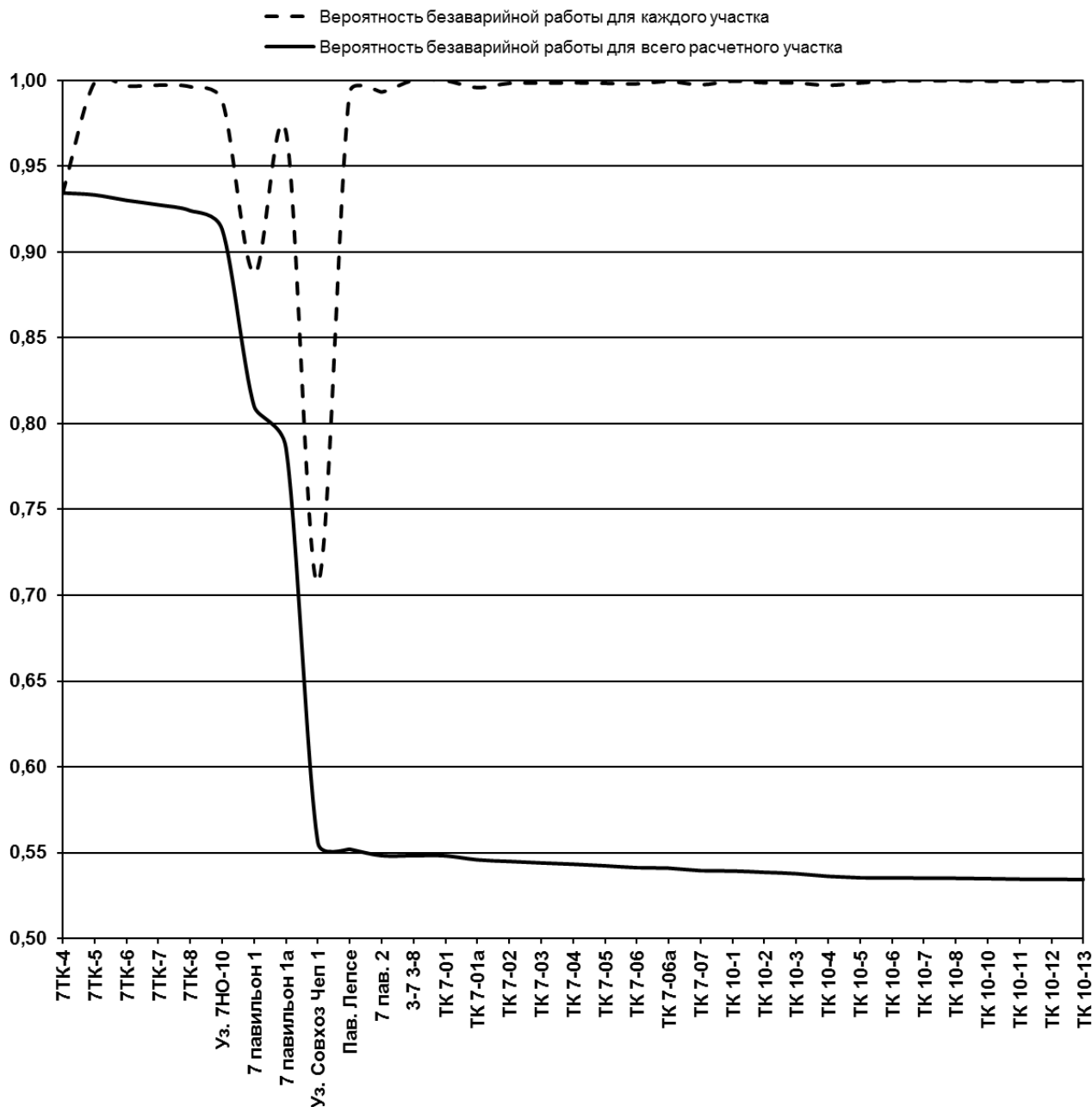


Рис. 2.1.2. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16 в 2014 г.

Из анализа рис. 2.1.2 следует, что данная тепловая магистраль в 2014 г. обладает показателями безаварийной работы ниже минимально допустимых значений. Для достижения коэффициента надежности, удовлетворяющего нормативным значениям, необходимо в период 2015-2017 гг. произвести перекладку некоторых участков тепловой магистрали. Показатели безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 10-16 в 2033 г. после выполнения перекладок приведены в табл. 2.1.2 и на рис. 2.1.3.

Таблица 2.1.2

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	2015	777.0	700	12.513	0.057	0.0045	0.9955	0.9955
2	7ТК-4	7ТК-5	2015	64.9	700	8.336	0.057	0.0001	0.9999	0.9954
3	7ТК-5	7ТК-6	2015	141.9	700	8.788	0.057	0.0002	0.9998	0.9952
4	7ТК-6	7ТК-7	2015	122.1	700	8.672	0.057	0.0002	0.9998	0.9950
5	7ТК-7	7ТК-8	2015	149.2	700	8.831	0.057	0.0002	0.9998	0.9948
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	2015	303.4	700	9.735	0.057	0.0008	0.9992	0.9940
7	Уз. 7НО-10	7 павильон 1	2015	1056.3	700	14.152	0.057	0.0079	0.9921	0.9862
8	7 павильон 1	7 павильон 1а	2015	209.7	700	9.186	0.057	0.0004	0.9996	0.9858
9	7 павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	2015	800.2	700	12.650	0.057	0.0047	0.9953	0.9811
10	Уз. Совхоз Чеп 1	Пав. Лепсе	2016	341.7	700	9.960	0.05	0.0008	0.9992	0.9803
11	Пав. Лепсе	7 пав. 2	2016	217.7	700	9.233	0.05	0.0004	0.9996	0.9800
12	7 пав. 2	3-7 3-8	2016	2.4	700	7.969	0.05	0.0000	1.0000	0.9800
13	3-7 3-8	ТК 7-01	2016	12.8	700	8.031	0.05	0.0000	1.0000	0.9800
14	ТК 7-01	ТК 7-01а	2016	163.7	700	8.916	0.05	0.0002	0.9998	0.9798
15	ТК 7-01а	ТК 7-02	2016	85.3	700	8.456	0.05	0.0001	0.9999	0.9797
16	ТК 7-02	ТК 7-03	2016	101.9	600	8.122	0.05	0.0001	0.9999	0.9796
17	ТК 7-03	ТК 7-04	2016	93.0	600	8.079	0.05	0.0001	0.9999	0.9795
18	ТК 7-04	ТК 7-05	2016	106.4	600	8.144	0.05	0.0001	0.9999	0.9794
19	ТК 7-05	ТК 7-06	2016	118.4	600	8.202	0.05	0.0001	0.9999	0.9793
20	ТК 7-06	ТК 7-06а	2016	96.6	400	7.289	0.05	0.0000	1.0000	0.9793
21	ТК 7-06а	ТК 7-07	2016	138.8	600	8.302	0.05	0.0001	0.9999	0.9792
22	ТК 7-07	ТК 10-1	2016	39.9	600	7.820	0.05	0.0000	1.0000	0.9792
23	ТК 10-1	ТК 10-2	2016	109.8	600	8.161	0.05	0.0001	0.9999	0.9791
24	ТК 10-2	ТК 10-3	2016	116.0	600	8.191	0.05	0.0001	0.9999	0.9790

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
25	ТК 10-3	ТК 10-4	2016	180.9	600	8.507	0.05	0.0002	0.9998	0.9788
26	ТК 10-4	ТК 10-5	2016	112.0	600	8.171	0.05	0.0001	0.9999	0.9787
27	ТК 10-5	ТК 10-6	2017	111.9	600	8.171	0.05	0.0001	0.9999	0.9786
28	ТК 10-6	ТК 10-7	2017	98.1	600	8.103	0.05	0.0001	0.9999	0.9785
29	ТК 10-7	ТК 10-8	2017	99.9	600	8.112	0.05	0.0001	0.9999	0.9784
30	ТК 10-8	ТК 10-10	2017	157.8	600	8.395	0.05	0.0002	0.9998	0.9782
31	ТК 10-10	ТК 10-11	1992	274.5	600	8.964	2.926	0.0245	0.9758	0.9545
32	ТК 10-11	ТК 10-12	1992	135.8	600	8.287	2.926	0.0084	0.9916	0.9465
33	ТК 10-12	ТК 10-13	1992	85.4	600	8.042	2.926	0.0043	0.9957	0.9424
34	ТК 10-13	ТК 10-14	1992	105.0	300	6.930	2.926	0.0014	0.9986	0.9411
35	ТК 10-14	ТК 10-15	1992	106.0	300	6.932	2.926	0.0014	0.9986	0.9398
36	ТК 10-15	ТК 10-16	1992	196.0	200	6.691	2.926	0.0014	0.9986	0.9385
Итого по участку										0.9385
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	2015	457.2	500	9.097	0.057	0.0009	0.9991	0.9991
2	ТК 3-01	ТК 3-02	2015	114.6	350	7.144	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
3	ТК 3-02	ТК 3-03	2015	100.1	350	7.107	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
4	ТК 3-03	ТК 3-04	2015	103.3	350	7.115	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
5	ТК 3-04	ТК 3-05	2015	71.3	350	7.033	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
6	ТК 3-05	ТК 3-06	2015	52.4	350	6.985	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107.8	350	7.126	59.217	0.0381	0.9626	0.9617
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62.9	500	7.552	1.141	0.0007	0.9993	0.9611
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37.1	500	7.451	1.141	0.0004	0.9996	0.9607
10	ТК 3-08	ТК 3-09	1995	134.2	500	7.832	1.141	0.0022	0.9978	0.9586
11	ТК 3-09	ТК 3-10	1995	64.3	400	7.192	1.141	0.0005	0.9995	0.9581
12	ТК 3-10	ТК 3-10а	1995	103.0	500	7.709	1.141	0.0014	0.9986	0.9567
13	ТК 3-10а	Сужение 3-11	1995	67.1	500	7.569	1.141	0.0007	0.9993	0.9561
14	Сужение 3-11	ТК 3-11а	1995	44.5	400	7.132	1.141	0.0003	0.9997	0.9558

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
15	ТК 3-11а	ТК 3-12	1995	79.2	400	7.236	1.141	0.0006	0.9994	0.9552
16	ТК 3-12	ТК 3-13	1995	125.3	400	7.375	1.141	0.0011	0.9989	0.9542
17	ТК 3-13	ТК 3-14	1995	111.2	400	7.332	1.141	0.0010	0.9990	0.9532
18	ТК 3-14	ТК 3-15	1995	195.9	350	7.351	1.141	0.0017	0.9983	0.9516
19	ТК 3-15	Павильон Узловая	1996	33.4	400	7.099	0.866	0.0002	0.9998	0.9514
20	Павильон Узловая	ТК 8-00	2015	27.1	400	7.080	0.057	0.0000	1.0000	0.9514
21	ТК 8-00	ТК 8-00а	2015	56.6	400	7.169	0.057	0.0000	1.0000	0.9514
22	ТК 8-00а	Уз 8-00а	2015	29.7	400	7.088	0.057	0.0000	1.0000	0.9514
23	Уз 8-00а	Павильон 8-01	2015	258.7	300	7.256	0.057	0.0001	0.9999	0.9513
24	Павильон 8-01	Уз. Абсолют	2015	1213.2	250	8.637	0.057	0.0018	0.9982	0.9496
25	Уз. Абсолют	Уз. Г/к № К-5-1	2015	254.6	250	7.003	0.057	0.0001	0.9999	0.9495
26	Уз. Г/к № К-5-1	Уз. Г/к № К-8	2015	326.7	250	7.125	0.057	0.0001	0.9999	0.9494
27	Уз. Г/к № К-8	Уз. Кладезь	2015	95.7	250	6.732	0.057	0.0000	1.0000	0.9494
28	Уз. Кладезь	ТК 8-02	2015	114.3	250	6.763	0.057	0.0000	1.0000	0.9494
29	ТК 8-02	ТК 5-02-1	2015	65.6	250	6.680	0.057	0.0000	1.0000	0.9494
30	ТК 5-02-1	ТК 5-02	2015	27.3	250	6.615	0.057	0.0000	1.0000	0.9494
31	ТК 5-02	7 павильон 2	2015	92.3	500	7.667	0.057	0.0001	0.9999	0.9493
32	7 павильон 2	ТК 7-01	1997	12.9	700	8.031	0.669	0.0001	0.9999	0.9492
33	ТК 7-01	ТК 7-01а	1997	163.7	700	8.916	0.669	0.0032	0.9968	0.9462
34	ТК 7-01а	ТК 7-02	1997	85.3	700	8.456	0.669	0.0013	0.9987	0.9449
35	ТК 7-02	ТК 7-03	1997	101.9	700	8.553	0.669	0.0017	0.9983	0.9433
36	ТК 7-03	ТК 7-04	2016	93.0	600	8.079	0.05	0.0001	0.9999	0.9432
37	ТК 7-04	ТК 7-05	2016	106.4	600	8.144	0.05	0.0001	0.9999	0.9431
38	ТК 7-05	ТК 7-06	2016	118.4	600	8.202	0.05	0.0001	0.9999	0.9431
39	ТК 7-06	ТК 7-06а	2016	96.6	600	8.096	0.05	0.0001	0.9999	0.9430
40	ТК 7-06а	ТК 7-07	2016	138.8	600	8.302	0.05	0.0001	0.9999	0.9429

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
41	TK 7-07	TK 10-1	2016	39.9	600	7.820	0.05	0.0000	1.0000	0.9429
42	TK 10-1	TK 10-2	2016	109.8	600	8.161	0.05	0.0001	0.9999	0.9428
43	TK 10-2	TK 10-3	2016	116.0	600	8.191	0.05	0.0001	0.9999	0.9427
44	TK 10-3	TK 10-4	2016	180.9	600	8.507	0.05	0.0002	0.9998	0.9425
45	TK 10-4	TK 10-5	2016	112.0	600	8.171	0.05	0.0001	0.9999	0.9424
46	TK 10-5	TK 10-6	2017	111.9	600	8.171	0.05	0.0001	0.9999	0.9423
47	TK 10-6	TK 10-7	2017	98.1	600	8.103	0.05	0.0001	0.9999	0.9422
48	TK 10-7	TK 10-8	2017	99.9	600	8.112	0.05	0.0001	0.9999	0.9421
49	TK 10-8	TK 10-10	2017	157.8	600	8.395	0.05	0.0002	0.9998	0.9419
50	TK 10-10	TK 10-11	1992	274.5	600	8.964	2.926	0.0245	0.9758	0.9191
51	TK 10-11	TK 10-12	1992	135.8	600	8.287	2.926	0.0084	0.9916	0.9114
52	TK 10-12	TK 10-13	1992	85.4	600	8.042	2.926	0.0043	0.9957	0.9075
53	TK 10-13	TK 10-14	1992	105.0	300	6.930	2.926	0.0014	0.9986	0.9062
54	TK 10-14	TK 10-15	1992	106.0	300	6.932	2.926	0.0014	0.9986	0.9049
55	TK 10-15	TK 10-16	1992	196.0	200	6.691	2.926	0.0014	0.9986	0.9037
Итого по участку										0.9037
Итого по расчетному участку										1.0000

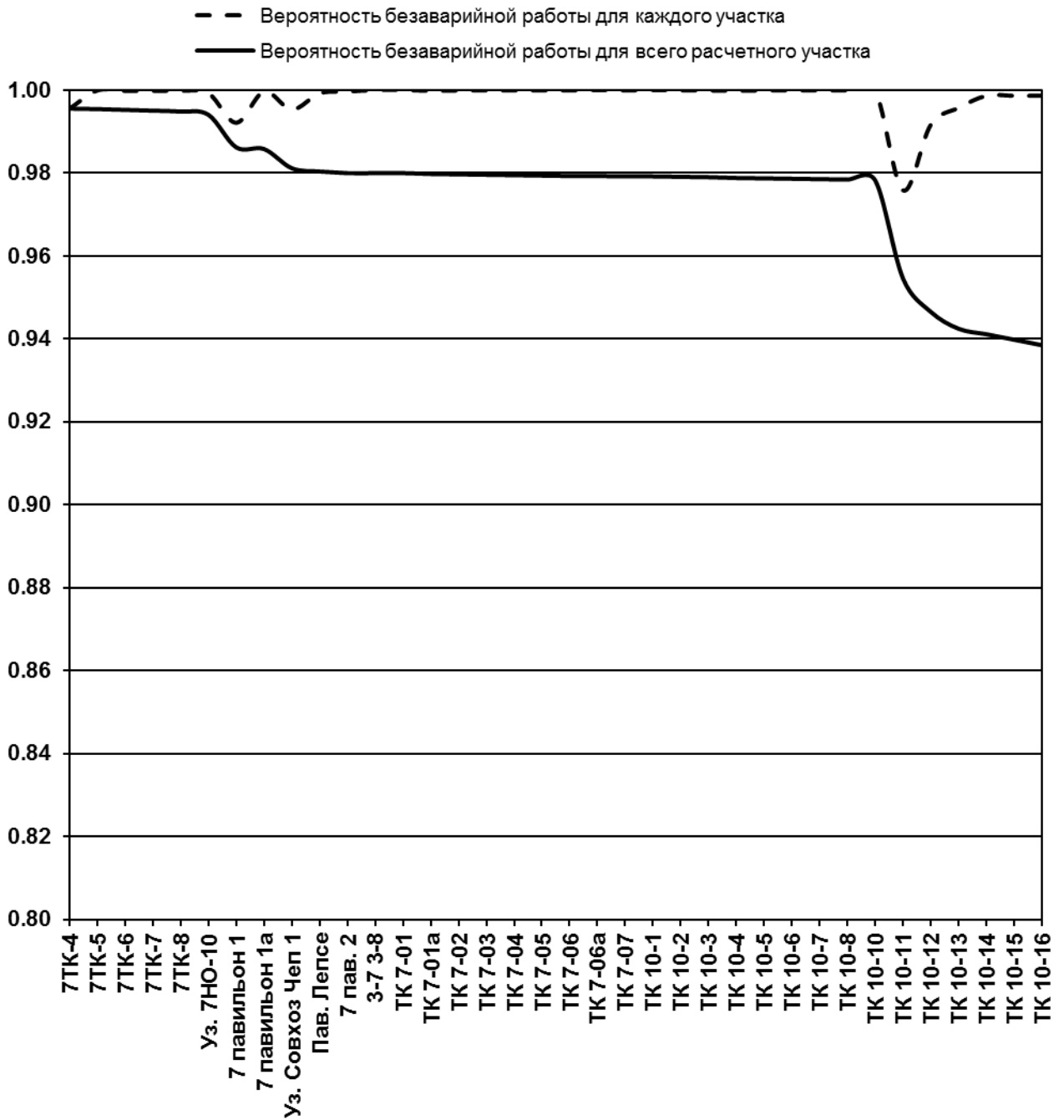


Рис. 2.1.3. Вероятность безаварийной работы тепломагистрали от Кировской ТЭС-3 до ТК 10-16 в 2033 г.

2.1.2. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.4. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.3. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.5.



Рис. 2.1.4. Расчетный участок тепловой сети Кировская ТЭЦ-3 – Уз 3-47

Таблица 2.1.3

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	1953	457.2	500	9.097	1602858.354	24329.7868	0.0000	0.0000
2	ТК 3-01	ТК 3-02	1953	114.6	350	7.144	1602858.354	1121.2493	0.0000	0.0000
3	ТК 3-02	ТК 3-03	1953	100.1	350	7.107	1602858.354	933.8552	0.0000	0.0000
4	ТК 3-03	ТК 3-04	1953	103.3	350	7.115	1602858.354	973.9082	0.0000	0.0000
5	ТК 3-04	ТК 3-05	1953	71.3	350	7.033	1602858.354	599.2952	0.0000	0.0000
6	ТК 3-05	ТК 3-06	1953	52.4	350	6.985	1602858.354	408.4826	0.0000	0.0000
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107.8	350	7.126	0.167	0.0001	0.9999	0.0000
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62.9	500	7.552	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37.1	500	7.451	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
10	ТК 3-08	ТК 3-09	1995	134.2	500	7.832	0.06	0.0001	0.9999	0.0000
11	ТК 3-09	ТК 3-10	1995	64.3	400	7.192	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
12	ТК 3-10	ТК 3-10а	1995	103.0	500	7.709	0.06	0.0001	0.9999	0.0000
13	ТК 3-10а	Сужение 3-11	1995	67.1	500	7.569	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
14	Сужение 3-11	ТК 3-11а	1995	44.5	400	7.132	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
15	ТК 3-11а	ТК 3-12	1995	79.2	400	7.236	0.06	0.0000	1.0000	0.0000
16	ТК 3-12	ТК 3-13	1995	125.3	400	7.375	0.06	0.0001	0.9999	0.0000
17	ТК 3-13	ТК 3-14	1995	111.2	400	7.332	0.06	0.0001	0.9999	0.0000
18	ТК 3-14	ТК 3-15	1995	195.9	350	7.351	0.06	0.0001	0.9999	0.0000
19	ТК 3-15	Павильон Узлов- вая	1996	33.4	400	7.099	0.057	0.0000	1.0000	0.0000
20	Павильон Узлов- вая	ТК 3-16	1996	101.7	400	7.304	0.057	0.0000	1.0000	0.0000
21	ТК 3-16	ТК 3-17	2010	101.5	350	7.110	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
22	ТК 3-17	ТК 3-17а	2010	63.3	350	7.013	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
23	ТК 3-17а	ТК 3-18	2010	53.1	350	6.987	0.05	0.0000	1.0000	0.0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
24	ТК 3-18	ТК 3-19	2006	126.8	350	7.175	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
25	ТК 3-19	ТК 3-20	2005	93.2	400	7.278	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
26	ТК 3-20	ТК 3-21	2005	15.9	400	7.047	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
27	ТК 3-21	ТК 3-30	2004	126.3	400	7.378	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
28	ТК 3-30	ТК 3-31	2002	47.3	350	6.972	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
29	ТК 3-31	ТК 3-32	1954	124.4	250	6.781	544015.896	215.6493	0.0000	0.0000
30	ТК 3-32	ТК 3-33	1954	222.5	250	6.948	544015.896	552.7616	0.0000	0.0000
31	ТК 3-33	ТК 3-34	1954	76.8	250	6.699	544015.896	103.7686	0.0000	0.0000
32	ТК 3-34	ТК 3-35	1954	50.1	250	6.654	544015.896	56.9795	0.0000	0.0000
33	ТК 3-35	ТК 3-36	1954	53.2	250	6.659	544015.896	61.7768	0.0000	0.0000
34	ТК 3-36	ТК 3-36а	2008	102.9	300	6.926	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
35	ТК 3-36а	ТК 3-37	2007	68.1	300	6.852	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
36	ТК 3-37	ТК 3-37а	2000	107.8	250	6.752	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
37	ТК 3-37а	ТК 3-37б	2000	24.1	250	6.609	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
38	ТК 3-37б	ТК 3-38	2000	45.9	250	6.647	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
39	ТК 3-38	ТК 3-39	2000	57.5	250	6.666	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
40	ТК 3-39	ТК 3-40	2000	44.5	250	6.644	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
41	ТК 3-40	ТК 3-41	2000	67.4	250	6.683	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
42	ТК 3-41	ТК 3-42	2000	174.6	250	6.866	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
43	ТК 3-42	ТК 3-43	2000	25.9	250	6.613	0.05	0.0000	1.0000	0.0000
44	ТК 3-43	ТК 3-44	1955	24.6	200	6.467	195906.762	3.2957	0.0370	0.0000
45	ТК 3-44	ТК 3-45	1958	29.7	150	6.335	12665.604	0.2159	0.8058	0.0000
46	ТК 3-45	ТК 3-45д	1958	181.3	150	6.475	12665.604	1.5852	0.2049	0.0000
47	ТК 3-45д	ТК 3-47	1958	134.3	150	6.432	12665.604	1.1144	0.3281	0.0000
Итого по участку										0.0000
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	1977	777.0	700	12.513	0.866	0.0679	0.9344	0.9344
2	7ТК-4	7ТК-5	1977	64.9	700	8.336	0.866	0.0012	0.9988	0.9333

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
3	7ТК-5	7ТК-6	1977	141.9	700	8.788	0.866	0.0034	0.9966	0.9301
4	7ТК-6	7ТК-7	1977	122.1	700	8.672	0.866	0.0028	0.9972	0.9275
5	7ТК-7	7ТК-8	1977	149.2	700	8.831	0.866	0.0037	0.9963	0.9241
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	1977	303.4	700	9.735	0.866	0.0119	0.9882	0.9132
7	Уз. 7НО-10	7 павильон 1	1977	1056.3	700	14.152	0.866	0.1196	0.8873	0.8103
8	7 павильон 1	7 павильон 1а	1972	209.7	700	9.186	4.174	0.0306	0.9699	0.7859
9	7 павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	1972	800.2	700	12.650	4.174	0.3462	0.7074	0.5559
10	Уз. Совхоз Чеп 1	Павильон Лепсе	1977	341.7	700	9.960	0.866	0.0146	0.9855	0.5479
11	Павильон Лепсе	7 павильон 2	1977	217.7	700	9.232	0.866	0.0068	0.9932	0.5441
12	7 павильон 2	ТК 5-02	1981	92.3	500	7.667	0.339	0.0004	0.9996	0.5439
13	ТК 5-02	ТК 5-02а	1981	195.6	500	8.072	0.339	0.0012	0.9988	0.5433
14	ТК 5-02а	ТК 5-03	1981	372.1	500	8.764	0.339	0.0035	0.9965	0.5414
15	ТК 5-03	ТК 5-04	1981	222.0	500	8.176	0.339	0.0015	0.9985	0.5405
16	ТК 5-04	ТК 5-05	1981	65.7	500	7.563	0.339	0.0002	0.9998	0.5404
17	ТК 5-05	ТК 14-1	1989	16.3	400	7.048	0.099	0.0000	1.0000	0.5404
18	ТК 14-1	ТК 14-2	1989	82.6	400	7.247	0.099	0.0001	0.9999	0.5404
19	ТК 14-2	ТК 14-3	1989	150.6	400	7.450	0.099	0.0001	0.9999	0.5403
20	ТК 14-3	ТК 14-4	1989	115.1	300	6.952	0.099	0.0001	0.9999	0.5403
21	ТК 14-4	ТК 14-5	1989	101.6	300	6.923	0.099	0.0000	1.0000	0.5403
22	ТК 14-5	ТК 14-6	1970	79.7	200	6.539	9.101	0.0008	0.9992	0.5398
23	ТК 14-6	ТК 3-47	1970	430.1	200	6.996	9.101	0.0194	0.9808	0.5295
Итого по участку										0.5295
Итого по расчетному участку										0.5295

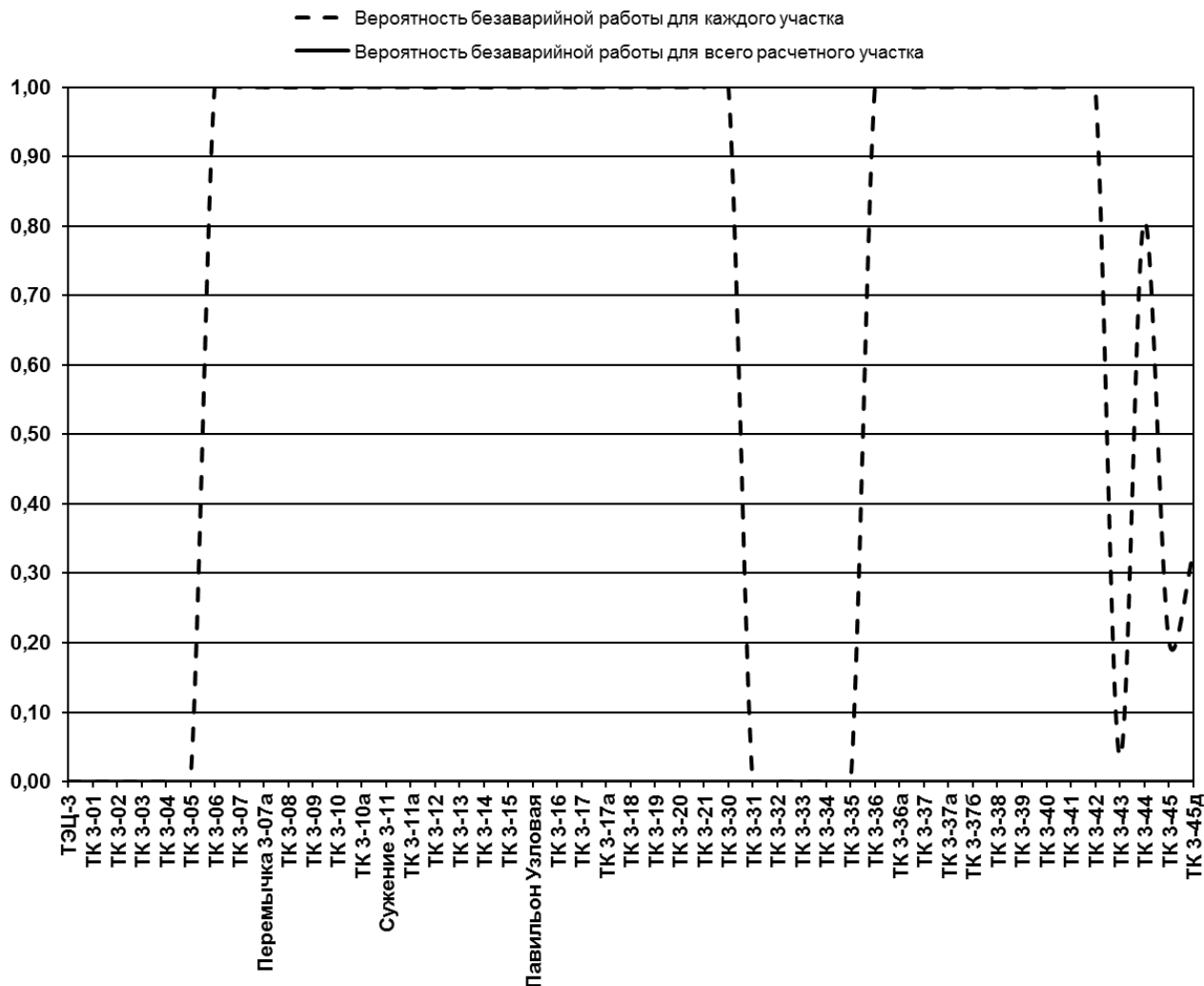


Рис. 2.1.5. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от ТЭЦ-3 до Уз 3-47

Из анализа рис. 2.1.5. что тепловая магистраль Кировская ТЭЦ-3 – Уз 3-47 обладает крайне низкими показателями безаварийной работы, т.к. вероятности безаварийной работы отдельных её участков значительно ниже допустимых значений. Это вызвано продолжительным сроком службы данных отрезков теплосети - более 35 лет, а отдельных участков – более 60 лет.

Ввиду наличия резервных трубопроводов для данной тепловой магистрали вероятность безаварийной работы тепломатриалы в целом составляет 0,5295 (рис. 2.1.6). Такие показатели безаварийной работы теплосети являются недопустимыми. Поэтому, рекомендуется произвести перекладку трубопроводов данной тепломатриалы.

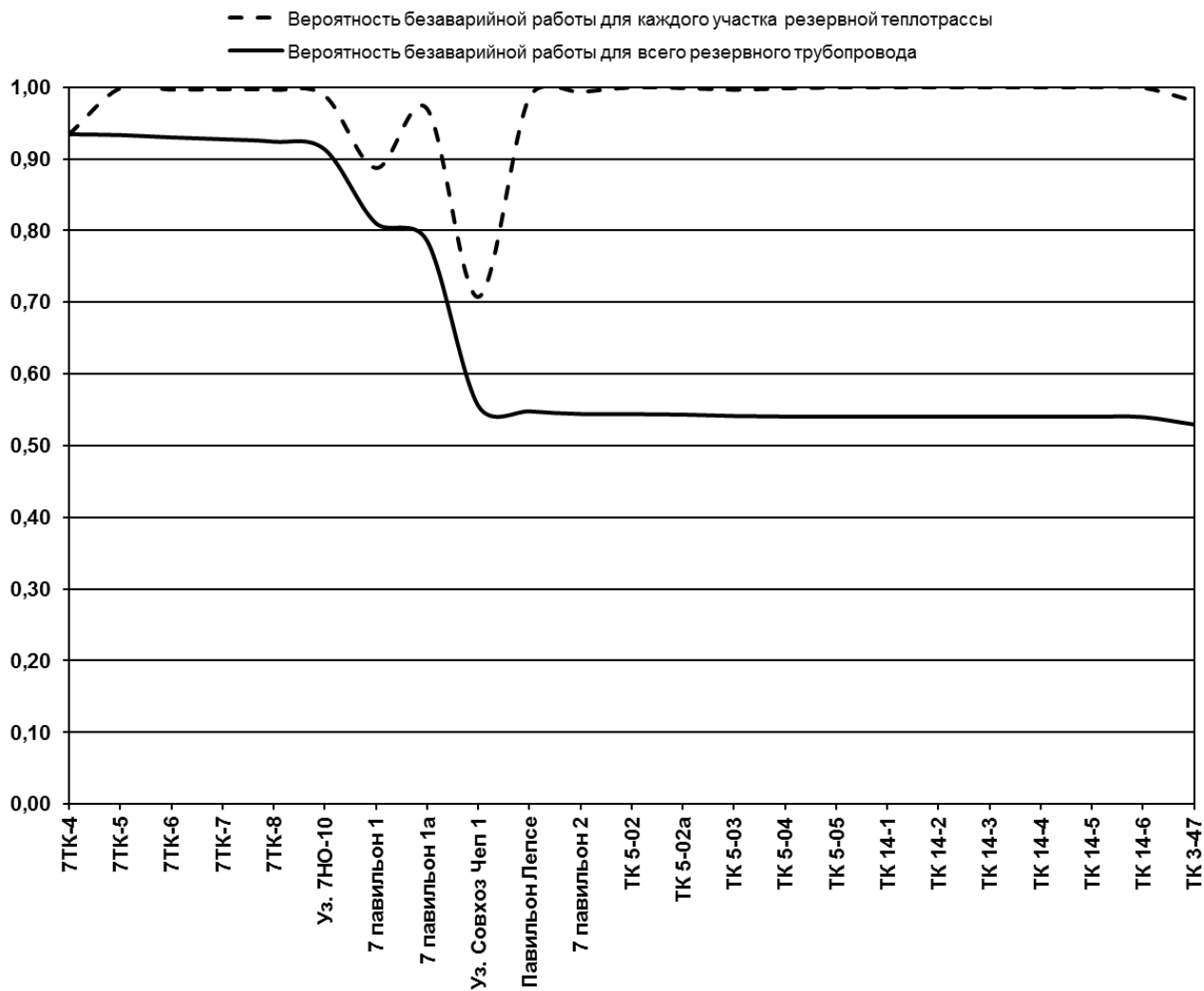


Рис. 2.1.6. Вероятность безаварийной работы резервной тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47

Из анализа рис. 2.1.5 и 2.1.6 следует, что тепловая магистраль от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47 в 2014 г. обладает низкими показателями безаварийной работы. Для достижения коэффициента надежности, удовлетворяющего нормативным значениям, необходимо в период 2015-2016 гг. произвести перекладку некоторых участков тепловой магистрали. Показатели безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47 в 2033 г. после выполнения перекладок приведены в табл. 2.1.4 и на рис. 2.1.7.

