



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ  
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ПРИУТОВСКИЙ ПОССОВЕТ  
МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА БЕЛЕБЕЕВСКИЙ РАЙОН  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ПЕРИОД С 2012 ГОДА  
ПО 2027 ГОД**

**Книга 8**

**Оценка надежности теплоснабжения**

Приютово, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	4
2.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	5
2.1.	Термины и определения.....	5
2.2.	Методика расчета надежности теплоснабжения .....	6
2.2.1.	Расчет надежности теплоснабжения не резервируемых участков тепловой сети .....	6
2.2.2.	Расчет надежности теплоснабжения для резервируемых участков тепловой сети.....	11
2.2.3.	Оценка недоотпуска тепла потребителям .....	13
3.	РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД 2011/2012 ГОДА .....	14
3.1.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной №10 .....	14
3.1.1.	Участок «Котельная №10 - ТК126» .....	14
3.1.2.	Участок «ТК1 - ТК-113» .....	17
3.1.3.	Участок «ТК-3 - ТК-13».....	21
3.1.4.	Участок «ТК-9 - ТК-31».....	24
3.1.5.	Участок «ТК54 - ТК63».....	27
3.1.6.	Участок «ТК56 - ТК85».....	30
3.1.7.	Участок «Котельная №10 - ТК199» .....	33
3.1.8.	Участок «ТК55 - ТК144».....	36
3.1.9.	Участок «ТК-213 - ТК231» .....	39
3.1.10.	Участок «ТК-213 - ТК246а» .....	43
3.2.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №2.....	46
3.2.1.	Участок «БМК №2 - ТК-15».....	46
3.3.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №3.....	49
3.3.1.	Участок «БМК №3 - ТК-3».....	49
4.	РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПЕРСПЕКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ .....	52
4.1.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной №10 .....	52
4.1.1.	Участок «ТК1 - ТК-113» .....	52
4.1.2.	Участок «ТК185 - ТК195».....	62
4.1.3.	Участок «Котельная №10 - ТК199» .....	68
4.1.4.	Участок «ТК-213 - ТК231» .....	74
4.1.5.	Участок «Котельная №10 - ТК126» .....	84
4.1.6.	Участок «ТК-9 - ТК-31».....	89
4.1.7.	Участок «ТК54 - ТК63».....	94

4.1.8.	Участок «ТК56 - ТК85».....	99
4.1.9.	Участок «ТК55 - ТК144».....	104
4.1.10.	Участок «ТК-213 - ТК246а» .....	109
4.2.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №2.....	114
4.2.1.	Участок «БМК №2 - ТК-15».....	114
4.3.	Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №3.....	120
4.3.1.	Участок «БМК №3 - ТК-3.».....	120
5.	<b>ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ.....</b>	<b>125</b>

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценка надежности теплоснабжения разрабатываются в соответствии с подпунктом «и» пункта 19 и пункта 46 Требований 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 [Р], коэффициент готовности [Кг], живучести [Ж].

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

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

## **2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

### **2.1. Термины и определения**

Термины и определения, используемые в данном разделе соответствуют определениям ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике».

- Надежность – свойство участка тепловой сети или элемента тепловой сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность обеспечивать передачу теплоносителя в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания. Надежность тепловой сети и системы теплоснабжения является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

- Безотказность – свойство тепловой сети непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки;

- Долговечность – свойство тепловой сети или объекта тепловой сети сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;

- Ремонтпригодность – свойство элемента тепловой сети, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта;

- Исправное состояние – состояние элемента тепловой сети и тепловой сети в целом, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

- Неисправное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

- Работоспособное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

- Неработоспособное состояние - состояние элемента тепловой сети, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых тепловая сеть способна частично выполнять требуемые функции;

- Предельное состояние – состояние элемента тепловой сети или тепловой сети в целом, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;

- Критерий предельного состояния - признак или совокупность признаков предельного состояния элемента тепловой сети, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией. В зависимости от условий

эксплуатации для одного и того же элемента тепловой сети могут быть установлены два и более критериев предельного состояния;

- Дефект – по ГОСТ 15467;

- Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния;

- Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния элемента тепловой сети или тепловой сети в целом;

- Критерий отказа – признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния тепловой сети, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Для целей перспективной схемы теплоснабжения термин «отказ» будет использован в следующих интерпретациях:

- отказ участка тепловой сети – событие, приводящее к нарушению его работоспособного состояния (т.е. прекращению транспорта теплоносителя по этому участку в связи с нарушением герметичности этого участка);

- 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).

## **2.2. Методика расчета надежности теплоснабжения**

### **2.2.1. Расчет надежности теплоснабжения не резервируемых участков тепловой сети**

В соответствии со СНиП 41-02-2003 расчет надежности теплоснабжения должен производиться для каждого потребителя, при этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать (пункт «6.28») для:

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

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

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

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

3. Для каждого участка тепловой сети устанавливаются: год 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:

- $\lambda_0$  - средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов участков в

конкретной системе теплоснабжения при продолжительности эксплуатации участков от 3 до 17 лет (1/км/год);

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

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

- средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети;

- средневзвешенная продолжительность ремонта (восстановления) участков тепловой сети в зависимости от диаметра участка;

Частота (интенсивность) отказов<sup>1</sup> каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя  $\lambda_i$ , который имеет размерность [1/км/год] или [1/км/час]. Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению к потребителю представляется как последовательное (в смысле надежности) соединение элементов<sup>2</sup>, 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:

$$P_c = \prod_{i=1}^{i=N} P_i = e^{-\lambda_1 L_1 t} \times e^{-\lambda_2 L_2 t} \times \dots \times e^{-\lambda_n L_n t} = e^{-t \times \sum_{i=1}^{i=N} \lambda_i L_i} = e^{\lambda_c t}, \quad (2.1.)$$

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

Интенсивность отказов каждого конкретного участка может быть разной, но самое главное, она зависит от времени эксплуатации участка (важно: не в процессе одного отопительного периода, а времени от начала его ввода в эксплуатацию). В нашей практике для описания параметрической зависимости интенсивности отказов мы применяем зависимость от срока эксплуатации, следующего вида, близкую по характеру к распределению Вейбулла:

$$\lambda(t) = \lambda_0 (0,1 \tau)^{\alpha-1}, \quad (2.2.)$$

где  $\tau$  - срок эксплуатации участка [лет].

Характер изменения интенсивности отказов зависит от параметра  $\alpha$ : при  $\alpha < 1$ , она монотонно убывает, при  $\alpha > 1$  - возрастает; при  $\alpha = 1$  функция принимает вид

---

<sup>1</sup> В соответствии с ГОСТ 27.002-89

<sup>2</sup> Надежность и эффективность в технике. Справочник, том 2. Москва, Из-во «Машиностроение», 1989

$\lambda(t) = \lambda_0 = Const$ . А  $\lambda_0$  - это средневзвешенная частота (интенсивность) устойчивых отказов в конкретной системе теплоснабжения.

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

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 \cdot n_{при} \cdot 0 < \tau \leq 3 \\ 1 \cdot n_{при} \cdot 3 < \tau \leq 17 \\ 0,5 \times e^{(\tau/20)} \cdot n_{при} \cdot \tau > 17 \end{cases} \quad (2.3)$$

На рис. 2.1 приведен вид зависимости интенсивности отказов от срока эксплуатации участка тепловой сети. При ее использовании следует помнить о некоторых допущениях, которые были сделаны при отборе данных:

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

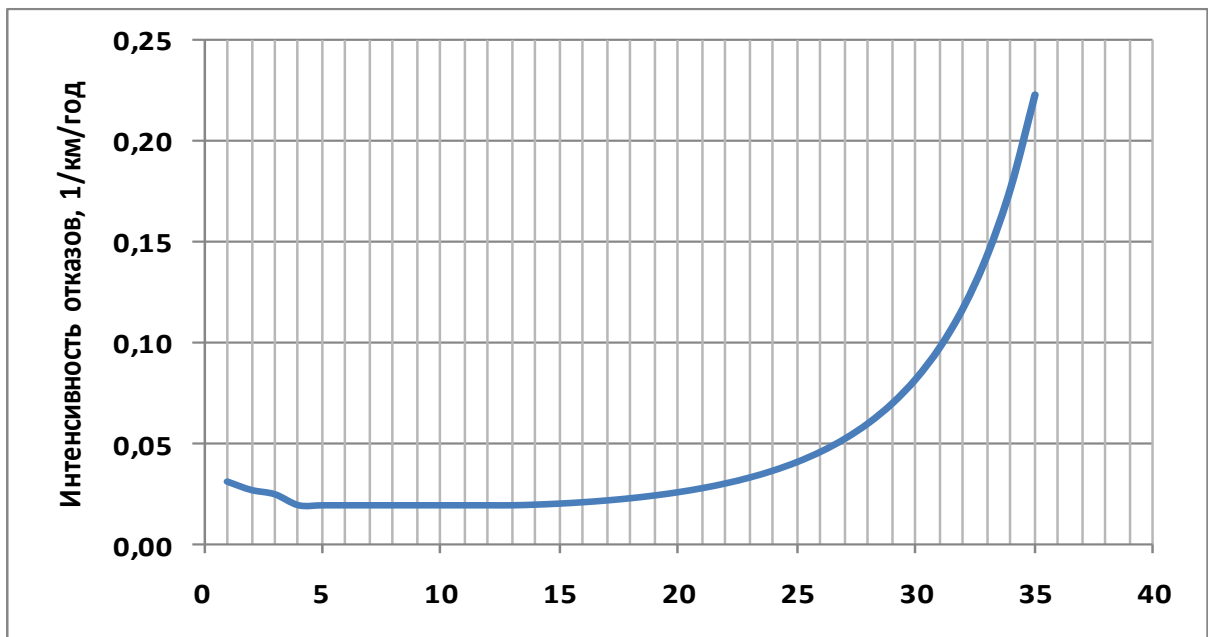


Рисунок 2.1 - Интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации участка тепловой сети

5. По данным региональных справочников по климату о среднесуточных температурах наружного воздуха за последние десять лет строят зависимость повторяемости температур наружного воздуха (график продолжительности тепловой нагрузки отопления). 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 абонентских установок определяют время, за которое температура внутри отапливаемого помещения



снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения. Отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СНиП 41-02-2003. Тепловые сети). Например, для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t'_e = t_n + \frac{Q_o}{q_o V} + \frac{t'_e - t_n - \frac{Q_o}{q_o V}}{\exp(z/\beta)} \quad (2.4)$$

где

- $t'_e$  - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время  $z$  в часах, после наступления исходного события, °С;
- $z$  - время отсчитываемое после начала исходного события, ч;
- $t'_e$  - 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);
- $\beta$  - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

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

$$z = \beta \times \ln \frac{(t'_e - t_n)}{(t_{e,a} - t_n)} \quad (2.5)$$

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

Расчет проводится для каждой градации повторяемости температуры наружного воздуха, например, для города Уфа (см. таблицу 2.1.) при коэффициенте аккумуляции жилого здания  $\beta = 40$  часов.

Таблица 2.1

**Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения**

Температура н.в., °С	Повторяемость температур н.в., ч	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до 12 °С, ч
-50	0	4,9
-47,5	0	5,0
-42,5	0	5,5
-37,5	5	6,0
-32,5	33	6,6
-27,5	116	7,4
-22,5	265	8,3

-17,5	529	9,6
-12,5	770	11,3
-7,5	948	13,8
-2,5	961	17,6
2,5	799	24,4
7,5	638	40,9

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.

8. В случае отсутствия достоверных данных о времени восстановления теплоснабжения потребителей используются данные,<sup>3</sup> указанные в таблице 2.2.

Таблица 2.2

**Зависимость продолжительности времени устранения аварии от диаметра трубопровода**

Диаметр труб d, м	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000
Среднее время восстановления z <sub>p</sub> , ч	9,5	10,0	10,8	11,3	11,9	12,5	13,8	15,0	16,3	17,5	20,0	22,5	25,0	28,3	35,0

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

- по уравнению 2.5 вычисляется время ликвидации повреждения на *i*-том участке;
- по каждой градации повторяемости температур с использованием уравнения 2.4 вычисляется допустимое время проведения ремонта;
- вычисляется относительная и накопленная частота событий, при которых время снижения температуры до критических значений меньше чем время ремонта повреждения;
- вычисляется поток отказов (см. уравнение 2.6.) участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры в +12 град Ц.

$$\bar{z} = \left( 1 - \frac{z_{i,j}}{z_p} \right) \times \frac{\tau_j}{\tau_{on}} \quad (2.6)$$

$$\bar{\omega}_i = \lambda_i L_i \times \sum_{j=1}^{j=N} \bar{z}_{i,j} , \quad (2.7)$$

- вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента

$$p_i = \exp(-\bar{\omega}_i) \quad (2.8)$$

<sup>3</sup> Водяные тепловые сети. Справочное пособие. И.В. Беляйкина и др., Москва, «Энергоатомиздат», 1988

### 2.2.2. Расчет надежности теплоснабжения для резервируемых участков тепловой сети

В системах теплоснабжения одним из самых распространенных способов повышения надежности является резервирование участков, суммы участков, целых магистральных выводов или насосных агрегатов, секционирующих задвижек и т.д. А наиболее часто применяемым способом расчета систем теплоснабжения с резервированием – приведение реальной системы теплоснабжения к эквивалентной модели параллельных или последовательно-параллельных соединений участков тепловой сети. Этот метод, конечно, является не единственным, но значительно более простым чем, например, «метод минимальных путей - минимальных сечений».

Однако, в любом случае, прежде чем решать задачу эквивалентирования схемы необходимо выполнить структурный анализ тепловой сети, который заключается в том, чтобы определить весь набор путей передачи теплоносителя от источника тепловой мощности к потребителю (узлу «сброса» (иногда «стока») тепловой нагрузки). Выявленные пути и их совместное рассмотрение позволяют свести схему к параллельному или последовательно параллельному соединению участков тепловой сети.

Все эти приемы и методы хорошо известны и широко применяются при структурном анализе сложных схем электрических сетей и неоднократно апробированы при анализе надежности схем теплоснабжения. Алгоритм решения задачи расчета надежности резервированных тепловых сетей сводится к следующим простым шагам и вычислениям.

Шаг 1. Выделяется потребитель, относительно которого выполняется расчет надежности вероятности безотказной работы теплоснабжения

Шаг 2. Выполняется структурный анализ тепловой сети, позволяющий выделить все пути, по которым можно осуществить передачу теплоносителя от источника до выделенного потребителя. В некоторых специализированных программных комплексах эта процедура осуществляется автоматически, что значительно сокращает время на структурный анализ тепловой сети.

Шаг 3. Составляется эквивалентная схема путей для расчета надежности теплоснабжения. Она будет состоять из параллельно-последовательных или последовательно-параллельных участков тепловой сети (в смысле надежности).

Шаг 4. Для всех последовательных участков пути, также как для не резервированных участков, рассчитывается их вероятность безотказной работы, в соответствии с методом, приведенным в разделе 2.2.1. По результатам расчетов определяются:

- вероятность безотказной работы эквивалентного нерезервированного  $j$ -того пути

$$P_{ej} = \prod_{i=1}^n P_i \quad (2.9)$$

- вероятность отказа эквивалентного нерезервированного  $j$ -того пути

$$q_{ej} = 1 - \prod_{i=1}^n P_i \quad (2.10)$$

- параметр потока отказов эквивалентного нерезервированного  $j$ -того пути

$$\bar{\omega}_{ej} = \lambda_i L_i \times \sum_{j=1}^{j=N} \bar{z}_{i,k} , \quad (2.11)$$

- среднее время безотказной работы эквивалентного резервированного  $j$ -того пути

$$\bar{T}_{бр.еj} = 1/\bar{\omega}_{ej}, \quad (2.12)$$

- среднее время восстановления (ремонта) эквивалентного резервированного  $j$ -того пути

$$\bar{T}_{вс.еj} = q_{ej}/\bar{\omega}_{ej}, \quad (2.13)$$

при этом

$$q_{ej} = \lambda_{ej} \times \bar{T}_{вс.еj}, \quad (2.14)$$

Шаг 5. После сведения всех показателей надежности резервированных участков пути к эквивалентным значениям рассчитываются показатели надежности параллельных соединений участков пути, состоящих из эквивалентных последовательных:

- вероятность безотказной работы эквивалентного резервированного  $k$ -того пути

$$P_{ek} = 1 - \prod_{j=1}^m q_{ej} \quad (2.15)$$

- вероятность отказа эквивалентного резервированного  $k$ -того пути

$$q_{ek} = \prod_{j=1}^m q_{ej} \quad (2.16)$$

- параметр потока отказов эквивалентного резервированного  $k$ -того пути

$$\bar{\omega}_{ek} = \sum_{j=1}^m \omega_{ej} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq j}}^{m-1} \omega_{el} \bar{T}_{ej}, \quad (2.17)$$

- среднее время безотказной работы эквивалентного резервированного  $k$ -того пути

$$\bar{T}_{бр.ек} = \left[ \sum_{j=1}^m \omega_{ej} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq j}}^{m-1} \omega_{el} \bar{T}_{ej} \right]^{-1} \quad (2.18)$$

- среднее время восстановления (ремонта) эквивалентного резервированного  $k$ -того пути

$$\bar{T}_{ек} = \frac{\prod_{j=1}^m \omega_{ej} \bar{T}_{ej}}{\left[ \sum_{j=1}^m \omega_{ej} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq j}}^{m-1} \omega_{el} \bar{T}_{ej} \right]}, \quad (2.19)$$

Шаг 6. Процедура расчета повторяется для последовательных (в смысле надежности) эквивалентных путей.

### 2.2.3. Оценка недоотпуска тепла потребителям

Выполнив оценку вероятности безотказной работы каждого магистрального теплопровода, легко определить средний (как вероятностную меру) недоотпуск тепла для каждого потребителя, присоединенного к этому магистральному теплопроводу.

Вычислив вероятность безотказной работы теплопровода относительно выбранного потребителя и, соответственно, вероятность отказа теплопровода относительно выбранного потребителя недоотпуск рассчитывается как

$$\Delta Q_n = \bar{Q}_{np} \times T_{on} \times q_{mn}, \text{Гкал} \quad (2.20)$$

где

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| $\bar{Q}_{np}$ | - | среднегодовая тепловая мощность теплопотребляющих установок потребителя (либо, тепловая нагрузка потребителя), Гкал/ч; |
| $T_{on}$       | - | продолжительность отопительного периода, час;  |
| $q_{mn}$       | - | вероятность отказа теплопровода.   |

### 3. РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД 2011/2012 ГОДА

#### 3.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной №10

##### 3.1.1. Участок «Котельная №10 - ТК126»

Данный участок начинается от котельной и заканчивается камерой ТК126.

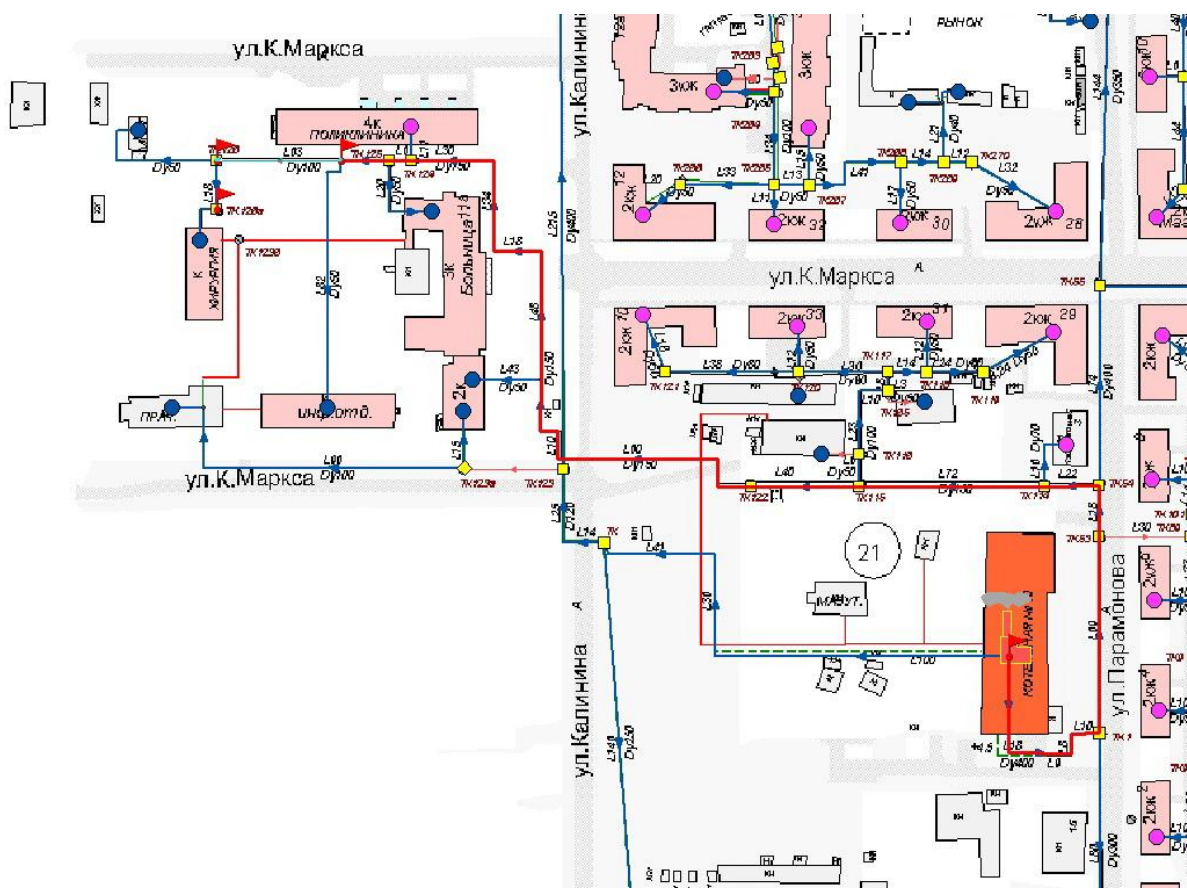


Рисунок 3.1 - Трассировка участка «Котельная №10 - ТК126»

В таблице 3.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.2-3.3 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.1

**Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК126»**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	ТК1	0,4	0,05	1972	40	0,00000	17,50	0,00000149	0,00000149	0,999999
2	ТК1	ТК53	0,4	0,069	1972	40	0,00001	17,50	0,00000206	0,00000356	0,999996
3	ТК53	ТК54	0,4	0,018	1972	40	0,00000	17,50	0,00000054	0,00000409	0,999996
4	ТК54	ТК114	0,15	0,028	1972	40	0,00000	11,30	0,00000140	0,00000550	0,999995
5	ТК114	ТК115	0,15	0,072	1972	40	0,00001	11,30	0,00000360	0,00000910	0,999991
6	ТК115	ТК122	0,4	0,05	1972	40	0,00000	17,50	0,00000149	0,00001059	0,999989
7	ТК122	У_ТК122	0,15	0,07	1972	40	0,00001	11,30	0,00000350	0,00001409	0,999986
8	У_ТК122	ТК124	0,15	0,13	1972	40	0,00001	11,30	0,00000650	0,00002060	0,999979
9	ТК124	ТК125	0,15	0,006	1972	40	0,00000	11,30	0,00000030	0,00002090	0,999979
10	ТК125	У_ТК125	0,1	0,01	1972	40	0,00000	10,00	0,00000062	0,00002152	0,999978
11	У_ТК125	ТК126	0,1	0,053	1972	40	0,00000	10,00	0,00000330	0,00002482	0,999975



Рисунок 3.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК126»



Рисунок 3.3 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК126» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная №10 - ТК126» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



### 3.1.2. Участок «ТК1 - ТК-113»

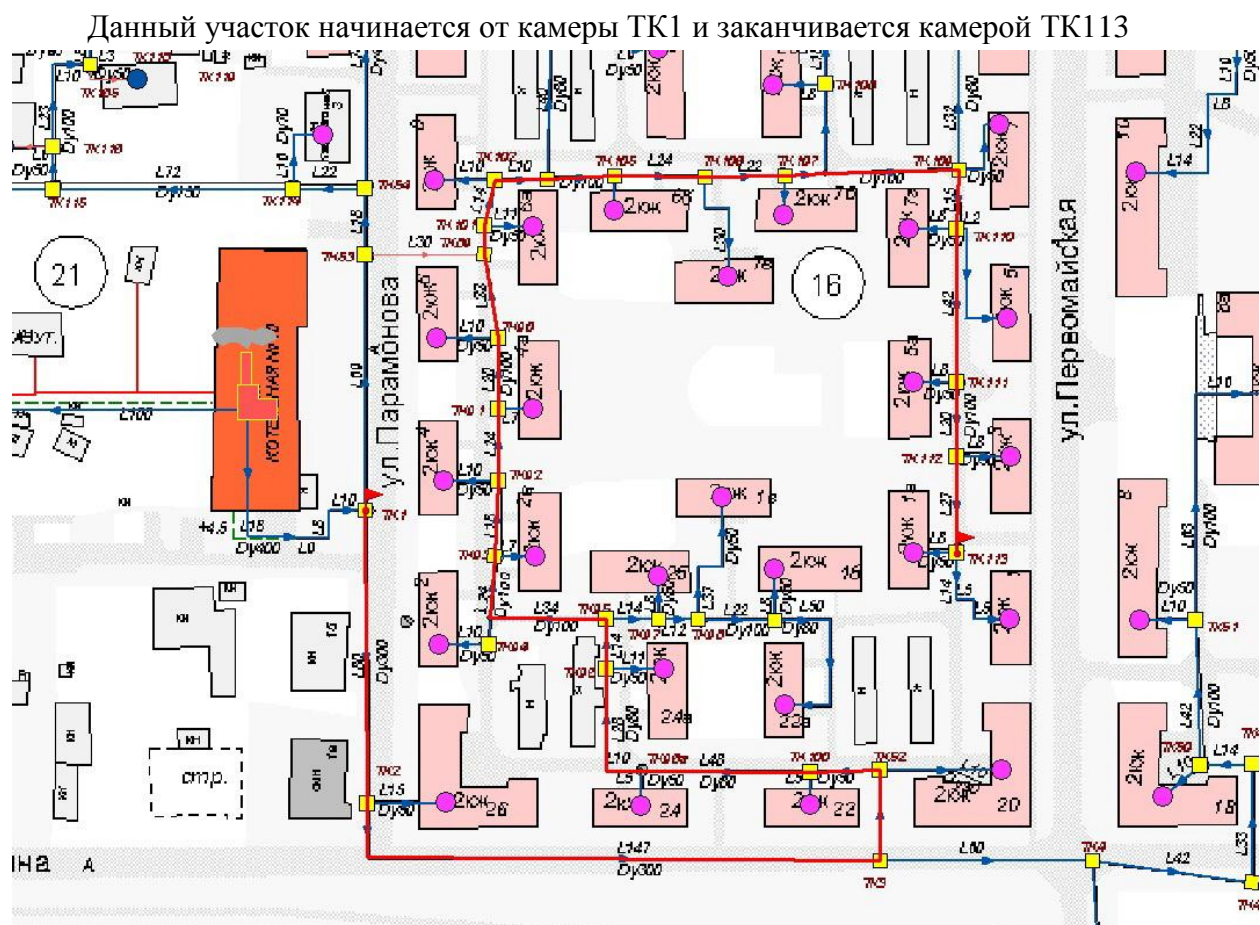


Рисунок 3.4 - Трассировка участка «ТК1 - ТК-113»