Таблица 2.1.4

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	2015	457.2	500	9.097	0.057	0.0009	0.9991	0.9991
2	ТК 3-01	ТК 3-02	2015	114.6	350	7.144	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
3	ТК 3-02	ТК 3-03	2015	100.1	350	7.107	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
4	ТК 3-03	ТК 3-04	2015	103.3	350	7.115	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
5	ТК 3-04	ТК 3-05	2015	71.3	350	7.033	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
6	ТК 3-05	ТК 3-06	2015	52.4	350	6.985	0.057	0.0000	1.0000	0.9991
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107.8	350	7.126	59.217	0.0381	0.9626	0.9617
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62.9	500	7.552	1.141	0.0007	0.9993	0.9611
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37.1	500	7.451	1.141	0.0004	0.9996	0.9607
10	ТК 3-08	ТК 3-09	1995	134.2	500	7.832	1.141	0.0022	0.9978	0.9586
11	ТК 3-09	ТК 3-10	1995	64.3	400	7.192	1.141	0.0005	0.9995	0.9581
12	ТК 3-10	ТК 3-10а	1995	103.0	500	7.709	1.141	0.0014	0.9986	0.9567
13	ТК 3-10а	Сужение 3-11	1995	67.1	500	7.569	1.141	0.0007	0.9993	0.9561
14	Сужение 3-11	ТК 3-11а	1995	44.5	400	7.132	1.141	0.0003	0.9997	0.9558
15	ТК 3-11а	ТК 3-12	1995	79.2	400	7.236	1.141	0.0006	0.9994	0.9552
16	ТК 3-12	ТК 3-13	1995	125.3	400	7.375	1.141	0.0011	0.9989	0.9542
17	ТК 3-13	ТК 3-14	1995	111.2	400	7.332	1.141	0.0010	0.9990	0.9532
18	ТК 3-14	ТК 3-15	1995	195.9	350	7.351	1.141	0.0017	0.9983	0.9516
19	ТК 3-15	Павильон Узловая	1996	33.4	400	7.099	0.866	0.0002	0.9998	0.9514
20	Павильон Узловая	ТК 3-16	1996	101.7	400	7.304	0.866	0.0006	0.9994	0.9508
21	ТК 3-16	ТК 3-17	2010	101.5	350	7.110	0.081	0.0000	1.0000	0.9508
22	ТК 3-17	ТК 3-17а	2010	63.3	350	7.013	0.081	0.0000	1.0000	0.9508
23	ТК 3-17а	ТК 3-18	2010	53.1	350	6.987	0.081	0.0000	1.0000	0.9508

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
24	ТК 3-18	ТК 3-19	2006	126.8	350	7.175	0.126	0.0001	0.9999	0.9507
25	ТК 3-19	ТК 3-20	2005	93.2	400	7.278	0.144	0.0001	0.9999	0.9506
26	ТК 3-20	ТК 3-21	2005	15.9	400	7.047	0.144	0.0000	1.0000	0.9506
27	ТК 3-21	ТК 3-30	2004	126.3	400	7.378	0.167	0.0002	0.9998	0.9504
28	ТК 3-30	ТК 3-31	2002	47.3	350	6.972	0.232	0.0001	0.9999	0.9504
29	ТК 3-31	ТК 3-32	2016	124.4	250	6.781	0.05	0.0000	1.0000	0.9504
30	ТК 3-32	ТК 3-33	2016	222.5	250	6.948	0.05	0.0001	0.9999	0.9503
31	ТК 3-33	ТК 3-34	2016	76.8	250	6.699	0.05	0.0000	1.0000	0.9503
32	ТК 3-34	ТК 3-35	2016	50.1	250	6.654	0.05	0.0000	1.0000	0.9503
33	ТК 3-35	ТК 3-36	2016	53.2	250	6.659	0.05	0.0000	1.0000	0.9503
34	ТК 3-36	ТК 3-36а	2008	102.9	300	6.926	0.099	0.0000	1.0000	0.9503
35	ТК 3-36а	ТК 3-37	2007	68.1	300	6.852	0.111	0.0000	1.0000	0.9503
36	ТК 3-37	ТК 3-37а	2000	107.8	250	6.752	0.339	0.0001	0.9999	0.9502
37	ТК 3-37а	ТК 3-37б	2000	24.1	250	6.609	0.339	0.0000	1.0000	0.9502
38	ТК 3-37б	ТК 3-38	2000	45.9	250	6.647	0.339	0.0000	1.0000	0.9502
39	ТК 3-38	ТК 3-39	2000	57.5	250	6.666	0.339	0.0000	1.0000	0.9502
40	ТК 3-39	ТК 3-40	2000	44.5	250	6.644	0.339	0.0000	1.0000	0.9502
41	ТК 3-40	ТК 3-41	2000	67.4	250	6.683	0.339	0.0001	0.9999	0.9501
42	ТК 3-41	ТК 3-42	2000	174.6	250	6.866	0.339	0.0002	0.9998	0.9499
43	ТК 3-42	ТК 3-43	2000	25.9	250	6.613	0.339	0.0000	1.0000	0.9499
44	ТК 3-43	ТК 3-44	2015	24.6	200	6.467	0.057	0.0000	1.0000	0.9499
45	ТК 3-44	ТК 3-45	2015	29.7	150	6.335	0.057	0.0000	1.0000	0.9499
46	ТК 3-45	ТК 3-45д	2015	181.3	150	6.475	0.057	0.0000	1.0000	0.9499
47	ТК 3-45д	ТК 3-47	2015	134.3	150	6.432	0.057	0.0000	1.0000	0.9499
Итого по участку										0.9499
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	2015	777.0	700	12.513	0.057	0.0045	0.9955	0.9955

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
2	7ТК-4	7ТК-5	2015	64.9	700	8.336	0.057	0.0001	0.9999	0.9954
3	7ТК-5	7ТК-6	2015	141.9	700	8.788	0.057	0.0002	0.9998	0.9952
4	7ТК-6	7ТК-7	2015	122.1	700	8.672	0.057	0.0002	0.9998	0.9950
5	7ТК-7	7ТК-8	2015	149.2	700	8.831	0.057	0.0002	0.9998	0.9948
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	2015	303.4	700	9.735	0.057	0.0008	0.9992	0.9940
7	Уз. 7НО-10	7 павильон 1	2015	1056.3	700	14.152	0.057	0.0079	0.9921	0.9862
8	7 павильон 1	7 павильон 1а	2015	209.7	700	9.186	0.057	0.0004	0.9996	0.9858
9	7 павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	2015	800.2	700	12.650	0.057	0.0047	0.9953	0.9811
10	Уз. Совхоз Чеп 1	Павильон Лепсе	2015	341.7	700	9.960	0.057	0.0010	0.9990	0.9801
11	Павильон Лепсе	7 павильон 2	2015	217.7	700	9.232	0.057	0.0004	0.9996	0.9798
12	7 павильон 2	ТК 5-02	2016	92.3	500	7.667	0.05	0.0001	0.9999	0.9797
13	ТК 5-02	ТК 5-02а	2016	195.6	500	8.072	0.05	0.0002	0.9998	0.9795
14	ТК 5-02а	ТК 5-03	2016	372.1	500	8.764	0.05	0.0005	0.9995	0.9790
15	ТК 5-03	ТК 5-04	2016	222.0	500	8.176	0.05	0.0002	0.9998	0.9788
16	ТК 5-04	ТК 5-05	2016	65.7	500	7.563	0.05	0.0000	1.0000	0.9788
17	ТК 5-05	ТК 14-1	2016	16.3	400	7.048	0.05	0.0000	1.0000	0.9788
18	ТК 14-1	ТК 14-2	2016	82.6	400	7.247	0.05	0.0000	1.0000	0.9788
19	ТК 14-2	ТК 14-3	2016	150.6	400	7.450	0.05	0.0001	0.9999	0.9787
20	ТК 14-3	ТК 14-4	2016	115.1	300	6.952	0.05	0.0000	1.0000	0.9787
21	ТК 14-4	ТК 14-5	2016	101.6	300	6.923	0.05	0.0000	1.0000	0.9787
22	ТК 14-5	ТК 14-6	2016	79.7	200	6.539	0.05	0.0000	1.0000	0.9787
23	ТК 14-6	ТК 3-47	2016	430.1	200	6.996	0.05	0.0001	0.9999	0.9786
Итого по участку										0.9786
Итого по расчетному участку										1.0000

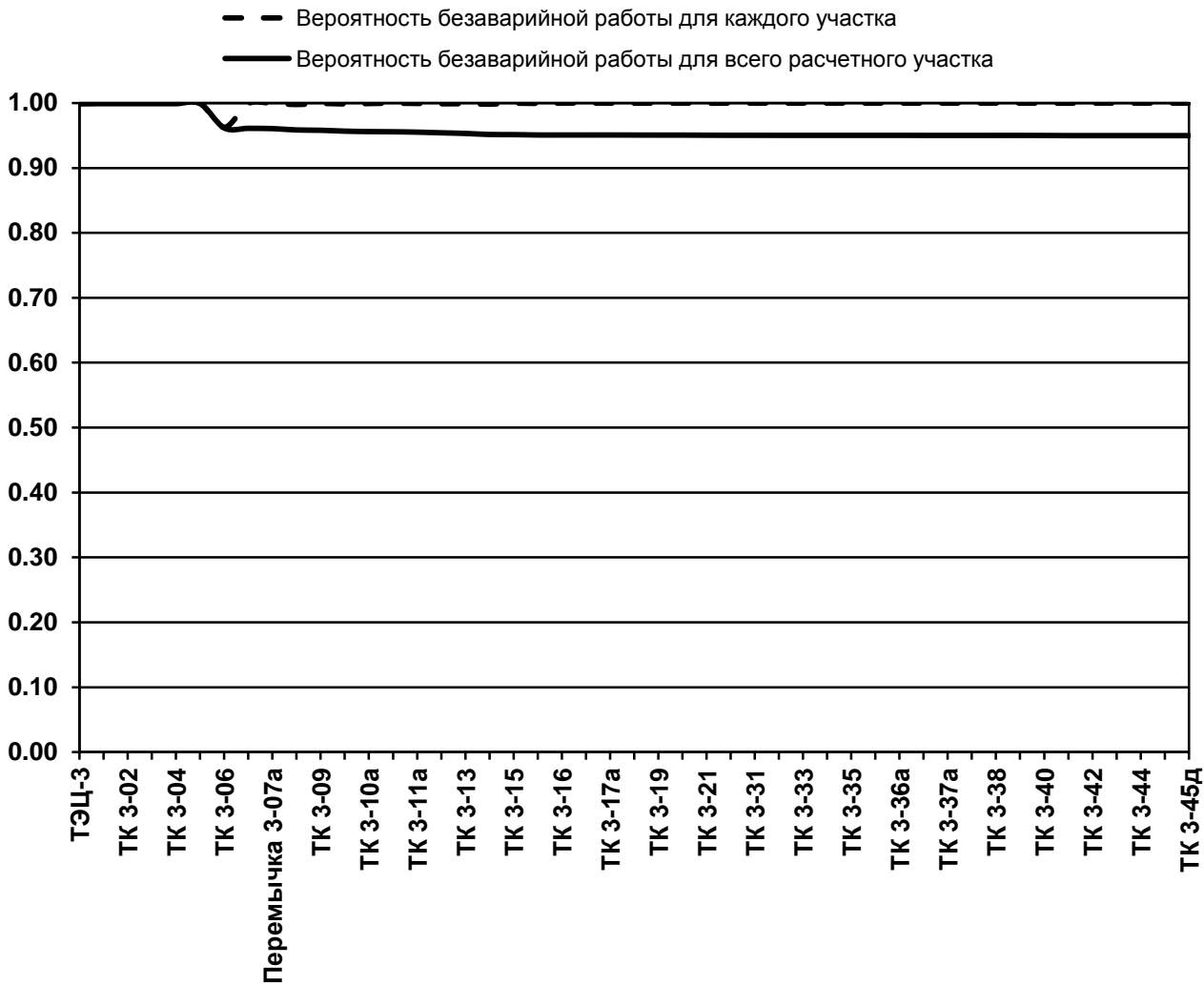


Рис. 2.1.7. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47 в 2033 г.

2.1.3. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ПМК-6

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ПМК-6 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.8. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.5. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.9.

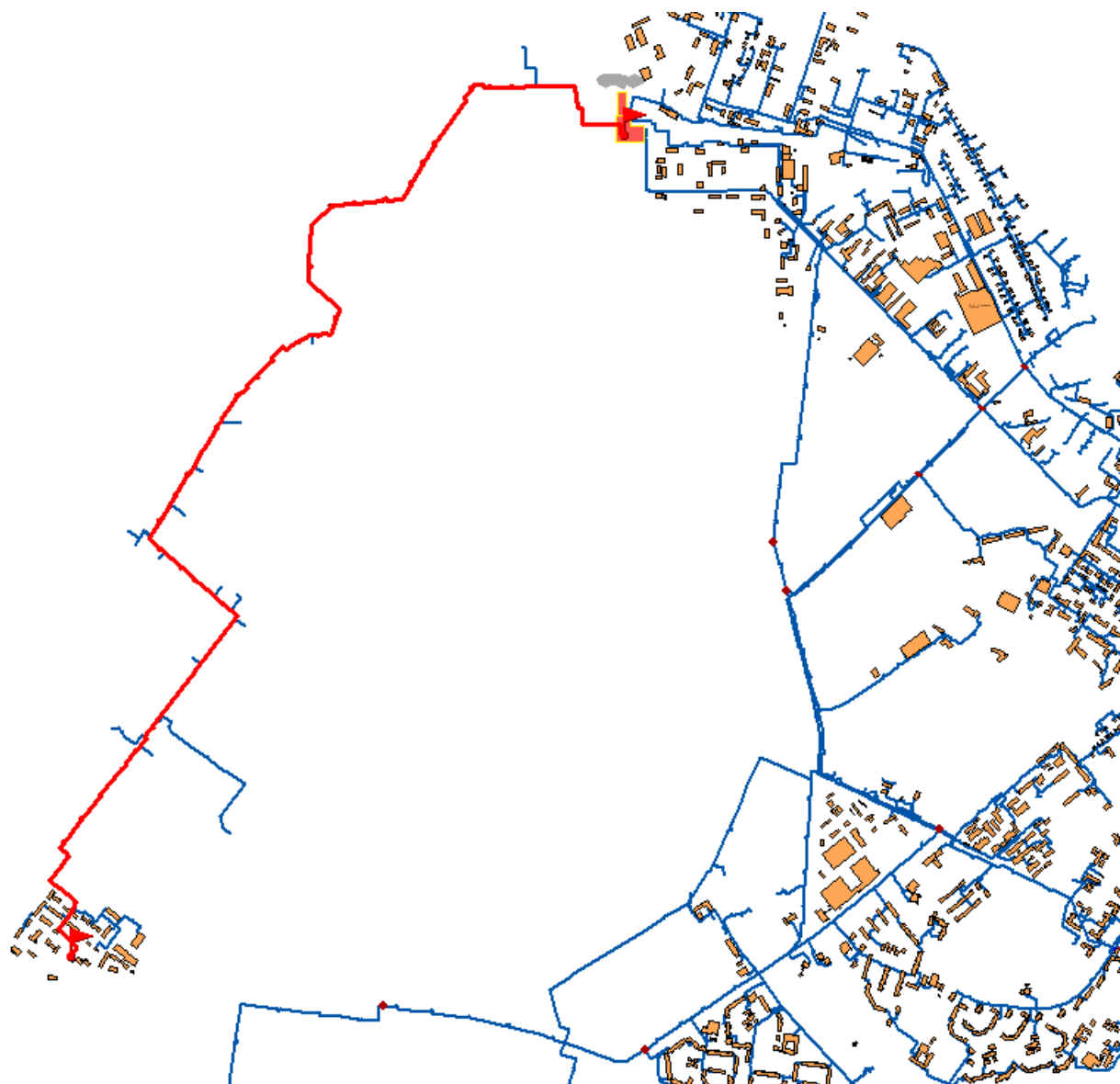


Рис. 2.1.8. Расчетный участок теплосети Кировской ТЭЦ-3 до ПМК-6

Таблица 2.1.5

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, зр, ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, Р	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	11НО-7	1976	509,7	500	9,303	1,141	0,0217	0,9785	0,9785
2	11НО-7	11НО-8	1976	232,6	500	8,217	1,141	0,0053	0,9947	0,9733
Резервная тепломагистраль										
3	11НО-7	11НО-8	1976	232,9	500	8,218	1,141	0,0053	0,9947	0,9947
Итого по участку ТЭЦ-3 - 11НО-8										1,0000
Основная тепломагистраль										
4	11НО-8	11НО-11	2010	137,2	500	7,843	0,05	0,0001	0,9999	0,9999
5	11НО-11	11НО-15	1976	478,2	500	9,179	1,141	0,0190	0,9812	0,9811
Резервная тепломагистраль										
6	11НО-11	11НО-15	1976	482,0	300	7,730	1,141	0,0068	0,9932	0,9932
Итого по участку 11НО-11 - 11НО-15										1,0000
Итого по участку ТЭЦ-3 - 11НО-15										1,0000
7	11НО-15	11НО-17 павильон	1976	302,1	300	7,349	1,141	0,0026	0,9974	0,9974
8	11НО-17 павильон	11НО-24	1976	718,2	500	10,119	1,141	0,0425	0,9584	0,9559
9	11НО-24	11НО-30	1976	549,4	500	9,458	1,141	0,0252	0,9751	0,9321
10	11НО-30	11НО-32	1976	220,3	400	7,659	1,141	0,0028	0,9972	0,9295
11	11НО-32	11НО-34	1976	193,7	400	7,580	1,141	0,0022	0,9978	0,9275
12	11НО-34	11НО-35-1	1976	156,4	400	7,468	1,141	0,0015	0,9985	0,9261
13	11НО-35-1	11НО-35-2	1976	2,3	400	7,006	1,141	0,0000	1,0000	0,9261
14	11НО-35-2	11НО-42	1976	98,5	400	7,294	1,141	0,0008	0,9992	0,9253
15	11НО-42	11НО-46	1976	210,6	400	7,630	1,141	0,0026	0,9974	0,9229

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, зр, ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
16	11НО-46	11НО-47	1976	80,6	400	7,241	1,141	0,0006	0,9994	0,9224
17	11НО-47	11НО-49	1976	93,3	400	7,279	1,141	0,0008	0,9992	0,9216
18	11НО-49	11НО-50	1976	46,6	400	7,139	1,141	0,0003	0,9997	0,9213
19	11НО-50	11НО-54	1976	252,2	400	7,755	1,141	0,0037	0,9963	0,9179
20	11НО-54	11НО-57	1976	241,4	400	7,723	1,141	0,0034	0,9966	0,9148
21	11НО-57	11НО-58	1976	82,9	400	7,248	1,141	0,0007	0,9993	0,9142
22	11НО-58	11НО-59	1976	22,5	400	7,067	1,141	0,0001	0,9999	0,9141
23	11НО-59	Уз. ПМК-1	1976	895,2	200	7,603	1,141	0,0105	0,9896	0,9046
24	Уз. ПМК-1	Уз. Мелиораторов ул.	1970	223,5	200	6,726	9,101	0,0055	0,9945	0,8996
25	Уз. Мелиораторов ул.	Уз. ПМК-6	1970	39,0	150	6,344	9,101	0,0002	0,9998	0,8994
Итого по расчетному участку										0,8994

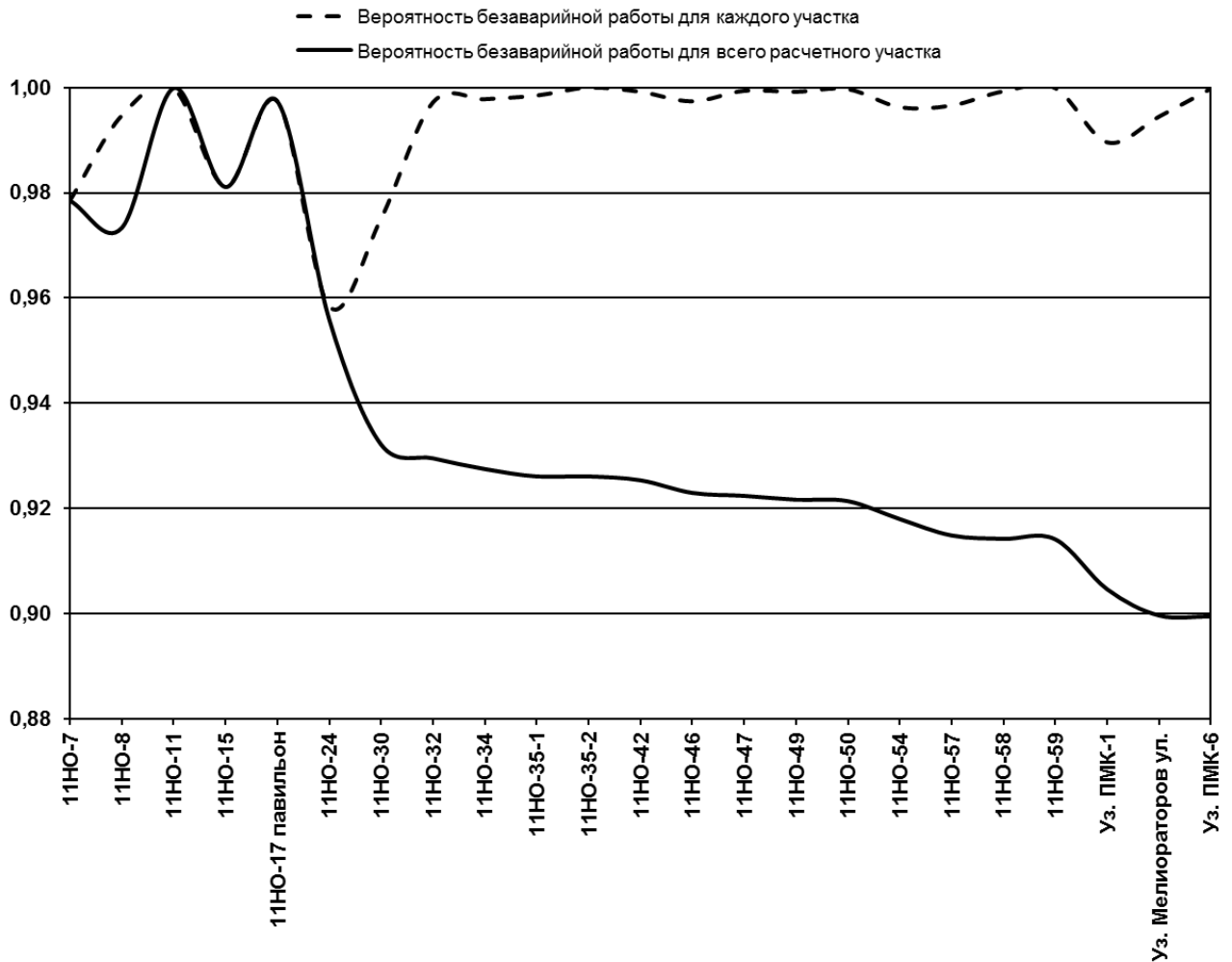


Рис. 2.1.9. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от ТЭС-3 до ПМК-6

Из анализа рис. 2.1.9 следует, что показатели надёжности тепловой магистрали Кировская ТЭС-3 – ПМК-6 удовлетворяет нормативным значениям. Однако, в 2015 г. эти показатели будут ниже допустимых из-за продолжительной работы данной тепловой магистрали (более 40 лет). Поэтому в 2016 г. рекомендуется перекладка всей тепловой магистрали кроме участка 11НО-8 – 11НО-11. После выполнения перекладок тепловая магистраль Кировская ТЭС-3 – ТК-8 будет обладать допустимыми показателями безаварийной работы вплоть до 2033 г. Данные с рекомендуемыми перекладками приведены в табл. 2.1.6 и на рис. 2.1.10.

Таблица 2.1.6

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	11НО-7	2016	509,7	500	9,303	0,126	0,0024	0,9976	0,9976
2	11НО-7	11НО-8	2016	232,6	500	8,217	0,126	0,0006	0,9994	0,9970
Резервная тепломагистраль										
3	11НО-7	11НО-8	2016	232,9	500	8,218	0,126	0,0006	0,9994	0,9994
Итого по участку ТЭЦ-3 - 11НО-8										1,0000
Основная тепломагистраль										
4	11НО-8	11НО-11	2010	137,2	500	7,843	0,05	0,0001	0,9999	0,9999
5	11НО-11	11НО-15	2016	478,2	500	9,179	0,126	0,0021	0,9979	0,9978
Резервная тепломагистраль										
6	11НО-11	11НО-15	2016	482,0	300	7,730	0,126	0,0008	0,9992	0,9992
Итого по участку 11НО-11 - 11НО-15										1,0000
Итого по участку ТЭЦ-3 - 11НО-15										1,0000
7	11НО-15	11НО-17 павильон	2016	302,1	300	7,349	0,126	0,0003	0,9997	0,9997
8	11НО-17 павильон	11НО-24	2016	718,2	500	10,119	0,126	0,0047	0,9953	0,9950
9	11НО-24	11НО-30	2016	549,4	500	9,458	0,126	0,0028	0,9972	0,9922
10	11НО-30	11НО-32	2016	220,3	400	7,659	0,126	0,0003	0,9997	0,9919
11	11НО-32	11НО-34	2016	193,7	400	7,580	0,126	0,0002	0,9998	0,9917
12	11НО-34	11НО-35-1	2016	156,4	400	7,468	0,126	0,0002	0,9998	0,9915
13	11НО-35-1	11НО-35-2	2016	2,3	400	7,006	0,126	0,0000	1,0000	0,9915
14	11НО-35-2	11НО-42	2016	98,5	400	7,294	0,126	0,0001	0,9999	0,9914
15	11НО-42	11НО-46	2016	210,6	400	7,630	0,126	0,0003	0,9997	0,9911

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z_{pr} , ч	Интенсивность отказов, λ , 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
16	11НО-46	11НО-47	2016	80,6	400	7,241	0,126	0,0001	0,9999	0,9910
17	11НО-47	11НО-49	2016	93,3	400	7,279	0,126	0,0001	0,9999	0,9909
18	11НО-49	11НО-50	2016	46,6	400	7,139	0,126	0,0000	1,0000	0,9909
19	11НО-50	11НО-54	2016	252,2	400	7,755	0,126	0,0004	0,9996	0,9905
20	11НО-54	11НО-57	2016	241,4	400	7,723	0,126	0,0004	0,9996	0,9901
21	11НО-57	11НО-58	2016	82,9	400	7,248	0,126	0,0001	0,9999	0,9900
22	11НО-58	11НО-59	2016	22,5	400	7,067	0,126	0,0000	1,0000	0,9900
23	11НО-59	Уз. ПМК-1	2016	895,2	200	7,603	0,126	0,0012	0,9988	0,9888
24	Уз. ПМК-1	Уз. Мелиораторов ул.	2016	223,5	200	6,726	0,126	0,0001	0,9999	0,9887
25	Уз. Мелиораторов ул.	Уз. ПМК-6	2016	39,0	150	6,344	0,126	0,0000	1,0000	0,9887
Итого по расчетному участку ТЭЦ-3 - ТК 8										0,9887

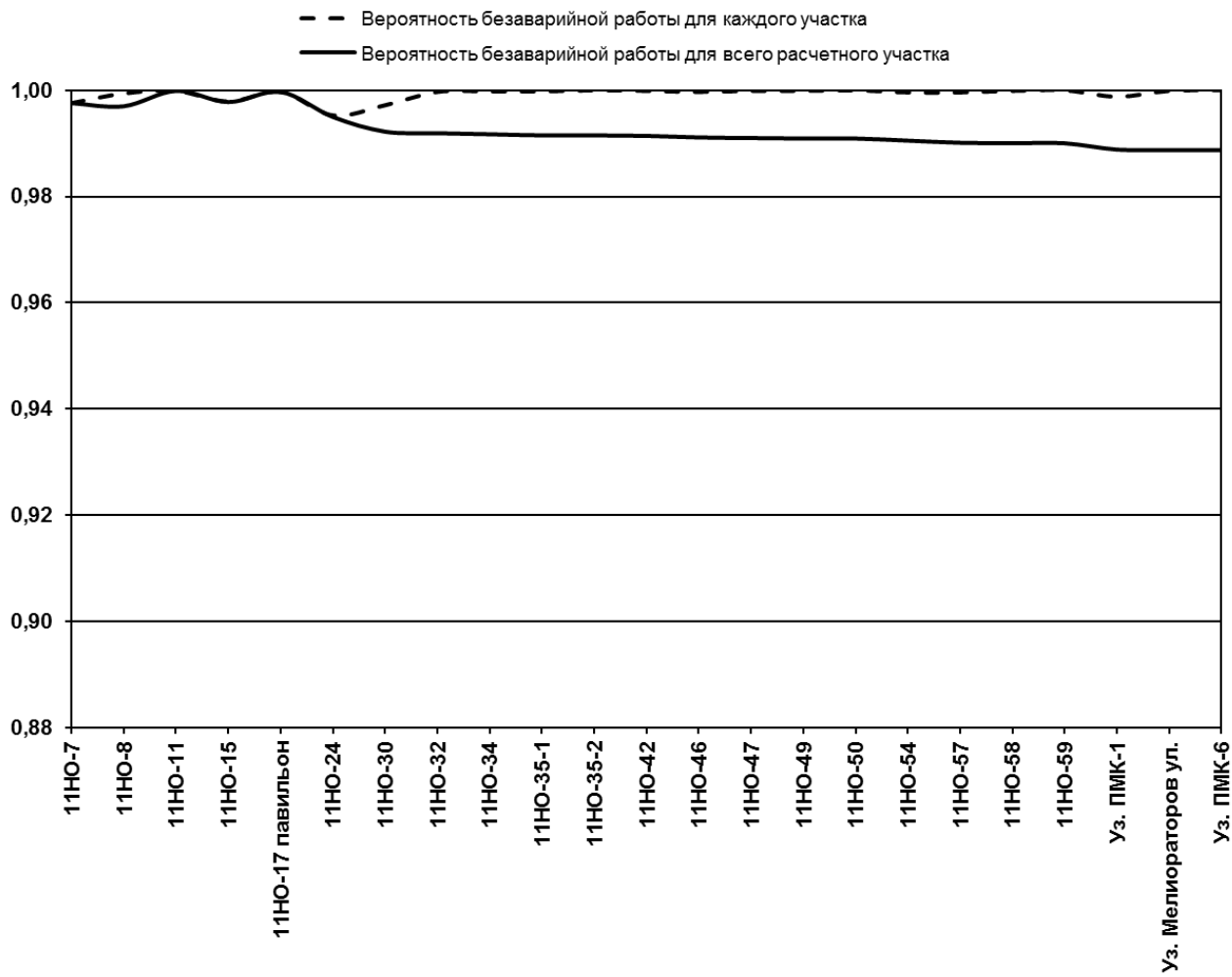


Рис. 2.1.10. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ПМК-6 в 2033 г.

2.1.4. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 5-12

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК 5-12 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.11. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.7. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.12 – 2.1.14.



Рис. 2.1.11. Расчетный участок теплосети Кировской ТЭЦ-3 до ТК 5-12

Таблица 2.1.7

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	Уз. 6НО-7	1961	265,14	600	8,918	1260,11	9,8783	0,0001	0,0001
2	Уз. 6НО-7	Уз. 6НО-10	1961	223,27	600	8,714	1260,11	7,5828	0,0005	0,0000
3	Уз. 6НО-10	0-61 0-62	1961	1,38	250	6,571	1260,11	0,0024	0,9976	0,0000
4	0-61 0-62	ТК А-1	1961	100,05	250	6,739	1260,11	0,3566	0,7001	0,0000
5	ТК А-1	перемычка пав А-1	1961	5,84	250	6,578	1260,11	0,0104	0,9897	0,0000
6	перемычка пав А-1	ТК А-2	1961	84,28	250	6,712	1260,11	0,2757	0,7590	0,0000
7	ТК А-2	0-1 0-2	1961	0,95	250	6,570	1260,11	0,0016	0,9984	0,0000
8	0-1 0-2	ТК А-3а	1961	107,50	250	6,752	1260,11	0,3982	0,6715	0,0000
9	ТК А-3а	ТК А-3	1961	15,00	250	6,594	1260,11	0,0295	0,9709	0,0000
10	ТК А-3	ТК А-4	1961	119,66	250	6,772	1260,11	0,4690	0,6256	0,0000
11	ТК А-4	ТК А-5	1961	27,45	250	6,615	1260,11	0,0604	0,9414	0,0000
12	ТК А-5	ТК А-5а	1961	102,69	200	6,569	1260,11	0,1725	0,8416	0,0000
13	ТК А-5а	ТК А-6	1961	127,19	200	6,601	1260,11	0,2598	0,7712	0,0000
14	ТК А-6	0-3 0-4	1961	38,20	200	6,485	1260,11	0,0336	0,9670	0,0000
15	0-3 0-4	ТК А-7	1961	1,09	200	6,436	1260,11	0,0009	0,9991	0,0000
16	ТК А-7	ТК А-8	1961	80,53	200	6,540	1260,11	0,1086	0,8971	0,0000
17	ТК А-8	ТК А-9	1961	44,45	200	6,493	1260,11	0,0395	0,9613	0,0000
18	ТК А-9	ТК А-9а	1961	19,43	200	6,460	1260,11	0,0166	0,9835	0,0000
19	ТК А-9а	ТК А-9б	1961	62,14	200	6,516	1260,11	0,0667	0,9355	0,0000
20	ТК А-9б	ТК А-9в	1961	80,83	200	6,540	1260,11	0,1090	0,8967	0,0000
21	ТК А-9в	Уз. А-10а	1961	44,29	200	6,493	1260,11	0,0393	0,9615	0,0000
22	Уз. А-10а	Запорная арматура	1961	1,55	200	6,437	1260,11	0,0013	0,9987	0,0000
23	Запорная арматура	перемычка 6НО-23	1961	172,46	200	6,660	1260,11	0,4658	0,6276	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
24	перемычка 6НО-23	Запорная арматура	1961	0,73	200	6,436	1260,11	0,0006	0,9994	0,0000
25	Запорная арматура	Уз. 6НО-23-2	1961	0,66	200	6,436	1260,11	0,0005	0,9995	0,0000
26	Уз. 6НО-23-2	Запорная арматура	1961	0,66	200	6,436	1260,11	0,0005	0,9995	0,0000
27	Запорная арматура	Уз. 6НО-23	1961	0,60	200	6,436	1260,11	0,0005	0,9995	0,0000
28	Уз. 6НО-23	ТК 6-03	1961	177,42	600	8,490	1260,11	5,3515	0,0047	0,0000
29	ТК 6-03	ТК 6-04	1961	67,80	600	7,956	1260,11	1,3724	0,2535	0,0000
30	ТК 6-04	Уз. 6НО-28	1961	211,18	600	8,655	1260,11	6,9649	0,0009	0,0000
31	Уз. 6НО-28	Уз. 6НО-29	1961	11,87	600	7,683	1260,11	0,1738	0,8405	0,0000
32	Уз. 6НО-29	ТК 6-05	1961	252,22	600	8,855	1260,11	9,1444	0,0001	0,0000
33	ТК 6-05	ТК 6-05а	1961	147,08	600	8,342	1260,11	4,0507	0,0174	0,0000
34	ТК 6-05а	ТК 6-06	1961	56,95	600	7,903	1260,11	1,0926	0,3353	0,0000
35	ТК 6-06	перемычка 6Пав1 от 6-06	1989	4,36	600	7,646	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
36	перемычка 6Пав1 от 6-06	6 Павильон 1	1989	4,80	600	7,649	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
Итого по участку										0,0000
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	1953	457,2	500	9,097	1602858,35	24329,7868	0,0000	0,0000
2	ТК 3-01	ТК 3-02	1953	114,6	350	7,144	1602858,35	1121,2493	0,0000	0,0000
3	ТК 3-02	ТК 3-03	1953	100,1	350	7,107	1602858,35	933,8552	0,0000	0,0000
4	ТК 3-03	ТК 3-04	1953	103,3	350	7,115	1602858,35	973,9082	0,0000	0,0000
5	ТК 3-04	ТК 3-05	1953	71,3	350	7,033	1602858,35	599,2952	0,0000	0,0000
6	ТК 3-05	ТК 3-06	1953	52,4	350	6,985	1602858,35	408,4826	0,0000	0,0000
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107,8	350	7,126	0,167	0,0001	0,9999	0,0000
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62,9	500	7,552	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37,1	500	7,451	0,06	0,0000	1,0000	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
10	TK 3-08	TK 3-09	1995	134,2	500	7,832	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
11	TK 3-09	TK 3-10	1995	64,3	400	7,192	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
12	TK 3-10	TK 3-10а	1995	103,0	500	7,709	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
13	TK 3-10а	Сужение 3-11	1995	67,1	500	7,569	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
14	Сужение 3-11	TK 3-11а	1995	44,5	400	7,132	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
15	TK 3-11а	TK 3-12	1995	79,2	400	7,236	0,06	0,0000	1,0000	0,0000
16	TK 3-12	TK 3-13	1995	125,3	400	7,375	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
17	TK 3-13	TK 3-14	1995	111,2	400	7,332	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
18	TK 3-14	TK 3-15	1995	195,9	350	7,351	0,06	0,0001	0,9999	0,0000
19	TK 3-15	Павильон Узловая	1996	33,4	400	7,099	0,057	0,0000	1,0000	0,0000
20	Павильон Узловая	TK 6-08	1961	31,3	600	7,778	1260,11	0,5206	0,5942	0,0000
21	TK 6-08	TK 6-07	1961	97,5	600	8,101	1260,11	2,2489	0,1055	0,0000
22	TK 6-07	6 павильон 1	1961	96,9	600	8,098	1260,11	2,2295	0,1076	0,0000
Итого по участку										0,0000
Итого по участку ТЭЦ-3 - 6 пав 11										0,0000
Основная тепломагистраль										
1	6 павильон 1	2-39 2-40	1989	3,32	600	7,641	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
2	2-39 2-40	Уз. 6ПАВ-1-1	1989	1,03	600	7,630	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
3	Уз. 6ПАВ-1-1	перемычка 6Пав1 к 6-07	1989	0,80	600	7,629	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
4	перемычка 6Пав1 к 6-07	TK 6-09	1989	142,75	600	8,321	0,099	0,0003	0,9997	0,0000
5	TK 6-09	TK 6-10	1989	150,14	600	8,357	0,099	0,0003	0,9997	0,0000
6	TK 6-10	TK 6-11	1989	121,10	600	8,216	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
7	TK 6-11	TK 6-12	1989	77,36	600	8,002	0,099	0,0001	0,9999	0,0000
8	TK 6-12	TK 6-13	1989	7,20	600	7,660	0,099	0,0000	1,0000	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
9	ТК 6-13	ТК 6-14	1989	80,51	600	8,018	0,099	0,0001	0,9999	0,0000
10	ТК 6-14	ТК 6-15	1989	97,35	600	8,100	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
11	ТК 6-15	ТК 6-16	1989	179,54	600	8,501	0,099	0,0004	0,9996	0,0000
12	ТК 6-16	ТК 6-17	1989	93,12	600	8,079	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
13	ТК 6-17	Уз. 4-10-2	1989	44,38	600	7,842	0,099	0,0001	0,9999	0,0000
14	Уз. 4-10-2	ТК 4-10	1989	2,55	600	7,638	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
15	ТК 4-10	2-11 2-12	1989	0,49	600	7,628	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
16	2-11 2-12	Уз. 4-10-1	1989	1,93	500	7,313	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
17	Уз. 4-10-1	ТК 4-11	1989	44,44	500	7,480	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
18	ТК 4-11	ТК 4-12	1998	84,86	500	7,638	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
19	ТК 4-12	ТК 4-13	1998	169,21	500	7,969	0,05	0,0001	0,9999	0,0000
20	ТК 4-13	ТК 4-14	1998	163,93	500	7,948	0,05	0,0001	0,9999	0,0000
21	ТК 4-14	перемычка 4-14	1998	1,92	400	7,005	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
22	перемычка 4-14	ТК 4-15	1960	73,98	400	7,221	2603,08	1,2874	0,2760	0,0000
2	ТК 4-15	ТК 4-15а	1960	77,53	400	7,231	2603,08	1,3643	0,2556	0,0000
3	ТК 4-15а	ТК 4-16	1960	75,08	400	7,224	2603,08	1,3109	0,2696	0,0000
4	ТК 4-16	ТК 4-17	1960	105,49	400	7,315	2603,08	2,0260	0,1319	0,0000
5	ТК 4-17	ТК 4-18	1960	119,94	400	7,359	2603,08	2,4029	0,0905	0,0000
6	ТК 4-18	ТК 4-19	2010	86,99	400	7,260	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
23	ТК 4-19	ТК 4-20	1965	88,02	400	7,263	101,833	0,0627	0,9392	0,0000
24	ТК 4-20	2-19 2-20	1967	0,89	400	7,002	35,525	0,0002	0,9998	0,0000
25	2-19 2-20	ТК 4-21А	1967	69,18	400	7,206	35,525	0,0162	0,9839	0,0000
26	ТК 4-21А	ТК 4-21	1967	58,60	400	7,175	35,525	0,0132	0,9869	0,0000
27	ТК 4-21	ТК 4-21Б	1967	71,31	400	7,213	35,525	0,0168	0,9833	0,0000
28	ТК 4-21Б	ТК 4-21В	1967	74,14	400	7,221	35,525	0,0176	0,9826	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
29	TK 4-21B	TK 4-22	1967	56,48	400	7,168	35,525	0,0126	0,9875	0,0000
30	TK 4-22	TK 4-23	1967	56,57	400	7,169	35,525	0,0126	0,9875	0,0000
31	TK 4-23	TK 4-24	1967	76,50	400	7,228	35,525	0,0183	0,9819	0,0000
32	TK 4-24	перемычка 4-25 от 4-24	1967	75,56	400	7,226	35,525	0,0180	0,9822	0,0000
33	перемычка 4-25 от 4-24	TK 4-25	1967	1,60	400	7,004	35,525	0,0003	0,9997	0,0000
34	TK 4-25	2-21 2-22	1967	0,27	400	7,000	35,525	0,0000	1,0000	0,0000
35	2-21 2-22	перемычка 4-25 к 4-26	1967	1,22	400	7,003	35,525	0,0002	0,9998	0,0000
36	перемычка 4-25 к 4-26	TK 4-26	1967	76,58	400	7,229	35,525	0,0183	0,9819	0,0000
37	TK 4-26	TK 4-27	1967	72,61	400	7,217	35,525	0,0172	0,9829	0,0000
38	TK 4-27	TK 4-28	1967	163,61	400	7,489	35,525	0,0501	0,9511	0,0000
39	TK 4-28	TK 4-29	1967	53,50	400	7,159	35,525	0,0118	0,9883	0,0000
3	TK 4-29	TK 4-30	1967	56,83	400	7,169	35,525	0,0127	0,9874	0,0000
4	TK 4-30	TK 4-31	1967	113,87	400	7,340	35,525	0,0306	0,9699	0,0000
5	TK 4-31	TK 4-32	1967	113,08	400	7,338	35,525	0,0303	0,9702	0,0000
6	TK 4-32	перемычка в сторону TK 4-32	1967	35,96	400	7,107	35,525	0,0074	0,9926	0,0000
7	перемычка в сторону TK 4-32	III-39 III-40	1967	0,97	400	7,002	35,525	0,0002	0,9998	0,0000
40	III-39 III-40	TK 5-12	1985	0,65	400	7,001	0,167	0,0000	1,0000	0,0000
Итого по участку										0,0000
Итого по расчетному участку ТЭЦ-3 - TK 5-12										0,0000

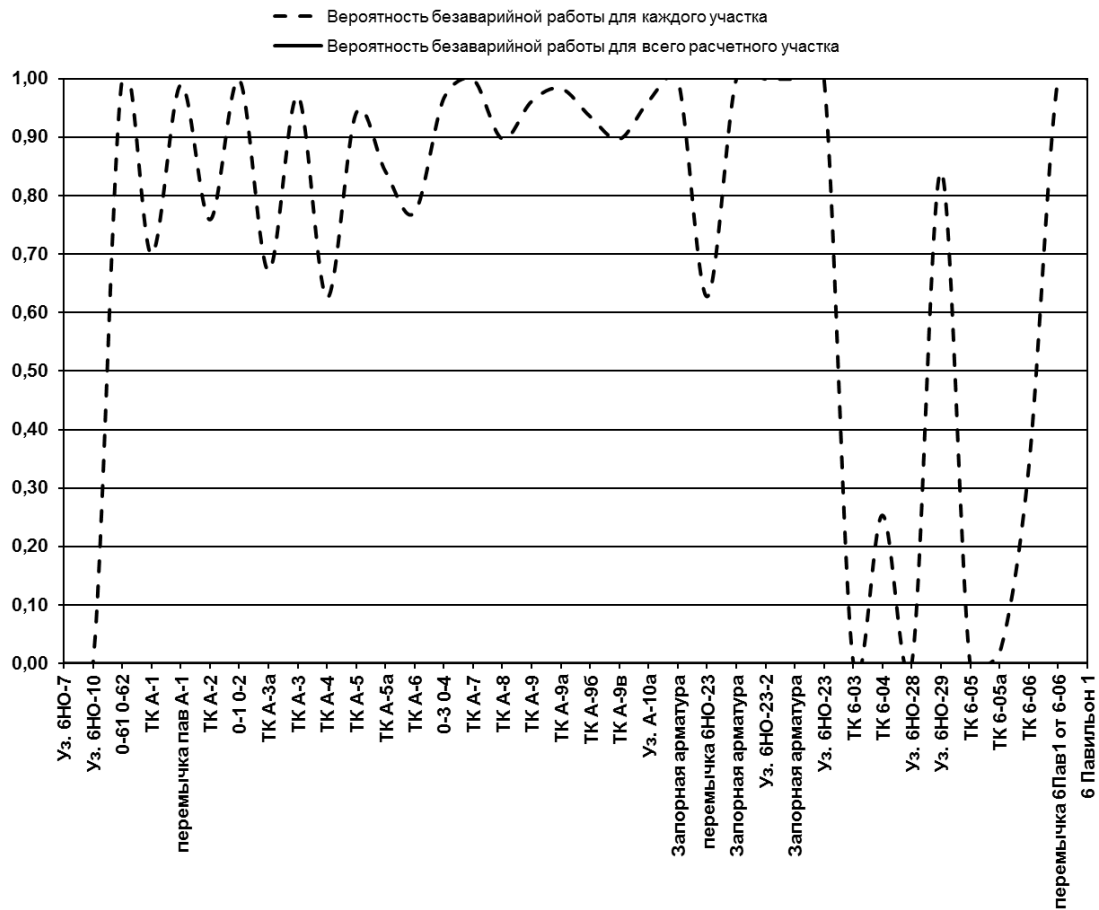


Рис. 2.1.12 Вероятность безаварийной работы тепломагистрали от ТЭС-3 до 6 Пав. 11

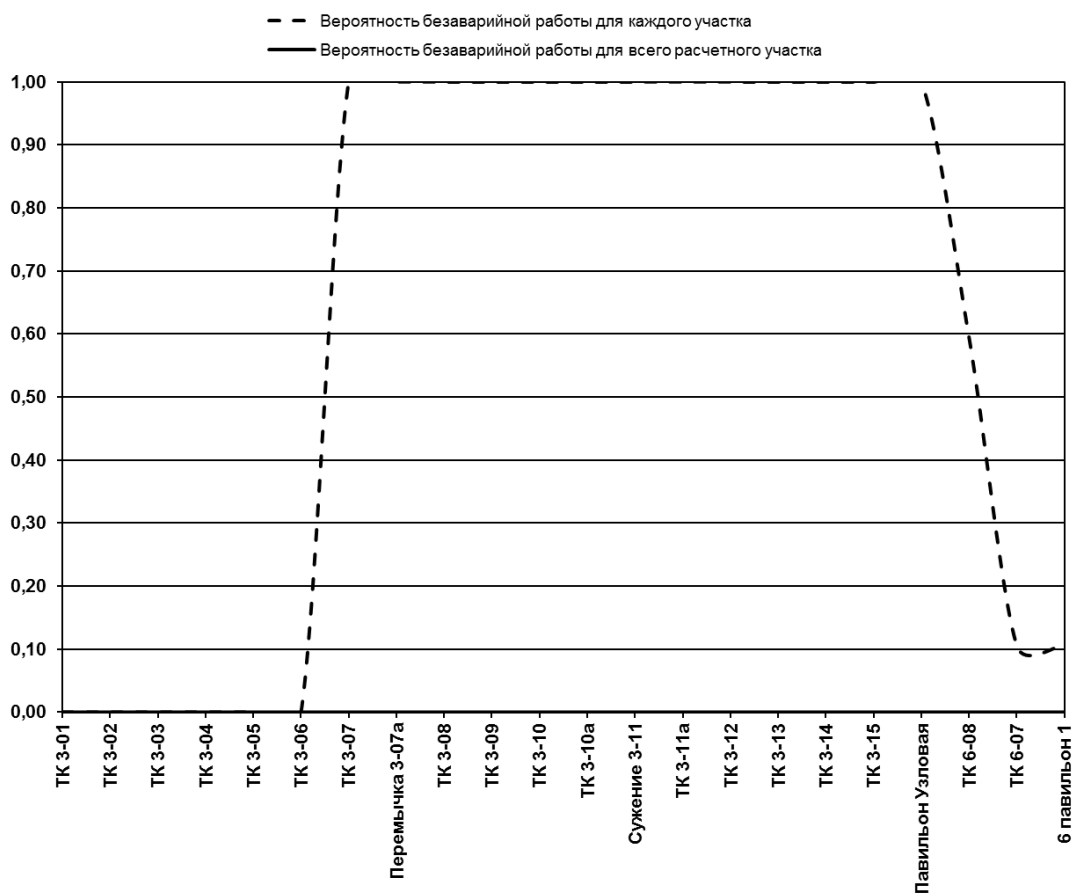


Рис. 2.1.13. Вероятность безаварийной работы резервной тепломагистрали от ТК-3-01 до 6 Пав. 11

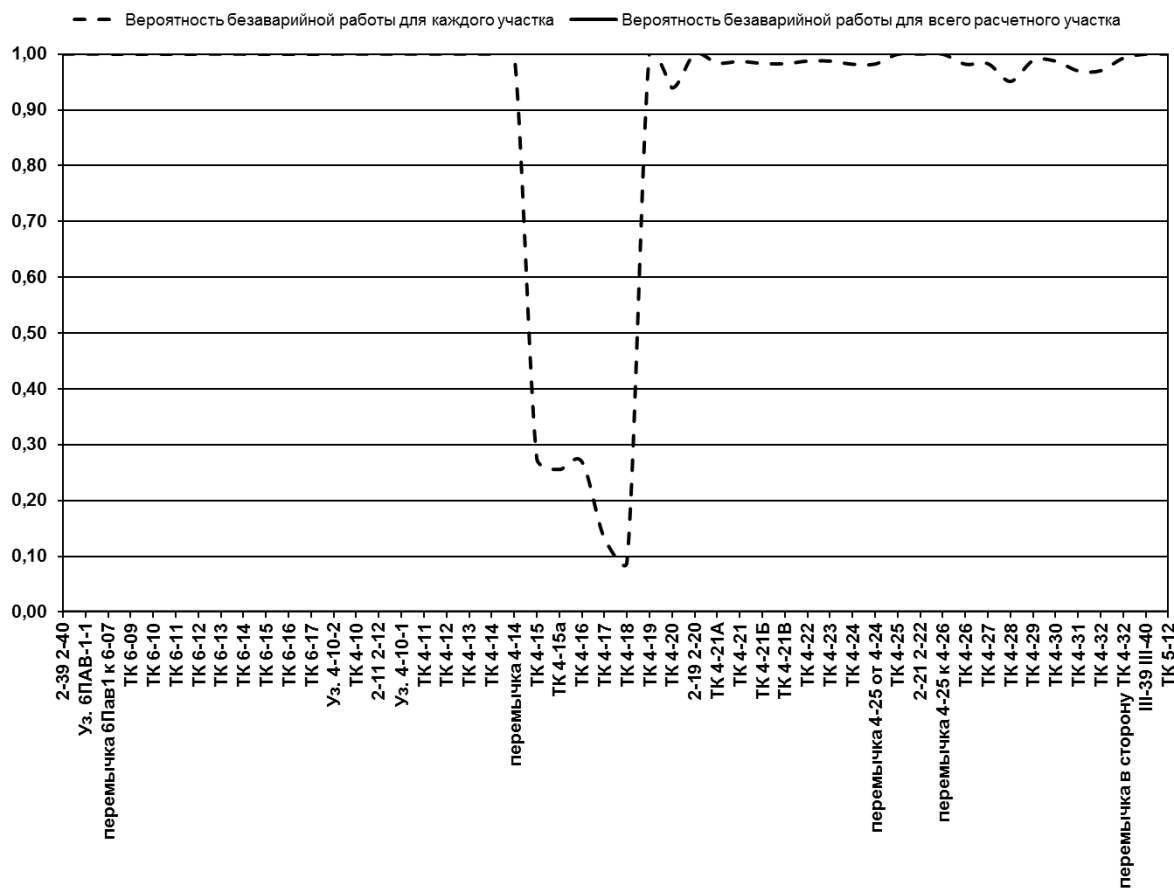


Рис. 2.1.14. Вероятность безаварийной работы тепломагистрали от 6 Пав. 11 до ТК 5-12

Из анализа рис. 2.1.12 – 2.1.14 видно, что тепломагистраль ТЭЦ-3 – ТК 5-12 обладает крайне низкими показателями безаварийной работы, т.к. вероятности безаварийной работы отдельных её участков значительно ниже допустимых значений. Это вызвано продолжительным сроком службы данных отрезков теплосети - более 35 лет, а отдельных участков – более 50 лет. Для достижения коэффициента надежности, удовлетворяющего нормативным значениям, необходимо в период 2015-2017 гг. произвести перекладку некоторых участков тепловой магистрали. Показатели безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до Уз 3-47 в 2033 г. после выполнения перекладок приведены в табл. 2.1.8 и на рис. 2.1.15 – 2.1.17.

Таблица 2.1.8

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	Уз. 6НО-7	2015	265.14	600	8.918	0.057	0.0004	0.9996	0.9996
2	Уз. 6НО-7	Уз. 6НО-10	2015	223.27	600	8.714	0.057	0.0003	0.9997	0.9993
3	Уз. 6НО-10	0-61 0-62	2015	1.38	250	6.571	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
4	0-61 0-62	ТК А-1	2015	100.05	250	6.739	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
5	ТК А-1	перемычка пав А-1	2015	5.84	250	6.578	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
6	перемычка пав А-1	ТК А-2	2015	84.28	250	6.712	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
7	ТК А-2	0-1 0-2	2015	0.95	250	6.570	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
8	0-1 0-2	ТК А-3а	2015	107.50	250	6.752	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
9	ТК А-3а	ТК А-3	2015	15.00	250	6.594	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
10	ТК А-3	ТК А-4	2015	119.66	250	6.772	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
11	ТК А-4	ТК А-5	2015	27.45	250	6.615	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
12	ТК А-5	ТК А-5а	2015	102.69	200	6.569	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
13	ТК А-5а	ТК А-6	2015	127.19	200	6.601	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
14	ТК А-6	0-3 0-4	2015	38.20	200	6.485	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
15	0-3 0-4	ТК А-7	2015	1.09	200	6.436	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
16	ТК А-7	ТК А-8	2015	80.53	200	6.540	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
17	ТК А-8	ТК А-9	2015	44.45	200	6.493	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
18	ТК А-9	ТК А-9а	2015	19.43	200	6.460	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
19	ТК А-9а	ТК А-9б	2015	62.14	200	6.516	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
20	ТК А-9б	ТК А-9в	2015	80.83	200	6.540	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
21	ТК А-9в	Уз. А-10а	2015	44.29	200	6.493	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
22	Уз. А-10а	Запорная арматура	2015	1.55	200	6.437	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
23	Запорная арматура	перемычка 6НО-23	2015	172.46	200	6.660	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
24	перемычка 6НО-23	Запорная арматура	2015	0.73	200	6.436	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
25	Запорная арматура	Уз. 6НО-23-2	2015	0.66	200	6.436	0.057	0.0000	1.0000	0.9993

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
26	Уз. 6НО-23-2	Запорная арматура	2015	0.66	200	6.436	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
27	Запорная арматура	Уз. 6НО-23	2015	0.60	200	6.436	0.057	0.0000	1.0000	0.9993
28	Уз. 6НО-23	ТК 6-03	2015	177.42	600	8.490	0.057	0.0002	0.9998	0.9991
29	ТК 6-03	ТК 6-04	2015	67.80	600	7.956	0.057	0.0001	0.9999	0.9990
30	ТК 6-04	Уз. 6НО-28	2015	211.18	600	8.655	0.057	0.0003	0.9997	0.9987
31	Уз. 6НО-28	Уз. 6НО-29	2015	11.87	600	7.683	0.057	0.0000	1.0000	0.9987
32	Уз. 6НО-29	ТК 6-05	2015	252.22	600	8.855	0.057	0.0004	0.9996	0.9983
33	ТК 6-05	ТК 6-05а	2015	147.08	600	8.342	0.057	0.0002	0.9998	0.9981
34	ТК 6-05а	ТК 6-06	2015	56.95	600	7.903	0.057	0.0000	1.0000	0.9981
35	ТК 6-06	перемычка 6Пав1 от 6-06	1989	4.36	600	7.646	9.101	0.0004	0.9996	0.9977
36	перемычка 6Пав1 от 6-06	6 Павильон 1	1989	4.80	600	7.649	9.101	0.0005	0.9995	0.9972
Итого по участку										0.9972
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	ТК 3-01	2016	457.2	500	9.097	0.05	0.0008	0.9992	0.9992
2	ТК 3-01	ТК 3-02	2016	114.6	350	7.144	0.05	0.0000	1.0000	0.9992
3	ТК 3-02	ТК 3-03	2016	100.1	350	7.107	0.05	0.0000	1.0000	0.9992
4	ТК 3-03	ТК 3-04	2016	103.3	350	7.115	0.05	0.0000	1.0000	0.9992
5	ТК 3-04	ТК 3-05	2016	71.3	350	7.033	0.05	0.0000	1.0000	0.9992
6	ТК 3-05	ТК 3-06	2016	52.4	350	6.985	0.05	0.0000	1.0000	0.9992
7	ТК 3-06	ТК 3-07	1985	107.8	350	7.126	59.217	0.0381	0.9626	0.9618
8	ТК 3-07	Перемычка 3-07а	1995	62.9	500	7.552	1.141	0.0007	0.9993	0.9612
9	Перемычка 3-07а	ТК 3-08	1995	37.1	500	7.451	1.141	0.0004	0.9996	0.9608
10	ТК 3-08	ТК 3-09	1995	134.2	500	7.832	1.141	0.0022	0.9978	0.9587
11	ТК 3-09	ТК 3-10	1995	64.3	400	7.192	1.141	0.0005	0.9995	0.9582
12	ТК 3-10	ТК 3-10а	1995	103.0	500	7.709	1.141	0.0014	0.9986	0.9568
13	ТК 3-10а	Сужение 3-11	1995	67.1	500	7.569	1.141	0.0007	0.9993	0.9562

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
14	Сужение 3-11	ТК 3-11а	1995	44.5	400	7.132	1.141	0.0003	0.9997	0.9559
15	ТК 3-11а	ТК 3-12	1995	79.2	400	7.236	1.141	0.0006	0.9994	0.9553
16	ТК 3-12	ТК 3-13	1995	125.3	400	7.375	1.141	0.0011	0.9989	0.9543
17	ТК 3-13	ТК 3-14	1995	111.2	400	7.332	1.141	0.0010	0.9990	0.9533
18	ТК 3-14	ТК 3-15	1995	195.9	350	7.351	1.141	0.0017	0.9983	0.9517
19	ТК 3-15	Павильон Узловая	1996	33.4	400	7.099	0.866	0.0002	0.9998	0.9515
20	Павильон Узловая	ТК 6-08	2016	31.3	600	7.778	0.05	0.0000	1.0000	0.9515
21	ТК 6-08	ТК 6-07	2016	97.5	600	8.101	0.05	0.0001	0.9999	0.9514
22	ТК 6-07	6 павильон 1	2016	96.9	600	8.098	0.05	0.0001	0.9999	0.9513
Итого по участку										0.9513
Итого по участку ТЭЦ-3 - 6 пав 11										1.0000
Основная тепломагистраль										
1	6 павильон 1	2-39 2-40	2016	3.32	600	7.641	0.05	0.0000	1.0000	1.0000
2	2-39 2-40	Уз. 6ПАВ-1-1	2016	1.03	600	7.630	0.05	0.0000	1.0000	1.0000
3	Уз. 6ПАВ-1-1	перемычка 6Пав1 к 6-07	2016	0.80	600	7.629	0.05	0.0000	1.0000	1.0000
4	перемычка 6Пав1 к 6-07	ТК 6-09	2016	142.75	600	8.321	0.05	0.0002	0.9998	0.9998
5	ТК 6-09	ТК 6-10	2016	150.14	600	8.357	0.05	0.0002	0.9998	0.9996
6	ТК 6-10	ТК 6-11	2016	121.10	600	8.216	0.05	0.0001	0.9999	0.9995
7	ТК 6-11	ТК 6-12	2016	77.36	600	8.002	0.05	0.0001	0.9999	0.9994
8	ТК 6-12	ТК 6-13	2016	7.20	600	7.660	0.05	0.0000	1.0000	0.9994
9	ТК 6-13	ТК 6-14	2016	80.51	600	8.018	0.05	0.0001	0.9999	0.9993
10	ТК 6-14	ТК 6-15	2016	97.35	600	8.100	0.05	0.0001	0.9999	0.9992
11	ТК 6-15	ТК 6-16	2016	179.54	600	8.501	0.05	0.0002	0.9998	0.9990
12	ТК 6-16	ТК 6-17	2016	93.12	600	8.079	0.05	0.0001	0.9999	0.9989
13	ТК 6-17	Уз. 4-10-2	2016	44.38	600	7.842	0.05	0.0000	1.0000	0.9989
14	Уз. 4-10-2	ТК 4-10	2016	2.55	600	7.638	0.05	0.0000	1.0000	0.9989

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
15	TK 4-10	2-11 2-12	2016	0.49	600	7.628	0.05	0.0000	1.0000	0.9989
16	2-11 2-12	Уз. 4-10-1	2016	1.93	500	7.313	0.05	0.0000	1.0000	0.9989
17	Уз. 4-10-1	TK 4-11	2016	44.44	500	7.480	0.05	0.0000	1.0000	0.9989
18	TK 4-11	TK 4-12	2016	84.86	500	7.638	0.05	0.0000	1.0000	0.9989
19	TK 4-12	TK 4-13	2016	169.21	500	7.969	0.05	0.0001	0.9999	0.9988
20	TK 4-13	TK 4-14	2016	163.93	500	7.948	0.05	0.0001	0.9999	0.9987
21	TK 4-14	перемычка 4-14	2016	1.92	400	7.005	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
22	перемычка 4-14	TK 4-15	2016	73.98	400	7.221	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
2	TK 4-15	TK 4-15a	2016	77.53	400	7.231	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
3	TK 4-15a	TK 4-16	2016	75.08	400	7.224	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
4	TK 4-16	TK 4-17	2016	105.49	400	7.315	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
5	TK 4-17	TK 4-18	2016	119.94	400	7.359	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
6	TK 4-18	TK 4-19	2010	86.99	400	7.260	0.081	0.0000	1.0000	0.9987
23	TK 4-19	TK 4-20	2017	88.02	400	7.263	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
24	TK 4-20	2-19 2-20	2017	0.89	400	7.002	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
25	2-19 2-20	TK 4-21A	2017	69.18	400	7.206	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
26	TK 4-21A	TK 4-21	2017	58.60	400	7.175	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
27	TK 4-21	TK 4-21Б	2017	71.31	400	7.213	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
28	TK 4-21Б	TK 4-21В	2017	74.14	400	7.221	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
29	TK 4-21В	TK 4-22	2017	56.48	400	7.168	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
30	TK 4-22	TK 4-23	2017	56.57	400	7.169	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
31	TK 4-23	TK 4-24	2017	76.50	400	7.228	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
32	TK 4-24	перемычка 4-25 от 4-24	2017	75.56	400	7.226	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
33	перемычка 4-25 от 4-24	TK 4-25	2017	1.60	400	7.004	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
34	TK 4-25	2-21 2-22	2017	0.27	400	7.000	0.05	0.0000	1.0000	0.9987

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
35	2-21 2-22	перемычка 4-25 к 4-26	2017	1.22	400	7.003	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
36	перемычка 4-25 к 4-26	TK 4-26	2017	76.58	400	7.229	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
37	TK 4-26	TK 4-27	2017	72.61	400	7.217	0.05	0.0000	1.0000	0.9987
38	TK 4-27	TK 4-28	2017	163.61	400	7.489	0.05	0.0001	0.9999	0.9986
39	TK 4-28	TK 4-29	2017	53.50	400	7.159	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
40	TK 4-29	TK 4-30	2017	56.83	400	7.169	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
41	TK 4-30	TK 4-31	2017	113.87	400	7.340	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
42	TK 4-31	TK 4-32	2017	113.08	400	7.338	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
43	TK 4-32	перемычка в сторону TK 4-32	2017	35.96	400	7.107	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
44	перемычка в сторону TK 4-32	III-39 III-40	2017	0.97	400	7.002	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
45	III-39 III-40	TK 5-12	2017	0.65	400	7.001	0.05	0.0000	1.0000	0.9986
Итого по участку										0.9986
Итого по расчетному участку ТЭЦ-3 - TK 5-12										1.0000

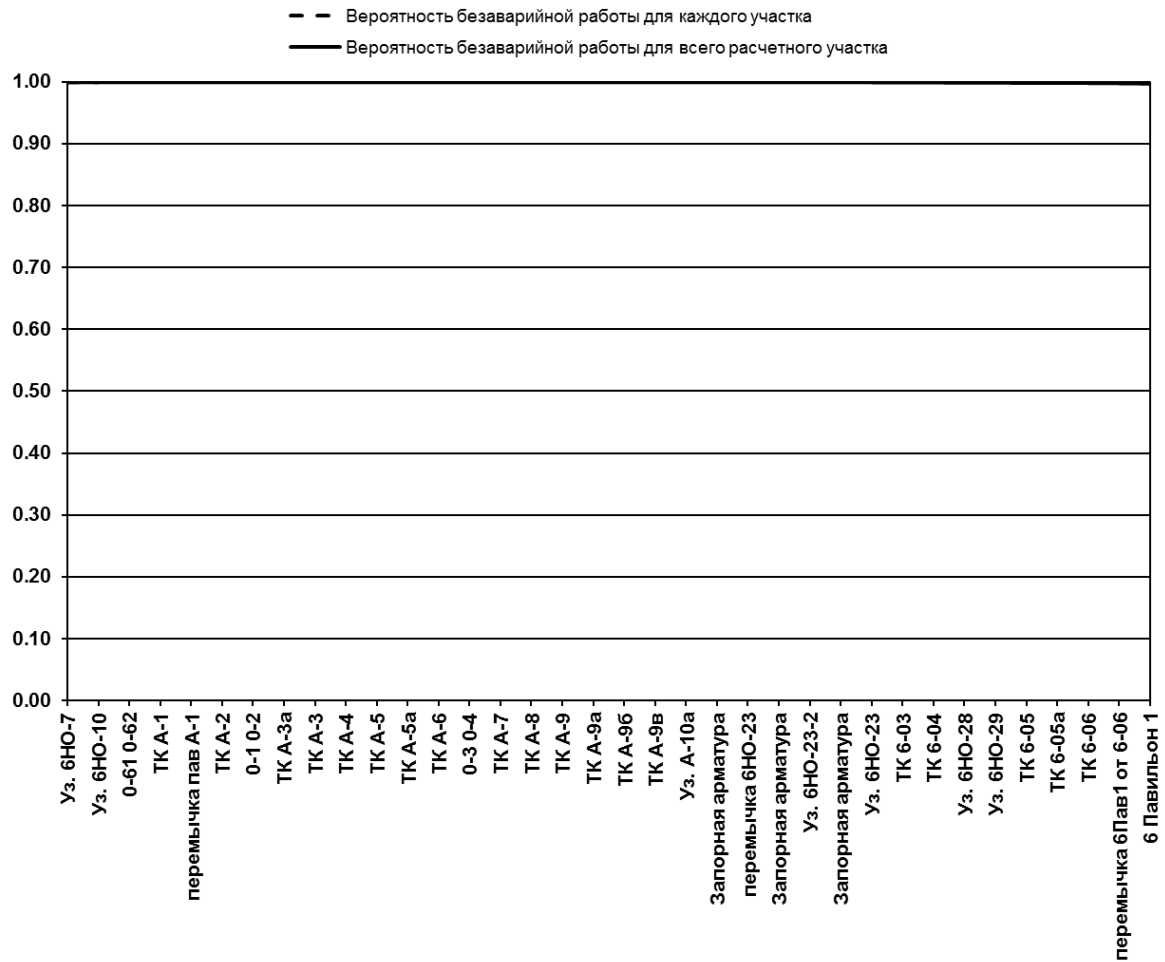


Рис. 2.1.15 Вероятность безаварийной работы тепломагистрали от ТЭС-3 до 6 Пав. 11

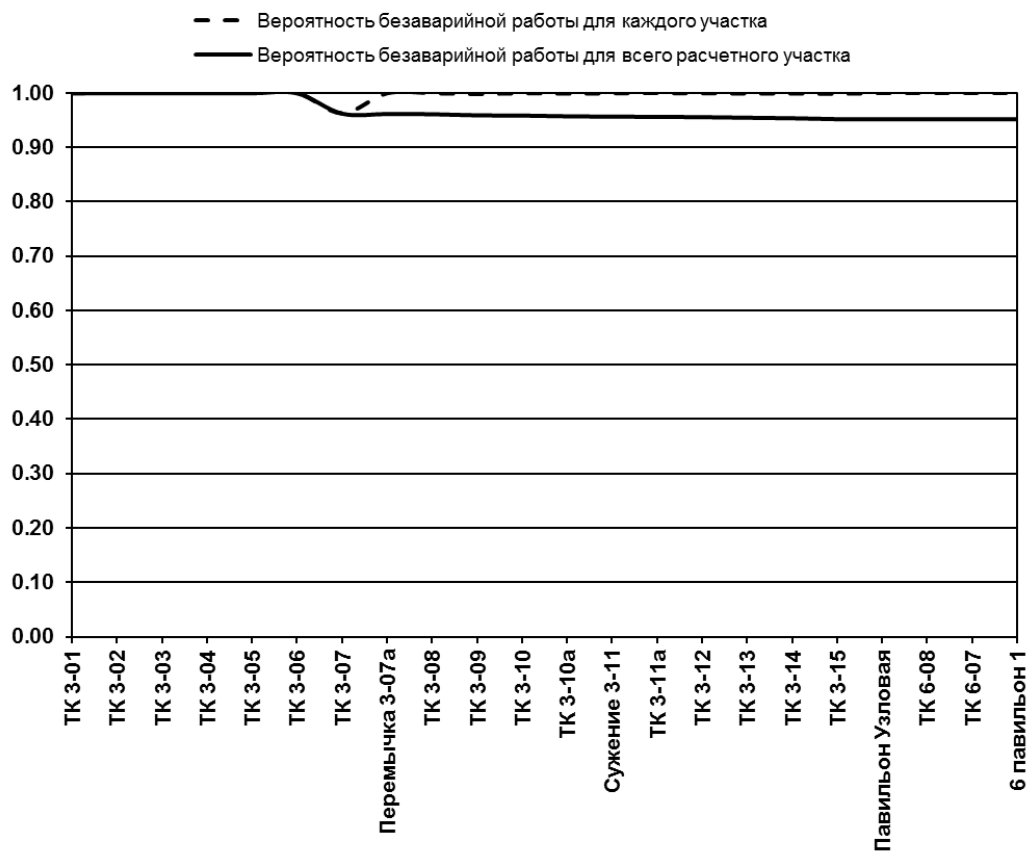


Рис. 2.1.16. Вероятность безаварийной работы резервной тепломагистрали от ТК-3-01 до 6 Пав. 11

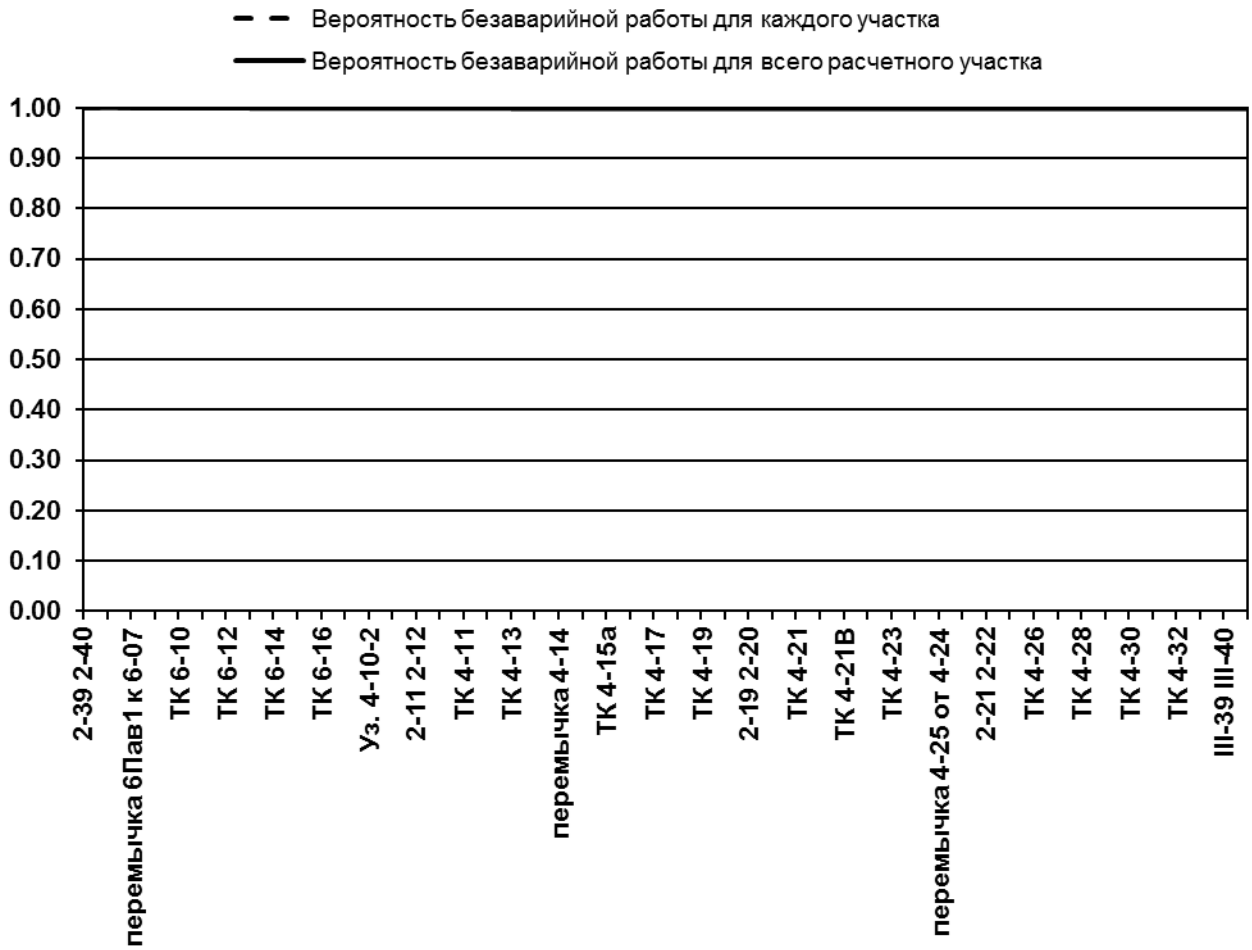


Рис. 2.1.17. Вероятность безаварийной работы тепломагистрали от 6 Пав. 11 до ТК 5-12

2.1.5. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.18. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.9. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.19, для резервного участка – на рис. 2.1.20.