В таблице 3.2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.5-3.6 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.2

## Результаты расчета ВБР участка «ТК1 - ТК-113»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК1	ТК-2	0,3	0,085	1972	40	0,00001	15,00	0,00000291	0,00000291	0,999997
2	ТК-2	ТК-3	0,3	0,147	1972	40	0,00001	15,00	0,00000503	0,00000794	0,999992
3	ТК-3	ТК-52	0,08	0,026	1972	40	0,00000	9,50	0,00000177	0,00000971	0,999990
4	ТК-52	ТК-100	0,1	0,012	1972	40	0,00000	10,00	0,00000075	0,00001046	0,999990
5	ТК-100	У ТК-96	0,08	0,048	1972	40	0,00000	9,50	0,00000327	0,00001373	0,999986
6	У ТК-96	ТК-96	0,08	0,049	1972	40	0,00000	9,50	0,00000334	0,00001707	0,999983
7	ТК-96	ТК-95	0,1	0,014	1972	40	0,00000	10,00	0,00000087	0,00001794	0,999982
8	ТК-95	У ТК-94	0,1	0,034	1972	40	0,00000	10,00	0,00000212	0,00002006	0,999980
9	У ТК-94	ТК-93	0,1	0,014	1972	40	0,00000	10,00	0,00000087	0,00002094	0,999979
10	ТК-93	ТК-92	0,1	0,018	1972	40	0,00000	10,00	0,00000112	0,00002206	0,999978
11	ТК-92	ТК-91	0,1	0,024	1972	40	0,00000	10,00	0,00000150	0,00002355	0,999976
12	ТК-91	ТК-90	0,1	0,02	1972	40	0,00000	10,00	0,00000125	0,00002480	0,999975
13	ТК-90	ТК-89	0,1	0,028	1972	40	0,00000	10,00	0,00000175	0,00002655	0,999973
14	ТК-89	ТК-101	0,15	0,007	1972	40	0,00000	11,30	0,00000035	0,00002690	0,999973
15	ТК-101	ТК-102	0,15	0,014	1972	40	0,00000	11,30	0,00000070	0,00002760	0,999972
16	ТК-102	ТК-103	0,1	0,01	1972	40	0,00000	10,00	0,00000062	0,00002822	0,999972
17	ТК-103	ТК-105	0,1	0,03	1972	40	0,00000	10,00	0,00000187	0,00003009	0,999970

18	TK-105	TK-106	0,1	0,024	1972	40	0,00000	10,00	0,00000150	0,00003159	0,999968
19	TK-106	TK-107	0,1	0,024	1972	40	0,00000	10,00	0,00000150	0,00003308	0,999967
20	TK-107	Y TK-107	0,1	0,01	1972	40	0,00000	10,00	0,00000062	0,00003371	0,999966
21	Y TK-107	TK-109	0,1	0,037	1972	40	0,00000	10,00	0,00000231	0,00003601	0,999964
22	TK-109	TK-110	0,1	0,15	1972	40	0,00001	10,00	0,00000935	0,00004536	0,999955
23	TK-110	TK-111	0,1	0,042	1972	40	0,00000	10,00	0,00000262	0,00004798	0,999952
24	TK-111	TK-112	0,1	0,02	1972	40	0,00000	10,00	0,00000125	0,00004923	0,999951
25	TK-112	TK-113	0,1	0,027	1972	40	0,00000	10,00	0,00000168	0,00005091	0,999949

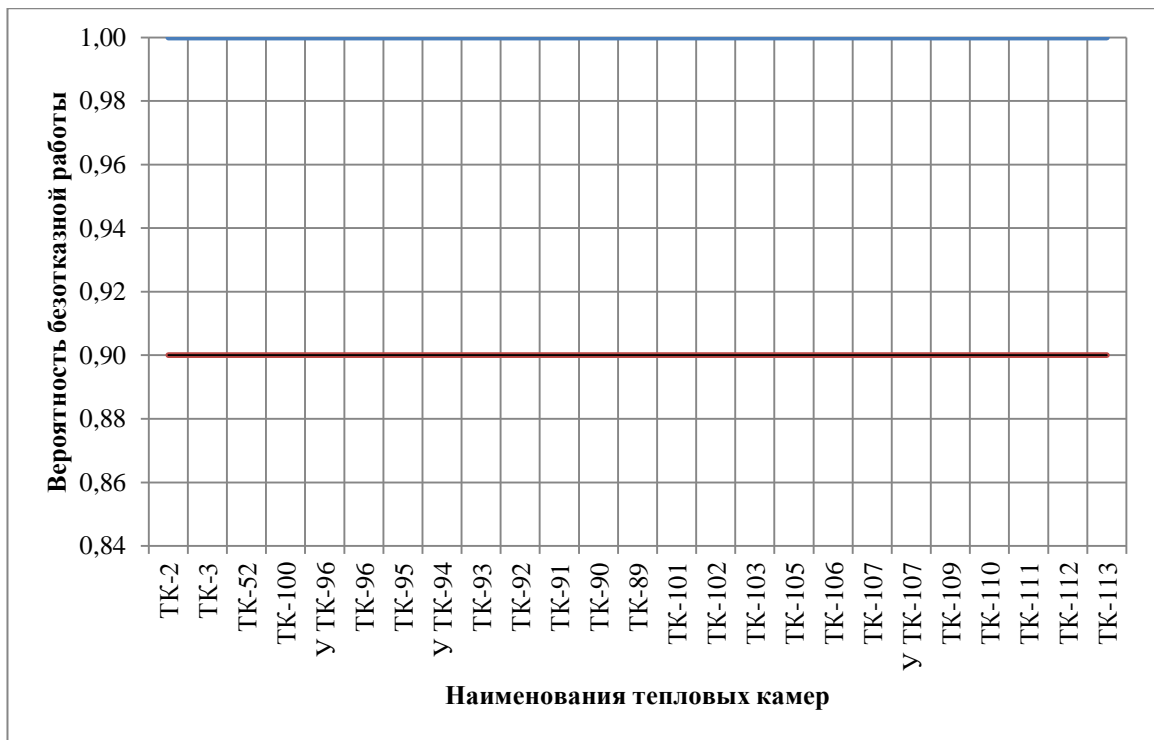


Рисунок 3.5 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK1 - TK-113»



Рисунок 3.6 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK1 - TK-113» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «TK1 - TK-113» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.1.3. Участок «ТК-3 - ТК-13»

Данный участок начинается от камеры ТК-3 и заканчивается камерой ТК-13.

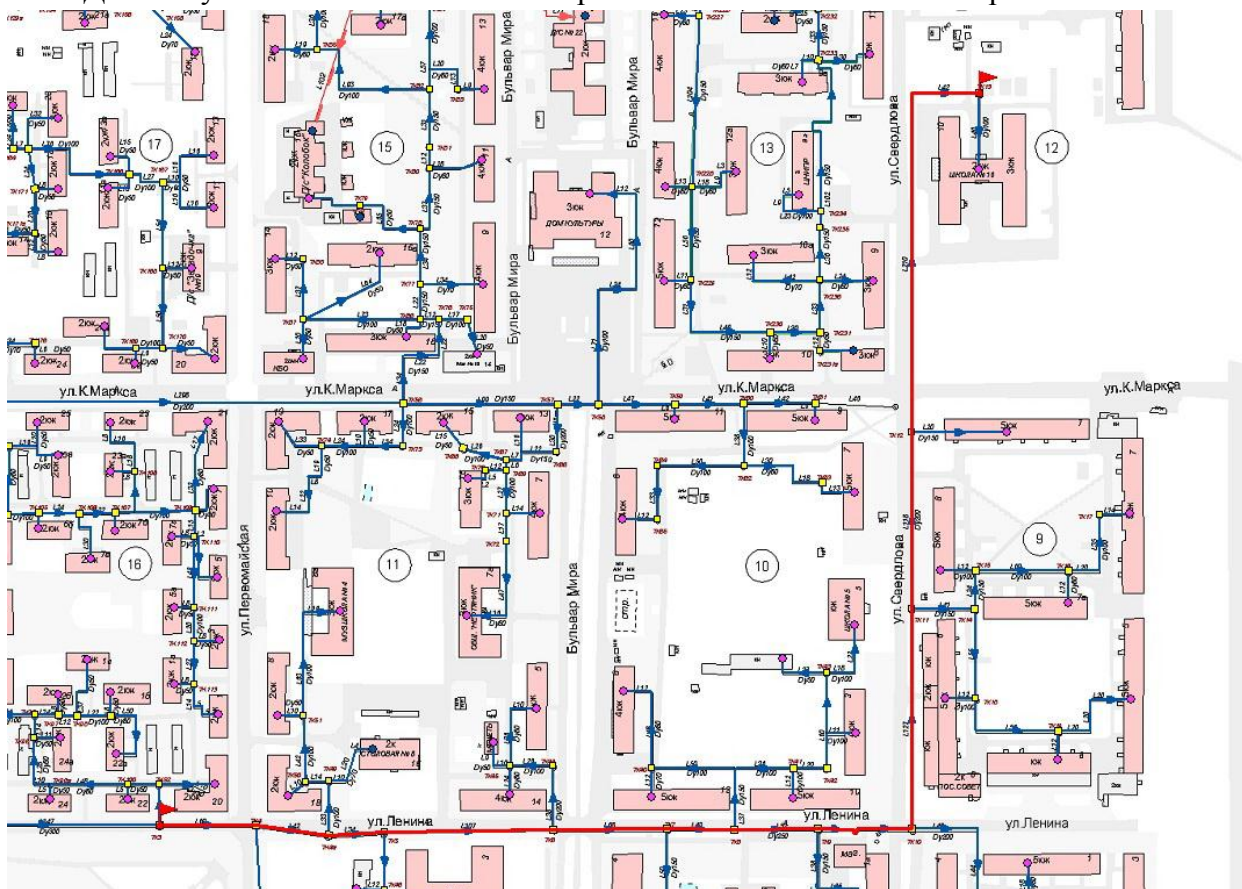


Рисунок 3.7 - Трассировка участка «ТК-3 - ТК-13»

В таблице 3.3 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.8-3.9 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.3

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-3 - ТК-13»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-3	ТК-4	0,3	0,06	1972	40	0,00000	15,00	0,00000205	0,00000205	0,999998
2	ТК-4	ТК-4а	0,3	0,042	1972	40	0,00000	15,00	0,00000144	0,00000349	0,999997
3	ТК-4а	ТК-5	0,3	0,034	1972	40	0,00000	15,00	0,00000116	0,00000466	0,999995
4	ТК-5	ТК-6	0,3	0,107	1972	40	0,00001	15,00	0,00000366	0,00000832	0,999992
5	ТК-6	ТК-7	0,3	0,068	1972	40	0,00001	15,00	0,00000233	0,00001065	0,999989
6	ТК-7	ТК-8	0,3	0,043	1972	40	0,00000	15,00	0,00000147	0,00001212	0,999988
7	ТК-8	ТК-9	0,25	0,052	1972	40	0,00000	13,75	0,00000192	0,00001404	0,999986
8	ТК-9	ТК-10	0,2	0,06	1972	40	0,00000	12,50	0,00000258	0,00001663	0,999983
9	ТК-10	ТК-11	0,2	0,127	1972	40	0,00001	12,50	0,00000546	0,00002209	0,999978
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	1972	40	0,00001	12,50	0,00000507	0,00002716	0,999973
11	ТК-12	ТК-13	0,1	0,21	1972	40	0,00002	10,00	0,00001309	0,00004025	0,999960