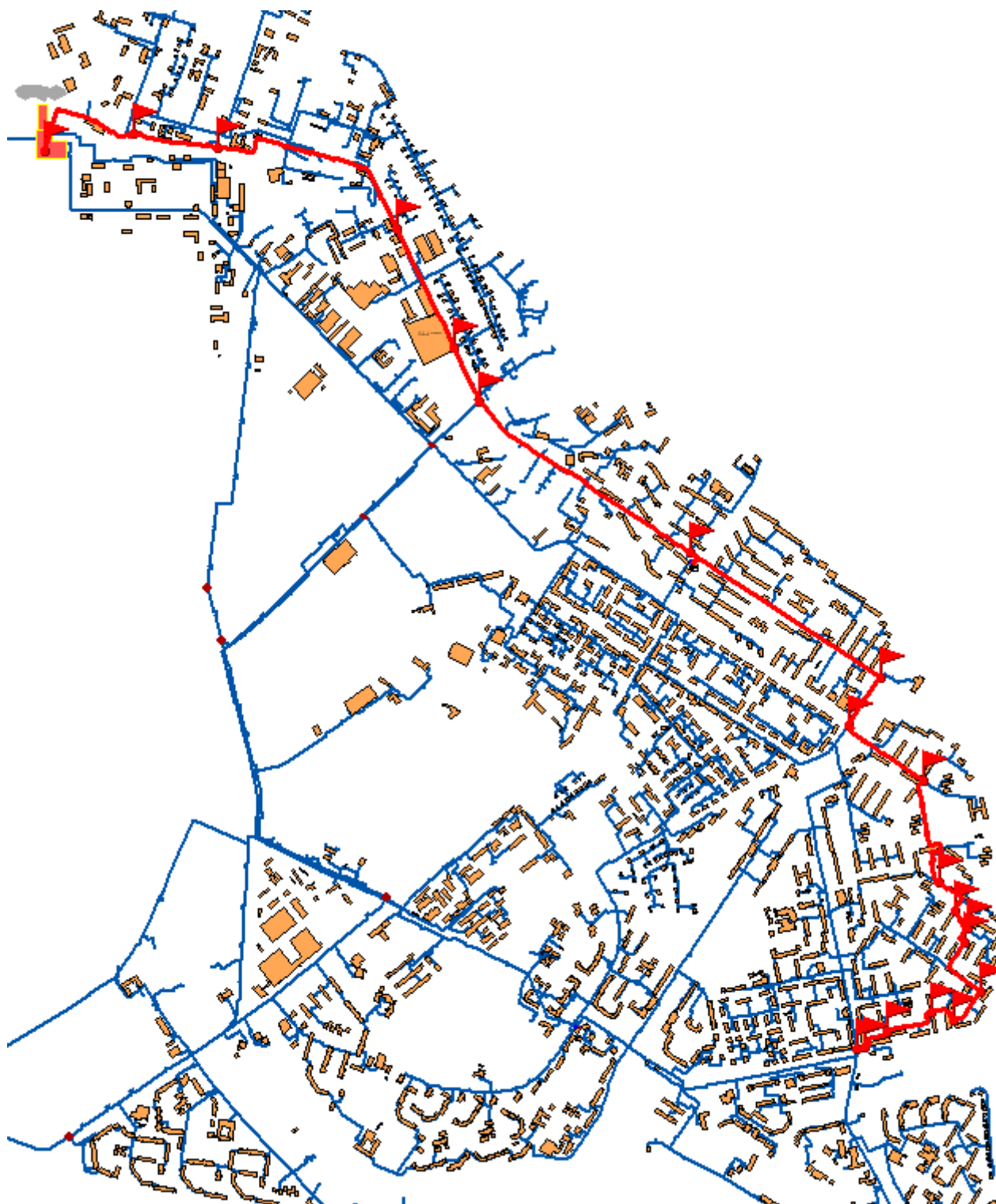


Рис. 2.1.18. Расчетный участок теплосети Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32

Таблица 2.1.9

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	Уз. 6НО-7	1961	265,1	600	8,918	1260,11	9,8783	0,0001	0,0001
2	Уз. 6НО-7	Уз. 6НО-10	1961	223,3	600	8,714	1260,11	7,5828	0,0005	0,0000
3	Уз. 6НО-10	Уз. 6НО-13	1961	249,3	600	8,840	1260,11	8,9768	0,0001	0,0000
4	Уз. 6НО-13	Уз. 6НО-14	1961	85,4	600	8,041	1260,11	1,8704	0,1541	0,0000
5	Уз. 6НО-14	ТК 6-01	1961	2,7	600	7,638	1260,11	0,0367	0,9640	0,0000
6	ТК 6-01	ТК 6-02	1961	218,0	600	8,688	1260,11	7,3092	0,0007	0,0000
7	ТК 6-02	Уз. 6НО-23	1961	428,2	600	9,713	1260,11	24,2207	0,0000	0,0000
8	Уз. 6НО-23	ТК 6-03	1961	177,4	600	8,490	1260,11	5,3515	0,0047	0,0000
9	ТК 6-03	ТК 6-04	1961	67,8	600	7,956	1260,11	1,3724	0,2535	0,0000
10	ТК 6-04	Уз. 6НО-28	1961	211,2	600	8,655	1260,11	6,9649	0,0009	0,0000
11	Уз. 6НО-28	Уз. 6НО-29	1961	11,9	600	7,683	1260,11	0,1738	0,8405	0,0000
12	Уз. 6НО-29	ТК 6-05	1961	252,2	600	8,855	1260,11	9,1444	0,0001	0,0000
13	ТК 6-05	ТК 6-05а	1961	147,1	600	8,342	1260,11	4,0507	0,0174	0,0000
14	ТК 6-05а	ТК 6-06	1961	57,0	600	7,903	1260,11	1,0926	0,3353	0,0000
15	ТК 6-06	перемычка 6Пав1 от 6-06	1961	4,4	600	7,646	1260,11	0,0604	0,9414	0,0000
16	перемычка 6Пав1 от 6-06	6 Павильон 1	1961	4,8	600	7,649	1260,11	0,0668	0,9354	0,0000
17	6 Павильон 1	2-39 2-40	1989	3,3	600	7,641	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
18	2-39 2-40	Уз. 6ПАВ-1-1	1989	1,0	600	7,630	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
19	Уз. 6ПАВ-1-1	перемычка 6Пав1 к 6-07	1989	0,8	600	7,629	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
20	перемычка 6Пав1 к 6-07	ТК 6-09	1989	142,8	600	8,321	0,099	0,0003	0,9997	0,0000
21	ТК 6-09	ТК 6-10	1989	150,1	600	8,357	0,099	0,0003	0,9997	0,0000
22	ТК 6-10	ТК 6-11	1989	121,1	600	8,216	0,099	0,0002	0,9998	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
23	TK 6-11	TK 6-12	1989	77,4	600	8,002	0,099	0,0001	0,9999	0,0000
24	TK 6-12	TK 6-13	1989	7,2	600	7,660	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
25	TK 6-13	TK 6-14	1989	80,5	600	8,018	0,099	0,0001	0,9999	0,0000
26	TK 6-14	TK 6-15	1989	97,4	600	8,100	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
27	TK 6-15	TK 6-16	1989	179,5	600	8,501	0,099	0,0004	0,9996	0,0000
28	TK 6-16	TK 6-17	1989	93,1	600	8,079	0,099	0,0002	0,9998	0,0000
29	TK 6-17	Уз. 4-10-2	1989	44,4	450	7,304	0,099	0,0000	1,0000	0,0000
30	Уз. 4-10-2	Уз НПС-1-1	1962	9,4	450	7,183	635,342	0,0381	0,9626	0,0000
31	Уз НПС-1-1	41822	1962	0,7	450	7,153	635,342	0,0027	0,9973	0,0000
32	41822	Уз НПС-1-2	1962	0,7	450	7,153	635,342	0,0027	0,9973	0,0000
33	Уз НПС-1-2	Клапан рассечки	1962	0,8	450	7,154	635,342	0,0032	0,9968	0,0000
34	Клапан рассечки	Уз НПС-1-3	1962	1,3	450	7,155	635,342	0,0051	0,9949	0,0000
35	Уз НПС-1-3	41884	1962	0,8	450	7,153	635,342	0,0030	0,9970	0,0000
36	41884	Уз НПС-1-4	1962	0,8	450	7,153	635,342	0,0031	0,9969	0,0000
37	Уз НПС-1-4	Уз. 4-10-1	1962	9,5	450	7,183	635,342	0,0386	0,9621	0,0000
38	Уз. 4-10-1	TK 4-11	1960	44,4	500	7,480	2603,08	0,9893	0,3718	0,0000
39	TK 4-11	TK 4-12	1960	84,9	500	7,638	2603,08	2,3973	0,0910	0,0000
40	TK 4-12	TK 4-13	1960	169,2	500	7,969	2603,08	7,1656	0,0008	0,0000
41	TK 4-13	TK 4-14	1960	163,9	400	7,490	2603,08	3,6791	0,0252	0,0000
42	TK 4-14	перемычка 4-14	1960	1,9	400	7,005	2603,08	0,0251	0,9752	0,0000
43	перемычка 4-14	TK 4-15	1960	74,0	400	7,221	2603,08	1,2874	0,2760	0,0000
44	TK 4-15	TK 4-15а	1960	77,5	400	7,231	2603,08	1,3643	0,2556	0,0000
45	TK 4-15а	TK 4-16	1960	75,1	400	7,224	2603,08	1,3109	0,2696	0,0000
46	TK 4-16	TK 4-17	1960	105,5	400	7,315	2603,08	2,0260	0,1319	0,0000
47	TK 4-17	TK 4-18	1960	119,9	400	7,359	2603,08	2,4029	0,0905	0,0000
48	TK 4-18	TK 4-19	1960	87,0	250	6,717	2603,08	0,5977	0,5501	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
49	TK 4-19	II-17 II-18	1965	1,2	250	6,570	101,833	0,0002	0,9998	0,0000
50	II-17 II-18	TK 2-01	1965	140,5	250	6,808	101,833	0,0488	0,9524	0,0000
51	TK 2-01	TK 2-02	1965	86,8	250	6,716	101,833	0,0232	0,9771	0,0000
52	TK 2-02	TK 2-03	1965	53,5	250	6,660	101,833	0,0117	0,9884	0,0000
53	TK 2-03	TK 2-04	1965	83,5	200	6,544	101,833	0,0094	0,9906	0,0000
54	TK 2-04	2-35 2-36	1965	1,2	200	6,436	101,833	0,0001	0,9999	0,0000
55	2-35 2-36	TK 2-05	1965	47,5	200	6,497	101,833	0,0034	0,9966	0,0000
56	TK 2-05	TK 2-06	1965	109,0	200	6,577	101,833	0,0156	0,9845	0,0000
57	TK 2-06	TK 2-06А	1965	165,5	200	6,651	101,833	0,0348	0,9658	0,0000
58	TK 2-06А	TK 2-07	1965	53,0	200	6,504	101,833	0,0040	0,9960	0,0000
59	TK 2-07	TK 2-08	1965	118,6	200	6,590	101,833	0,0184	0,9818	0,0000
60	TK 2-08	TK 2-09	1965	110,7	200	6,579	101,833	0,0160	0,9841	0,0000
61	TK 2-09	TK 2-10	1965	6,7	200	6,444	101,833	0,0005	0,9995	0,0000
62	TK 2-10	TK 2-11	1965	54,3	200	6,506	101,833	0,0042	0,9958	0,0000
63	TK 2-11	Запорная арматура	1965	89,0	150	6,390	101,833	0,0056	0,9944	0,0000
64	Запорная арматура	TK 2-12	1965	1,1	150	6,309	101,833	0,0001	0,9999	0,0000
65	TK 2-12	Запорная арматура	1966	65,0	150	6,368	59,217	0,0023	0,9977	0,0000
66	Запорная арматура	TK 2-13	1967	1,3	150	6,309	35,525	0,0000	1,0000	0,0000
67	TK 2-13	2-31 2-32	1967	1,2	150	6,309	35,525	0,0000	1,0000	0,0000
68	2-31 2-32	TK 2-14	1967	45,0	125	6,281	35,525	0,0008	0,9992	0,0000
69	TK 2-14	Уз. Лермонтова 14	1967	68,1	125	6,298	35,525	0,0013	0,9987	0,0000
70	Уз. Лермонтова 14	TK 2-22	1967	116,7	125	6,334	35,525	0,0024	0,9976	0,0000
71	TK 2-22	Запорная арматура	1967	27,8	125	6,268	35,525	0,0005	0,9995	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
72	Запорная арматура	TK 2-23	1967	1,4	125	6,248	35,525	0,0000	1,0000	0,0000
73	TK 2-23	TK 2-24	1967	65,8	125	6,296	35,525	0,0013	0,9987	0,0000
74	TK 2-24	Запорная арматура	1966	55,2	125	6,288	59,217	0,0017	0,9983	0,0000
75	Запорная арматура	TK 2-25	1966	1,4	125	6,248	59,217	0,0000	1,0000	0,0000
76	TK 2-25	Запорная арматура	1966	25,0	125	6,266	59,217	0,0008	0,9992	0,0000
77	Запорная арматура	TK 2-26	1966	1,1	125	6,248	59,217	0,0000	1,0000	0,0000
78	TK 2-26	TK 2-27	1966	62,1	125	6,293	59,217	0,0020	0,9980	0,0000
79	TK 2-27	TK 2-28	1965	57,5	100	6,222	101,833	0,0028	0,9972	0,0000
80	TK 2-28	TK 2-29	1965	44,4	125	6,280	101,833	0,0024	0,9976	0,0000
81	TK 2-29	Запорная арматура	1965	43,9	125	6,280	101,833	0,0024	0,9976	0,0000
82	Запорная арматура	TK 2-30	1965	1,5	125	6,249	101,833	0,0001	0,9999	0,0000
83	TK 2-30	TK 2-31	1965	71,3	125	6,300	101,833	0,0039	0,9961	0,0000
84	TK 2-31	TK 2-32	1965	41,1	125	6,278	101,833	0,0022	0,9978	0,0000
85	TK 2-32	TK 2-33	1965	36,5	150	6,342	101,833	0,0022	0,9978	0,0000
86	TK 2-33	TK 2-34	1965	93,3	150	6,394	101,833	0,0059	0,9941	0,0000
87	TK 2-34	II-25 II-26	1965	27,1	200	6,470	101,833	0,0019	0,9981	0,0000
88	II-25 II-26	TK 4-32	1970	1,3	200	6,437	9,101	0,0000	1,0000	0,0000
Итого по участку										0,0000
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	TK 3-01	1953	457,2	500	9,097	1602858,354	24327,6582	0,0000	0,0000
2	TK 3-01	TK 3-02	1953	114,6	350	7,144	1602858,354	1121,5428	0,0000	0,0000
3	TK 3-02	TK 3-03	1953	100,1	350	7,107	1602858,354	934,0418	0,0000	0,0000
4	TK 3-03	TK 3-04	1953	103,3	350	7,115	1602858,354	973,4368	0,0000	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
5	TK 3-04	TK 3-05	1953	71,3	350	7,033	1602858,354	599,2111	0,0000	0,0000
6	TK 3-05	TK 3-06	1953	52,4	350	6,985	1602858,354	408,7164	0,0000	0,0000
7	TK 3-06	перемычка 3-07 от 3-06	1953	107,8	350	7,126	1602858,354	1031,0258	0,0000	0,0000
8	перемычка 3-07 от 3-06	I-1 I-2	1953	0,8	350	6,853	1602858,354	4,6166	0,0099	0,0000
9	I-1 I-2	Уз. 3-07-3	1953	0,8	350	6,853	1602858,354	5,0418	0,0065	0,0000
10	Уз. 3-07-3	TK 3-07	1953	0,2	350	6,852	1602858,354	1,2122	0,2975	0,0000
11	TK 3-07	Уз. 3-07-2	1953	0,6	500	7,308	1602858,354	6,9292	0,0010	0,0000
12	Уз. 3-07-2	Уз. 3-07-1	1953	0,8	500	7,309	1602858,354	9,1698	0,0001	0,0000
13	Уз. 3-07-1	перемычка 3-07а	1953	62,9	500	7,552	1602858,354	945,0743	0,0000	0,0000
14	перемычка 3-07а	I-3 I-4	1953	0,6	500	7,308	1602858,354	7,2816	0,0007	0,0000
15	I-3 I-4	Уз. TK 3-08а	1953	37,1	500	7,451	1602858,354	496,7930	0,0000	0,0000
16	Уз. TK 3-08а	TK 3-09	1953	134,2	400	7,401	1602858,354	1719,4765	0,0000	0,0000
17	TK 3-09	TK 3-10	1953	64,3	500	7,558	1602858,354	976,7398	0,0000	0,0000
18	TK 3-10	Уз. Техдом	1953	7,3	500	7,334	1602858,354	87,9446	0,0000	0,0000
19	Уз. Техдом	Уз. САХ	1953	95,7	500	7,681	1602858,354	1776,1367	0,0000	0,0000
20	Уз. САХ	сужение 3-11	1953	67,1	400	7,200	1602858,354	701,5765	0,0000	0,0000
21	сужение 3-11	TK 3-11а	1953	44,5	400	7,133	1602858,354	429,7801	0,0000	0,0000
22	TK 3-11а	перемычка 3-12 от 3-11	1953	79,2	400	7,236	1602858,354	862,3174	0,0000	0,0000
23	перемычка 3-12 от 3-11	Уз. TK 3-12	1953	2,2	400	7,006	1602858,354	17,5780	0,0000	0,0000
24	Уз. TK 3-12	TK 3-12	1953	2,0	400	7,005	1602858,354	15,6986	0,0000	0,0000
25	TK 3-12	I-5 I-6	1953	1,0	400	7,002	1602858,354	8,2528	0,0003	0,0000
26	I-5 I-6	перемычка 3-12 к 3-13	1953	0,9	400	7,002	1602858,354	7,4515	0,0006	0,0000
27	перемычка 3-12 к 3-13	TK 3-13	1953	125,3	400	7,374	1602858,354	1566,8533	0,0000	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
28	ТК 3-13	ТК 3-14	1953	111,2	400	7,332	1602858,354	1337,1887	0,0000	0,0000
29	ТК 3-14	ТК 3-15	1953	195,9	350	7,351	1602858,354	2397,9878	0,0000	0,0000
30	ТК 3-15	Уз. ТК 3-15а	1953	0,6	400	7,001	1602858,354	4,7198	0,0089	0,0000
31	Уз. ТК 3-15а	перемычка Узловая от 3-15а	1953	33,4	400	7,099	1602858,354	308,2908	0,0000	0,0000
32	перемычка Узловая от 3-15а	I-7 I-8	1953	1,7	400	7,004	1602858,354	13,2624	0,0000	0,0000
33	I-7 I-8	Павильон Узловая	1953	3,5	400	7,010	1602858,354	28,3994	0,0000	0,0000
34	Павильон Узловая	перемычка Узловая к 3-16	1953	5,0	400	7,014	1602858,354	40,6611	0,0000	0,0000
35	перемычка Узловая к 3-16	ТК 3-16	1953	101,7	400	7,304	1602858,354	1189,5383	0,0000	0,0000
36	ТК 3-16	I-39 I-40	1953	1,2	350	6,854	1602858,354	7,0009	0,0009	0,0000
37	I-39 I-40	ТК 3-17	1953	101,5	350	7,110	1602858,354	950,8642	0,0000	0,0000
38	ТК 3-17	ТК 3-17а	1953	63,3	350	7,013	1602858,354	515,6264	0,0000	0,0000
39	ТК 3-17а	ТК 3-18	1953	53,1	350	6,987	1602858,354	415,0628	0,0000	0,0000
40	ТК 3-18	ТК 3-19	1953	126,8	350	7,175	1602858,354	1288,0672	0,0000	0,0000
41	ТК 3-19	ТК 3-20	1953	93,2	400	7,278	1602858,354	1061,7760	0,0000	0,0000
42	ТК 3-20	ТК 3-21	1953	15,9	400	7,047	1602858,354	136,6183	0,0000	0,0000
43	ТК 3-21	перемычка 3-21	1953	1,6	400	7,004	1602858,354	12,6998	0,0000	0,0000
44	перемычка 3-21	I-9 I-10	1953	126,3	400	7,378	1602858,354	1586,0343	0,0000	0,0000
45	I-9 I-10	ТК 3-30	1953	1,8	350	6,856	1602858,354	10,8835	0,0000	0,0000
46	ТК 3-30	Уз. ТК 3-30-2	2002	1,7	350	6,856	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
47	Уз. ТК 3-30-2	Уз. ТК 3-30-1	1954	1,2	350	6,854	544015,896	2,3968	0,0910	0,0000
48	Уз. ТК 3-30-1	ТК 3-31	1954	47,3	350	6,972	544015,896	122,5241	0,0000	0,0000
49	ТК 3-31	I-11 I-12	1954	1,4	250	6,571	544015,896	1,0146	0,3625	0,0000
50	I-11 I-12	ТК 3-32	1954	124,4	250	6,780	544015,896	215,0243	0,0000	0,0000
51	ТК 3-32	ТК 3-33	1954	222,5	250	6,948	544015,896	552,8113	0,0000	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
52	TK 3-33	TK 3-34	1954	76,8	250	6,699	544015,896	103,7550	0,0000	0,0000
53	TK 3-34	TK 3-35	1954	50,1	250	6,654	544015,896	56,9454	0,0000	0,0000
54	TK 3-35	I-17 I-18	1954	53,2	250	6,659	544015,896	61,7652	0,0000	0,0000
55	I-17 I-18	TK 3-36	1954	1,2	250	6,570	544015,896	0,8618	0,4224	0,0000
56	TK 3-36	TK 3-36A	2008	102,9	300	6,926	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
57	TK 3-36A	TK 3-37	2007	68,1	300	6,852	0,05	0,0000	1,0000	0,0000
58	TK 3-37	I-19 I-20	1954	0,9	200	6,436	544015,896	0,3367	0,7141	0,0000
59	I-19 I-20	TK 1-01	1954	41,1	200	6,489	544015,896	15,6971	0,0000	0,0000
60	TK 1-01	TK 1-02	1954	65,6	200	6,520	544015,896	31,6750	0,0000	0,0000
61	TK 1-02	TK 1-03	1954	90,8	200	6,553	544015,896	58,7310	0,0000	0,0000
62	TK 1-03	I-21 I-22	1954	1,0	150	6,309	544015,896	0,3062	0,7362	0,0000
63	I-21 I-22	TK 1-04	1954	33,2	150	6,339	544015,896	10,4265	0,0000	0,0000
64	TK 1-04	TK 1-05	1954	52,5	150	6,356	544015,896	16,9065	0,0000	0,0000
65	TK 1-05	TK 1-06	1954	136,0	150	6,434	544015,896	48,6028	0,0000	0,0000
66	TK 1-06	I-23 I-24	1954	1,3	150	6,309	544015,896	0,3843	0,6809	0,0000
67	I-23 I-24	TK 1-07	1954	81,6	150	6,383	544015,896	27,2691	0,0000	0,0000
68	TK 1-07	I-25 I-26	1954	1,1	150	6,309	544015,896	0,3333	0,7166	0,0000
69	I-25 I-26	TK 1-08	1954	131,8	150	6,430	544015,896	46,8552	0,0000	0,0000
70	TK 1-08	I-27 I-28	1954	1,2	150	6,309	544015,896	0,3663	0,6933	0,0000
71	I-27 I-28	TK 1-09	1954	16,1	150	6,323	544015,896	4,9509	0,0071	0,0000
72	TK 1-09	TK 1-10	1954	59,1	150	6,363	544015,896	19,2179	0,0000	0,0000
73	TK 1-10	2-15 2-16	1956	183,4	200	6,674	74622,136	31,0043	0,0000	0,0000
74	2-15 2-16	TK 4-20	1956	1,1	200	6,436	74622,136	0,0540	0,9474	0,0000
75	TK 4-20	2-19 2-20	1967	0,9	400	7,002	35,525	0,0002	0,9998	0,0000
76	2-19 2-20	TK 4-21A	1967	69,2	400	7,206	35,525	0,0162	0,9839	0,0000
77	TK 4-21A	TK 4-21	1967	58,6	400	7,175	35,525	0,0132	0,9869	0,0000

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
78	TK 4-21	TK 4-21Б	1967	71,3	400	7,213	35,525	0,0168	0,9833	0,0000
79	TK 4-21Б	TK 4-21В	1967	74,1	400	7,221	35,525	0,0176	0,9826	0,0000
80	TK 4-21В	TK 4-22	1967	56,5	400	7,168	35,525	0,0126	0,9875	0,0000
81	TK 4-22	TK 4-23	1967	56,6	400	7,169	35,525	0,0126	0,9875	0,0000
82	TK 4-23	TK 4-24	1967	76,5	400	7,228	35,525	0,0183	0,9819	0,0000
83	TK 4-24	перемычка 4-25 от 4-24	1967	75,6	400	7,226	35,525	0,0180	0,9822	0,0000
84	перемычка 4-25 от 4-24	TK 4-25	1967	1,6	400	7,004	35,525	0,0003	0,9997	0,0000
85	TK 4-25	2-21 2-22	1967	0,3	400	7,000	35,525	0,0000	1,0000	0,0000
86	2-21 2-22	перемычка 4-25 к 4-26	1967	1,2	400	7,003	35,525	0,0002	0,9998	0,0000
87	перемычка 4-25 к 4-26	TK 4-26	1967	76,6	400	7,229	35,525	0,0183	0,9819	0,0000
88	TK 4-26	TK 4-27	1967	72,6	400	7,217	35,525	0,0172	0,9829	0,0000
89	TK 4-27	TK 4-28	1967	163,6	400	7,489	35,525	0,0501	0,9511	0,0000
90	TK 4-28	TK 4-29	1967	53,5	400	7,159	35,525	0,0118	0,9883	0,0000
91	TK 4-29	TK 4-30	1967	56,8	400	7,169	35,525	0,0127	0,9874	0,0000
92	TK 4-30	TK 4-31	1967	113,9	400	7,340	35,525	0,0306	0,9699	0,0000
93	TK 4-31	TK 4-32	1967	113,1	400	7,338	35,525	0,0303	0,9702	0,0000
Итого по участку										0,0000
Итого по расчетному участку										0,0000

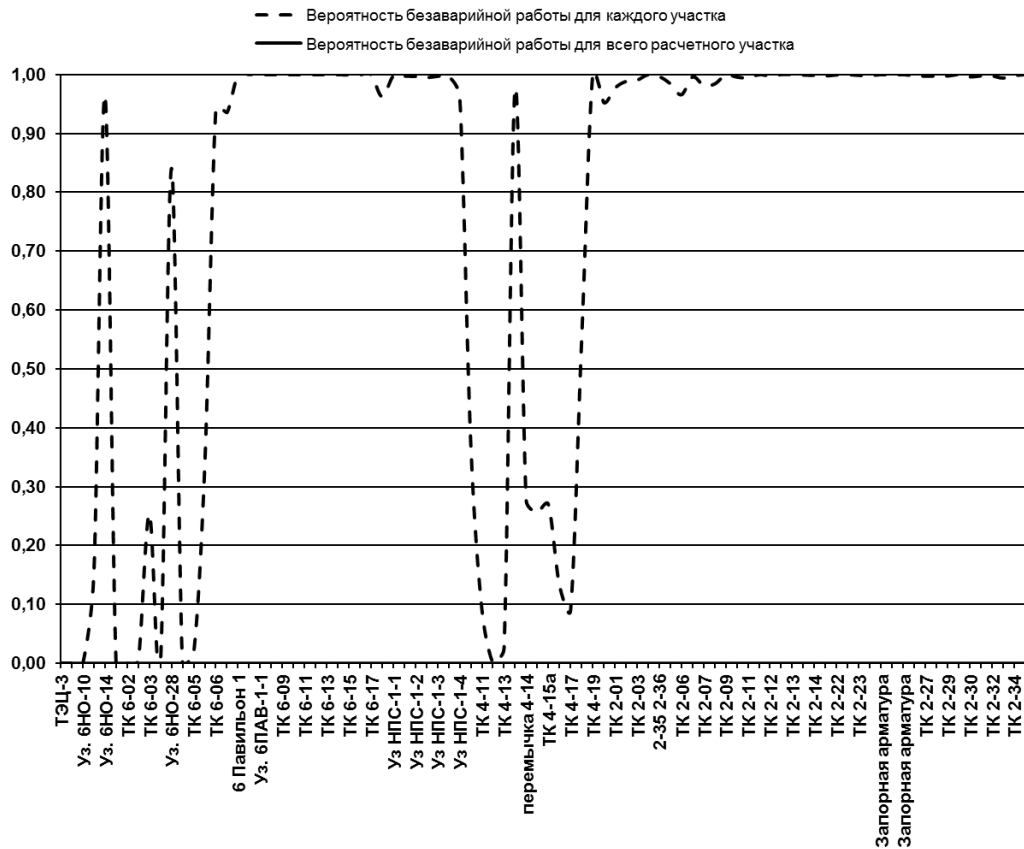


Рис. 2.1.19. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от ТЭЦ-3 до ТК-4-32

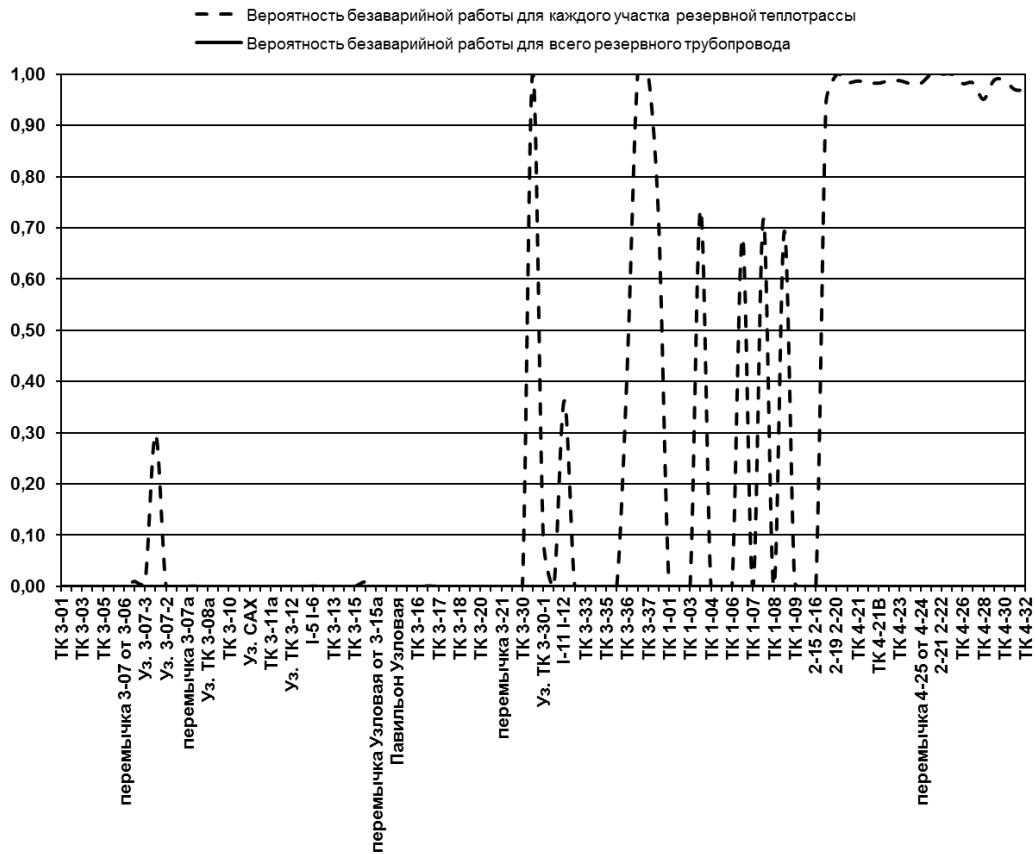


Рис. 2.1.20. Вероятность безаварийной работы резервной тепловой магистрали от ТЭЦ-3 до ТК-4-32

Из анализа рис. 2.1.19, 2.1.20 следует, что тепловая магистраль Кировская ТЭЦ-3 – ТК-4-32 обладает крайне низкими значениями показателями безаварийной работы. Поэтому, в ближайшей перспективе (в 2015 г.) рекомендуется перекладка всей тепловой магистрали. После выполнения перекладок тепловая магистраль Кировская ТЭЦ-3 – ТК-4-32 будет обладать допустимыми показателями безаварийной работы вплоть до 2033 г. Данные с рекомендуемыми перекладками приведены в табл. 2.1.10 и на рис. 2.1.21 и 2.1.22.

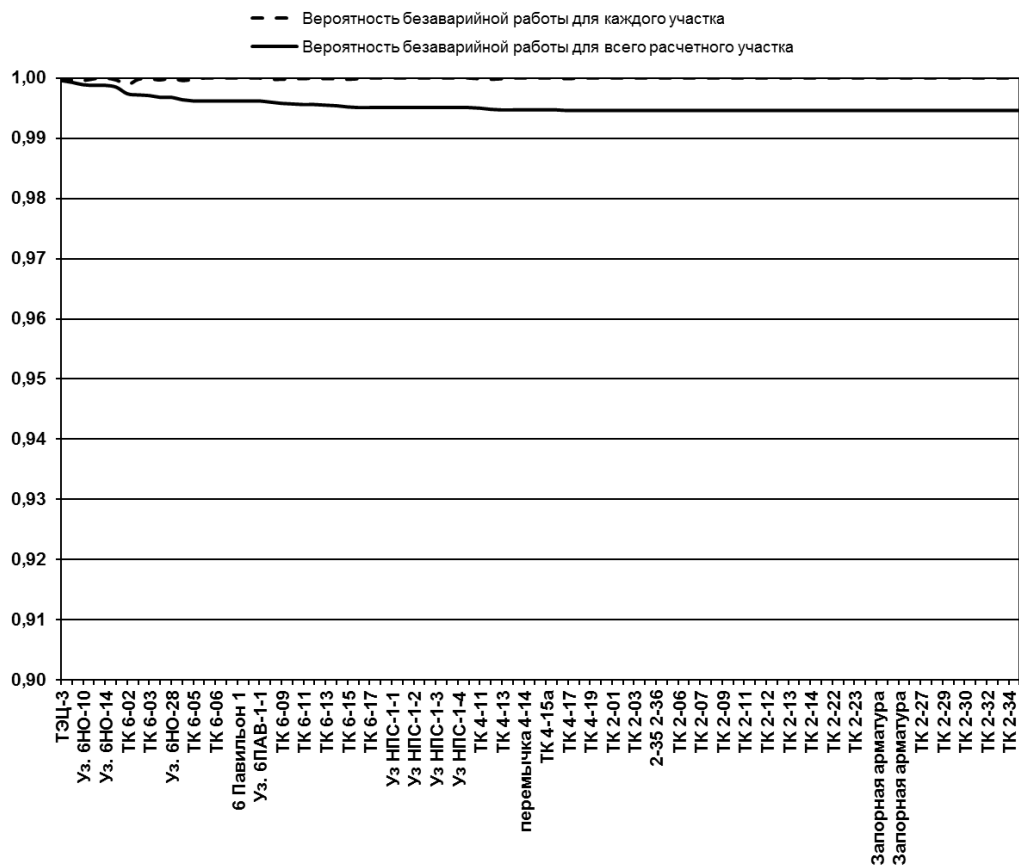


Рис. 2.1.21. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32 в 2033 г.

Таблица 2.1.10

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	Уз. 6НО-7	2015	265,1	600	8,918	0,126	0,0010	0,9990	0,9990
2	Уз. 6НО-7	Уз. 6НО-10	2015	223,3	600	8,714	0,126	0,0008	0,9992	0,9982
3	Уз. 6НО-10	Уз. 6НО-13	2015	249,3	600	8,840	0,126	0,0009	0,9991	0,9973
4	Уз. 6НО-13	Уз. 6НО-14	2015	85,4	600	8,041	0,126	0,0002	0,9998	0,9971
5	Уз. 6НО-14	ТК 6-01	2015	2,7	600	7,638	0,126	0,0000	1,0000	0,9971
6	ТК 6-01	ТК 6-02	2015	218,0	600	8,688	0,126	0,0007	0,9993	0,9964
7	ТК 6-02	Уз. 6НО-23	2015	428,2	600	9,713	0,126	0,0024	0,9976	0,9940
8	Уз. 6НО-23	ТК 6-03	2015	177,4	600	8,490	0,126	0,0005	0,9995	0,9935
9	ТК 6-03	ТК 6-04	2015	67,8	600	7,956	0,126	0,0001	0,9999	0,9934
10	ТК 6-04	Уз. 6НО-28	2015	211,2	600	8,655	0,126	0,0007	0,9993	0,9927
11	Уз. 6НО-28	Уз. 6НО-29	2015	11,9	600	7,683	0,126	0,0000	1,0000	0,9927
12	Уз. 6НО-29	ТК 6-05	2015	252,2	600	8,855	0,126	0,0009	0,9991	0,9918
13	ТК 6-05	ТК 6-05а	2015	147,1	600	8,342	0,126	0,0004	0,9996	0,9914
14	ТК 6-05а	ТК 6-06	2015	57,0	600	7,903	0,126	0,0001	0,9999	0,9913
15	ТК 6-06	перемычка 6Пав1 от 6-06	2015	4,4	600	7,646	0,126	0,0000	1,0000	0,9913
16	перемычка 6Пав1 от 6-06	6 Павильон 1	2015	4,8	600	7,649	0,126	0,0000	1,0000	0,9913
17	6 Павильон 1	2-39 2-40	2015	3,3	600	7,641	0,126	0,0000	1,0000	0,9913
18	2-39 2-40	Уз. 6ПАВ-1-1	2015	1,0	600	7,630	0,126	0,0000	1,0000	0,9913
19	Уз. 6ПАВ-1-1	перемычка 6Пав1 к 6-07	2015	0,8	600	7,629	0,126	0,0000	1,0000	0,9913
20	перемычка 6Пав1 к 6-07	ТК 6-09	2015	142,8	600	8,321	0,126	0,0004	0,9996	0,9909
21	ТК 6-09	ТК 6-10	2015	150,1	600	8,357	0,126	0,0004	0,9996	0,9905
22	ТК 6-10	ТК 6-11	2015	121,1	600	8,216	0,126	0,0003	0,9997	0,9902

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
23	TK 6-11	TK 6-12	2015	77,4	600	8,002	0,126	0,0002	0,9998	0,9900
24	TK 6-12	TK 6-13	2015	7,2	600	7,660	0,126	0,0000	1,0000	0,9900
25	TK 6-13	TK 6-14	2015	80,5	600	8,018	0,126	0,0002	0,9998	0,9898
26	TK 6-14	TK 6-15	2015	97,4	600	8,100	0,126	0,0002	0,9998	0,9896
27	TK 6-15	TK 6-16	2015	179,5	600	8,501	0,126	0,0005	0,9995	0,9892
28	TK 6-16	TK 6-17	2015	93,1	600	8,079	0,126	0,0002	0,9998	0,9890
29	TK 6-17	Уз. 4-10-2	2015	44,4	450	7,304	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
30	Уз. 4-10-2	Уз НПС-1-1	2015	9,4	450	7,183	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
31	Уз НПС-1-1	41822	2015	0,7	450	7,153	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
32	41822	Уз НПС-1-2	2015	0,7	450	7,153	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
33	Уз НПС-1-2	Клапан рассечки	2015	0,8	450	7,154	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
34	Клапан рассечки	Уз НПС-1-3	2015	1,3	450	7,155	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
35	Уз НПС-1-3	41884	2015	0,8	450	7,153	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
36	41884	Уз НПС-1-4	2015	0,8	450	7,153	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
37	Уз НПС-1-4	Уз. 4-10-1	2015	9,5	450	7,183	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
38	Уз. 4-10-1	TK 4-11	2015	44,4	500	7,480	0,126	0,0000	1,0000	0,9890
39	TK 4-11	TK 4-12	2015	84,9	500	7,638	0,126	0,0001	0,9999	0,9889
40	TK 4-12	TK 4-13	2015	169,2	500	7,969	0,126	0,0003	0,9997	0,9886
41	TK 4-13	TK 4-14	2015	163,9	400	7,490	0,126	0,0002	0,9998	0,9884
42	TK 4-14	перемычка 4-14	2015	1,9	400	7,005	0,126	0,0000	1,0000	0,9884
43	перемычка 4-14	TK 4-15	2015	74,0	400	7,221	0,126	0,0001	0,9999	0,9883
44	TK 4-15	TK 4-15a	2015	77,5	400	7,231	0,126	0,0001	0,9999	0,9882
45	TK 4-15a	TK 4-16	2015	75,1	400	7,224	0,126	0,0001	0,9999	0,9881
46	TK 4-16	TK 4-17	2015	105,5	400	7,315	0,126	0,0001	0,9999	0,9880
47	TK 4-17	TK 4-18	2015	119,9	400	7,359	0,126	0,0001	0,9999	0,9879
48	TK 4-18	TK 4-19	2015	87,0	250	6,717	0,126	0,0000	1,0000	0,9879

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z_p , ч	Интенсивность отказов, λ , 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
49	TK 4-19	II-17 II-18	2015	1,2	250	6,570	0,126	0,0000	1,0000	0,9879
50	II-17 II-18	TK 2-01	2015	140,5	250	6,808	0,126	0,0001	0,9999	0,9878
51	TK 2-01	TK 2-02	2015	86,8	250	6,716	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
52	TK 2-02	TK 2-03	2015	53,5	250	6,660	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
53	TK 2-03	TK 2-04	2015	83,5	200	6,544	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
54	TK 2-04	2-35 2-36	2015	1,2	200	6,436	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
55	2-35 2-36	TK 2-05	2015	47,5	200	6,497	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
56	TK 2-05	TK 2-06	2015	109,0	200	6,577	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
57	TK 2-06	TK 2-06A	2015	165,5	200	6,651	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
58	TK 2-06A	TK 2-07	2015	53,0	200	6,504	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
59	TK 2-07	TK 2-08	2015	118,6	200	6,590	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
60	TK 2-08	TK 2-09	2015	110,7	200	6,579	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
61	TK 2-09	TK 2-10	2015	6,7	200	6,444	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
62	TK 2-10	TK 2-11	2015	54,3	200	6,506	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
63	TK 2-11	Запорная арматура	2015	89,0	150	6,390	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
64	Запорная арматура	TK 2-12	2015	1,1	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
65	TK 2-12	Запорная арматура	2015	65,0	150	6,368	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
66	Запорная арматура	TK 2-13	2015	1,3	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
67	TK 2-13	2-31 2-32	2015	1,2	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
68	2-31 2-32	TK 2-14	2015	45,0	125	6,281	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
69	TK 2-14	Уз. Лермонтова 14	2015	68,1	125	6,298	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
70	Уз. Лермонтова 14	TK 2-22	2015	116,7	125	6,334	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
71	TK 2-22	Запорная арматура	2015	27,8	125	6,268	0,126	0,0000	1,0000	0,9878

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
72	Запорная арматура	TK 2-23	2015	1,4	125	6,248	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
73	TK 2-23	TK 2-24	2015	65,8	125	6,296	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
74	TK 2-24	Запорная арматура	2015	55,2	125	6,288	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
75	Запорная арматура	TK 2-25	2015	1,4	125	6,248	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
76	TK 2-25	Запорная арматура	2015	25,0	125	6,266	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
77	Запорная арматура	TK 2-26	2015	1,1	125	6,248	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
78	TK 2-26	TK 2-27	2015	62,1	125	6,293	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
79	TK 2-27	TK 2-28	2015	57,5	100	6,222	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
80	TK 2-28	TK 2-29	2015	44,4	125	6,280	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
81	TK 2-29	Запорная арматура	2015	43,9	125	6,280	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
82	Запорная арматура	TK 2-30	2015	1,5	125	6,249	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
83	TK 2-30	TK 2-31	2015	71,3	125	6,300	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
84	TK 2-31	TK 2-32	2015	41,1	125	6,278	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
85	TK 2-32	TK 2-33	2015	36,5	150	6,342	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
86	TK 2-33	TK 2-34	2015	93,3	150	6,394	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
87	TK 2-34	II-25 II-26	2015	27,1	200	6,470	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
88	II-25 II-26	TK 4-32	2015	1,3	200	6,437	0,126	0,0000	1,0000	0,9878
Итого по участку										0,9878
Резервная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	TK 3-01	2015	457,2	500	9,097	0,126	0,0019	0,9981	0,9981
2	TK 3-01	TK 3-02	2015	114,6	350	7,144	0,126	0,0001	0,9999	0,9980
3	TK 3-02	TK 3-03	2015	100,1	350	7,107	0,126	0,0001	0,9999	0,9979
4	TK 3-03	TK 3-04	2015	103,3	350	7,115	0,126	0,0001	0,9999	0,9978

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
5	TK 3-04	TK 3-05	2015	71,3	350	7,033	0,126	0,0000	1,0000	0,9978
6	TK 3-05	TK 3-06	2015	52,4	350	6,985	0,126	0,0000	1,0000	0,9978
7	TK 3-06	перемычка 3-07 от 3-06	2015	107,8	350	7,126	0,126	0,0001	0,9999	0,9977
8	перемычка 3-07 от 3-06	I-1 I-2	2015	0,8	350	6,853	0,126	0,0000	1,0000	0,9977
9	I-1 I-2	Уз. 3-07-3	2015	0,8	350	6,853	0,126	0,0000	1,0000	0,9977
10	Уз. 3-07-3	TK 3-07	2015	0,2	350	6,852	0,126	0,0000	1,0000	0,9977
11	TK 3-07	Уз. 3-07-2	2015	0,6	500	7,308	0,126	0,0000	1,0000	0,9977
12	Уз. 3-07-2	Уз. 3-07-1	2015	0,8	500	7,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9977
13	Уз. 3-07-1	перемычка 3-07а	2015	62,9	500	7,552	0,126	0,0001	0,9999	0,9976
14	перемычка 3-07а	I-3 I-4	2015	0,6	500	7,308	0,126	0,0000	1,0000	0,9976
15	I-3 I-4	Уз. TK 3-08а	2015	37,1	500	7,451	0,126	0,0000	1,0000	0,9976
16	Уз. TK 3-08а	TK 3-09	2015	134,2	400	7,401	0,126	0,0001	0,9999	0,9975
17	TK 3-09	TK 3-10	2015	64,3	500	7,558	0,126	0,0001	0,9999	0,9974
18	TK 3-10	Уз. Техдом	2015	7,3	500	7,334	0,126	0,0000	1,0000	0,9974
19	Уз. Техдом	Уз. САХ	2015	95,7	500	7,681	0,126	0,0001	0,9999	0,9973
20	Уз. САХ	сужение 3-11	2015	67,1	400	7,200	0,126	0,0001	0,9999	0,9972
21	сужение 3-11	TK 3-11а	2015	44,5	400	7,133	0,126	0,0000	1,0000	0,9972
22	TK 3-11а	перемычка 3-12 от 3-11	2015	79,2	400	7,236	0,126	0,0001	0,9999	0,9971
23	перемычка 3-12 от 3-11	Уз. TK 3-12	2015	2,2	400	7,006	0,126	0,0000	1,0000	0,9971
24	Уз. TK 3-12	TK 3-12	2015	2,0	400	7,005	0,126	0,0000	1,0000	0,9971
25	TK 3-12	I-5 I-6	2015	1,0	400	7,002	0,126	0,0000	1,0000	0,9971
26	I-5 I-6	перемычка 3-12 к 3-13	2015	0,9	400	7,002	0,126	0,0000	1,0000	0,9971
27	перемычка 3-12 к 3-13	TK 3-13	2015	125,3	400	7,374	0,126	0,0001	0,9999	0,9970

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z_p , ч	Интенсивность отказов, λ , 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
28	TK 3-13	TK 3-14	2015	111,2	400	7,332	0,126	0,0001	0,9999	0,9969
29	TK 3-14	TK 3-15	2015	195,9	350	7,351	0,126	0,0002	0,9998	0,9967
30	TK 3-15	Уз. TK 3-15а	2015	0,6	400	7,001	0,126	0,0000	1,0000	0,9967
31	Уз. TK 3-15а	перемычка Узловая от 3-15а	2015	33,4	400	7,099	0,126	0,0000	1,0000	0,9967
32	перемычка Узловая от 3-15а	I-7 I-8	2015	1,7	400	7,004	0,126	0,0000	1,0000	0,9967
33	I-7 I-8	Павильон Узловая	2015	3,5	400	7,010	0,126	0,0000	1,0000	0,9967
34	Павильон Узловая	перемычка Узловая к 3-16	2015	5,0	400	7,014	0,126	0,0000	1,0000	0,9967
35	перемычка Узловая к 3-16	TK 3-16	2015	101,7	400	7,304	0,126	0,0001	0,9999	0,9966
36	TK 3-16	I-39 I-40	2015	1,2	350	6,854	0,126	0,0000	1,0000	0,9966
37	I-39 I-40	TK 3-17	2015	101,5	350	7,110	0,126	0,0001	0,9999	0,9965
38	TK 3-17	TK 3-17а	2015	63,3	350	7,013	0,126	0,0000	1,0000	0,9965
39	TK 3-17а	TK 3-18	2015	53,1	350	6,987	0,126	0,0000	1,0000	0,9965
40	TK 3-18	TK 3-19	2015	126,8	350	7,175	0,126	0,0001	0,9999	0,9964
41	TK 3-19	TK 3-20	2015	93,2	400	7,278	0,126	0,0001	0,9999	0,9963
42	TK 3-20	TK 3-21	2015	15,9	400	7,047	0,126	0,0000	1,0000	0,9963
43	TK 3-21	перемычка 3-21	2015	1,6	400	7,004	0,126	0,0000	1,0000	0,9963
44	перемычка 3-21	I-9 I-10	2015	126,3	400	7,378	0,126	0,0001	0,9999	0,9962
45	I-9 I-10	TK 3-30	2015	1,8	350	6,856	0,126	0,0000	1,0000	0,9962
46	TK 3-30	Уз. TK 3-30-2	2002	1,7	350	6,856	0,05	0,0000	1,0000	0,9962
47	Уз. TK 3-30-2	Уз. TK 3-30-1	2015	1,2	350	6,854	0,126	0,0000	1,0000	0,9962
48	Уз. TK 3-30-1	TK 3-31	2015	47,3	350	6,972	0,126	0,0000	1,0000	0,9962
49	TK 3-31	I-11 I-12	2015	1,4	250	6,571	0,126	0,0000	1,0000	0,9962
50	I-11 I-12	TK 3-32	2015	124,4	250	6,780	0,126	0,0000	1,0000	0,9962
51	TK 3-32	TK 3-33	2015	222,5	250	6,948	0,126	0,0001	0,9999	0,9961

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
52	TK 3-33	TK 3-34	2015	76,8	250	6,699	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
53	TK 3-34	TK 3-35	2015	50,1	250	6,654	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
54	TK 3-35	I-17 I-18	2015	53,2	250	6,659	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
55	I-17 I-18	TK 3-36	2015	1,2	250	6,570	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
56	TK 3-36	TK 3-36A	2008	102,9	300	6,926	0,05	0,0000	1,0000	0,9961
57	TK 3-36A	TK 3-37	2007	68,1	300	6,852	0,05	0,0000	1,0000	0,9961
58	TK 3-37	I-19 I-20	2015	0,9	200	6,436	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
59	I-19 I-20	TK 1-01	2015	41,1	200	6,489	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
60	TK 1-01	TK 1-02	2015	65,6	200	6,520	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
61	TK 1-02	TK 1-03	2015	90,8	200	6,553	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
62	TK 1-03	I-21 I-22	2015	1,0	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
63	I-21 I-22	TK 1-04	2015	33,2	150	6,339	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
64	TK 1-04	TK 1-05	2015	52,5	150	6,356	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
65	TK 1-05	TK 1-06	2015	136,0	150	6,434	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
66	TK 1-06	I-23 I-24	2015	1,3	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
67	I-23 I-24	TK 1-07	2015	81,6	150	6,383	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
68	TK 1-07	I-25 I-26	2015	1,1	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
69	I-25 I-26	TK 1-08	2015	131,8	150	6,430	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
70	TK 1-08	I-27 I-28	2015	1,2	150	6,309	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
71	I-27 I-28	TK 1-09	2015	16,1	150	6,323	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
72	TK 1-09	TK 1-10	2015	59,1	150	6,363	0,126	0,0000	1,0000	0,9961
73	TK 1-10	2-15 2-16	2015	183,4	200	6,674	0,126	0,0001	0,9999	0,9960
74	2-15 2-16	TK 4-20	2015	1,1	200	6,436	0,126	0,0000	1,0000	0,9960
75	TK 4-20	2-19 2-20	2015	0,9	400	7,002	0,126	0,0000	1,0000	0,9960
76	2-19 2-20	TK 4-21A	2015	69,2	400	7,206	0,126	0,0001	0,9999	0,9959
77	TK 4-21A	TK 4-21	2015	58,6	400	7,175	0,126	0,0000	1,0000	0,9959

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z_p , ч	Интенсивность отказов, λ , 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
78	TK 4-21	TK 4-21Б	2015	71,3	400	7,213	0,126	0,0001	0,9999	0,9958
79	TK 4-21Б	TK 4-21В	2015	74,1	400	7,221	0,126	0,0001	0,9999	0,9957
80	TK 4-21В	TK 4-22	2015	56,5	400	7,168	0,126	0,0000	1,0000	0,9957
81	TK 4-22	TK 4-23	2015	56,6	400	7,169	0,126	0,0000	1,0000	0,9957
82	TK 4-23	TK 4-24	2015	76,5	400	7,228	0,126	0,0001	0,9999	0,9956
83	TK 4-24	перемычка 4-25 от 4-24	2015	75,6	400	7,226	0,126	0,0001	0,9999	0,9955
84	перемычка 4-25 от 4-24	TK 4-25	2015	1,6	400	7,004	0,126	0,0000	1,0000	0,9955
85	TK 4-25	2-21 2-22	2015	0,3	400	7,000	0,126	0,0000	1,0000	0,9955
86	2-21 2-22	перемычка 4-25 к 4-26	2015	1,2	400	7,003	0,126	0,0000	1,0000	0,9955
87	перемычка 4-25 к 4-26	TK 4-26	2015	76,6	400	7,229	0,126	0,0001	0,9999	0,9954
88	TK 4-26	TK 4-27	2015	72,6	400	7,217	0,126	0,0001	0,9999	0,9953
89	TK 4-27	TK 4-28	2015	163,6	400	7,489	0,126	0,0002	0,9998	0,9951
90	TK 4-28	TK 4-29	2015	53,5	400	7,159	0,126	0,0000	1,0000	0,9951
91	TK 4-29	TK 4-30	2015	56,8	400	7,169	0,126	0,0000	1,0000	0,9951
92	TK 4-30	TK 4-31	2015	113,9	400	7,340	0,126	0,0001	0,9999	0,9950
93	TK 4-31	TK 4-32	2015	113,1	400	7,338	0,126	0,0001	0,9999	0,9949
Итого по участку										0,9949
Итого по всему расчетному участку										1,0000

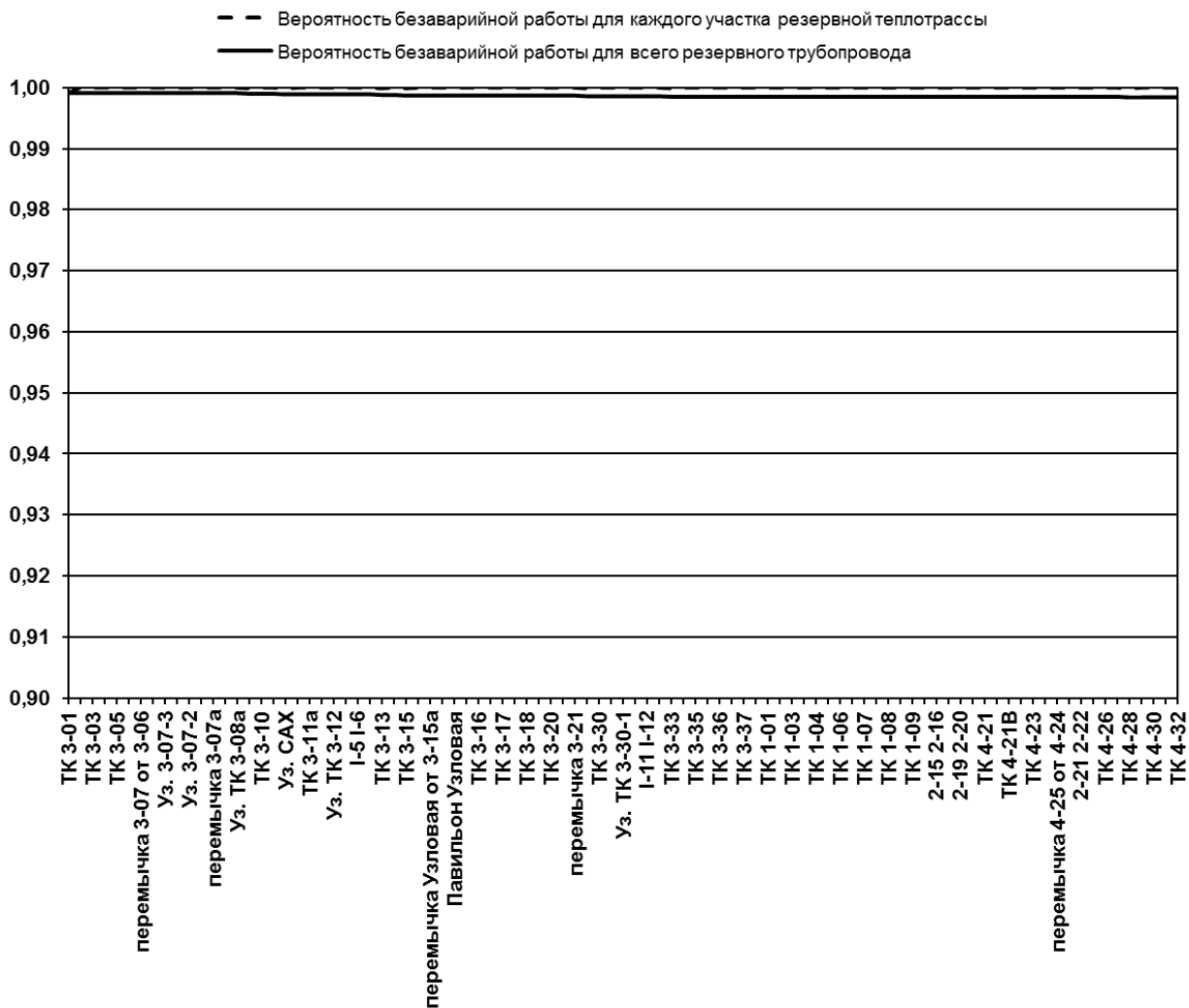


Рис. 2.1.22. Вероятность безаварийной работы резервного участка тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-4-32 в 2033 г.

2.1.6. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до 7НО-57

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до 7НО-57 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.23. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.11. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.24.

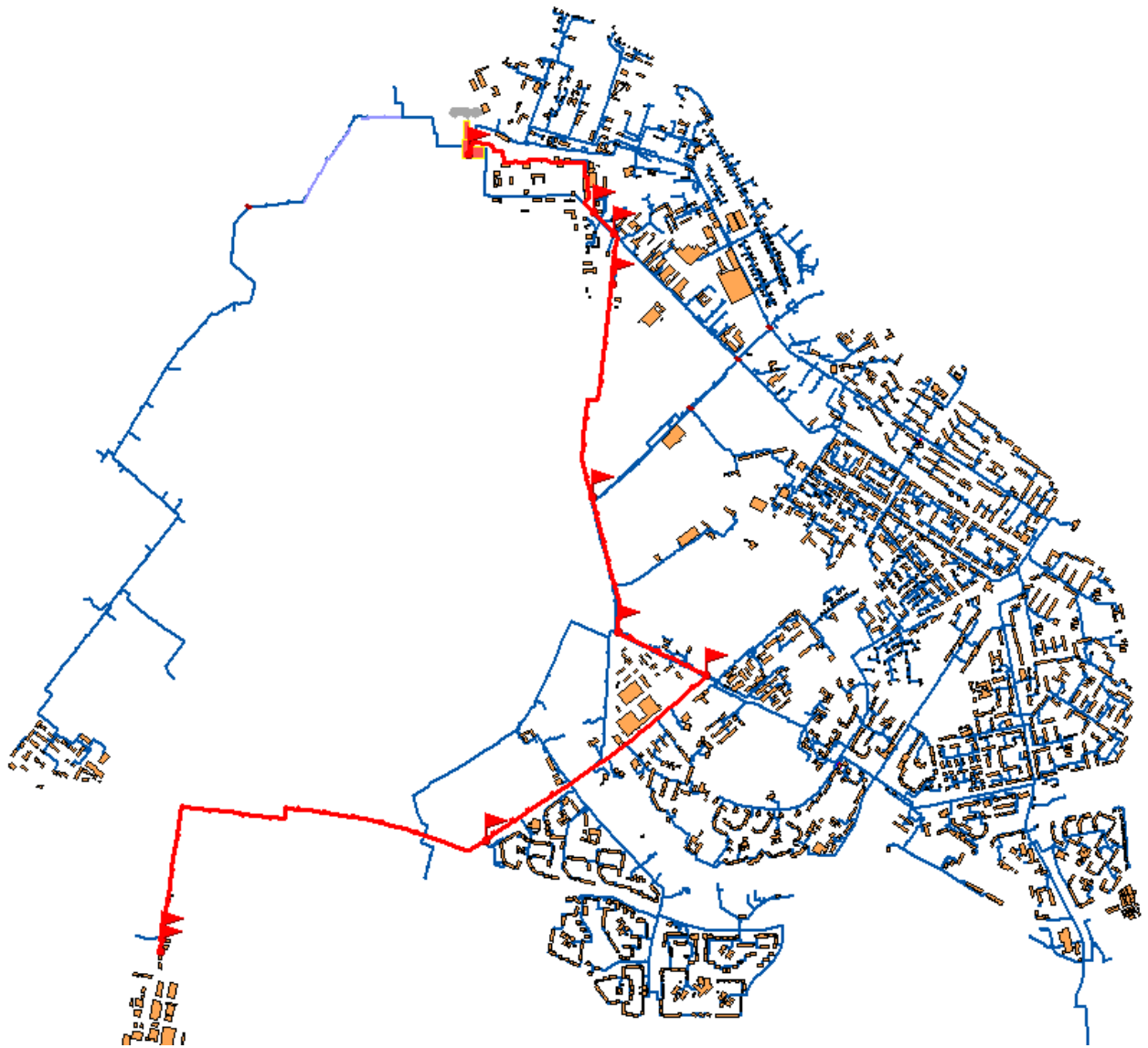


Рис. 2.1.23. Расчетный участок теплосети Кировской ТЭЦ-3 до 7НО-57

Таблица 2.1.11

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	1977	777,0	700	12,513	0,866	0,0679	0,9344	0,9344
2	7ТК-4	7ТК-5	1977	64,9	700	8,336	0,866	0,0012	0,9988	0,9333
3	7ТК-5	7ТК-6	1977	141,9	700	8,788	0,866	0,0034	0,9966	0,9301
4	7ТК-6	7ТК-7	1977	122,1	700	8,672	0,866	0,0028	0,9972	0,9275
5	7ТК-7	7ТК-8	1977	149,2	700	8,831	0,866	0,0037	0,9963	0,9241
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	1977	303,4	700	9,735	0,866	0,0119	0,9882	0,9132
7	Уз. 7НО-10	3-1 3-2	1977	1056,3	700	14,152	0,866	0,1196	0,8873	0,8103
8	3-1 3-2	7 Павильон 1	1977	2,6	700	7,971	0,866	0,0000	1,0000	0,8103
9	7 Павильон 1	7 Павильон 1а	1972	209,6	700	9,185	4,174	0,0306	0,9699	0,7859
10	7 Павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	1972	800,2	700	12,649	4,174	0,3461	0,7074	0,5559
11	Уз. Совхоз Чеп 1	ПАВ ЛЕПСЕ	1977	341,7	700	9,960	0,866	0,0146	0,9855	0,5479
12	ПАВ ЛЕПСЕ	7 павильон 2	1977	217,7	700	9,233	0,866	0,0068	0,9932	0,5441
13	7 павильон 2	3-7 3-8	1977	2,4	700	7,969	0,866	0,0000	1,0000	0,5441
14	3-7 3-8	ТК 7-01	1977	12,8	700	8,031	0,866	0,0002	0,9998	0,5440
15	ТК 7-01	ТК 7-01а	1977	163,7	700	8,916	0,866	0,0042	0,9958	0,5417
16	ТК 7-01а	ТК 7-02	1977	85,3	700	8,456	0,866	0,0017	0,9983	0,5408
17	ТК 7-02	ТК 7-03	1977	101,9	700	8,553	0,866	0,0022	0,9978	0,5396
18	ТК 7-03	ТК 7-04	1977	93,0	600	8,079	0,866	0,0014	0,9986	0,5389
19	ТК 7-04	ТК 7-05	1977	106,4	600	8,144	0,866	0,0017	0,9983	0,5380
20	ТК 7-05	ТК 7-06	1977	118,4	600	8,202	0,866	0,0020	0,9980	0,5369
21	ТК 7-06	ТК 7-06а	1977	96,6	600	8,096	0,866	0,0015	0,9985	0,5361
22	ТК 7-06а	ТК 7-07	1977	138,8	600	8,302	0,866	0,0026	0,9974	0,5347
23	ТК 7-07	ТК 7-08	1978	190,3	600	8,553	0,669	0,0032	0,9968	0,5330

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
24	TK 7-08	TK 7-09	1978	157,9	600	8,395	0,669	0,0024	0,9976	0,5317
25	TK 7-09	7 Павильон 3	1980	256,2	600	8,874	0,419	0,0031	0,9969	0,5300
26	7 Павильон 3	3-19 3-20	1980	2,3	500	7,315	0,419	0,0000	1,0000	0,5300
27	3-19 3-20	TK 7-10	1980	278,6	500	8,397	0,419	0,0026	0,9974	0,5287
28	TK 7-10	7 Павильон 4	1980	846,2	500	10,621	0,419	0,0211	0,9791	0,5176
29	7 Павильон 4	3-19а 3-20а	1980	2,2	500	7,314	0,419	0,0000	1,0000	0,5176
30	3-19а 3-20а	Уз. ИЧП Лес	1980	1160,5	500	11,852	0,419	0,0420	0,9589	0,4963
31	Уз. ИЧП Лес	TK 7-11	1980	246,8	500	8,273	0,419	0,0022	0,9978	0,4953
32	TK 7-11	TK 7-12	1980	5,9	500	7,329	0,419	0,0000	1,0000	0,4953
33	TK 7-12	Запорная арматура	1980	0,7	500	7,309	0,419	0,0000	1,0000	0,4953
34	Запорная арматура	База ОРСа	1980	56,3	500	7,526	0,419	0,0002	0,9998	0,4952
Итого по расчетному участку										0,4952

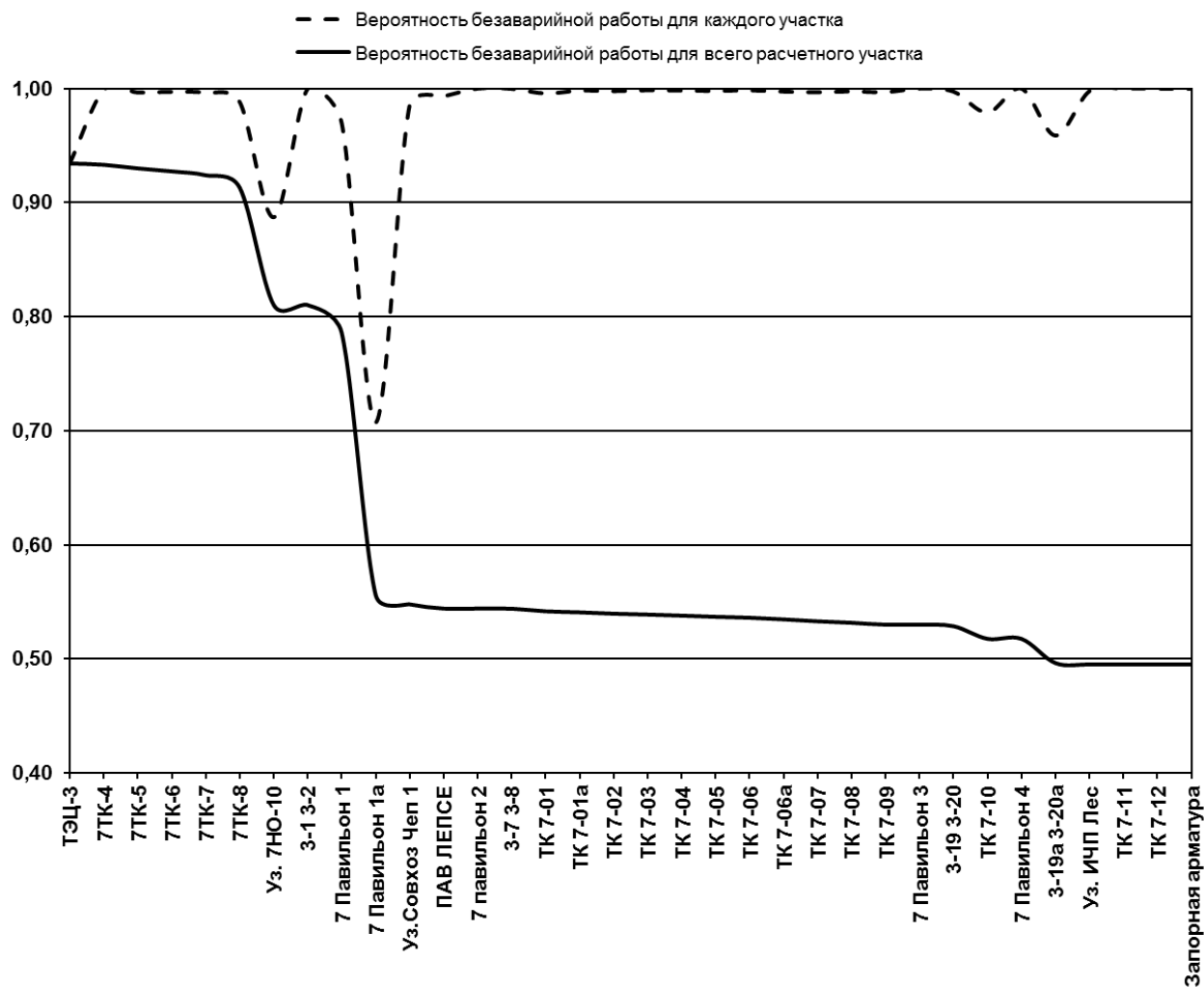


Рис. 2.1.24. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭС-3 до 7НО-57 в 2014 г.