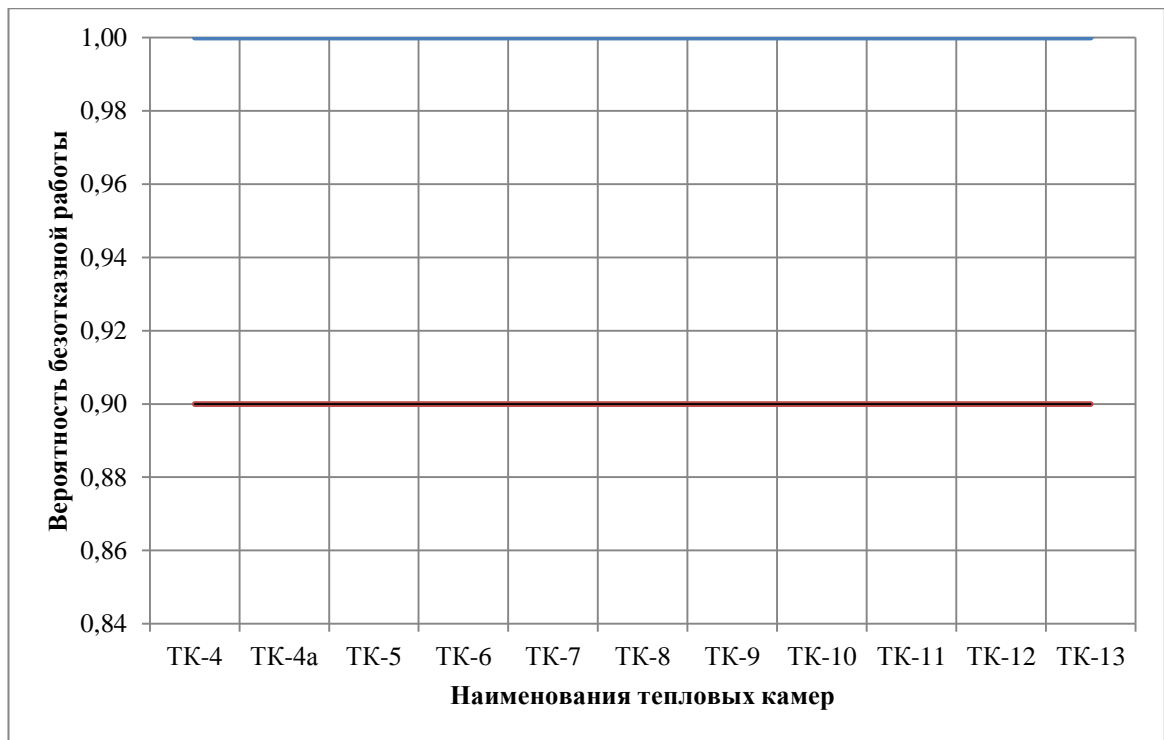


Рисунок 3.8 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13»

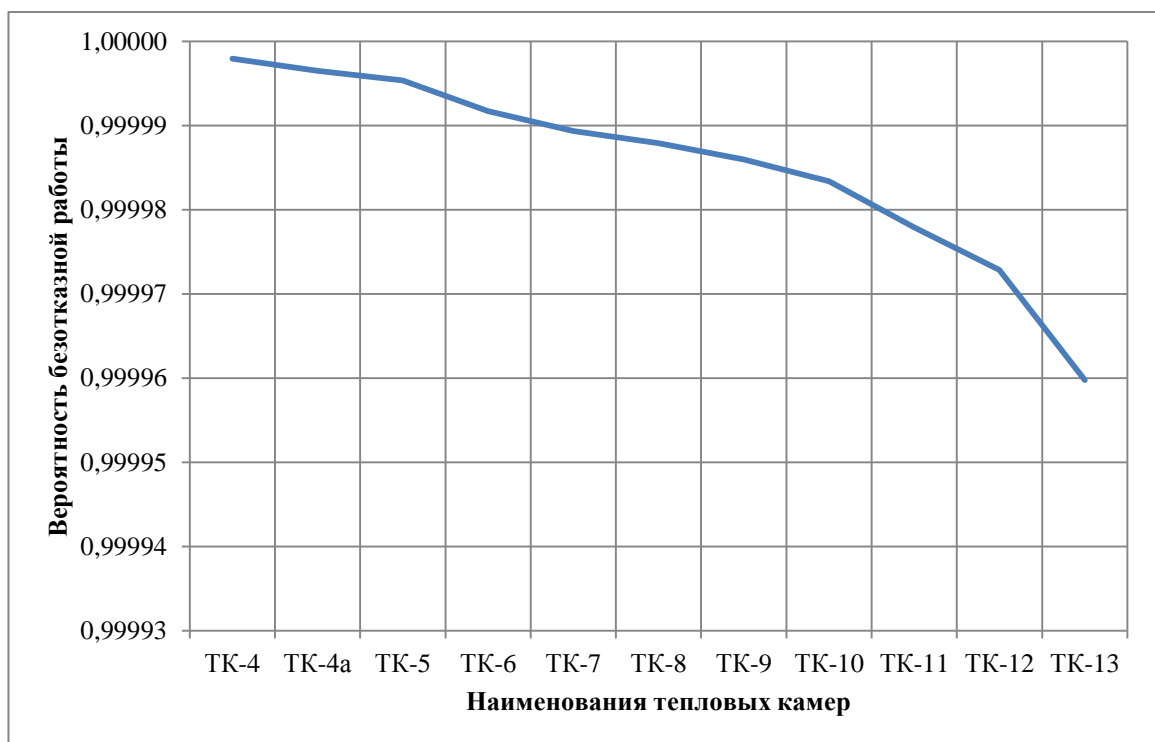


Рисунок 3.9 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ТК-3 - ТК-13» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



### 3.1.4. Участок «ТК-9 - ТК-31»

Данный участок начинается от камеры ТК-9 и заканчивается камерой ТК-31.

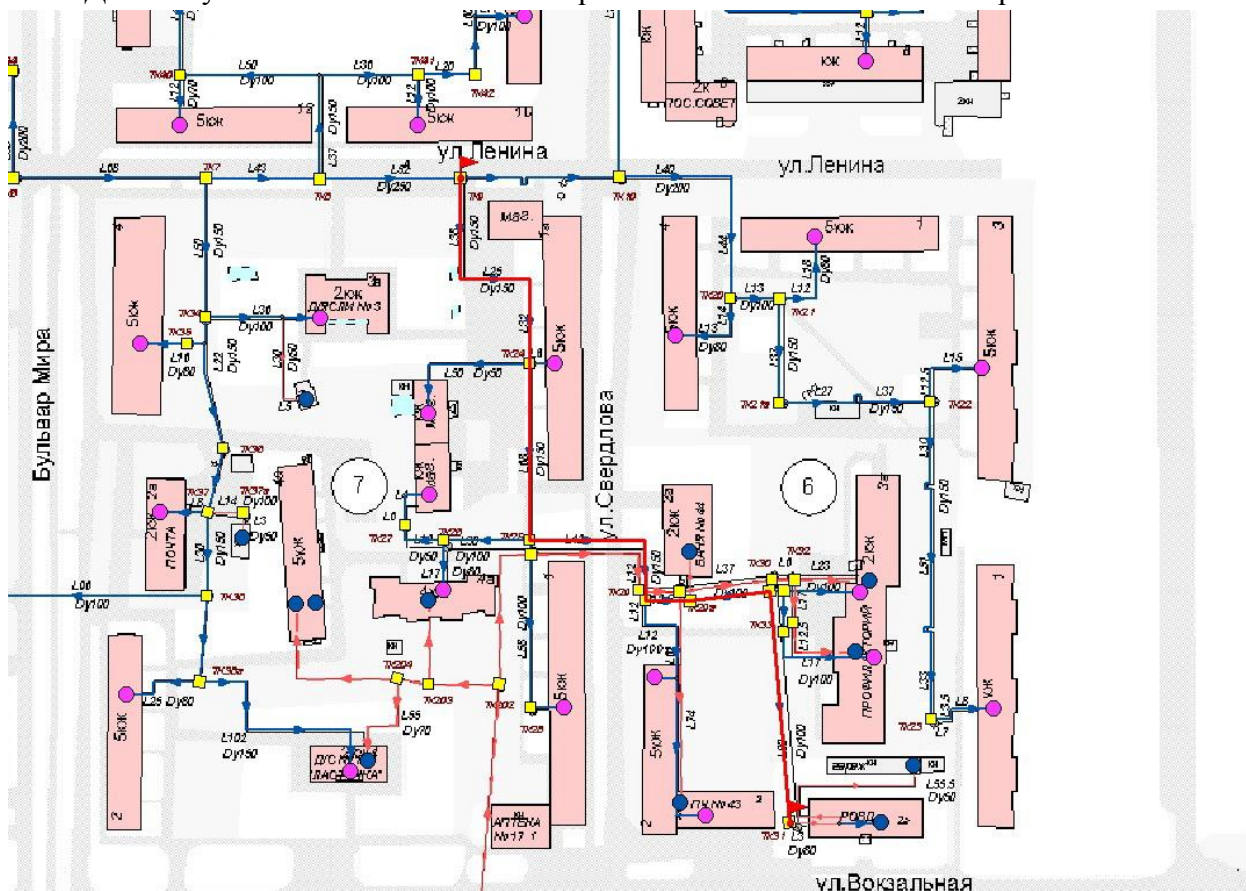


Рисунок 3.10 - Трассировка участка «ТК-9 - ТК-31»

В таблице 3.4 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.11-3.12 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.



Таблица 3.4

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-9 - ТК-31»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-9	ТК-24	0,15	0,093	1972	40	0,00001	11,30	0,00000465	0,00000465	0,999995
2	ТК-24	ТК-25	0,15	0,068	1972	40	0,00001	11,30	0,00000340	0,00000805	0,999992
3	ТК-25	ТК-29	0,15	0,055	1972	40	0,00000	11,30	0,00000275	0,00001080	0,999989
4	ТК-29	ТК-29 б	0,15	0,013	1972	40	0,00000	11,30	0,00000065	0,00001145	0,999989
5	ТК-29 б	ТК-30	0,1	0,037	1972	40	0,00000	10,00	0,00000231	0,00001376	0,999986
6	ТК-30	ТК-31	0,1	0,06	1972	40	0,00000	10,00	0,00000374	0,00001750	0,999982

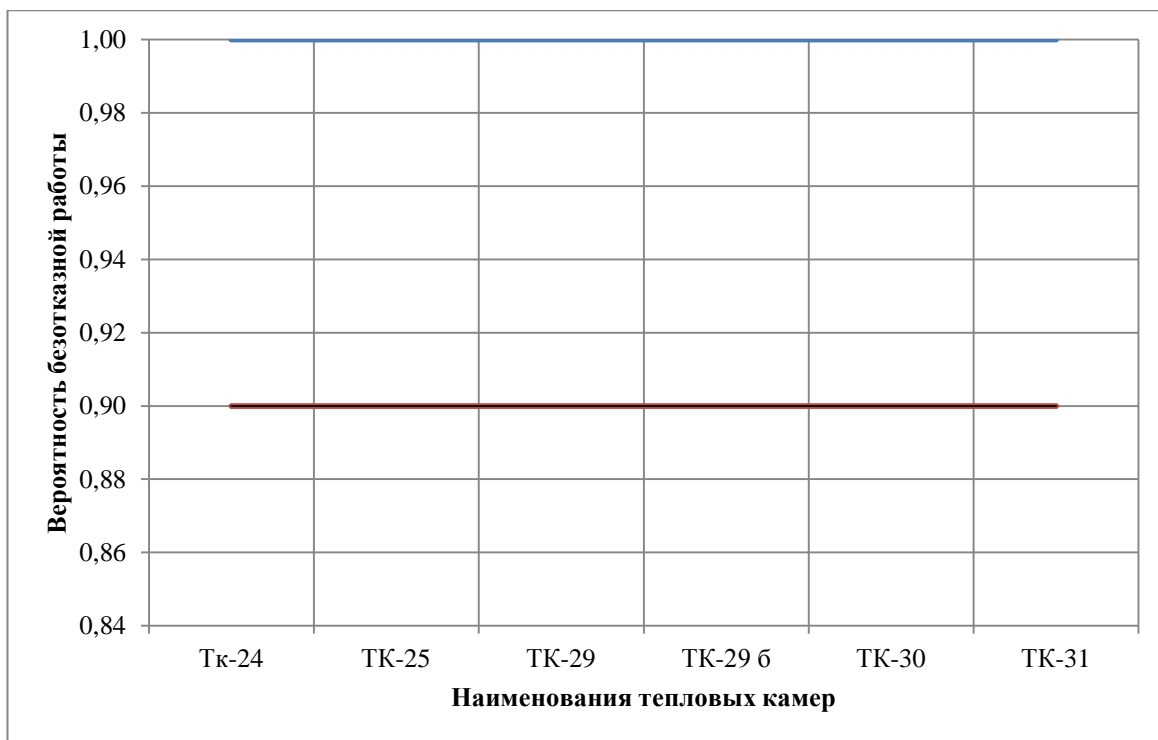


Рисунок 3.11 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-9 - ТК-31»