Исходя из представленных данных на рис. 2.1.24 сделан вывод, что тепломагистраль ТЭС – 7НО-57 по состоянию на 2014 г. обладает крайне низкими показателями безаварийной работы. Поэтому, рекомендуется произвести перекладку указанных трубопроводов в ближайшей перспективе. Информация по показателям безаварийной работы с учетом перекладок приведена в табл. 2.1.12 и на рис. 2.1.25.

Таблица 2.1.12

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	2015	777,0	700	12,513	0,057	0,0045	0,9955	0,9955
2	7ТК-4	7ТК-5	2015	64,9	700	8,336	0,057	0,0001	0,9999	0,9954
3	7ТК-5	7ТК-6	2015	141,9	700	8,788	0,057	0,0002	0,9998	0,9952
4	7ТК-6	7ТК-7	2015	122,1	700	8,672	0,057	0,0002	0,9998	0,9950
5	7ТК-7	7ТК-8	2015	149,2	700	8,831	0,057	0,0002	0,9998	0,9948
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	2015	303,4	700	9,735	0,057	0,0008	0,9992	0,9940
7	Уз. 7НО-10	3-1 3-2	2015	1056,3	700	14,152	0,057	0,0079	0,9921	0,9862
8	3-1 3-2	7 Павильон 1	2015	2,6	700	7,971	0,057	0,0000	1,0000	0,9862
9	7 Павильон 1	7 Павильон 1а	2015	209,6	700	9,185	0,057	0,0004	0,9996	0,9858
10	7 Павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	2015	800,2	700	12,649	0,057	0,0047	0,9953	0,9811
11	Уз. Совхоз Чеп 1	ПАВ ЛЕПСЕ	2015	341,7	700	9,960	0,057	0,0010	0,9990	0,9801
12	ПАВ ЛЕПСЕ	7 павильон 2	2015	217,7	700	9,233	0,057	0,0004	0,9996	0,9798
13	7 павильон 2	3-7 3-8	2015	2,4	700	7,969	0,057	0,0000	1,0000	0,9798
14	3-7 3-8	ТК 7-01	2015	12,8	700	8,031	0,057	0,0000	1,0000	0,9798
15	ТК 7-01	ТК 7-01а	2015	163,7	700	8,916	0,057	0,0003	0,9997	0,9795
16	ТК 7-01а	ТК 7-02	2015	85,3	700	8,456	0,057	0,0001	0,9999	0,9794
17	ТК 7-02	ТК 7-03	2015	101,9	700	8,553	0,057	0,0001	0,9999	0,9793
18	ТК 7-03	ТК 7-04	2015	93,0	600	8,079	0,057	0,0001	0,9999	0,9792
19	ТК 7-04	ТК 7-05	2015	106,4	600	8,144	0,057	0,0001	0,9999	0,9791
20	ТК 7-05	ТК 7-06	2015	118,4	600	8,202	0,057	0,0001	0,9999	0,9790
21	ТК 7-06	ТК 7-06а	2015	96,6	600	8,096	0,057	0,0001	0,9999	0,9789
22	ТК 7-06а	ТК 7-07	2015	138,8	600	8,302	0,057	0,0002	0,9998	0,9787
23	ТК 7-07	ТК 7-08	2015	190,3	600	8,553	0,057	0,0003	0,9997	0,9784
24	ТК 7-08	ТК 7-09	2015	157,9	600	8,395	0,057	0,0002	0,9998	0,9782

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
25	ТК 7-09	7 Павильон 3	2015	256,2	600	8,874	0,057	0,0004	0,9996	0,9778
26	7 Павильон 3	3-19 3-20	2015	2,3	500	7,315	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
27	3-19 3-20	ТК 7-10	2015	278,6	500	8,397	0,057	0,0004	0,9996	0,9774
28	ТК 7-10	7 Павильон 4	2015	846,2	500	10,621	0,057	0,0029	0,9971	0,9746
29	7 Павильон 4	3-19а 3-20а	2015	2,2	500	7,314	0,057	0,0000	1,0000	0,9746
30	3-19а 3-20а	Уз. ИЧП Лес	2015	1160,5	500	11,852	0,057	0,0057	0,9943	0,9690
31	Уз. ИЧП Лес	ТК 7-11	2015	246,8	500	8,273	0,057	0,0003	0,9997	0,9687
32	ТК 7-11	ТК 7-12	2015	5,9	500	7,329	0,057	0,0000	1,0000	0,9687
33	ТК 7-12	Запорная арматура	2015	0,7	500	7,309	0,057	0,0000	1,0000	0,9687
34	Запорная арматура	База ОРСа	2015	56,3	500	7,526	0,057	0,0000	1,0000	0,9687
Итого по расчетному участку										0,9687

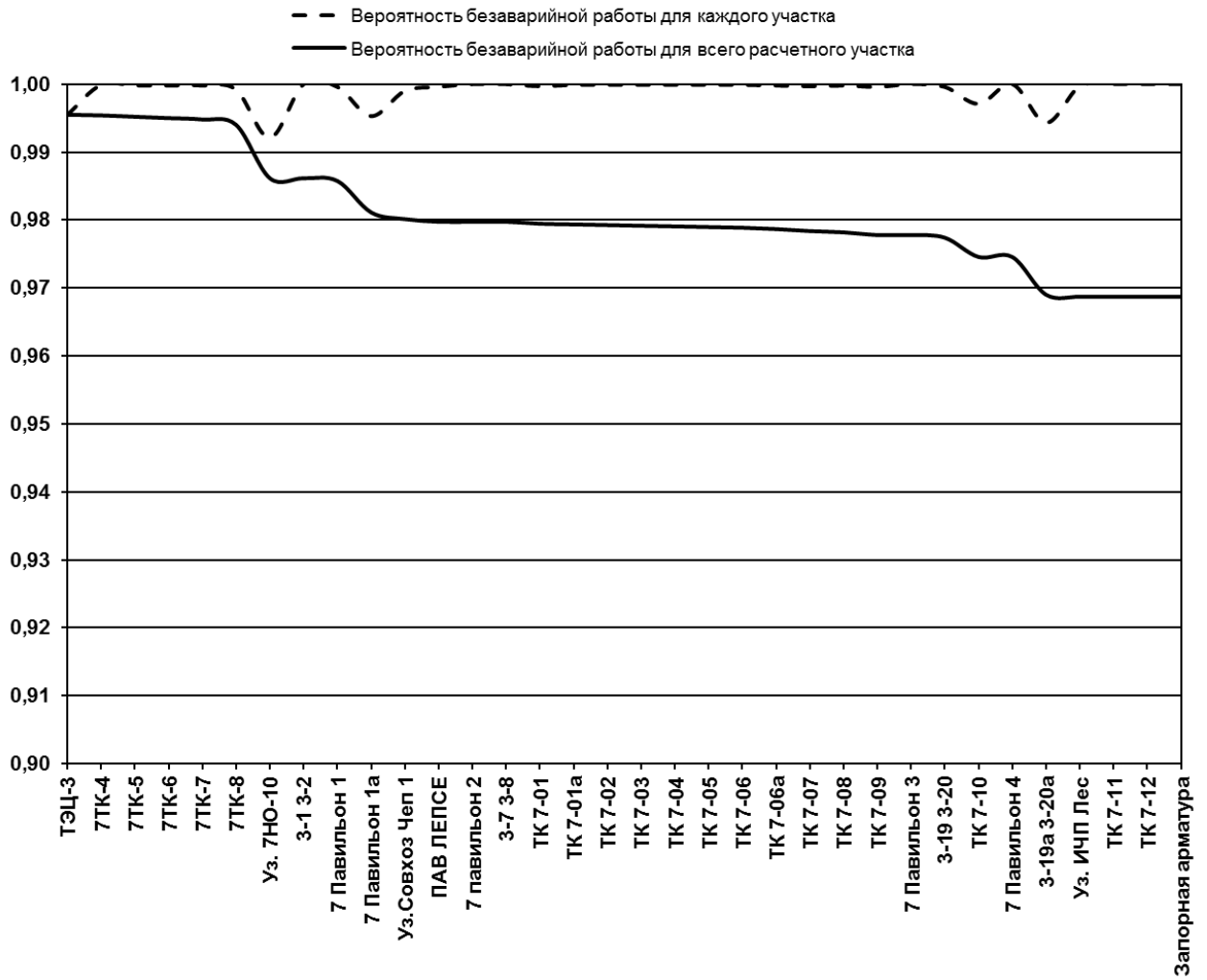


Рис. 2.1.25. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до 7НО-57 в 2033 г.

2.1.7. Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22

Расчетный участок от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22 тепловой сети г. Кирово-Чепецк представлен на рис. 2.1.26. Результаты расчета вероятности безотказной работы указанной тепловой магистрали за базовый (2014) год приведены в табл. 2.1.13. Изменение показателей безаварийности работы каждого участка и безотказности работы всей тепловой магистрали вдоль расчетного пути представлено на рис. 2.1.27.



Рис. 2.1.26. Расчетный участок теплосети Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22

Таблица 2.1.13

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год·км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, PR
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	1977	777,0	700	12,513	0,866	0,0679	0,9344	0,9344
2	7ТК-4	7ТК-5	1977	64,9	700	8,336	0,866	0,0012	0,9988	0,9333
3	7ТК-5	7ТК-6	1977	141,9	700	8,788	0,866	0,0034	0,9966	0,9301
4	7ТК-6	7ТК-7	1977	122,1	700	8,672	0,866	0,0028	0,9972	0,9275
5	7ТК-7	7ТК-8	1977	149,2	700	8,831	0,866	0,0037	0,9963	0,9241
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	1977	303,4	700	9,735	0,866	0,0119	0,9882	0,9132
7	Уз. 7НО-10	3-1 3-2	1977	1056,3	700	14,152	0,866	0,1196	0,8873	0,8103
8	3-1 3-2	7 Павильон 1	1977	2,6	700	7,971	0,866	0,0000	1,0000	0,8103
9	7 Павильон 1	7 Павильон 1а	1972	209,6	700	9,185	4,174	0,0306	0,9699	0,7859
10	7 Павильон 1а	Уз.Совхоз Чеп 1	1972	800,2	700	12,649	4,174	0,3461	0,7074	0,5559
11	Уз.Совхоз Чеп 1	ПАВ ЛЕПСЕ	1977	341,7	700	9,960	0,866	0,0146	0,9855	0,5479
12	ПАВ ЛЕПСЕ	7 павильон 2	1981	217,7	700	9,233	0,339	0,0027	0,9973	0,5464
13	7 павильон 2	3-9 3-10	1981	4,0	500	7,321	0,339	0,0000	1,0000	0,5464
14	3-9 3-10	ТК 5-02	1981	92,3	500	7,667	0,339	0,0004	0,9996	0,5462
15	ТК 5-02	ТК 5-02А	1981	195,6	500	8,072	0,339	0,0012	0,9988	0,5455
16	ТК 5-02А	ТК 5-03	1981	372,1	500	8,763	0,339	0,0035	0,9965	0,5436
17	ТК 5-03	перемычка 5-04	1981	222,0	500	8,175	0,339	0,0015	0,9985	0,5428
18	перемычка 5-04	ТК 5-04	1981	1,5	500	7,312	0,339	0,0000	1,0000	0,5428
19	ТК 5-04	III-23 III-24	1981	0,7	500	7,309	0,339	0,0000	1,0000	0,5428
20	III-23 III-24	ТК 5-05	1981	65,7	500	7,563	0,339	0,0002	0,9998	0,5427
21	ТК 5-05	Уз. НПС-2-1	1981	15,5	500	7,367	0,339	0,0000	1,0000	0,5427
22	Уз. НПС-2-1	Уз. НПС-2-2	1981	1,6	500	7,312	0,339	0,0000	1,0000	0,5427
23	Уз. НПС-2-2	46813	1989	1,3	500	7,311	0,099	0,0000	1,0000	0,5427

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
24	46813	Клапан подпора	1989	1,4	500	7,311	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
25	Клапан подпора	Уз. НПС-2-6	1989	1,5	500	7,312	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
26	Уз. НПС-2-6	НПС-2 понижительная группа	1989	5,7	250	6,578	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
27	НПС-2 понижительная группа	11018	1989	8,0	250	6,582	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
28	11018	Уз. НПС-2-3	1989	1,5	500	7,312	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
29	Уз. НПС-2-3	Клапан рассечки	1989	3,1	500	7,318	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
30	Клапан рассечки	Уз. НПС-2-4	1989	1,2	500	7,310	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
31	Уз. НПС-2-4	Уз. НПС-2-5	1989	0,6	500	7,308	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
32	Уз. НПС-2-5	ТК 5-05а	1989	50,8	500	7,505	0,099	0,0000	1,0000	0,5427
33	ТК 5-05а	ТК 5-06	1989	223,6	500	8,182	0,099	0,0004	0,9996	0,5425
34	ТК 5-06	ТК 5-07	1989	198,5	500	8,083	0,099	0,0004	0,9996	0,5422
35	ТК 5-07	ТК 5-08	1989	79,4	500	7,617	0,099	0,0001	0,9999	0,5422
36	ТК 5-08	ТК 5-09	1989	204,1	500	8,105	0,099	0,0004	0,9996	0,5420
37	ТК 5-09	ТК 5-10	1989	150,2	500	7,894	0,099	0,0002	0,9998	0,5419
38	ТК 5-10	ТК 5-11	1989	155,9	500	7,917	0,099	0,0002	0,9998	0,5418
39	ТК 5-11	перемычка в сторону ТК 5-11	1989	155,6	500	7,915	0,099	0,0002	0,9998	0,5416
40	перемычка в сторону ТК 5-11	III-41 III-42	1989	0,8	500	7,309	0,099	0,0000	1,0000	0,5416
41	III-41 III-42	ТК 5-12	1989	0,6	500	7,308	0,099	0,0000	1,0000	0,5416
42	ТК 5-12	ТК 5-13	1989	94,2	400	7,281	0,099	0,0001	0,9999	0,5416
43	ТК 5-13	ТК 5-14	1989	92,0	400	7,275	0,099	0,0001	0,9999	0,5415
44	ТК 5-14	ТК 5-15	1989	62,5	400	7,186	0,099	0,0000	1,0000	0,5415
45	ТК 5-15	ТК 5-16	1989	63,0	400	7,188	0,099	0,0000	1,0000	0,5415
46	ТК 5-16	ТК 5-17	1984	203,3	300	7,139	0,195	0,0002	0,9998	0,5414

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
47	TK 5-17	III-43 III-44	1984	1,4	300	6,710	0,195	0,0000	1,0000	0,5414
48	III-43 III-44	TK 5-18	1984	232,6	300	7,201	0,195	0,0003	0,9997	0,5413
49	TK 5-18	TK 5-19	1984	138,7	300	7,002	0,195	0,0001	0,9999	0,5412
50	TK 5-19	TK 5-20A	1984	100,7	300	6,921	0,195	0,0001	0,9999	0,5412
51	TK 5-20A	TK 5-20	1984	6,3	100	6,193	0,195	0,0000	1,0000	0,5412
52	TK 5-20	Запорная арматура	1984	1,3	100	6,190	0,195	0,0000	1,0000	0,5412
53	Запорная арматура	TK-5-22	1984	774,7	125	6,822	0,195	0,0005	0,9995	0,5409
Итого по расчетному участку										0,5409

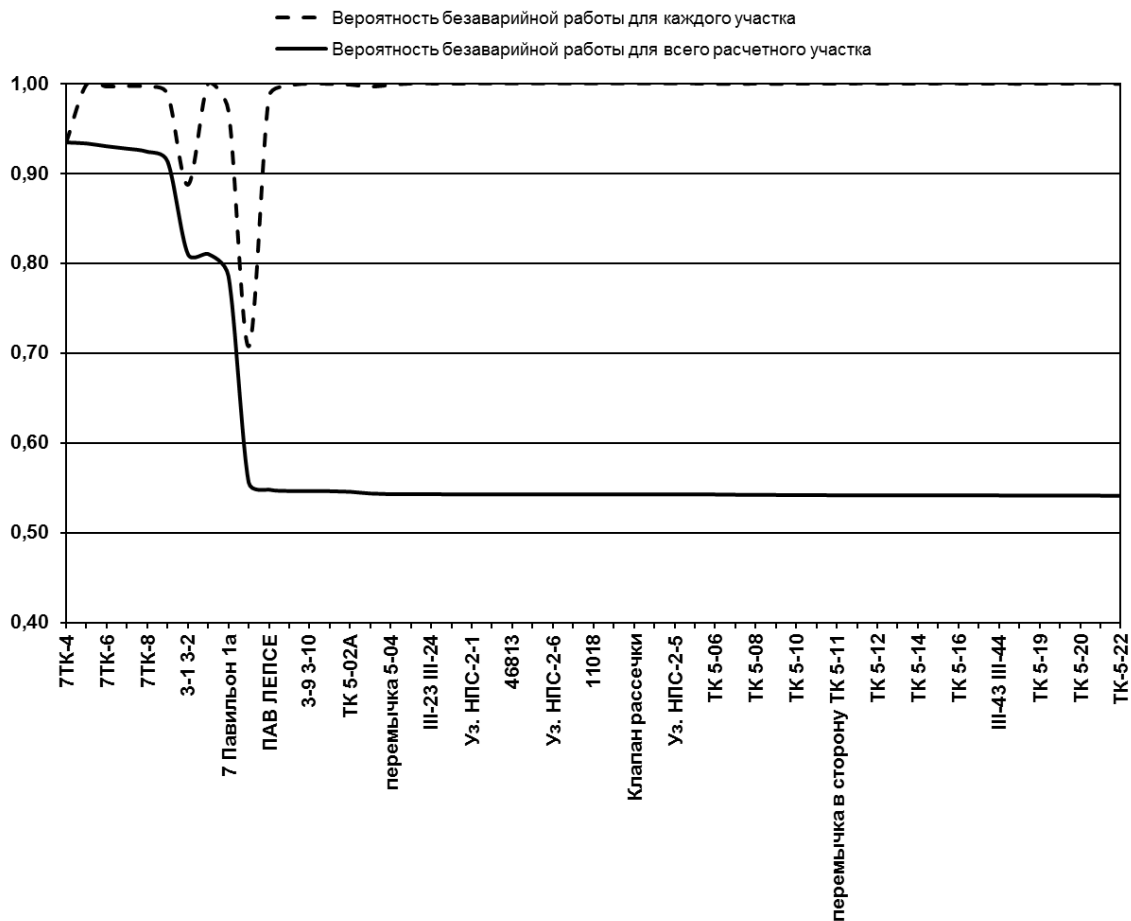


Рис. 2.1.24. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22 в 2014 г.

Исходя из представленных данных на рис. 2.1.24 сделан вывод, что тепломагистраль ТЭЦ – ТК-5-22 по состоянию на 2014 г. обладает крайне низкими показателями безаварийной работы. Поэтому, рекомендуется произвести перекладку указанных трубопроводов в ближайшей перспективе. Информация по показателям безаварийной работы с учетом перекладок приведена в табл. 2.1.14 и на рис. 2.1.25.

Проведенный анализ состояния тепловых сетей расчетного участка выявил следующие проблемные участки.

1. На участке теплосети $d_y = 500$ мм от ТК5-08 до ТК5-12 имеет место повышенное повреждение труб наружной коррозией начавшейся в предшествующие периоды, когда при развитии жилой застройки в этом районе случались частые выходы из строя сетей ливневой канализации. В наихудшем состоянии находятся сети от ТК5-12 до ТК5-10, при гидравлических испытаниях на них дефекты возникают ежегодно. При выходе из строя труб на этом участке остановится НПС-2, без отопления останутся порядка 18 тыс. жителей.

2. На участке ТК5-13 – ТК5-14 в период строительства мкр. 6 имеет место случай проседания лотков и попадания в трассу песка и земли до нижней части трубы в результате чего трубы в нижней части повержены интенсивной коррозии. При выходе из строя труб на этом участке без теплоснабжения останется мкр. 6 с население порядка 10 тыс жителей. Резервом для этого участка могла быть перемычка по ул. Бр. Васнецовых, строительство которой заморожено с 2006 года.

Таблица 2.1.14

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
Основная тепломагистраль										
1	ТЭЦ-3	7ТК-4	2015	777,0	700	12,513	0,057	0,0045	0,9955	0,9955
2	7ТК-4	7ТК-5	2015	64,9	700	8,336	0,057	0,0001	0,9999	0,9954
3	7ТК-5	7ТК-6	2015	141,9	700	8,788	0,057	0,0002	0,9998	0,9952
4	7ТК-6	7ТК-7	2015	122,1	700	8,672	0,057	0,0002	0,9998	0,9950
5	7ТК-7	7ТК-8	2015	149,2	700	8,831	0,057	0,0002	0,9998	0,9948
6	7ТК-8	Уз. 7НО-10	2015	303,4	700	9,735	0,057	0,0008	0,9992	0,9940
7	Уз. 7НО-10	3-1 3-2	2015	1056,3	700	14,152	0,057	0,0079	0,9921	0,9862
8	3-1 3-2	7 Павильон 1	2015	2,6	700	7,971	0,057	0,0000	1,0000	0,9862
9	7 Павильон 1	7 Павильон 1а	2015	209,6	700	9,185	0,057	0,0004	0,9996	0,9858
10	7 Павильон 1а	Уз. Совхоз Чеп 1	2015	800,2	700	12,649	0,057	0,0047	0,9953	0,9811
11	Уз. Совхоз Чеп 1	ПАВ ЛЕПСЕ	2015	341,7	700	9,960	0,057	0,0010	0,9990	0,9801
12	ПАВ ЛЕПСЕ	7 павильон 2	2015	217,7	700	9,233	0,057	0,0004	0,9996	0,9798
13	7 павильон 2	3-9 3-10	2015	4,0	500	7,321	0,057	0,0000	1,0000	0,9798
14	3-9 3-10	ТК 5-02	2015	92,3	500	7,667	0,057	0,0001	0,9999	0,9797
15	ТК 5-02	ТК 5-02А	2015	195,6	500	8,072	0,057	0,0002	0,9998	0,9795
16	ТК 5-02А	ТК 5-03	2015	372,1	500	8,763	0,057	0,0006	0,9994	0,9789
17	ТК 5-03	перемычка 5-04	2015	222,0	500	8,175	0,057	0,0002	0,9998	0,9787
18	перемычка 5-04	ТК 5-04	2015	1,5	500	7,312	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
19	ТК 5-04	III-23 III-24	2015	0,7	500	7,309	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
20	III-23 III-24	ТК 5-05	2015	65,7	500	7,563	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
21	ТК 5-05	Уз. НПС-2-1	2015	15,5	500	7,367	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
22	Уз. НПС-2-1	Уз. НПС-2-2	2015	1,6	500	7,312	0,057	0,0000	1,0000	0,9787

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _р , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
23	Уз. НПС-2-2	46813	2015	1,3	500	7,311	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
24	46813	Клапан подпора	2015	1,4	500	7,311	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
25	Клапан подпора	Уз. НПС-2-6	2015	1,5	500	7,312	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
26	Уз. НПС-2-6	НПС-2 понижительная группа	2015	5,7	250	6,578	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
27	НПС-2 понижительная группа	11018	2015	8,0	250	6,582	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
28	11018	Уз. НПС-2-3	2015	1,5	500	7,312	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
29	Уз. НПС-2-3	Клапан расщетки	2015	3,1	500	7,318	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
30	Клапан расщетки	Уз. НПС-2-4	2015	1,2	500	7,310	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
31	Уз. НПС-2-4	Уз. НПС-2-5	2015	0,6	500	7,308	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
32	Уз. НПС-2-5	ТК 5-05а	2015	50,8	500	7,505	0,057	0,0000	1,0000	0,9787
33	ТК 5-05а	ТК 5-06	2015	223,6	500	8,182	0,057	0,0002	0,9998	0,9785
34	ТК 5-06	ТК 5-07	2015	198,5	500	8,083	0,057	0,0002	0,9998	0,9783
35	ТК 5-07	ТК 5-08	2015	79,4	500	7,617	0,057	0,0000	1,0000	0,9783
36	ТК 5-08	ТК 5-09	2015	204,1	500	8,105	0,057	0,0002	0,9998	0,9781
37	ТК 5-09	ТК 5-10	2015	150,2	500	7,894	0,057	0,0001	0,9999	0,9780
38	ТК 5-10	ТК 5-11	2015	155,9	500	7,917	0,057	0,0001	0,9999	0,9779
39	ТК 5-11	перемычка в сторону ТК 5-11	2015	155,6	500	7,915	0,057	0,0001	0,9999	0,9778
40	перемычка в сторону ТК 5-11	III-41 III-42	2015	0,8	500	7,309	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
41	III-41 III-42	ТК 5-12	2015	0,6	500	7,308	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
42	ТК 5-12	ТК 5-13	2015	94,2	400	7,281	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
43	ТК 5-13	ТК 5-14	2015	92,0	400	7,275	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
44	ТК 5-14	ТК 5-15	2015	62,5	400	7,186	0,057	0,0000	1,0000	0,9778
45	ТК 5-15	ТК 5-16	2015	63,0	400	7,188	0,057	0,0000	1,0000	0,9778

№ п/п	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Год ввода в эксплуатацию	Длина участка, L, м	Диаметр условный, Ду, мм	Время восстановления теплоснабжения потребителей, Z _p , ч	Интенсивность отказов, λ, 1/(год-км)	Относительный поток отказов участка тепловой сети, ω	Вероятность безотказной работы участка тепловой сети, P	Средняя вероятность безотказной работы системы, ПР
46	TK 5-16	TK 5-17	2015	203,3	300	7,139	0,057	0,0001	0,9999	0,9777
47	TK 5-17	III-43 III-44	2015	1,4	300	6,710	0,057	0,0000	1,0000	0,9777
48	III-43 III-44	TK 5-18	2015	232,6	300	7,201	0,057	0,0001	0,9999	0,9776
49	TK 5-18	TK 5-19	2015	138,7	300	7,002	0,057	0,0000	1,0000	0,9776
50	TK 5-19	TK 5-20A	2015	100,7	300	6,921	0,057	0,0000	1,0000	0,9776
51	TK 5-20A	TK 5-20	2015	6,3	100	6,193	0,057	0,0000	1,0000	0,9776
52	TK 5-20	Запорная арматура	2015	1,3	100	6,190	0,057	0,0000	1,0000	0,9776
53	Запорная арматура	TK-5-22	2015	774,7	125	6,822	0,057	0,0002	0,9998	0,9774
Итого по расчетному участку										0,9774

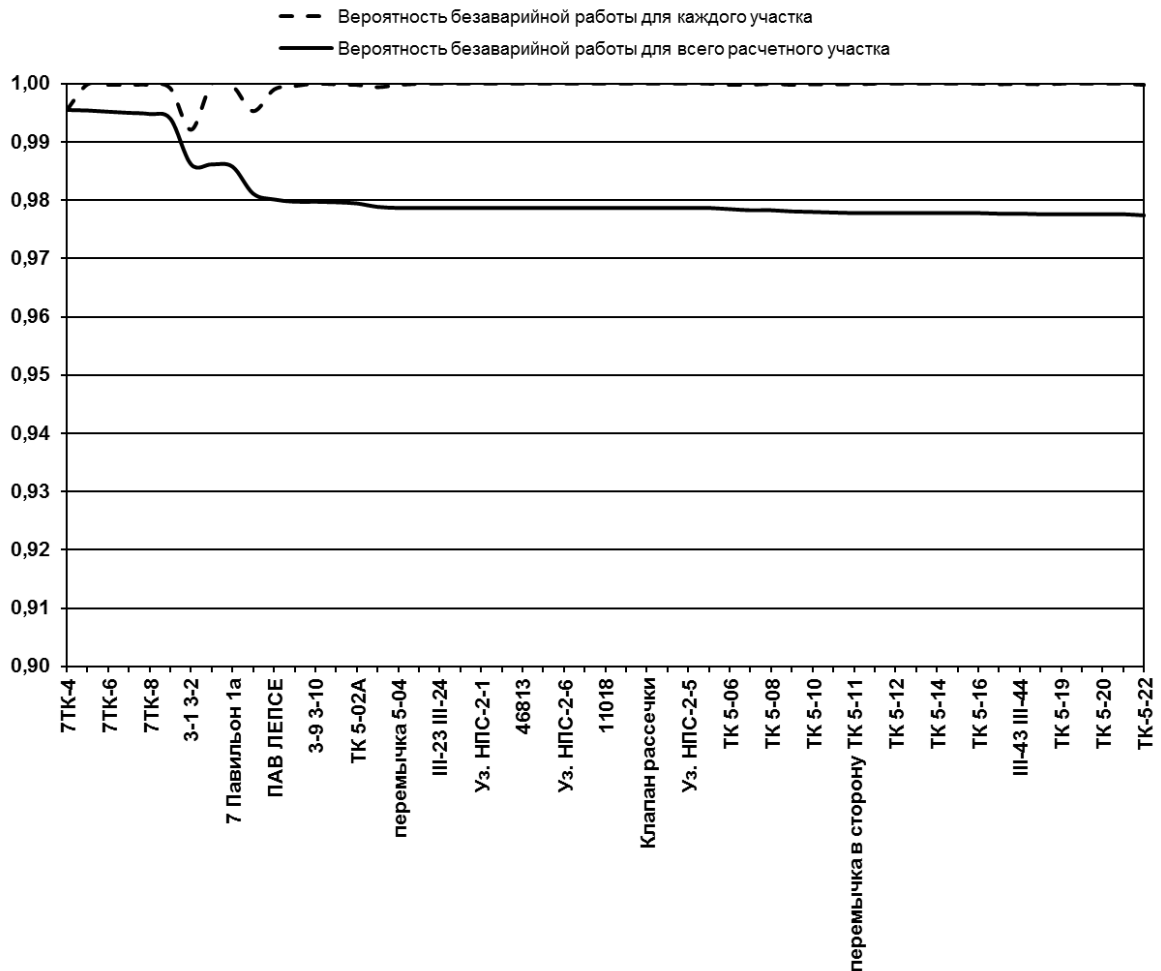


Рис. 2.1.25. Вероятность безаварийной работы тепловой магистрали от Кировской ТЭЦ-3 до ТК-5-22 в 2033 г.

2.2. Выводы по разделу 2

Проведенный анализ состояния тепловых сетей выявил следующие наиболее проблемные участки.

1. Подземный участок тепломагистрали $d_y = 700$ мм на территории предприятия «Север» имеет высокую вероятность выхода из строя, причинами которого могут служить дефекты, возникшие в процессе длительной эксплуатации. Условия эксплуатации на этом участке нарушаются по причине часто забивающегося коллектора, в который выведен дренаж из камеры на этом участке. Устранение дефектов осложняется и по причине близкого приближения сети к зданиям предприятия и стесненных условий для устранения дефекта вблизи них.

2. Участок тепломагистрали $d_y = 700$ мм от ТК7-03 до ТК7-07. Наиболее уязвимыми на этом участке следует считать трубопроводы расположенные в низинных участках по рельефу. Эти участки подвержены постоянным затоплениям в паводковые периоды весной и осенью, там высок уровень грунтовых вод, работа ливневой канализации нестабильна. С затопляемых участков влажный воздух по каналам естественным образом поднимается в верхние точки сети, увлажняя изоляцию, создавая условия наружной коррозии. Сделанные выводы подтверждаются нарастанием количества дефектов

по результатам испытаний по вышеуказанным причинам. При возможном выходе из строя этого участка полностью без теплоснабжения останутся микрорайоны 8,8А,9,9А. теплоснабжение будет отсутствовать у 25 тыс. населения.

3. Участок сети от ТК3-31 до ТК 3-36 эксплуатируется с 1954 года уже около 50 лет без замены. Каналы сети выполнены из керамического (глиняного) кирпича кладкой на цементном растворе. В связи с длительным сроком эксплуатации раствор в швах кладки выкрошился, сквозь образовавшиеся щели в канал попадает вода и песок, дно канала заливается местами канал до верха лотков забит песком. Канал не проветривается, изоляция труб сильно увлажнена, создаются условия интенсивного развития коррозии. При выходе из строя этого участка отключаются 36 многоквартирных домов.

4. На участке сети от ТК3-37 до ТК1-03 25 лет назад выполнена перекладка сети с увеличением диаметра, но в старом канале без расчетов на возможность размещения в нём труб большего диаметра. В результате расстояние от труб до дна и стенок канала не выдержаны относительно требований СНиП, а плиты покрытия канала лежат непосредственно на изоляции труб. Старый канал выполнен из керамического кирпича. Швы выкрошились и пропускают песок и воду. Канал не проветривается, изоляция постоянно намокает, интенсивно развивается коррозия.

5. Участок от ТК1-06 до ТК1-08. Причины износа и состояние аналогичны предыдущему участку (см. п. 4).

6. Участок тепломагистрали БСИ от 11НО27 до 11НО-30 построен в надземном исполнении в 1976 году, а в 1988 году сеть на этом участке бала обложена с боков блоками из железобетона и перекрыта плитами поверх плит выполнена насыпь по которой проложены ж/д пути. Со временем блоки, на которые опирались плиты покрытия трассы, покосились, между плит образовались зазоры, в которые попали грунт и вода, сеть на участке плохо проветривается трубы начали интенсивно ржаветь. Утонение труб превышает 20%. При выходе из строя сети на этом участке останутся без теплоснабжения 32 частных предприятия две колонии и жилой посёлок ПМК (около 1,5 тыс. жителей).

7. Участок теплосети $d_y = 600$ мм от 6НО-25 до 6НО-27 эксплуатируется с 1961 года без капитальных ремонтов. На участке имелись 3 повреждения за последние 10 лет. При диагностике трубопровода в 2012 году установлен допустимый срок эксплуатации для данного участка до августа 2014 года. Состояние труб при шурфовках признано неудовлетворительным. При отключении этого участка нарушается теплоснабжение половины города (40 тыс. жителей).

8. Участок сети Ф600 от 6НО-31 до 6ПАВ-1. Причины износа и состояние аналогичны предыдущему участку (см. п. 7).

9. Участок сети от ТК2-02 до ТК-2-04 эксплуатируется около 40 лет. В микрорайоне где походит сеть отсутствуют внутриквартальные ливневые сети и вода из тепловых камер от ТК4-14 и отпаек по каналу через ТК- 4-19 походит до ТК2-04 из которой имеется выход в ливневую канализацию. Сама ливневая канализация на этом участке периодически засоряется и вода стоит в лотках на участке от ТК2-02 до ТК-2-04. В указанном участке

за последние годы имелось несколько дефектов. При дефекте на этом участке отключится от теплоснабжения 17 домов 2 школы и детский комбинат.

10. Участок теплосети от ТК2-27 до ТК2-32 введён в работу около 40 лет назад. Каналы теплосети выполнены из керамического кирпича для прокладки 4-х труб в канале используются только две трубы. Швы между кирпичами в стенках канала выкрошились, канал частично разрушен, в канал попадает вода и песок трубы заиливаются, развивается интенсивная коррозия. Сеть походит по участку с высоким уровнем грунтовых вод при этом ливневая канализация отсутствует.

11. На участке сети от 7ПАВ-3 до 7НО-41 (особенно в районе перекрёстка ул. Ленина и ул. 60 Лет Октября) имеется противоуклон и малый уклон лотков на расстоянии 150 - 200 м теплосети в результате чего намывается песок, застаивается вода, что приводит к усилению коррозии – на участке за последние 8 лет было 3 дефекта. При дефекте на этом участке без теплоснабжения остаются объекты Б. ОРСа (19 частных предприятий) и пос. Пригородный (1,2 тыс жителей).

В дополнение к выше перечисленным наиболее проблемным участкам имеется вероятность возникновения дефектов на следующих участках.

1. Участок сети по проспекту России от ТК16-1 до ТК16-4 эксплуатируется более 30 лет. В период эксплуатации до 2005 года дренаж на сети практически не работал. На участке прокладки неоднократно менялся уровень планировки, в итоге. на участке от ТК16-2 до ТК16-3 сеть заглублена около 3-х метров и приближается к уровню грунтовых вод. Плиты покрытия не рассчитаны на вес грунта, ломаются. Трубы и изоляция в воде коррозия высокая. Часть труб была заменена ранее эксплуатирующимися трубами с объекта города Кирова, но оставшиеся трубы также находятся в неудовлетворительном состоянии. При дефекте без теплоснабжения останутся 14 многоквартирных жилых дома.

2. Участок теплосети от ТК4-29 до ТК23-5 эксплуатируется более 30 лет. Проходит по зоне застройки не оборудованной ливневой канализацией при высоком уровне грунтовых вод. Каналы сети частично из Ж/Б конструкций, частично из керамического кирпича. Каналы заиливаются по причинам указанным выше интенсивность наружной коррозии высокая. Сеть радиальная надёжность из года в год снижается. При выходе из строя этого участка сети без теплоснабжения останутся 38 многоквартирных жилых дома.

3. Участок сети от ТК9-01 до ТК9-04 эксплуатируется более 50 лет. Каналы из керамического кирпича, от длительной эксплуатации не обеспечивают герметичность стен, заиливаются, разрушаются. Процессы наружной коррозии ускоренные. При выходе из строя этого участка без воды остаются 29 многоквартирных жилых дома и медицинское учреждение МСЧ-52 (11 зданий)

4. Участок сети от ТК9-16 до ТК9-19 эксплуатируется более 50 лет. Каналы из керамического кирпича, от длительной эксплуатации не обеспечивают герметичность стен, заиливаются, разрушаются. Процессы наружной коррозии ускоренные. При выходе из строя этого участка без теплоснабжения остаются 3 жилых дома, одна гостиница, 3 общежития, дворец спорта, дворец культуры.

5. Сети 14-го квартала эксплуатируются более 45 лет. Каналы выполнены из кирпича. Находятся большей частью в неудовлетворительном состоянии. Камеры также выполнены из кирпича. Перекрытия камер опираются на металлические балки, которые износились и подлежат замене. При шурфовках выявляется утонение стенок труб превышающее допустимые пределы по ПТЭ ТЭУ. При дефекте отключаются от 8 до 13 зданий и школа.

6. Сети 1 и 2 кварталов эксплуатируются около 50 лет. Сеть походит по огородам домов в каналах и частично в надземном исполнении. Каналы и трубы в них находятся в неудовлетворительном состоянии. Жилые дома и другие потребители в этих кварталах запитаны от групповых элеваторных узлов, узлы находятся в камерах их состояние неудовлетворительное. На узлах отсутствует регулирование воды для ГВС. При переходе на закрытую схему ГВС для этих кварталов необходимо будет строить ЦТП и от него выполнить разводку труб отопления и ГВС. Наиболее приемлим вариант бесканальной прокладки неметаллическими трубами. От сетей запитаны 17 двух квартирных жилых дома, инфекционное отделение МСЧ-52 и один детский сад.

7. Участок сети от ТК4-28 до ТК2-15 эксплуатируется более 45 лет. Каналы выполнены из кирпича. Находятся большей частью в неудовлетворительном состоянии. Камеры также выполнены из кирпича. Перекрытия камер опираются на металлические балки, которые износились и подлежат замене. При шурфовках выявляется утонение стенок труб превышающее допустимые пределы по ПТЭ ТЭУ. От сети запитаны 14 жилых домов.

8. Участки сети от ТК3-36 до ТК3-36-8, ТК9-01 до ТК9-01-12, от ТК 9-03 до ТК9-03-8 эксплуатируются более 50 лет. Каналы из керамического кирпича, от длительной эксплуатации не обеспечивают герметичность стен, заиливаются, разрушаются. Процессы наружной коррозии ускоренные.

9. Участки сети от ТКА-1 до ТКА-1а, от ТКА-3 до ТКА-3-5, от ТКА4 до ТКА-4-7 эксплуатируются около 50 лет. Каналы из кирпича, камеры из кирпича не отвечают нормативным требованиям по размерам и количеству люков. Участок прохождения сетей признан вне зоны жилой застройки, поэтому целесообразно выполнить замену сетей подземной прокладки на надземную, в связи с большим располагаемым напором можно выбрать малые диаметры. При переходе на закрытую схему ГВС потребуется строительство ЦТП.

3. Анализ аварийных режимов работы системы теплоснабжения г. Кирово-Чепецк

На Кировской ТЭЦ-3 применяются закольцованные системы теплоснабжения на. Между магистральными выводами имеются перемычки. В случае аварии на одном из трубопроводов есть возможность осуществлять теплоснабжение от другой тепломагистрали. Отказ более одного элемента считается недостижимым событием, однако, такая система теплоснабжения будет считаться надежной только в случае возможности осуществления теплоснабжения при выводе из эксплуатации одного из магистральных выводов. Для проверки такой возможности в электронной модели были проведены гидравлические расчеты в смоделированных аварийных ситуациях.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

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

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

Третья категория - остальные потребители.

По СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» при авариях (отказах) на источнике теплоты на его выходных коллекторах в течение всего ремонтно-восстановительного периода должны обеспечиваться:

- подача 100% необходимой теплоты потребителям первой категории (если иные режимы не предусмотрены договором);
- подача теплоты на отопление и вентиляцию жилищно-коммунальным и промышленным потребителям второй и третьей категорий в размере 87% для расчетной температуры -30°C;
- заданный потребителем аварийный режим расхода пара и технологической горячей воды;
- заданный потребителем аварийный тепловой режим работы неотключаемых вентиляционных систем;
- среднесуточный расход теплоты за отопительный период на горячее водоснабжение (при невозможности его отключения).

3.1. Допустимые величины недоотпуска тепловой энергии от Кировской ТЭЦ-3

Согласно СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» [5] при авариях (отказах) на источнике теплоты на его выходных коллекторах в течение всего ремонтно-восстановительного периода допустимое снижение теплоты при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления -30°C составляет 87%.

Распределение тепловой нагрузки потребителей по категориям для каждого источника теплоснабжения в базовом (2013 г.) и в планируемом периоде (2014 – 2033 гг.) представлено в табл. 3.1.1.

Результаты расчетов допустимых величин недоотпуска тепловой энергии для каждого источника тепловой энергии г. Кирово-Чепецк приведены в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.1

Наименование источника	2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 - 2023 гг.		2024 - 2028 гг.		2029 - 2033 гг.	
	Тепловая нагрузка потребителей, Гкал/ч																	
	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.	И к.	Ост.
Кировская ТЭЦ-3	10,32	286,28	10,32	286,95	10,32	287,2	10,32	287,86	10,32	289,07	10,32	289,97	10,32	292,99	10,32	295,78	10,61	298,49

Таблица 3.1.2

Наименование источника	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 - 2023 г.	2024 - 2028 г.	2029 - 2033 гг.
Кировская ТЭЦ-3	2009,68	2014,39	2016,14	2020,77	2029,27	2035,59	2056,79	2076,37	2095,40

3.2. Моделирование аварийных режимов работы системы теплоснабжения г. Кирово-Чепецк

Для анализа аварийных режимов работы тепловой сети Кировской ТЭЦ-3 произведено отключение следующих участков:

- ТК 3-18 – ТК 3-19 (Рис. 3.2.1);
- ТК 7-02 – ТК 7-03 (Рис. 3.2.2).

Расход сетевой воды уменьшен до расчетного значения, который обеспечит 87% нагрузки отопления при температуре -30°C и отключении ГВС у потребителей.

1. Отключенный участок ТК 3-18 – ТК 3-19

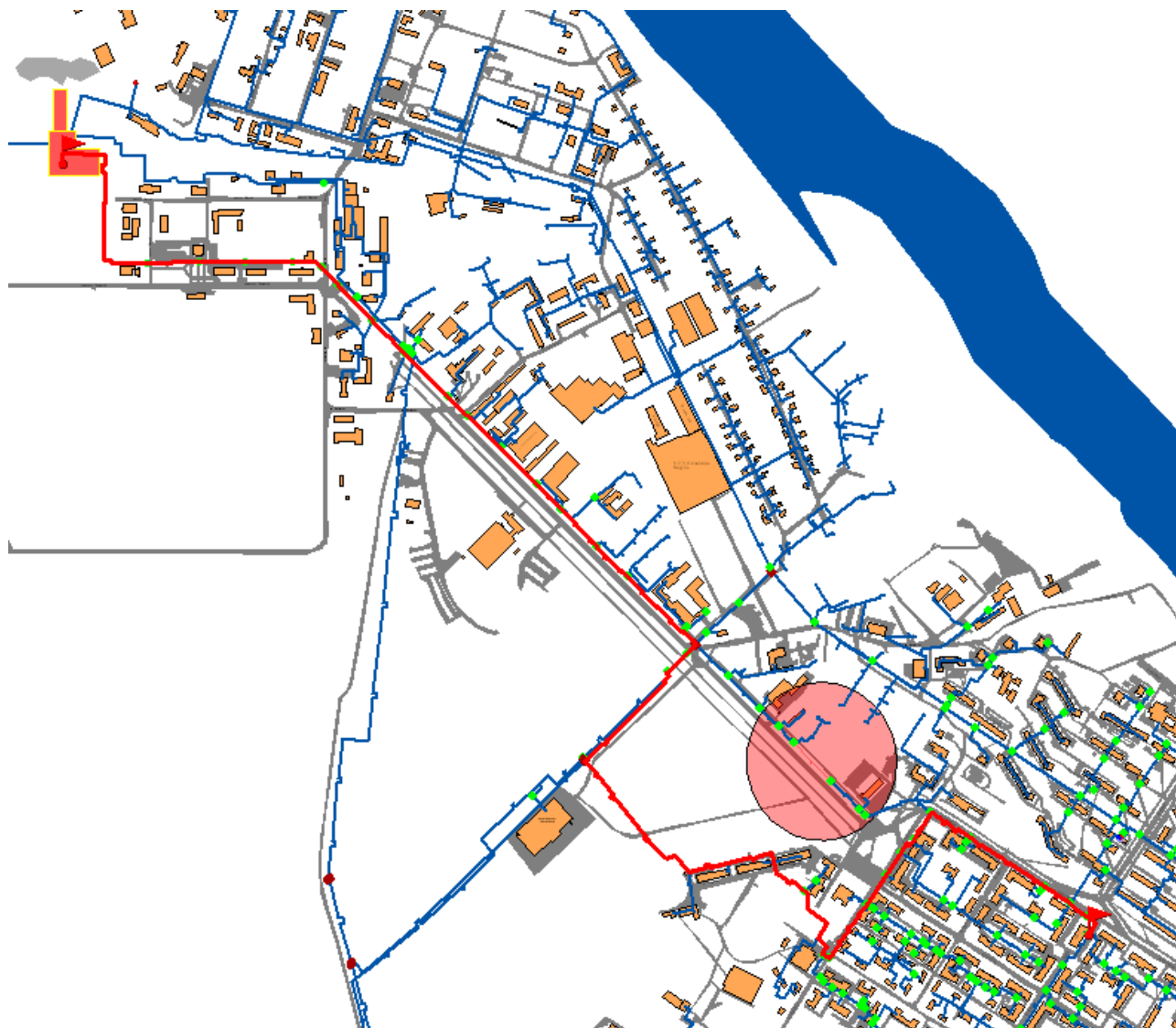


Рис. 3.2.1. Отключенный участок ТК 3-18 – ТК 3-19 тепловой сети Кировской ТЭЦ-3

Результаты гидравлического расчета смоделированной аварийной ситуации представлены в табл. 3.2.1. В смоделированной аварийной ситуации величина расчетного располагаемого напора достаточна для теплоснабжения потребителей.

Таблица 3.2.1

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м
ТЭЦ	122	288.3	168	120.3
ТК 3-01	122	286.338	169.31	117.029
ТК 3-02	122	284.105	170.79	113.315
ТК 3-03	122	282.144	172.09	110.054
ТК 3-04	122	280.125	173.43	106.695
ТК 3-05	123	278.663	174.4	104.263
ТК 3-06	123	277.639	175.08	102.559
перемычка 3-07 от 3-06	133	275.576	176.448	99.128
I-1 I-2	133	275.492	176.505	98.988
Уз. 3-07-3	133	275.435	176.543	98.892
ТК 3-07	133	275.432	176.546	98.886
Уз. 3-07-2	133	275.431	176.546	98.884
Уз. 3-07-1	133	275.429	176.547	98.882
перемычка 3-07а	135	275.241	176.674	98.567
I-3 I-4	135	275.225	176.685	98.54
Уз. ТК 3-08а	135.19	275.149	176.736	98.413
ТК 3-09	138.8	274.804	176.967	97.837
ТК 3-10	136.3	274.062	177.465	96.597
Уз. Техдом	136.3	274.048	177.475	96.573
Уз. САХ	135.4	273.702	177.707	95.996
сужение 3-11	137	273.487	177.857	95.63
ТК 3-11а	138	273.219	178.035	95.184
перемычка 3-12 от 3-11	141.38	272.562	178.472	94.09
Уз. ТК 3-12	139.6	272.549	178.481	94.068
ТК 3-12	141.38	272.539	178.488	94.051
I-5 I-6	141.38	272.507	178.509	93.998
перемычка 3-12 к 3-13	141.38	272.502	178.512	93.99
ТК 3-13	143	271.573	179.122	92.451
ТК 3-14	145.8	270.733	179.671	91.062
ТК 3-15	149.28	268.043	181.423	86.62
Уз. ТК 3-15а	149.28	268.04	181.424	86.615
перемычка Узловая от 3-15а	150	267.881	181.528	86.353
I-7 I-8	150	267.847	181.55	86.298
Павильон Узловая	150	267.831	181.56	86.27

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м
II-3 II-4	150	267.81	181.568	86.241
TK 8-00	150	267.728	181.599	86.129
TK 8-00A	150	267.557	181.664	85.893
Уз. 8-00а	150	267.441	181.708	85.733
Уз. 8-01а	149	266.968	181.902	85.066
Павильон 8-01	149.1	266.954	181.91	85.043
1-45 1-46	149.1	266.936	181.92	85.016
Уз. 8-016	149	266.922	181.928	84.995
TK 9-20	178	265.145	182.892	82.253
TK 9-19	178.6	264.724	183.124	81.6
1-43 1-44	178.6	264.711	183.131	81.58
TK 9-18	178.5	264.291	183.367	80.924
TK 9-17	178.8	263.914	183.573	80.341
Запорная арматура	179.3	263.528	183.782	79.746
Уз. Олимпия 1	179.5	263.526	183.783	79.743
TK 9-16	179.3	263.525	183.784	79.741
TK 9-05	179.6	263.185	183.948	79.237
Запорная арматура	179.7	263.187	183.946	79.241
TK 9-04	179.7	263.189	183.943	79.245
1-37 1-38	180.94	263.327	183.744	79.583
TK 9-03	180.94	263.329	183.741	79.588
TK 9-02	179.9	263.536	183.559	79.977
TK 9-01	178.16	263.72	183.4	80.32
TK 9-00	176.7	263.825	183.314	80.511
I-13 I-14	170.75	264.029	183.147	80.881
TK 3-31	170.75	264.039	183.139	80.901
I-11 I-12	170.75	263.976	183.156	80.821
TK 3-32	169.32	261.467	183.824	77.643
TK 3-33	163.57	257.466	184.843	72.624
TK 3-34	163.7	256.16	185.163	70.997
TK 3-35	163	255.28	185.363	69.917
I-17 I-18	164	254.565	185.523	69.042
TK 3-36	164	254.55	185.527	69.023

2. Отключенный участок ТК 7-02 – ТК 7-03

Результаты гидравлического расчета смоделированной аварийной ситуации представлены в табл. 3.2.2. В смоделированной аварийной ситуации величина расчетного располагаемого напора достаточна для теплоснабжения потребителей.

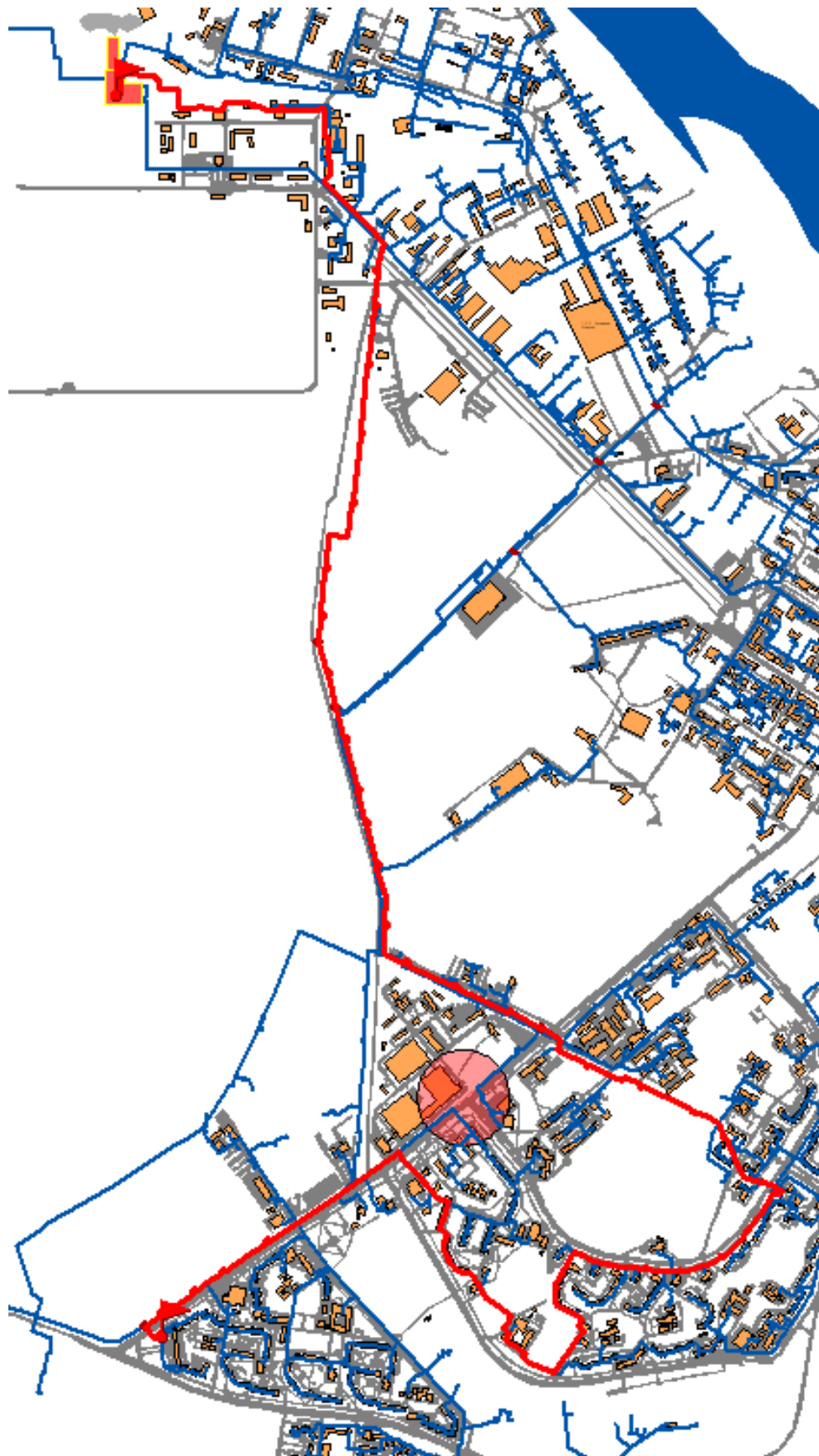


Рис. 3.2.2. Отключенный участок ТК 7-02 – ТК 7-03 тепловой сети Кировской ТЭЦ-3

Таблица 3.2.2

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м
ТЭЦ	122	288.3	168	120.3
7ТК-4	131	282.442	171.789	110.653
7ТК-5	130.01	282.005	172.071	109.934
7ТК-6	129.45	280.956	172.751	108.205
7ТК-7	128.4	280.149	173.272	106.877
7ТК-8	135.15	278.766	174.173	104.593
Уз. 7НО-10	137	276.335	175.753	100.582
3-1 3-2	136.11	268.473	180.853	87.62
7 Павильон 1	136.11	268.457	180.863	87.594
7 Павильон 1а	132.5	266.927	181.858	85.069
Уз. Совхоз Чеп 1	139.4	260.409	185.829	74.58
ПАВ ЛЕПСЕ	145	257.862	187.374	70.488
7 павильон 2	150.27	256.467	188.204	68.263
3-9 3-10	150.27	256.396	188.248	68.148
ТК 5-02	154.92	255.678	188.683	66.995
ТК 5-02А	161.76	253.997	189.684	64.312
ТК 5-03	179.32	250.891	191.529	59.362
перемычка 5-04	167.7	249.157	192.557	56.6
ТК 5-04	167.7	249.108	192.586	56.521
III-23 III-24	167.7	249.064	192.613	56.451
ТК 5-05	159.5	248.405	193.006	55.399
Уз. НПС-2-1	159.48	248.262	193.05	55.212
13210	159.48	248.234	193.06	0
Уз. НПС-2-8	159.48	250.265	193.061	57.205
ТК 15-1	159.48	249.471	193.074	56.398
ТК 15-2	159.34	249.07	193.315	55.755
ТК 15-3	160.45	247.774	194.048	53.726
ТК 15-4	161.57	247.131	194.403	52.728
ТК 15-5	162.25	246.582	194.705	51.877
ТК 15-6	162.24	246.49	194.755	51.735
ТК 15-7	163.49	246.319	194.831	51.488
ТК 15-8	163.76	246.283	194.846	51.437
ТК 15-9	164.07	246.105	194.895	51.211
ТК 15-10	164.47	246.028	194.911	51.117
Запорная арматура	164.47	246.025	194.911	51.114
ТК 15-10-1	160.5	245.955	194.919	51.036
Запорная арматура	160.5	245.947	194.919	51.028
Уз. Сосновая 12-1	160.3	245.937	194.92	51.017
Уз. Сосновая 12-2	160.3	245.9	194.92	50.98
ТК 15-10-2	160.3	245.885	194.916	50.969

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м
Уз. Сосновая 12-3	160.3	245.874	194.914	50.96
Уз. Сосновая 12-4	160.3	245.872	194.897	50.975
Уз. Сосновая 12-5	160.3	245.88	194.701	51.178
Уз. Сосновая 12-6	158	245.948	194.383	51.565
Запорная арматура	158	245.964	194.341	51.623
ТК 19-7-2	157.3	246.587	192.722	53.865
Запорная арматура	157.3	246.635	192.64	53.996
ТК 19-7-1	157	247.633	190.959	56.674
Запорная арматура	157	247.648	190.937	56.711
Запорная арматура	153.97	248.581	189.665	58.915
ТК 19-7	153.97	248.599	189.64	58.958
ТК 19-6	153.4	249.441	189.577	59.864
Запорная арматура	155.5	250.02	189.534	60.486
Уз. Некрасова 21-1	155.5	250.065	189.53	60.535
ТК 19-5	155.53	251.018	189.449	61.57
Запорная арматура	155.25	253.209	189.232	63.977
ТК 19-4	155.25	253.244	189.229	64.015
Уз. Некрасова 11-4	156.1	253.503	189.195	64.309
Уз. Некрасова 11-3	156	253.751	189.159	64.592
Уз. Некрасова 11-2	155.7	253.984	189.123	64.861
Уз. Некрасова 11-1	155.65	254.275	189.074	65.201
ТК 19-3	155.65	254.478	189.038	65.44
Уз. Некрасова 9-3	155.65	254.505	189.034	65.471
Запорная арматура	155.65	254.525	189.03	65.495
Уз. Некрасова 9-2	153.62	255.073	188.926	66.147
Уз. Некрасова 9-1	153.62	255.081	188.924	66.157
ТК 19-2	150	255.142	188.906	66.236
ТК 19-1	149.5	255.25	188.872	66.378
Запорная арматура	149.21	255.422	188.816	66.607
ТК 7-05	149.21	255.429	188.814	66.615
ТК 7-06	146.64	255.109	189.012	66.097
ТК 7-06а	149	254.836	189.181	65.655
ТК 7-07	150.5	254.481	189.401	65.081
ТК 7-08	150.5	254.469	189.409	65.06
ТК 7-09	150	254.458	189.416	65.042
7 Павильон 3	152.5	254.451	189.42	65.031
Запорная арматура	152.5	254.42	189.44	64.979
перемычка 7Пав3	152.5	254.406	189.449	64.956
ТК 7П-3-1	152.3	253.814	189.83	63.983
Запорная арматура	152.3	253.798	189.841	63.957
ТК 7П-3-2	152.3	253.683	189.914	63.769

3.3. Выводы по разделу

Трубопроводы резервных участков тепловых сетей Кировской ТЭЦ-3 имеют значительный запас по пропускной способности, позволяющий обеспечить тепловой энергией конечных потребителей.

4. Перспективные показатели надежности теплоснабжения

4.1. Обоснование перспективных показателей надежности

Перспективные (плановые) показатели надежности устанавливаются регулирующими органами на каждый расчетный период регулирования в пределах долгосрочного периода регулирования. Плановые значения показателей надежности определяются для каждой регулируемой организации исходя из:

- средних фактических значений показателей надежности за те расчетные периоды регулирования в пределах долгосрочного периода регулирования (расчетные значения – для плановых значений на первый долгосрочный период регулирования), по которым имеются отчетные данные на момент определения плановых значений на следующий долгосрочный период регулирования;

- динамики улучшения значений;

- корректировке в текущем расчетном периоде регулирования плановых значений показателей, установленных на следующий расчетный период регулирования, с учетом фактических значений показателей за предшествующий расчетный период регулирования.

Плановые значения показателей на каждый расчетный период регулирования в пределах долгосрочного периода регулирования для первого долгосрочного периода регулирования, когда множитель $(1-p)$ не применяется, определяются по формуле:

$$\Pi_t^{\text{пл}} = \Pi_d^{\text{пл}} \cdot (1-p)^{t-d}, \quad (4.1)$$

где $\Pi_d^{\text{пл}}$ - устанавливаемое регулирующим органом плановое значение по каждому показателю надежности на расчетный период регулирования в рамках долгосрочного периода регулирования, начинающегося в году d ,

$$\Pi_d^{\text{пл}} = \sum_{j=1}^n \Pi_{t-j-1}^{\text{ф}} \cdot (1-p)^j \frac{1}{n}, \quad (4.2)$$

где $\Pi_t^{\text{пл}}$ - фактические значения показателей надежности, рассчитанные для каждого расчетного периода регулирования кроме последнего в пределах предшествующего долгосрочного периода регулирования (для одного или двух предшествующих расчетных периодов и без применения множителя $(1-p)$ для первого долгосрочного периода регулирования),

n – число расчетных периодов регулирования в пределах предшествующего долгосрочного регулирования, по которым имеются отчетные данные на момент установления плановых значений на долгосрочный период регулирования, начинающийся в году d . В случае отсутствия фактических данных у регулируемой организации для первого расчетного периода регулирования, на который устанавливаются плановые значения в рамках первого долгосрочного периода регулирования, плановое значение соответствующего показателя устанавливается по имеющимся фактическим данным за неполный расчетный период, предшествующий первому расчетному периоду регулирования, с приведением указанных данных до значений за полный период,

p – коэффициент улучшения показателей надежности, определяющий плановую динамику улучшения (не применяется в случае достижения неулучшаемых значений показателей) значений показателей, задается в соответствии с табл. 4.1.1.

Таблица 4.1.1

Группа показателей	Коэффициент улучшения для регулируемых организаций	
	Производители тепловой энергии (без собственных теплосетей)	Теплосетевые организации (возможно с собственными источниками тепла)
Показатели уровня надежности	0,02	0,015
Показатели уровня качества	0,03	0,03

Корректировка плановых значений показателей, установленных на каждый расчетный период регулирования, осуществляется по формуле:

$$\Pi_{t+1}^k = \begin{cases} \Pi_{t+1}^{пл}, & \text{если } \Pi_{t-1}^{\phi} \leq \Pi_{t-1}^k \text{ и нет корректировки НВВ;} \\ \max\{\Pi_{t-1}^{\phi} \cdot (1-p), \Pi_t^k\} \cdot (1-p), & \text{если } \Pi_{t-1}^k < \Pi_{t-1}^{\phi} < \Pi_{t-2}^{пл}; \\ \max\{\Pi_t^k, \Pi_{t-1}^{пл}\}, & \text{если } \max\{\Pi_{t-1}^k, \Pi_{t-2}^{пл}\} < \Pi_{t-1}^{\phi}; \\ \min\{\Pi_{t+1}^{пл}, \Pi_{t-1}^{\phi} \cdot (1-p)^2\} & \text{при достижении плановых значений по всем показателям} \\ & \text{со значительным улучшением в году } (t-1) \text{ и соответствующей} \\ & \text{корректировке НВВ на год } (t+1); \end{cases} \quad (4.3)$$

где НВВ – необходимая валовая выручка,

Π_{t+1}^k - скорректированное плановое значение по каждому показателю надежности на расчетный период регулирования ($t+1$),

Π_{t-1}^{ϕ} - фактические значения показателей надежности, рассчитанные по отчетным данным предыдущего расчетного периода регулирования ($t-1$).

Плановое значение показателя уровня надежности считается достигнутым регулируемой организацией по результатам расчетного периода регулирования, если фактическое значение показателя соответствует скорректированному плановому значению этого показателя с коэффициентом $(1+c)$, где c – величина допустимого отклонения.

Величина допустимого отклонения устанавливается равной:

- 0,5 на 2011 – 2013 г. и 0,25 с 2014 г. – для показателей уровня надежности, учитываемых в 2014 г.;

- 0,4 на 2012 – 2015 г., 0,25 на 2016 – 2022 г. и 0,2 с 2021 г. – для остальных показателей уровня надежности.

4.2. Перспективные показатели надежности, определяемые числом нарушений в подаче тепловой энергии

Значения перспективных (плановых) показателей надежности, определяемых числом нарушений в подаче тепловой энергии ($P_{\text{ч}}$) для Кировской ТЭЦ-3 (без учета корректировки НВВ), приведены в табл. 4.2.1.

Таблица 4.2.1

Предыдущий долгосрочный период	Фактическое значение показателя, $P_{\text{ч}}$	Очередной долгосрочный период				
2010 г.	0.005875					
2011 г.	0.005036					
2012 г.	0.005945					
2013 г.	0.004441					
Среднее значение показателя за предыдущий долгосрочный период, $P_{\text{д}}^{\text{пл}}$	0.005324	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Плановое значение, $P_{\text{т}}^{\text{пл}}$	0.001002	0.000993	0.000984	0.000975	0.000966	
Скорректированное плановое значение, $P_{\text{т}+1}^{\text{к}}$	0.000993	0.000984	0.000975	0.000966	0.000958	
Считается достигнутым, $P_{\text{с}}^{\text{к}} \cdot (1+c)$	0.001241	0.001230	0.001219	0.001208	0.001197	
Считается достигнутым со значительным улучшением, $P_{\text{с}}^{\text{к}} \cdot (1-c)$	0.000745	0.000738	0.000731	0.000725	0.000718	

В табл. 4.2.2 приведены фактические значения количества технологических нарушений в отопительных периодах 2010 – 2013 гг. и результаты расчета перспективных (плановых) значений числа технологических нарушений в очередном (2014 – 2018 гг.) долгосрочном периоде, которые соответствуют перспективным численным значениям показателя $P_{\text{ч}}$ из табл. 4.2.1.

Таблица 4.2.2

Количество технологических нарушений	Предыдущий долгосрочный период				Очередной долгосрочный период				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Фактическое значение количества технологических нарушений в отопительном периоде	156	133	152	111					
Среднее фактическое значение количества технологических нарушений в отопительном периоде	138								
Критически допустимое значение количества технологических нарушений в отопительном периоде					173	169	165	161	158
Плановое (скорректированное) значение количества технологических нарушений в отопительном периоде					138	135	132	129	126
Целевое значение количества технологических нарушений в отопительном периоде					110	108	106	103	101
Фактическое значение количества технологических нарушений в неопотительном периоде	12	11	18	16					
Среднее фактическое значение количества технологических нарушений в неопотительном периоде	14								
Критически допустимое значение количества технологических нарушений в неопотительном периоде					19	18	18	17	17
Плановое (скорректированное) значение количества технологических нарушений в неопотительном периоде					14	13	13	12	12
Целевое значение количества технологических нарушений в неопотительном периоде					8	8	8	7	7

Графические зависимости результатов расчета численных значений перспективных (плановых) значений показателя надежности P_c Кировской ТЭЦ-3 на период 2014 - 2018 гг. и соответствующих им фактических, средних, перспективных критически допустимых и скорректированных плановых значений количества технологических нарушений в отопительных периодах очередного долгосрочного периода представлена на рис. 4.2.1.

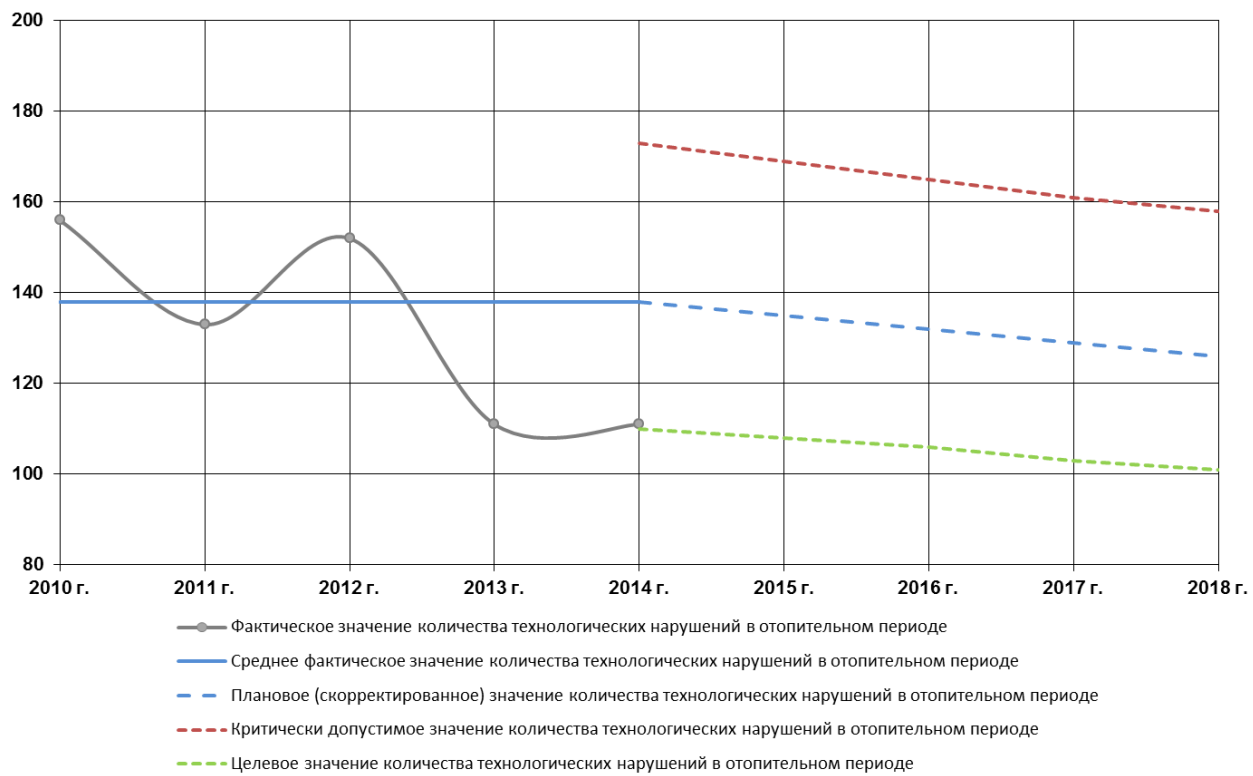


Рис. 4.2.1. Перспективные (плановые) значения показателя надежности R_c для Кировской ТЭЦ-3

4.3. Перспективные показатели надежности, определяемые приведенной продолжительностью прекращений подачи тепловой энергии

Значения перспективных (плановых) показателей надежности, определяемых приведенной продолжительностью прекращений подачи тепловой энергии (P_n) для Кировской ТЭЦ-3 (без учета корректировки НВВ), приведены в табл. 4.3.1.

Таблица 4.3.1

Предыдущий долгосрочный период	Фактическое значение показателя, P_n	Очередной долгосрочный период				
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
2010 г.	0.003008					
2011 г.	0.002868					
2012 г.	0.002658					
2013 г.	0.002588					
Среднее значение показателя за предыдущий долгосрочный период, $P_n^{пл}$	0.002781					
Плановое значение, $P_t^{пл}$		0.002781	0.002728	0.002658	0.002588	0.002518
Скорректированное плановое значение, P_{t+1}^k		0.002728	0.002658	0.002588	0.002518	0.000568
Считается достигнутым, $P_s^k \cdot (1+c)$		0.003410	0.003323	0.003235	0.003148	0.000710
Считается достигнутым со значительным улучшением, $P_s^k \cdot (1-c)$		0.002046	0.001994	0.001941	0.001889	0.000426

В табл. 4.3.2 приведены фактические значения суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительных периодах 2010 – 2013 гг. и результаты расчета перспективных (плановых) значений суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительных периодах 2014 – 2018 гг., которые соответствуют перспективным численным значениям показателя P_{ch} из табл. 4.3.1.