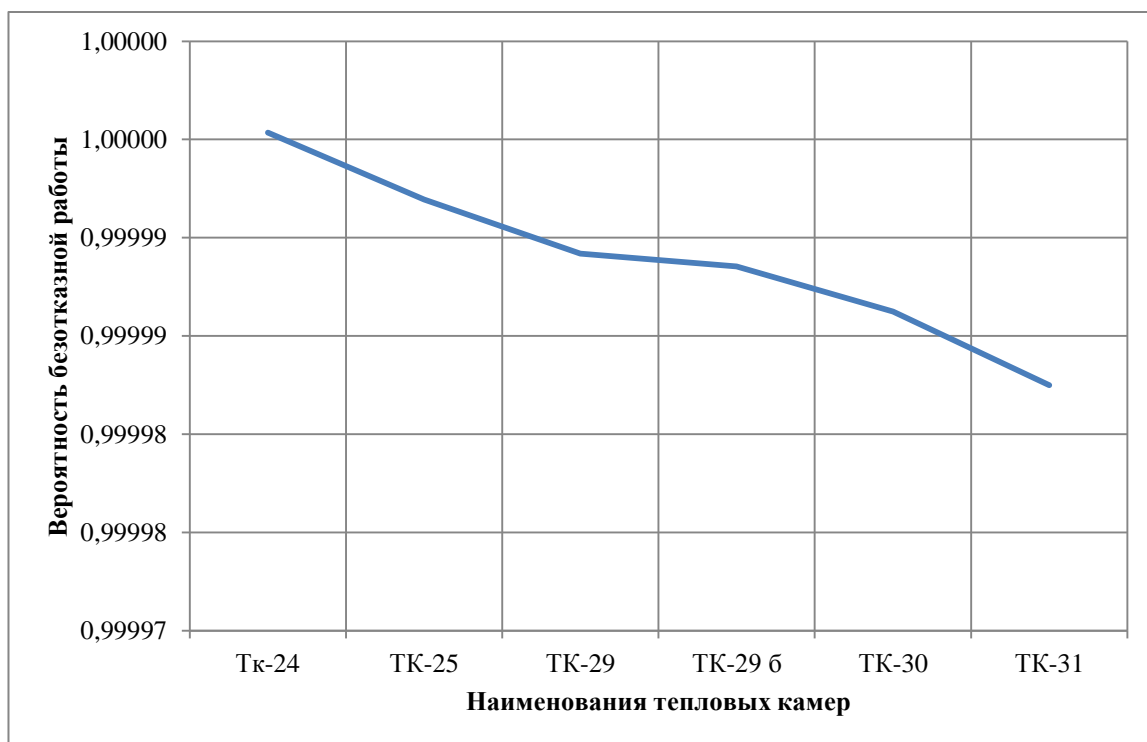


Рисунок 3.12 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-9 - ТК-31» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная - ТК52» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.1.5. Участок «ТК54 - ТК63»

Данный участок начинается от камеры ТК54 и заканчивается камерой ТК63.

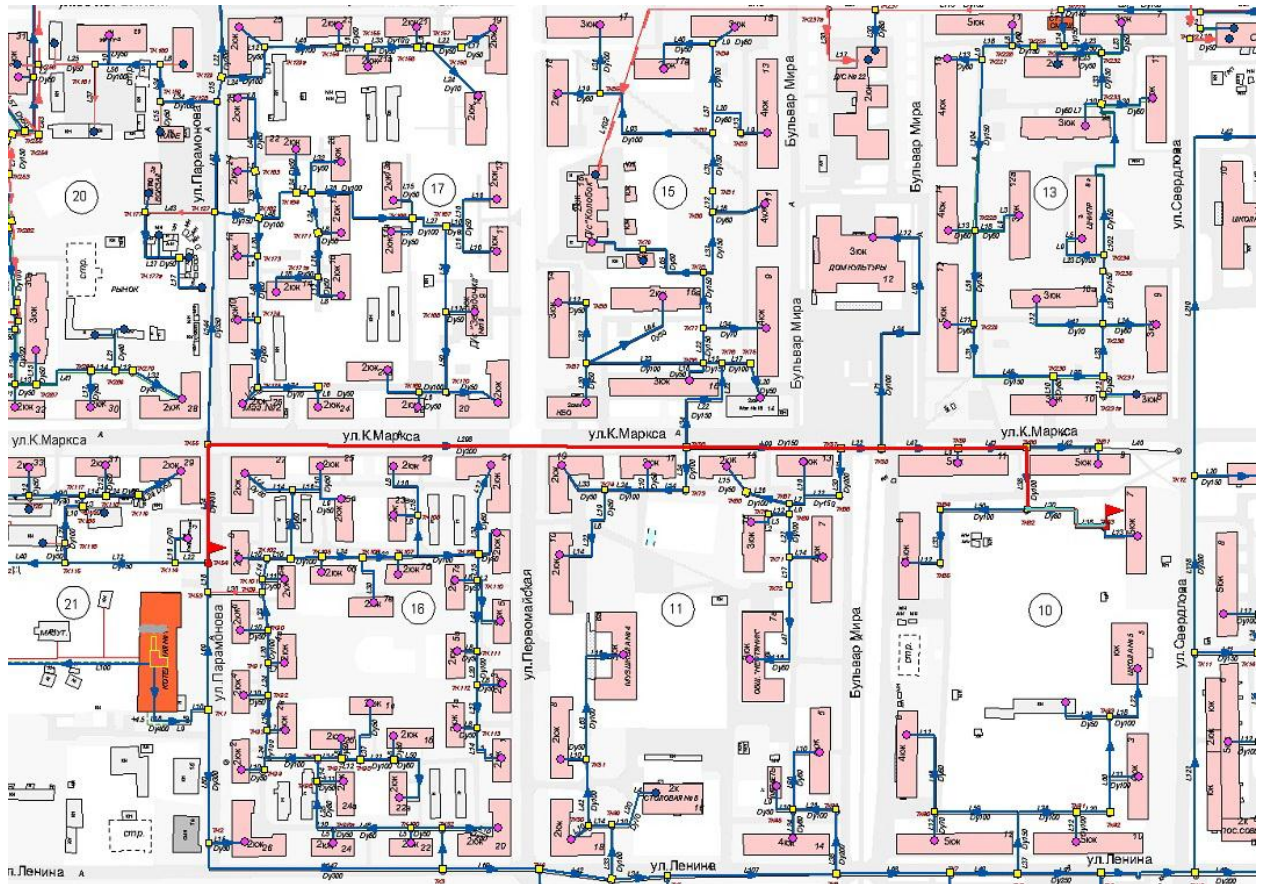


Рисунок 3.13 - Трассировка участка «ТК54 - ТК63»

В таблице 3.5 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.14-3.15 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.5

## Результаты расчета ВБР участка «ТК54 - ТК63»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК54	ТК55	0,4	0,088	1972	40	0,00001	17,50	0,00000263	0,00000263	0,999997
2	ТК55	ТК56	0,2	0,297	1972	40	0,00002	12,50	0,00001277	0,00001540	0,999985
3	ТК56	ТК57	0,2	0,099	1972	40	0,00001	12,50	0,00000426	0,00001966	0,999980
4	ТК57	ТК58	0,2	0,022	1972	40	0,00000	12,50	0,00000095	0,00002061	0,999979
5	ТК58	ТК59	0,2	0,047	1972	40	0,00000	12,50	0,00000202	0,00002263	0,999977
6	ТК59	ТК60	0,2	0,041	1972	40	0,00000	12,50	0,00000176	0,00002439	0,999976
7	ТК60	ТК62	0,1	0,038	1972	40	0,00000	10,00	0,00000237	0,00002676	0,999973
8	ТК62	ТК63	0,08	0,06	1972	40	0,00000	9,50	0,00000409	0,00003085	0,999969

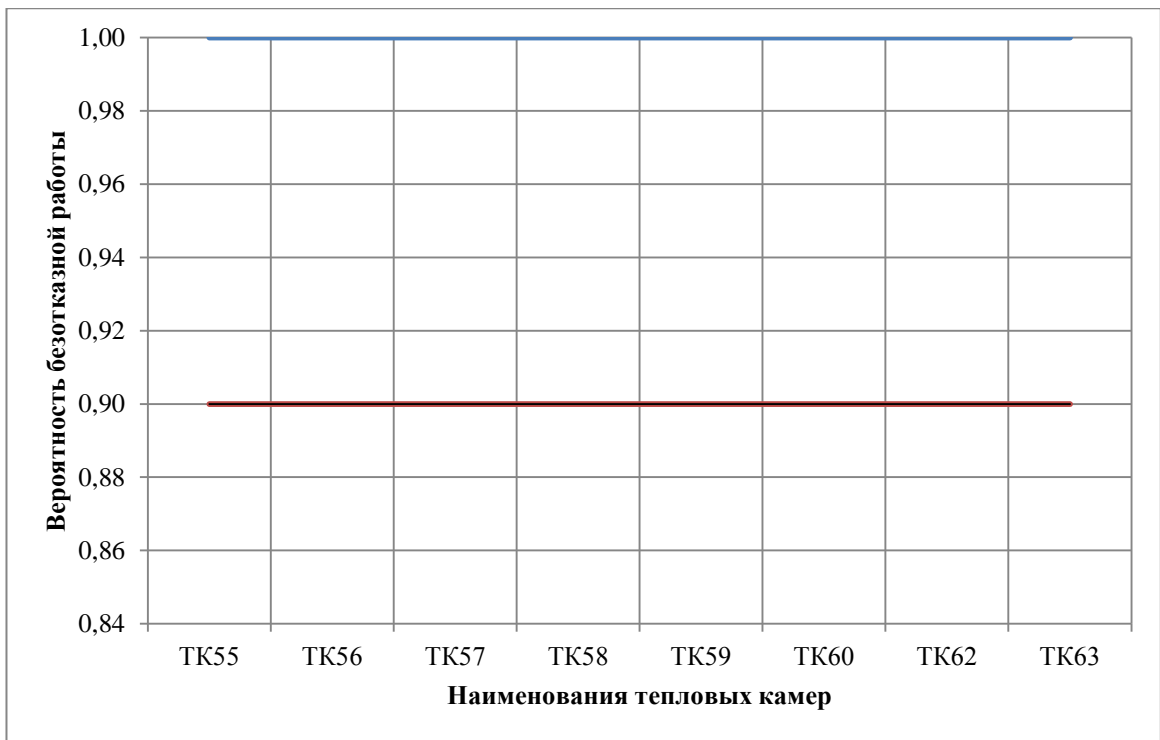


Рисунок 3.14 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK54 - TK63»

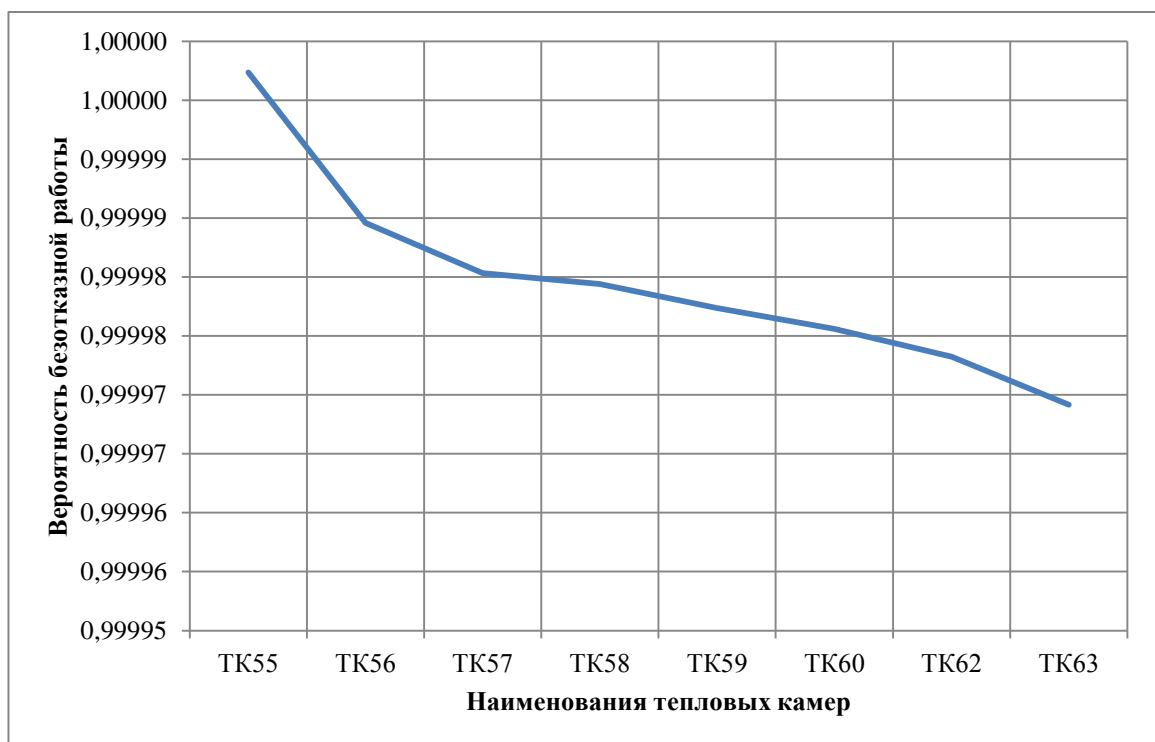


Рисунок 3.15 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK54 - TK63» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «TK54 - TK63» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.1.6. Участок «ТК56 - ТК85»

Данный участок начинается от камеры ТК56 и заканчивается камерой ТК85.