Таблица 4.3.2

Суммарная продолжительность прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде	Предыдущий долгосрочный период				Очередной долгосрочный период				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Фактическое значение суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде, ч	129	123	114	111					
Среднее фактическое значение суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде, ч	119								
Критически допустимое значение суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде, ч					162	156	152	148	144
Плановое (скорректированное) значение суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде, ч					119	115	112	109	106
Целевое значение суммарной продолжительности прекращения подачи тепловой энергии в отопительном периоде, ч					79	76	74	72	70

Графические зависимости результатов расчета численных значений перспективных (плановых) значений показателя надежности P_n Кировской ТЭЦ-3 на период 2014 - 2018 гг. и соответствующих им фактических, средних, перспективных критически допустимых и скорректированных плановых значений суммарной продолжительности прекращений подачи тепловой энергии в отопительных периодах очередного долгосрочного периода представлена на рис. 4.3.1.

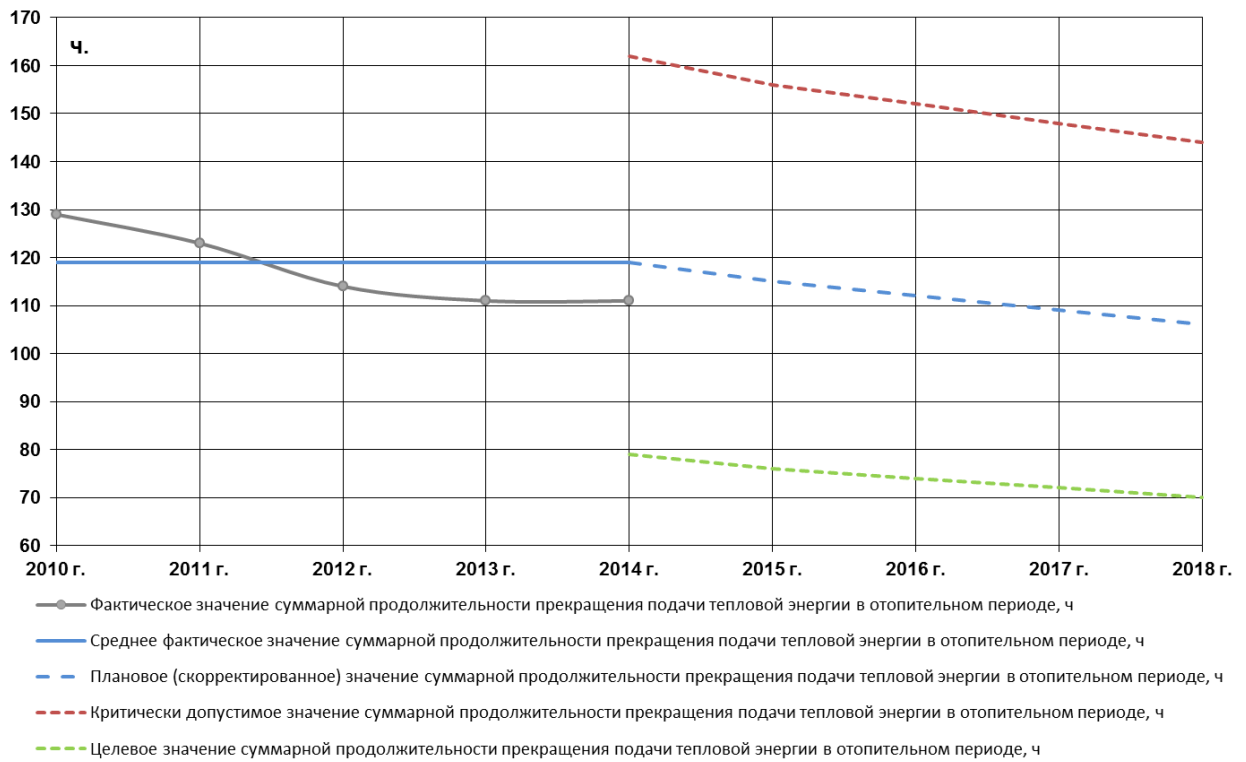


Рис. 4.3.1. Перспективные (плановые) значения показателя надежности P_n для Кировской ТЭЦ-3

4.4. Перспективные показатели надежности, определяемые приведенным объемом недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии

Значения перспективных (плановых) показателей надежности, определяемых приведенным объемом недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии (P_o) для МУП «ОПТС» (без учета корректировки НВВ), приведены в табл. 4.4.1.

Таблица 4.4.1

Предыдущий долгосрочный период	Фактическое значение показателя, P_n	Очередной долгосрочный период				
2010 г.	0.000094					
2011 г.	0.000084					
2012 г.	0.000077					
2013 г.	0.000070					
Среднее значение показателя за предыдущий долгосрочный период, $P_d^{пл}$	0.000081	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Плановое значение, $P_t^{пл}$		0.000081	0.000078	0.000076	0.000073	0.000071
Скорректированное плановое значение, P_{t+1}^k		0.000078	0.000076	0.000073	0.000071	0.000017
Считается достигнутым, $P_s^k \cdot (1+c)$		0.000098	0.000095	0.000091	0.000089	0.000021
Считается достигнутым со значительным улучшением, $P_s^k \cdot (1-c)$		0.000059	0.000057	0.000055	0.000053	0.000013

В табл. 4.4.2 приведены фактические значения объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительных периодах 2010 – 2013 гг. и результаты расчета перспективных (плановых) значений объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительных периодах 2014 – 2018 гг., которые соответствуют перспективным численным значениям показателя P_o из табл. 4.4.1.

Таблица 4.4.2

Приведенный объем недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии за отопительный период	Предыдущий долгосрочный период				Очередной долгосрочный период				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Фактическое значение приведенного объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде, тыс. Гкал	2.70	2.40	2.20	2.00					
Среднее фактическое приведенного объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде, тыс. Гкал	2,33								
Критически допустимое значение приведенного объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде, тыс. Гкал					3.13	3.04	2.95	2.86	2.77
Плановое (скорректированное) значение приведенного объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде, тыс. Гкал					2.30	2.23	2.17	2.10	2.04
Целевое значение приведенного объема недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде, тыс. Гкал					1.52	1.47	1.43	1.39	1.34

Графические зависимости результатов расчета численных значений перспективных (плановых) значений показателя надежности P_0 МУП «ОПТС» на период 2014 - 2018 гг. и соответствующих им фактических, средних, перспективных критически допустимых и скорректированных плановых значений объемов недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительных периодах очередного долгосрочного периода представлена на рис. 4.4.1.

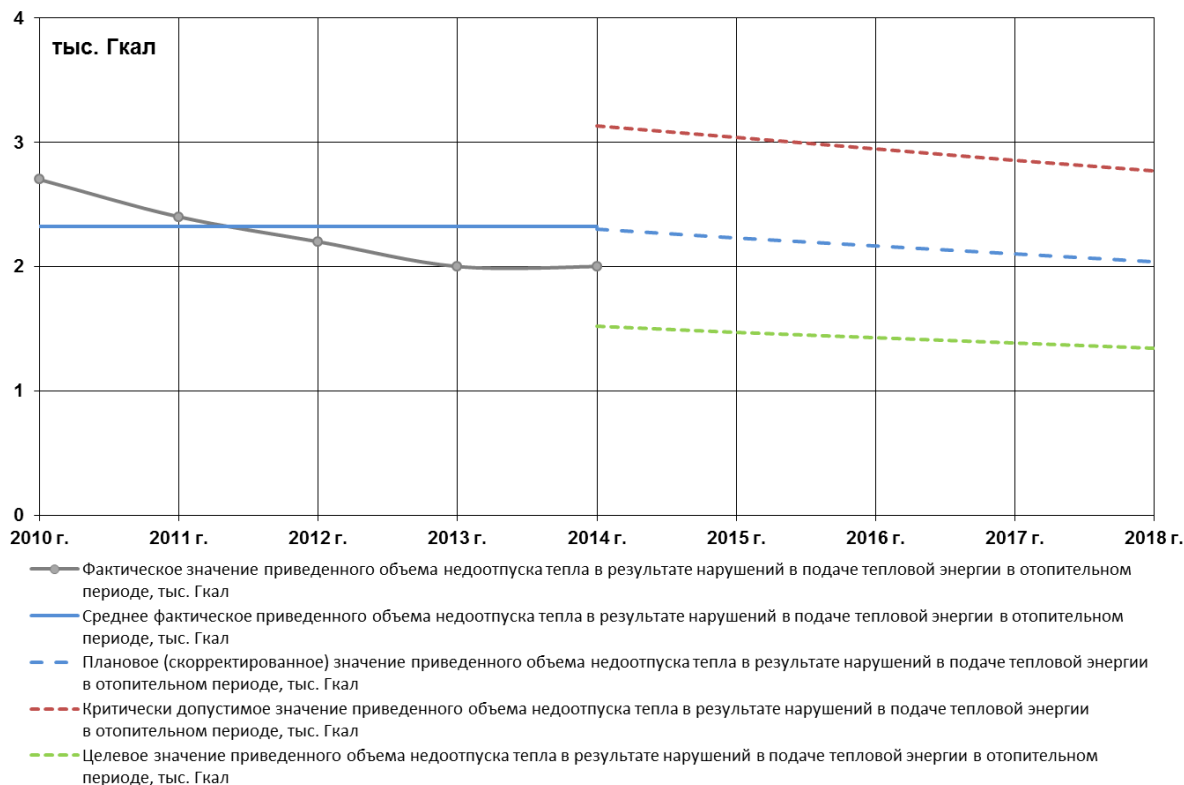


Рис. 4.4.1. Перспективные (плановые) значения показателя надежности P_0 для Кировской ТЭЦ-3

4.5. Перспективные показатели надежности, определяемые средневзвешенной величиной отклонений температуры теплоносителя в результате нарушений в подаче тепловой энергии

В соответствии с п. 4.1 «Методических указаний» перспективные показатели, определяемые средневзвешенной величиной отклонений температуры теплоносителя в результате нарушений в подаче тепловой энергии, вычисляются по фактическим значениям этих показателей в предыдущих расчетных периодах, но не ранее 2014 г. [6].

4.6. Выводы по разделу 4

Оценка надежности теплоснабжения потребителей г. Кирово-Чепецк, выполненная в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 22 февраля 2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» [3], а также Приказом Министра регионального развития РФ «Об утверждении методических указаний по расчету уровня надежности и качества поставляемых товаров, оказываемых услуг для организаций, осуществляющих деятельность по производству и (или) передаче тепловой энергии», позволяет сделать следующие выводы.

Исходя из основных положений «Методических указаний» [6], предлагаемые для оценки надежности теплоснабжения потребителей г. Кирово-Чепецк все расчетные зависимости по определению значений показателей уровня надежности поставок тепловой энергии прямопропорционально связаны с количеством технологических нарушений, происходящих на оборудовании производителей и поставщиков тепловой энергии в течении расчетного периода регулирования. Каждое анализируемое технологическое нарушение влечет за собой отключение потребителей на определенный промежуток времени с соответствующей недопоставкой определенного объема тепловой энергии. При этом суммарная продолжительность прекращения подачи тепловой энергии и объем недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии в отопительном периоде как факторы расчетных зависимостей технологически и функционально связаны между собой и с количеством технологических нарушений. Поэтому предотвращение технологических нарушений уменьшит значения всех рассчитываемых показателей и позволит повысить уровень надежности поставок тепловой энергии до плановых значений.

В системе теплоснабжения г. Кирово-Чепецк более 90% технологических нарушений возникает в тепловых сетях, то очевидным выводом является необходимость концентрации усилий теплоснабжающих организаций на обеспечении:

- замены теплопроводов, срок эксплуатации которых превышает 25 лет, при этом темп перекладки должен соответствовать темпу их старения;
- эксплуатации с ведением современных методов контроля и диагностики технического состояния, проведения технического обслуживания, ремонтов и испытаний;
- внедрения современных методов технологий замены трубопроводов, повышения квалификации персонала аварийно-восстановительной службы;
- использования аварийного и резервного оборудования, в том числе на источниках теплоты, тепловых сетях и у потребителей.

Более подробно общие положения по обеспечению надежности систем теплоснабжения изложены в Разделе 5 настоящей Книги.

5. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

Надежность систем теплоснабжения определяется:

- качеством элементов теплоснабжения;
- структурным, временным, нагрузочным и функциональным резервированием в системе теплоснабжения;
- уровнем автоматизации управления технологическими процессами производства, транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии;
- качеством выполнения строительно-монтажных и ремонтных работ.

5.1. Качество элементов системы теплоснабжения

Статистические данные о причинах технологических нарушений в системах теплоснабжения объектов ЖКХ г. Кирово-Чепецк свидетельствуют об удовлетворительном качестве элементов систем и, прежде всего, элементов тепловых сетей: металла труб, тепловой изоляции, запорной арматуры, конструкций теплопроводов и каналов, защиты теплопроводов от внутренней и наружной коррозии.

Защита труб от внутренней коррозии, как известно, выполняется путем повышения pH в пределах рекомендаций ПТЭ, уменьшения содержания кислорода в сетевой воде, покрытия внутренней поверхности стальных труб антикоррозионными составами или применения коррозионностойких сталей, применения безреагентного электрохимического способа обработки воды, применения водоподготовки и де-аэрации подпиточной воды, применения ингибиторов коррозии. Для контроля за внутренней коррозией на подающих и обратных трубопроводах водяных тепловых сетей на выводах с источника теплоты и в наиболее характерных местах предусматривается установка индикаторов коррозии. Многофакторность коррозионных процессов не позволяет сформировать единые рекомендации. Конкретные мероприятия определяются на основе аудита систем с выявлением причин интенсивной коррозии и способов их предотвращения.

При защите труб от наружной коррозии предусматриваются конструктивные решения в соответствии с требованиями РД 153-34.0-20.518 [7]. Так, для конструкций теплопроводов в пенополиуретановой теплоизоляции с герметичной наружной оболочкой нанесение антикоррозионного покрытия на стальные трубы не требуется, но обязательно устанавливается устройство системы оперативного дистанционного контроля, сигнализирующее о проникновении влаги в теплоизоляционный спой, при использовании труб из ВЧШГ, теплопроводов в пенополимерминеральной теплоизоляции независимо от способов прокладки защита от наружной коррозии металла труб не требуется. Для конструкций теплопроводов с другими теплоизоляционными материалами независимо от способов прокладки применяются антикоррозионные покрытия, наносимые непосредственно на наружную поверхность стальной трубы. Неизолированные в заводских условиях концы трубных секций, отводов, тройника и других металлоконструкций

покрываются антикоррозионным слоем на транзитных участках тепловых сетей, а также в камерах с ответвлениями труб устанавливаются поперечные токопроводящие перемычки. На сальниковых компенсаторах токопроводящие перемычки выполняются из многожильного медного провода, кабеля, стального троса. В остальных случаях применяется прутковая или полосовая сталь. Сечение перемычек определяется расчетным путем и принимается не менее 50 мм² (по меди). Длина перемычек определяется с учетом максимального теплового удлинения трубопровода. Стальные перемычки обеспечиваются защитным покрытием от коррозии.

В ходе эксплуатации многочисленных тепловых сетей установлено, что при температуре 70-80°C протекает интенсивный процесс наружной коррозии, имеющий язвенный характер, приводящий к значительному коррозионному повреждению металлических поверхностей, контактирующих с увлажненной тепловой изоляцией. Одним из возможных способов снижения отказов тепловой сети в результате коррозионных повреждений теплопроводов с канальной и бесканальной прокладкой может стать ввод режима работы тепловой сети при повышенной температуре в подающем трубопроводе в летний период. Так, по результатам проведенных исследований и наблюдений в эксплуатационных условиях Москвы установлено, что повышение температуры теплоносителя в летний период до 100°C приводит к подсушиванию тепловой изоляции и снижению интенсивности коррозии и повреждаемости в 2÷2,5 раза. В этом случае обеспечение работы тепловой сети по повышенному температурному графику в летний период требует обязательного оснащения всех подключенных к тепловой сети систем горячего водоснабжения средствами автоматизации. Целесообразность мероприятия требует технико-экономического обоснования для конкретных условий.

При выборе способа защиты стальных труб тепловых сетей от внутренней коррозии и схем подготовки подпиточной воды обязательно учитываются параметры сетевой воды, жесткость, водородный показатель pH, содержание в воде кислорода и свободной угольной кислоты, содержание сульфатов и хлоридов, содержание в воде органических примесей (окисляемость воды). Качество исходной воды для открытых и закрытых систем теплоснабжения должно отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074 и правилам технической эксплуатации электрических станций и тепловых сетей, утвержденным Минэнерго России. Для закрытых систем теплоснабжения при наличии термической деаэрации допускается использовать техническую воду.

5.2. Резервирование в системе теплоснабжения

В соответствии со СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» в системах теплоснабжения используются следующие способы резервирования [5]:

- на источниках теплоты применяются рациональные тепловые схем, обеспечивающие заданный уровень готовности энергетического оборудования;
- на источниках теплоты устанавливается необходимое резервное оборудование;
- организуется совместная работа нескольких источников теплоты в единой системе транспортирования теплоты;
- прокладываются резервные трубопроводные связи, как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города;
- устанавливаются резервные насосы и насосные станции;
- устанавливаются баки-аккумуляторы.

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

При реализации плана ликвидации мелких котельных, замене их крупными источниками теплоты мелкие котельные, находящиеся в технически исправном состоянии, как правило, оставляются в резерве.

Повышение надежности систем теплоснабжения может быть достигнуто путем использования передвижных котельных, которые при аварии на тепловой сети должны применяться в качестве резервных (аварийных) источников теплоты, обеспечивая подачу тепла как целым кварталам (через центральные тепловые пункты), так и отдельным зданиям, в первую очередь потребителям первой категории. Для целей аварийного теплоснабжения каждая теплоснабжающая организация должна иметь как минимум одну передвижную котельную. Подключение передвижной котельной к центральному тепловому пункту или тепловому пункту здания (потребителя первой категории) осуществляется через специальные вводы с фланцами, выведенными за пределы здания и отключаемыми от основной системы теплоснабжения задвижками, установленными внутри здания.

Кроме этого, указанные объекты оборудуются вводами для подключения передвижных котельных к источнику электроэнергии мощностью 10÷50 кВт (в зависимости от типа котельной).

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

Основным преимуществом передвижных котельных при ликвидации аварий является быстрота ввода установок в работу, что в зимний период является решающим фактором. Время присоединения передвижной котельной к системе отопления и топливно-энергетическим коммуникациям бригадой из 4 человек (два слесаря, электрик, сварщик) составляет примерно 4÷8 ч.

Необходимую теплопроизводительность мобильной котельной, применяемой для поддержания в помещениях минимально допустимой температуры воздуха, можно определить из выражений:

$$Q = q_x Q_p, \quad (5.1)$$

или

$$Q = G_p c_p (t_1^p - t_2^p) q_x 10^{-6}, \text{ Гкал/ч} \quad (5.2)$$

где G_p - расчетный расход теплоносителя в системе отопления, м³; c - теплоемкость воды, ккал/(ч·°C); ρ - плотность воды, кг/м³; q_x - относительный расход тепла, необходимый для поддержания минимально допустимой температуры воздуха в помещениях; t_1^p, t_2^p - расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления ($t_1^p = 95^\circ\text{C}$; $t_2^p = 70^\circ\text{C}$), Q_p - расчетный (максимальный) расход тепла в системе отопления, Гкал/ч.

Гидродинамические давления, создаваемые насосами мобильных котельных, не должны превышать допустимых значений давлений в системе отопления (не более 0,6 МПа по условиям сохранности отопительных приборов).

Мобильную котельную целесообразно подключать непосредственно к системе отопления здания (к патрубкам подающего и обратного трубопроводов после элеватора или подогревателя).

Для обеспечения требуемых температурных условий в зданиях при недостаточной подаче тепла от внешней сети либо при перерывах в подаче, вызванных аварийными ситуациями или плановой остановкой сети на профилактический ремонт, в тепловых пунктах могут устанавливаться пиковые теплоисточники. Используются следующие способы их подключения:

- подключение в тепловых пунктах зданий пиковых газовых котлов, догревающих воду, подаваемую в систему отопления,

- установка в тепловых пунктах зданий пиковых электрических емкостных (теплоаккумулирующих) водоподогревателей, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию). Тепловая энергия, накапливаемая в аккумуляторе, выдается в систему отопления в нужное время, обеспечивая дополнительный нагрев теплоносителя. Такое включение способствует выравниванию суточного режима электропотребления;

- установка непосредственно в отапливаемых помещениях электрических теплоинерционных доводчиков, потребляющих электроэнергию в ночные часы (при сниженном тарифе на электроэнергию);

- установка в тепловых пунктах тепловых насосов, повышающих температуру подаваемого теплоносителя за счет охлаждения теплоносителя, возвращаемого из абонентской установки.

Однако, возникают сложности с размещением газовых котлов в существующих зданиях. Наиболее приемлемый вариант технического решения - крышные котельные, меняющие архитектурный облик здания. Массовое внедрение данной схемы ограничивается лимитом пропускной возможности газовых сетей.

Использование проточных водоподогревательных установок сдерживается отсутствием резервных мощностей электроэнергии. Применение емкостных электроподогревателей влечет за собой увеличение потребления электроэнергии на 5÷10% за счёт увеличения теплотерь. Также резервы аккумулирования тепла ограничены размерами самого аккумулятора. Применение схем с тепловыми насосами (по сравнению с прямым электроподогревом) снижает потребление электроэнергии, но в этом случае наступает ограничение по теплосъему (температуре обратной воды тепловой сети) и по режимам работы тепловых насосов.

Нарушения в снабжении энергоносителями или нарушение работоспособности технологического оборудования приводят, как правило, только к частичным отказам источников теплоты, которые проявляются в виде снижения температуры или расхода теплоносителя. В случае снижения температуры теплоносителя гидравлические режимы тепловых сетей не изменяются (при условии отсутствия управляющих воздействий со стороны обслуживающего персонала и отсутствии внешних возмущающих воздействий на систему со стороны населения). При этом пропорционально недоотпуску тепла снижается температура в отапливаемых помещениях всех потребителей. Уменьшение же расхода теплоносителя приводит к разрегулировке тепловой сети.

Для предотвращения разрегулировки тепловой сети в аварийных ситуациях устанавливается лимитированная подача теплоносителя всем взаимно резервируемым потребителям. Лимиты подачи теплоносителя определяются по результатам сопоставления трех параметров: времени остывания представительного помещения здания до допустимой температуры, величины допустимого снижения температуры и длительности ремонта головного элемента тепловой сети - теплопровода, поскольку он имеет наибольшую длительность восстановления. При отказе элемента магистральной сети на всех ЦТП,

гидравлически связанных с аварийным участком, автоматические регуляторы расхода, установленные на входных тепломагистралях, перестраивают подачу теплоносителя в сеть на лимитированную. Кроме того, для предотвращения гидравлической разрегулировки распределительных тепловых сетей и систем отопления на ЦТП включаются подмешивающие насосы, которые при снижении температуры теплоносителя доводят его расход в этих сетях до расчетного значения. В этот период отключение нагрузки горячего водоснабжения в ЦТП может поддерживать температуру теплоносителя на расчетном или близком к нему уровне. Для потребителей первой категории предусматривается индивидуальная регулировка в их местных тепловых пунктах.

Организация совместной работы нескольких источников теплоты на единую тепловую сеть позволяет в случае аварии на одном из источников частично обеспечивать единые тепловые нагрузки за счет других источников теплоты. Расчет тепловых и гидравлических аварийных режимов тепловой сети выполняется разработчиком Схемы теплоснабжения, а их реализация - теплоснабжающими организациями.

Прокладка резервных трубопроводных связей как в тепловых сетях одного района теплоснабжения, так и смежных теплосетевых районов города обеспечивает непрерывное теплоснабжение потребителей со значительным снижением недоотпуска теплоты во время аварий. Количество и диаметры перемычек определяются, исходя из нормальных и аварийных режимов работы сети, с учетом снижения расхода теплоносителя в соответствии с данными, представленными в табл. 5.2.1. Места размещения резервных трубопроводных соединений между смежными теплопроводами и их количество определяется расчетным путем с использованием в качестве критерия такого показателя надежности как вероятность безотказной работы [5].

Таблица 5.2.1

Показатель	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С				
	-10	-20	-30	-40	-50
Допустимое снижение подачи теплоты, %, до	78	84	87	89	91

Примечание: таблица соответствует температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

При обеспечении безотказности тепловых сетей определяются:

- предельно допустимые длины нерезервированных участков теплопроводов (тупиковых, радиальных, транзитных) до каждого потребителя или теплового пункта;
- места размещения резервных трубопроводных связей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров, выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов, для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах.

Наличие автоматизированных тепловых пунктов, подключенных к тепловой сети по независимой схеме или с помощью смесительных насосов, позволяет почти в течение

всего отопительного сезона компенсировать снижение расхода в тепловой сети повышением температуры сетевой воды, обеспечивая необходимую подачу тепла. В системах теплоснабжения от крупных источников теплоты (мощностью 300 Гкал/ч и более) устраиваются узлы распределения с двухсторонним присоединением к тепловой сети, обеспечивающим в случае аварии подачу тепла через перемычки между магистралями, а в идеальном случае - путем подключения к двум магистралям. Наличие в тепловой сети узлов распределения позволяет получить управляемую систему теплоснабжения, т.е. обеспечить возможность точного распределения циркулирующей воды в нормальном и аварийном режимах, а при совместной работе теплоисточников - возможность изменения режима работы сети в широких пределах. Подключение центральных тепловых пунктов к распределительным тепловым сетям может выполняться аналогичным образом, то есть с двухсторонним подключением ЦТП и устройством соответствующих перемычек.

Структурное резервирование разветвленных тупиковых тепловых сетей осуществляется делением последовательно соединенных участков теплопроводов секционирующими задвижками. К полному отказу тупиковой тепловой сети приводят лишь отказы головного участка и головной задвижки теплосети. Отказы других элементов основного ствола и головных элементов основных ответвлений теплосети приводят к существенным нарушениям ее работы, но при этом остальная часть потребителей получает тепло в необходимых количествах. Отказы на участках небольших ответвлений приводят только к незначительным нарушениям теплоснабжения, и отражается на обеспечении теплом небольшого количества потребителей. Возможность подачи тепла неотключенным потребителям в аварийных ситуациях обеспечивается использованием секционирующих задвижек. Задвижки устанавливаются по ходу теплоносителя в начале участка после ответвления к потребителю. Такое расположение позволяет подавать теплоноситель потребителю по этому ответвлению при отказе последующего участка теплопровода.

5.3. Установка баков-аккумуляторов горячей воды

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение теплогидроаккумулирующих установок, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также использовать аккумулирующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях [8].

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

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

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

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

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

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

5.4. Автоматизация управления технологическими процессами производства, транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии

Структура систем автоматического управления обеспечивает реализацию многоступенчатого регулирования отпуска тепловой энергии, необходимость которого определяется особенностями системы, а также автоматическое обнаружение мест отказов в тепловых сетях и их локализацию, переход от нормального режима к послеаварийному и затем опять к нормальному, защиту от повышения давления и гидравлического удара. Выполнение этих функций возможно лишь при ликвидации характерного для современных систем теплоснабжения недостатка в средствах автоматического регулирования, который становится особенно ощутимым с ростом единичных мощностей источников теплоты и систем. Наибольшая эффективность может быть достигнута в условиях комплексной автоматизации в рамках АСУ ТП и реализации АСДУ.

Основной задачей автоматизации регулирования отпуска теплоты на отопление и горячее водоснабжение в тепловых пунктах зданий (ЦТП, ИТП) является обеспечение комфортных условий в отапливаемых помещениях при существенной экономии теплоты и, соответственно, топлива. Одновременно с решением главной задачи автоматизация тепловых пунктов повышает надежность систем теплоснабжения и позволяет:

- улучшить состояние изоляции трубопроводов и снизить коррозионную повреждаемость тепловых сетей;

- обеспечить подачу теплоты потребителям в требуемом количестве (соответствующем температуре наружного воздуха) при ликвидации аварий в сетях с резервированием;

- обеспечить устойчивость гидравлических режимов работы систем отопления зданий при снижении температуры сетевой воды относительно требуемой по графику;

- обеспечить автономную циркуляцию в местных системах отопления при аварийном падении давления в тепловых сетях, позволяющую снизить вероятность повреждений систем отопления потребителей.

Улучшение состояния изоляции трубопроводов и улучшение условий работы компенсаторных устройств обеспечивается осуществлением центрального регулирования отпуска теплоты на источнике теплоты по ступенчатому температурному графику регулирования при постоянной температуре.

Наличие автоматизации отпуска теплоты в тепловых пунктах тепловых сетей с резервированием (путем устройства перемычек между тепловыми сетями смежных районов) позволяет осуществить широкое маневрирование температурой сетевой воды.

При ликвидации аварий на отдельных участках сети можно, повысив температуру теплоносителя, подать всем потребителям теплоту на отопление в полном объеме (соответствующую температуре наружного воздуха) при сниженном расходе сетевой воды на отопление. Значение этого расхода определяется расчетом для каждой конкретной сети с учетом имеющихся перемычек и места аварии.

Гидравлический режим работы автоматизированных систем отопления здания ухудшается при снижении температуры теплоносителя относительно графика температуры сетевой воды, в том числе при аварии на источнике теплоты. При этом регулирующие клапаны авторегуляторов отпуска теплоты на отопление полностью открываются, и возможна разрегулировка тепловой сети, так как головные потребители отберут из сети больший расход, чем концевые потребители. Чем ниже гидравлическая устойчивость сети, тем больше величина указанной разрегулировки и тем больше снижается надежность теплоснабжения. Устранить этот недостаток возможно путем установки дополнительных регуляторов давления (перепада давления). Однако, это приводит, во-первых, к усложнению работы средств автоматизации в тепловых пунктах из-за взаимного влияния авторегуляторов отпуска теплоты и гидравлического режима, а во-вторых, к удорожанию системы автоматизации.

Снизить вероятность повреждений систем отопления зданий от замораживания при аварийном прекращении подачи теплоносителя из сети (например, в результате падения давления в тепловой сети) позволяет организация автономной циркуляции воды в местных системах отопления. При наличии циркуляции воды, кроме того, увеличивается временной диапазон для выполнения необходимого слива воды из систем отопления. В получивших наибольшее распространение ЦТП с корректирующими насосами смешения указанная циркуляция обеспечивается установкой на подающем трубопроводе на входе в ЦТП электроконтактных манометров (ЭКМ), которые приводят в действие насос смешения (или оба насоса, если подача каждого составляет 50% от расчетного расхода воды на отопление).

5.5. Совершенствование эксплуатации системы теплоснабжения

Надежность системы теплоснабжения в значительной степени определяется организацией эксплуатации системы, взаимодействия поставщиков тепловой энергии и их потребителями, своевременным проведением ремонтов, заменой изношенного оборудования, наличием аварийно-восстановительной службы и организацией аварийных ремонтов. Последнее является особенно важным при наличии значительной доли ветхих теплопроводов и их высокой повреждаемости.

Организация аварийно-восстановительной службы, ее численности и технической оснащенности в каждом конкретном случае решается на основе технико-экономического обоснования с учетом оптимального сочетания структурного резерва системы теплоснабжения и временного резерва путем использования аккумулирующей способности зданий. Процесс восстановления отказавших теплопроводов совершенствуется нормированием продолжительности ликвидации аварий и определением оптимального состава аварийно-восстановительной службы.

Классификация повреждений в системах теплоснабжения регламентируется МДК 4-01.2001 «Методические рекомендации по техническому расследованию и учету технологических нарушений в системах коммунального энергоснабжения и работе энергетических организаций жилищно-коммунального комплекса» (утверждены приказом Госстроя России от 20.08.01 № 191) [96]. Нормы времени на восстановление должны определяться с учетом требований данного документа и местных условий.

Для качественного выполнения ремонтных работ в составе СЦТ предусматриваются:

- аварийно-восстановительные службы (АВС), численность персонала и техническая оснащенность которых обеспечивает полное восстановление теплоснабжения при отказах на тепловых сетях в сроки, указанные в табл. 4.5;

- собственные ремонтно-эксплуатационные базы (РЭБ) - для районов тепловых сетей с объемом эксплуатации 1000 условных единиц и более. Численность персонала и техническая оснащенность РЭБ определяются с учетом состава оборудования, применяемых конструкций теплопроводов, тепловой изоляции и т.д.;

- механические мастерские - для участков (цехов) тепловых сетей с объемом эксплуатации менее 1000 условных единиц;

- единые ремонтно-эксплуатационные базы - для тепловых сетей, которые входят в состав подразделений тепловых электростанций, районных котельных или промышленных предприятий.

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальной прокладке величина подачи теплоты (%) для обеспечения внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях не ниже 12°C в течение ремонтно-восстановительного периода после отказов принимается в соответствии с Таблица 5.2 [5].

Таблица 5.5.1

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

Время ликвидации аварий в значительной мере зависит от наличия запасных частей и материалов. Поэтому особое внимание уделяется поддержанию необходимого запаса материалов, деталей, узлов и оборудования.

Основной надежной, бесперебойной и экономичной работы систем теплоснабжения является выполнение правил эксплуатации, а также своевременное и качественное проведение профилактических ремонтов.

Подготовка системы теплоснабжения к отопительному сезону проводится в соответствии с [8]. Выполнение в полном объеме перечня работ по подготовке источников, тепловых сетей и потребителей к отопительному сезону в значительной степени обеспечит надежное и качественное теплоснабжение потребителей.

С целью определения состояния строительного-изоляционных конструкций, тепловой изоляции и трубопроводов производятся шурфовки, которые в настоящее время являются наиболее достоверным способом оценки состояния элементов подземных прокладок тепловых сетей. Для проведения шурфовок ежегодно составляются планы. Количество проводимых шурфовок устанавливается предприятием тепловых сетей и зависит от протяженности тепловой сети, ее состояния, вида изоляционных конструкций. Результаты шурфовок учитываются при составлении плана ремонтов тепловых сетей.

Тепловые сети от источника теплоснабжения до тепловых пунктов, включая магистральные, разводящие трубопроводы и абонентские ответвления, подвергаются испытаниям на расчетную температуру теплоносителя не реже одного раза в год. Целью испытаний водяных тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя является проверка тепловой сети на прочность в условиях температурных деформаций, вызванных повышением температуры до расчетных значений, а также проверка в этих условиях компенсирующей способности элементов тепловой сети.

Тепловые сети, находящиеся в эксплуатации, подвергаются испытаниям на гидравлическую плотность ежегодно после окончания отопительного периода для выявления дефектов, подлежащих устранению при капитальном ремонте и после окончания ремонта перед включением сетей в эксплуатацию. Испытания проводятся по отдельным, отходящим от источника тепла магистралям при отключенных водо-подогревательных установках, системах теплоснабжения и открытых воздушниках у потребителей. При испытании на гидравлическую плотность давление в самых высоких точках сети доводится до пробного (1,25 рабочего), но не ниже 1,6 МПа (16 кгс/см²). Температура воды трубопроводах при испытаниях не превышает 45°С.

Для дистанционного обнаружения мест повреждения трубопроводов тепловых сетей канальной и бесканальной прокладки под слоем фунта на глубине до 3 - 4 м в зависимости от типа грунта и вида дефекта используются течеискатели.

В процессе эксплуатации особое внимание уделяется выполнению всех требований нормативных документов, что существенно уменьшает число отказов в период отопительного сезона.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
2. Федеральный Закон Российской Федерации от 23.11.2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».
4. Методические рекомендации по разработке схем теплоснабжения, утверждённые приказом Минэнерго России от 29 декабря 2012 г.
5. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. – Введ. 2003-01-03. – М.: Госстрой России.
6. Методические указания по расчету уровня надежности и качества поставляемых товаров, оказываемых услуг для организаций, осуществляющих деятельность по производству и (или) передаче тепловой энергии. Утв. Приказом Министра регионального развития РФ.
7. РД 153-34.0-20.518-2003 «Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии».
8. МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ», разработанные РАО «Роскоммунэнерго».
9. МДК 4-01.2001 «Методические рекомендации по техническому расследованию и учету технологических нарушений в системах коммунального энергоснабжения и работе энергетических организаций жилищно-коммунального комплекса» (утверждены приказом Госстроя России от 20.08.01 № 191).