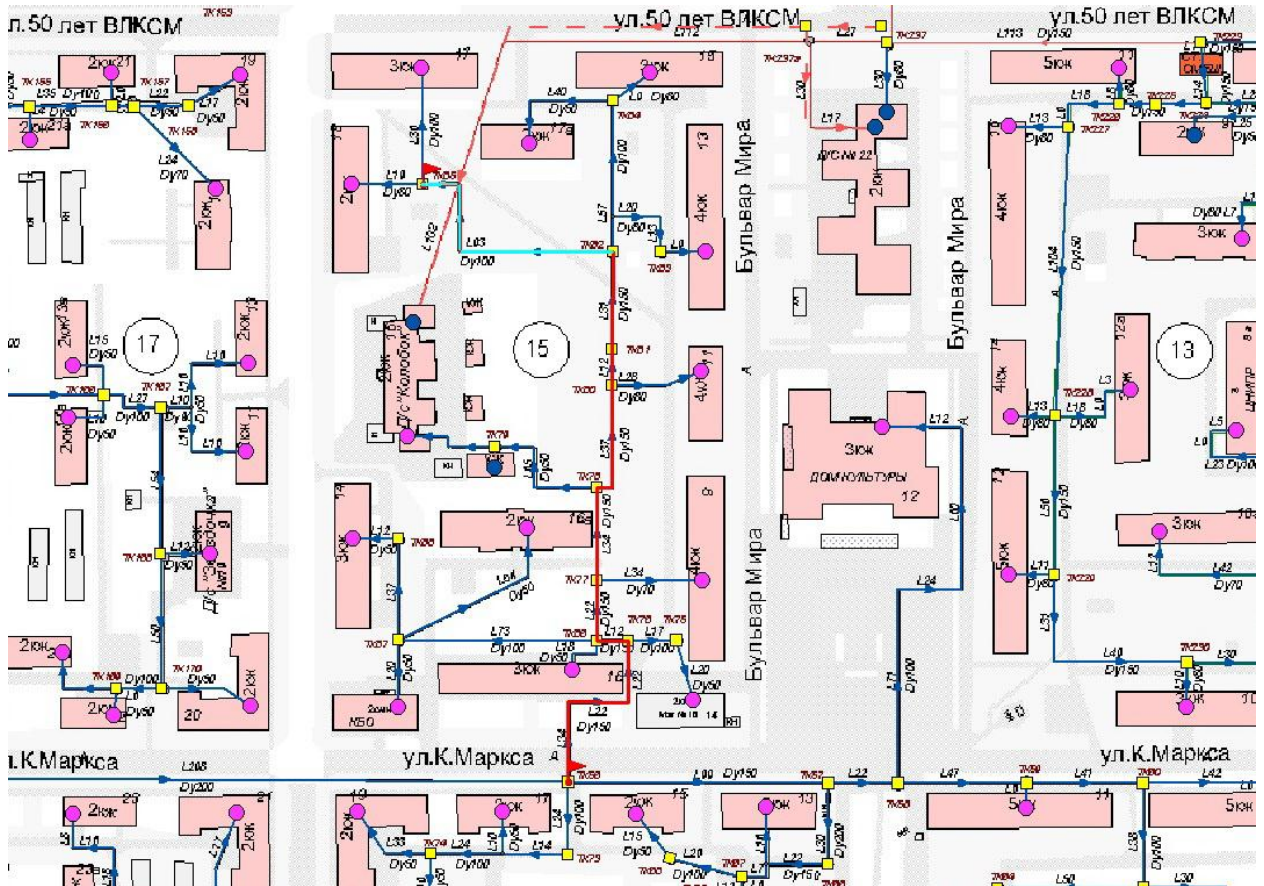


Рисунок 3.16 - Трассировка участка «ТК56 - ТК85»

В таблице 3.6 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.17-3.18 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.6

## Результаты расчета ВБР участка «ТК56 - ТК85»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК56	ТК76	0,15	0,078	1972	40	0,00001	11,30	0,00000390	0,00000390	0,999996
2	ТК76	ТК86	0,15	0,019	1972	40	0,00000	11,30	0,00000095	0,00000485	0,999995
3	ТК86	ТК77	0,15	0,022	1972	40	0,00000	11,30	0,00000110	0,00000595	0,999994
4	ТК77	ТК78	0,15	0,034	1972	40	0,00000	11,30	0,00000170	0,00000765	0,999992
5	ТК78	ТК80	0,15	0,04	1972	40	0,00000	11,30	0,00000200	0,00000965	0,999990
6	ТК80	ТК81	0,15	0,015	1972	40	0,00000	11,30	0,00000075	0,00001040	0,999990
7	ТК81	ТК82	0,15	0,031	1972	40	0,00000	11,30	0,00000155	0,00001196	0,999988
8	ТК82	ТК85	0,1	0,104	1972	40	0,00001	10,00	0,00000648	0,00001844	0,999982



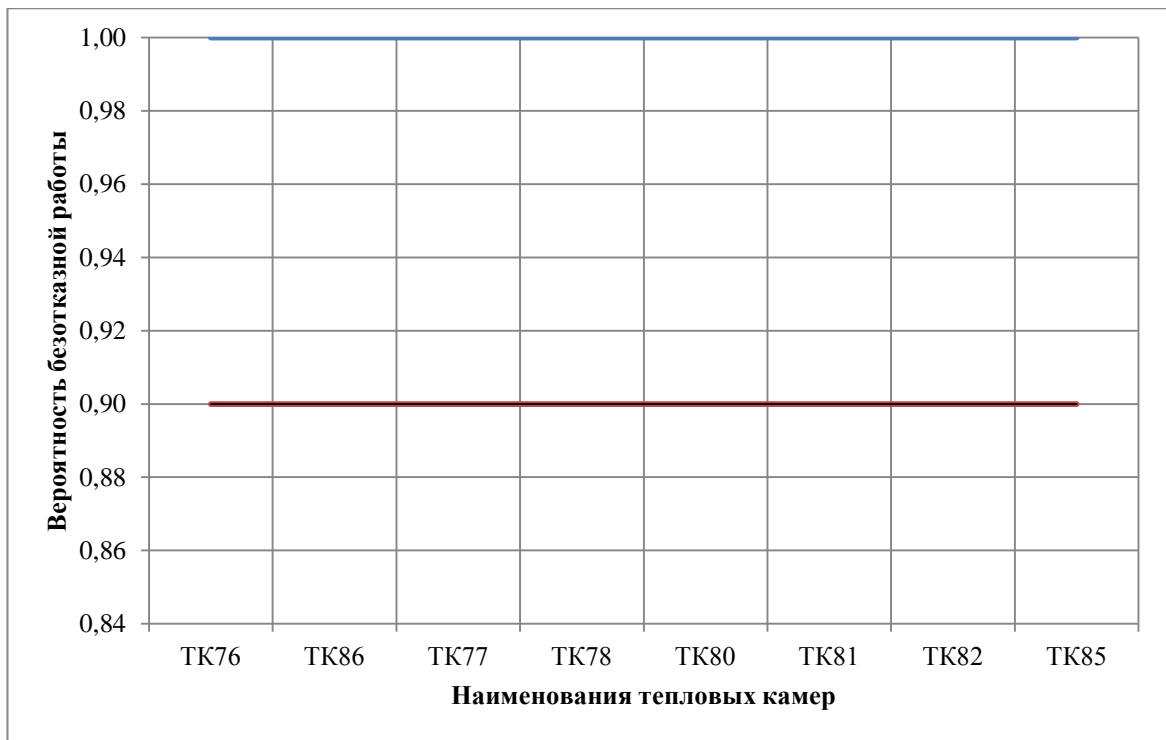


Рисунок 3.17 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK56 - TK85»

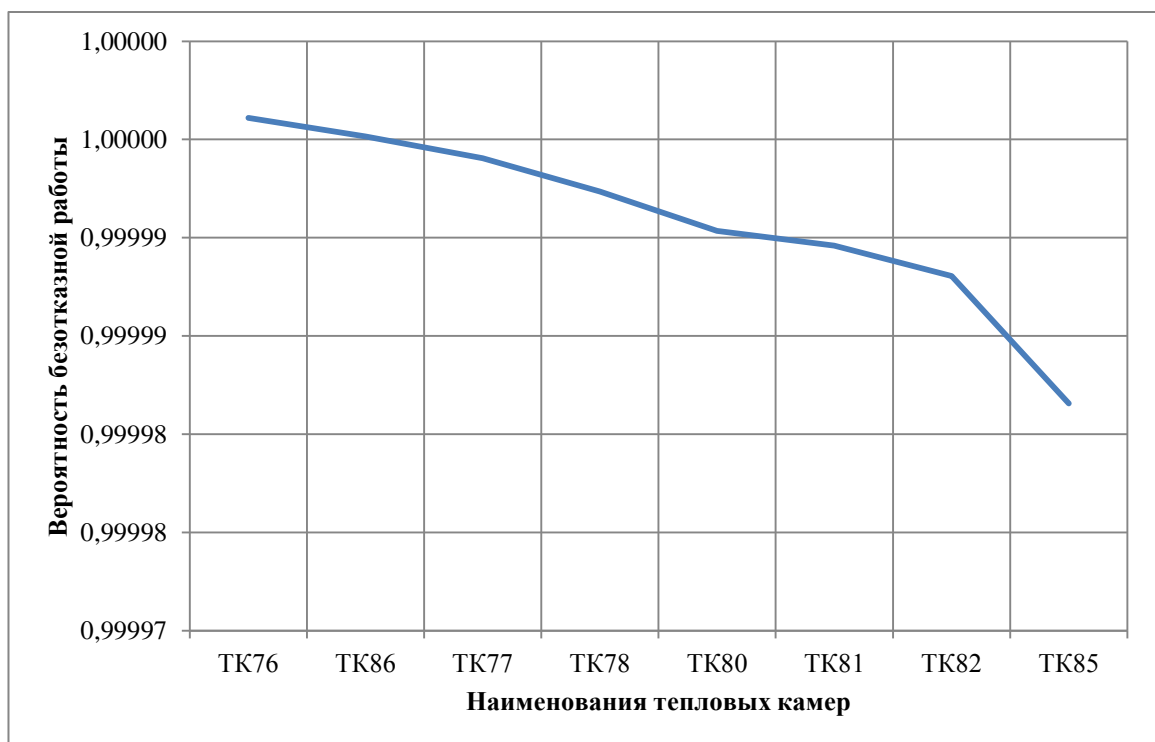


Рисунок 3.18 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK56 - TK85» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «TK56 - TK85» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.





Таблица 3.7

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК199»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	Нов.-ТК1	0,4	0,156	1972	40	0,00001	17,50	0,00000466	0,00000466	0,999995
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	1972	40	0,00001	13,75	0,00000548	0,00001014	0,999990
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	1972	40	0,00002	13,75	0,00001132	0,00002146	0,999979
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	1972	40	0,00002	13,75	0,00001173	0,00003320	0,999967
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	1972	40	0,00001	13,75	0,00000622	0,00003941	0,999961
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	1972	40	0,00000	13,75	0,00000122	0,00004063	0,999959
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	1972	40	0,00001	12,50	0,00000507	0,00004571	0,999954
8	ТК-187	У ТК-187	0,2	0,062	1972	40	0,00000	12,50	0,00000267	0,00004838	0,999952
9	У ТК-187	ЦТП 7	0,2	0,015	1972	40	0,00000	12,50	0,00000065	0,00004902	0,999951
10	ЦТП 7	ТК-189	0,15	0,032	1972	40	0,00000	11,30	0,00000160	0,00005062	0,999949
11	ТК-189	ТК-190	0,15	0,05	1972	40	0,00000	11,30	0,00000250	0,00005312	0,999947
12	ТК-190	ТК-191	0,15	0,015	1972	40	0,00000	11,30	0,00000075	0,00005387	0,999946
13	ТК-191	ТК-193	0,1	0,033	1972	40	0,00000	10,00	0,00000206	0,00005593	0,999944
14	ТК-193	ТК194	0,15	0,048	1972	40	0,00000	11,30	0,00000240	0,00005833	0,999942
15	ТК194	ТК195	0,15	0,096	1972	40	0,00001	11,30	0,00000480	0,00006313	0,999937
16	ТК195	ТК196	0,15	0,086	1972	40	0,00001	11,30	0,00000430	0,00006744	0,999933
17	ТК196	ТК197	0,15	0,085	1972	40	0,00001	11,30	0,00000425	0,00007169	0,999928
18	ТК197	У_ТК197	0,15	0,01	1972	40	0,00000	11,30	0,00000050	0,00007219	0,999928
19	У_ТК197	ТК199	0,15	0,147	1972	40	0,00001	11,30	0,00000735	0,00007954	0,999920



Рисунок 3.20 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199»



Рисунок 3.21 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная №10 - ТК199» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.1.8. Участок «ТК55 - ТК144»

Данный участок начинается от камеры ТК55 и заканчивается камерой ТК144.

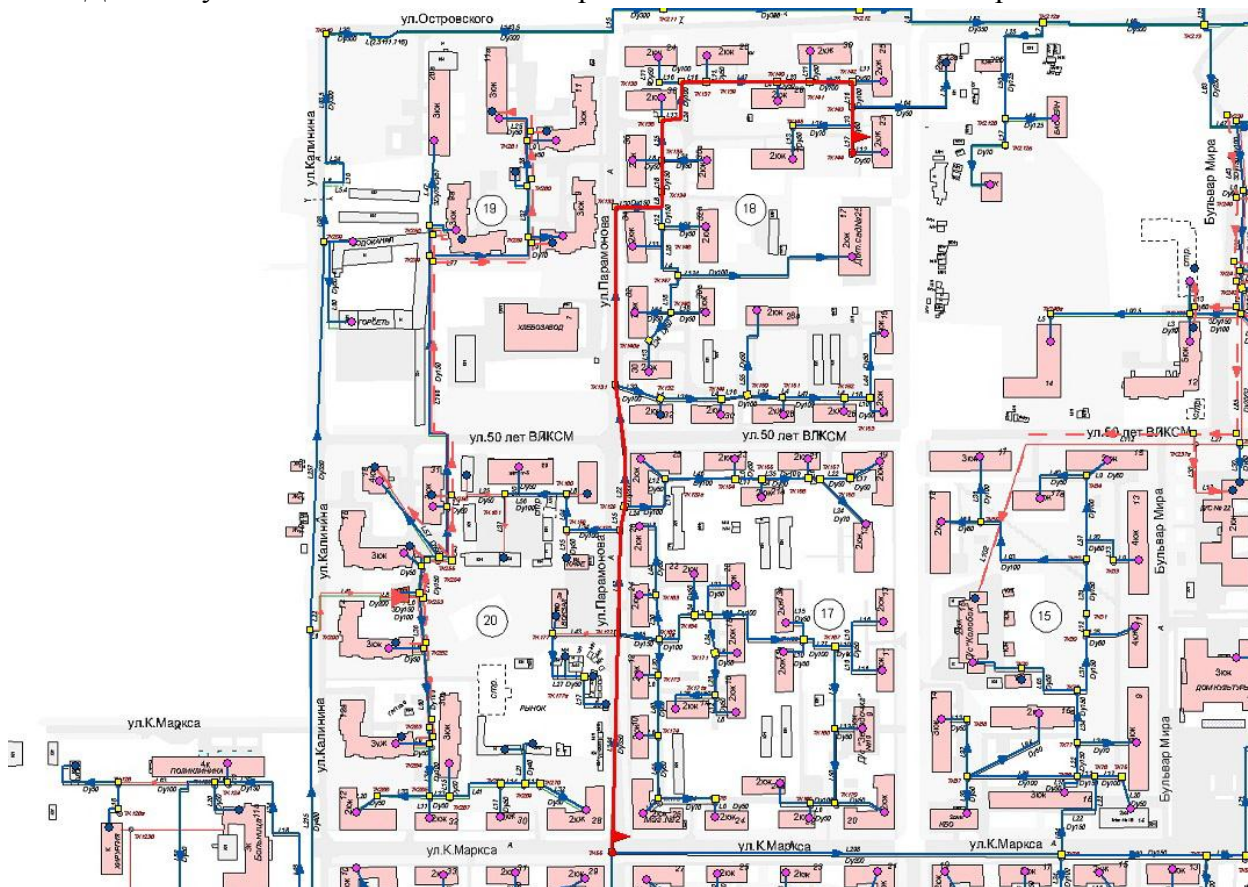


Рисунок 3.22 - Трассировка участка «ТК55 - ТК144»

В таблице 3.8 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.23-3.24 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.8

## Результаты расчета ВБР участка «ТК55 - ТК144»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК55	ТК127	0,35	0,144	1972	40	0,00001	16,25	0,00000459	0,00000459	0,999995
2	ТК127	ТК128	0,35	0,07	1972	40	0,00001	16,25	0,00000223	0,00000683	0,999993
3	ТК128	ТК129	0,35	0,015	1972	40	0,00000	16,25	0,00000048	0,00000730	0,999993
4	ТК129	ТК131	0,2	0,022	1972	40	0,00000	12,50	0,00000095	0,00000825	0,999992
5	ТК131	ТК133	0,015	0,106	1972	40	0,00001	9,50	0,00000722	0,00001547	0,999985
6	ТК133	У_ТК133	0,15	0,03	1972	40	0,00000	11,30	0,00000150	0,00001697	0,999983
7	У_ТК133	ТК134	0,15	0,015	1972	40	0,00000	11,30	0,00000075	0,00001772	0,999982
8	ТК134	ТК135	0,1	0,01	1972	40	0,00000	10,00	0,00000062	0,00001835	0,999982
9	ТК135	ТК136	0,1	0,028	1972	40	0,00000	10,00	0,00000175	0,00002009	0,999980
10	ТК136	ТК137	0,1	0,024	1972	40	0,00000	10,00	0,00000150	0,00002159	0,999978
11	ТК137	ТК139	0,1	0,016	1972	40	0,00000	10,00	0,00000100	0,00002259	0,999977
12	ТК139	ТК140	0,1	0,039	1972	40	0,00000	10,00	0,00000243	0,00002502	0,999975
13	ТК140	ТК140	0,1	0,023	1972	40	0,00000	10,00	0,00000143	0,00002645	0,999974
14	ТК140	ТК142	0,1	0,038	1972	40	0,00000	10,00	0,00000237	0,00002882	0,999971
15	ТК142	ТК143	0,1	0,01	1972	40	0,00000	10,00	0,00000062	0,00002944	0,999971
16	ТК143	У_ТК143	0,08	0,013	1972	40	0,00000	9,50	0,00000089	0,00003033	0,999970
17	У_ТК143	ТК144	0,08	0,017	1972	40	0,00000	9,50	0,00000116	0,00003149	0,999969



Рисунок 3.23 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK55 - TK144»



Рисунок 3.24 - ВБР относительно тепловых камер участка «TK55 - TK144» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «TK55 - TK144» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



### 3.1.9. Участок «ТК-213 - ТК231»

Данный участок начинается от камеры ТК-213 и заканчивается камерой ТК231.

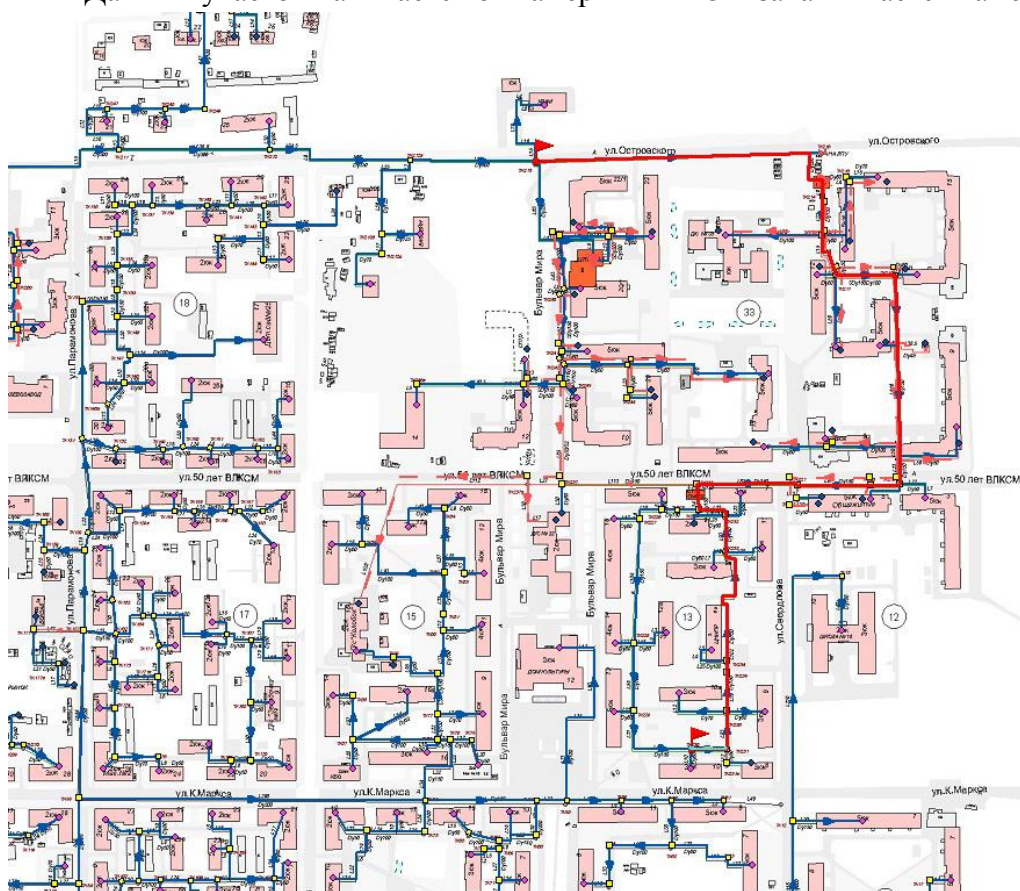


Рисунок 3.25 - Трассировка участка «ТК-213 - ТК231»

В таблице 3.9 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.26-3.27 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.9

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК231»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	У_ТК213	0,3	0,13	1972	40	0,00001	15,00	0,00000445	0,00000445	0,999996
2	У_ТК213	ЦТП 3	0,2	0,005	1972	40	0,00000	12,50	0,00000022	0,00000467	0,999995
3	ЦТП 3	ТК-214	0,15	0,008	1972	40	0,00000	11,30	0,00000040	0,00000507	0,999995
4	ТК-214	ТК-215	0,15	0,032	1972	40	0,00000	11,30	0,00000160	0,00000667	0,999993
5	ТК-215	ТК-217	0,15	0,043	1972	40	0,00000	11,30	0,00000215	0,00000882	0,999991
6	ТК-217	ТК-218	0,15	0,06	1972	40	0,00000	11,30	0,00000300	0,00001182	0,999988
7	ТК-218	У ул. Магистральная, 11	0,15	0,05	1972	40	0,00000	11,30	0,00000250	0,00001432	0,999986
8	У ул. Магистральная, 11	ТК-219а	0,15	0,14	1972	40	0,00001	11,30	0,00000700	0,00002132	0,999979
9	ТК-219а	ТК-219б	0,15	0,01	1972	40	0,00000	11,30	0,00000050	0,00002182	0,999978
10	ТК-219б	ТК-219	0,15	0,023	1972	40	0,00000	11,30	0,00000115	0,00002297	0,999977
11	ТК-219	ТК-220	0,15	0,018	1972	40	0,00000	11,30	0,00000090	0,00002387	0,999976
12	ТК-220	ТК221	0,15	0,061	1972	40	0,00000	11,30	0,00000305	0,00002693	0,999973
13	ТК221	ТК223	0,15	0,081	1972	40	0,00001	11,30	0,00000405	0,00003098	0,999969
14	ТК223	ТК224	0,15	0,014	1972	40	0,00000	11,30	0,00000070	0,00003168	0,999968
15	ТК224	ТК224	0,15	0,023	1972	40	0,00000	11,30	0,00000115	0,00003283	0,999967
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	1972	40	0,00000	11,30	0,00000165	0,00003448	0,999966
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	1972	40	0,00001	11,30	0,00000510	0,00003958	0,999960



18	TK233	TK234	0,15	0,011	1972	40	0,00000	11,30	0,00000055	0,00004013	0,999960
19	TK234	TK235	0,15	0,03	1972	40	0,00000	11,30	0,00000150	0,00004163	0,999958
20	TK235	TK236	0,15	0,033	1972	40	0,00000	11,30	0,00000165	0,00004328	0,999957
21	TK236	TK231	0,15	0,03	1972	40	0,00000	11,30	0,00000150	0,00004478	0,999955



Рисунок 3.26 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231»



Рисунок 3.27 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ТК-213 - ТК231» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.1.10. Участок «ТК-213 - ТК246а»

Данный участок начинается от камеры ТК-213 и заканчивается камерой ТК246а.

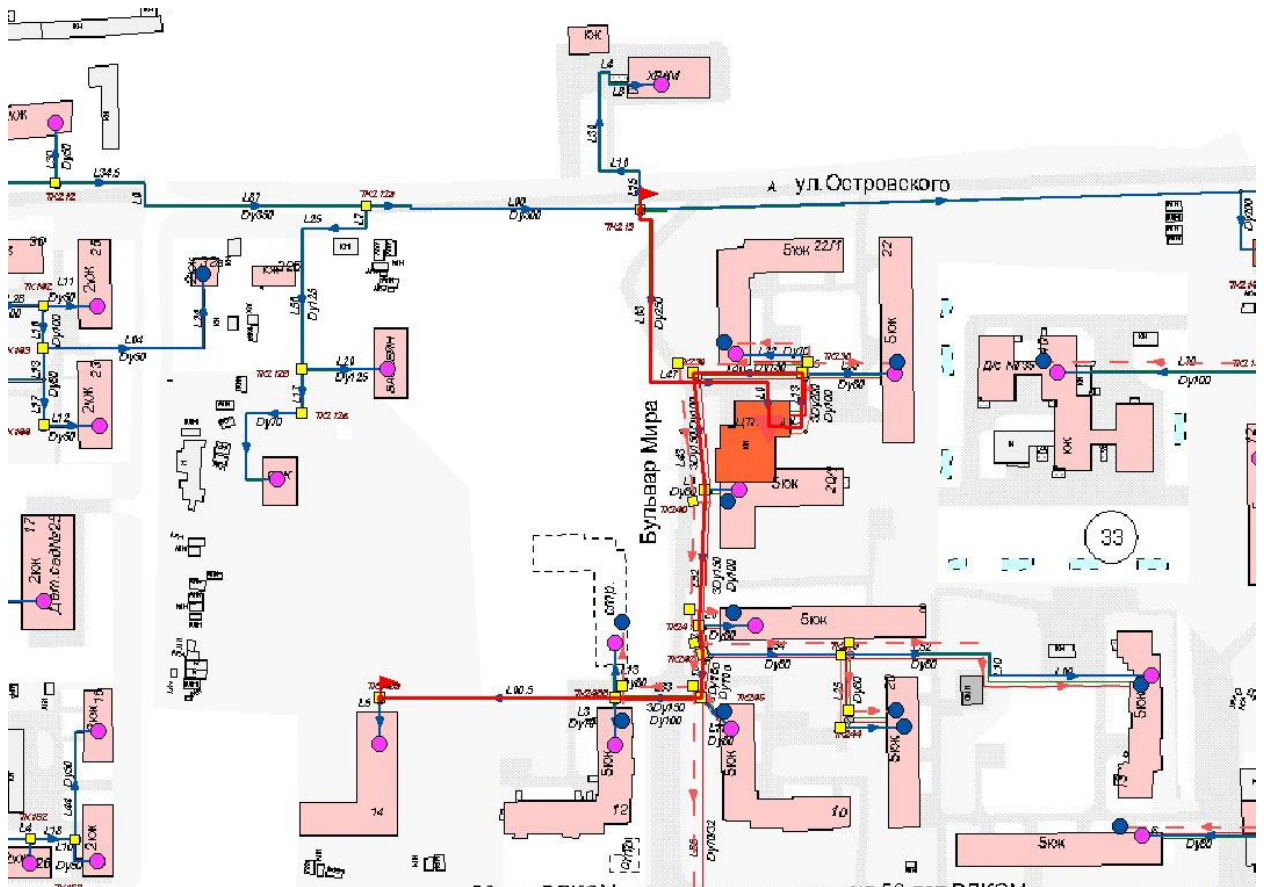


Рисунок 3.28 - Трассировка участка «ТК-213 - ТК246а»

В таблице 3.10 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.29-3.30 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК246а»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	ЦТП №9	0,3	0,135	1972	40	0,00001	15,00	0,00000462	0,00000462	0,999995
2	ЦТП №9	ТК-238	0,2	0,018	1972	40	0,00000	12,50	0,00000077	0,00000540	0,999995
3	ТК-238	ТК239	0,15	0,04	1972	40	0,00000	11,30	0,00000200	0,00000740	0,999993
4	ТК239	ТК-240	0,15	0,043	1972	40	0,00000	11,30	0,00000215	0,00000955	0,999990
5	ТК-240	ТК241	0,15	0,052	1972	40	0,00000	11,30	0,00000260	0,00001215	0,999988
6	ТК241	ТК242	0,15	0,012	1972	40	0,00000	11,30	0,00000060	0,00001275	0,999987
7	ТК242	ТК245	0,15	0,016	1972	40	0,00000	11,30	0,00000080	0,00001355	0,999986
8	ТК245	ТК246	0,15	0,033	1972	40	0,00000	11,30	0,00000165	0,00001520	0,999985
9	ТК246	ТК246а	0,08	0,091	1972	40	0,00001	9,50	0,00000620	0,00002140	0,999979

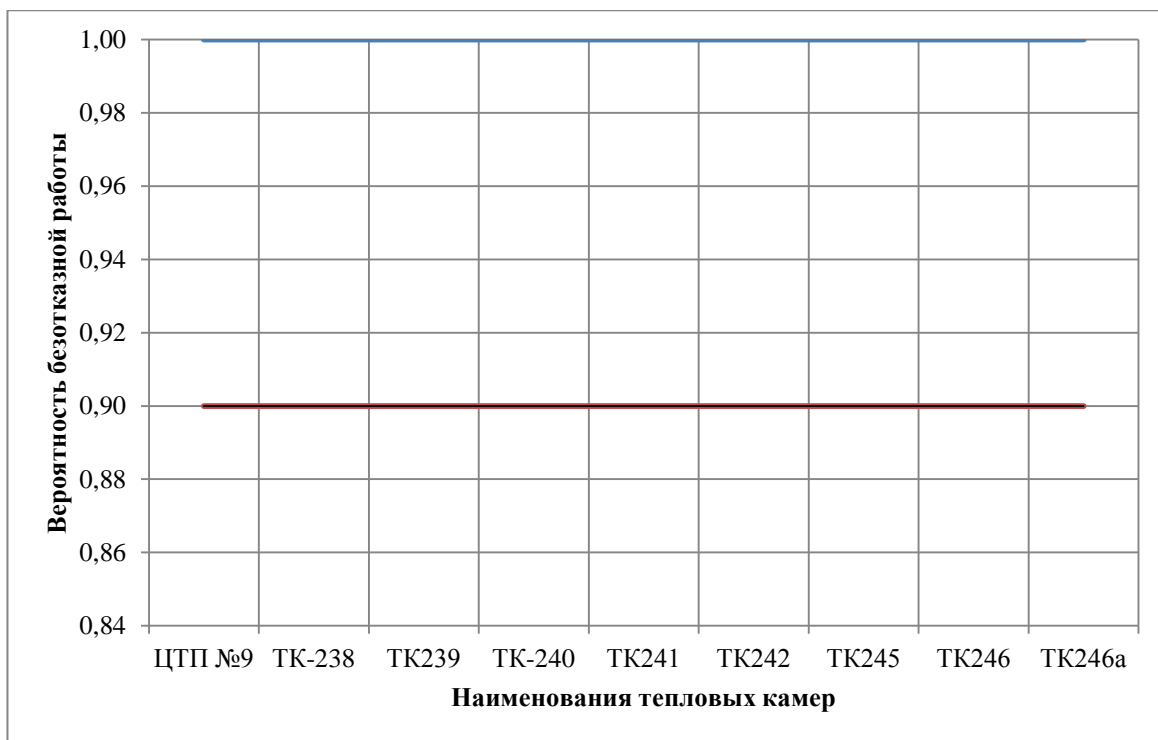


Рисунок 3.29 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК246а»

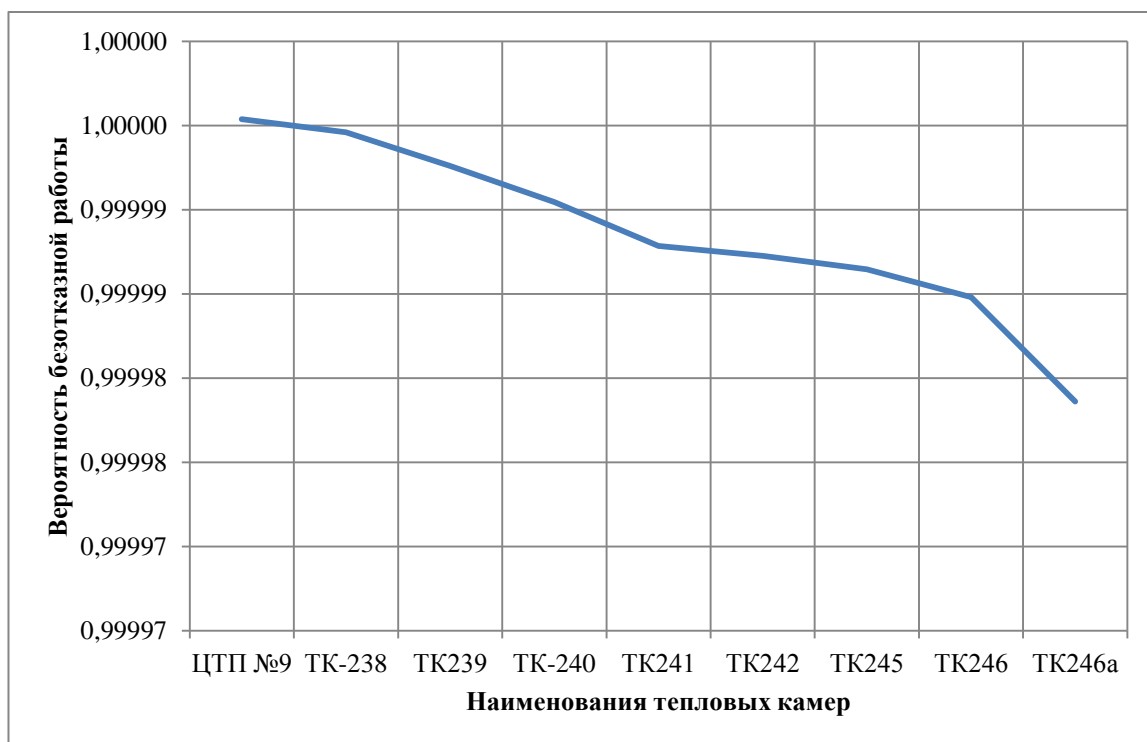


Рисунок 3.30 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК246а» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ТК-213 - ТК246а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### **3.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №2**

#### **3.2.1. Участок «БМК №2 - ТК-15»**

Данный участок начинается от котельной и заканчивается камерой ТК-15.

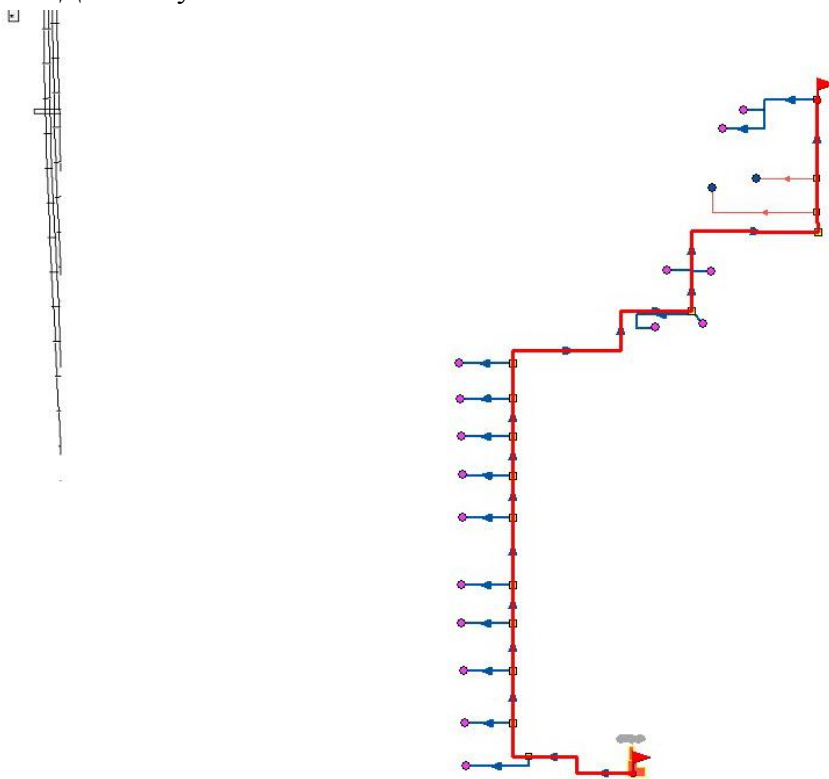


Рисунок 3.31 - Трассировка участка «БМК №2 - ТК-15»

В таблице 3.11 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.32-3.33 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.11

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №2 - ТК-15»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №2	ТК-1	0,1	0,043	1972	40	0,00000	10,00	0,00000268	0,00000268	0,999997
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,033	1972	40	0,00000	10,00	0,00000206	0,00000474	0,999995
3	ТК-2	ТК-3	0,1	0,038	1972	40	0,00000	10,00	0,00000237	0,00000711	0,999993
4	ТК-3	ТК-4	0,1	0,048	1972	40	0,00000	10,00	0,00000299	0,00001010	0,999990
5	ТК-4	ТК-5	0,1	0,041	1972	40	0,00000	10,00	0,00000256	0,00001265	0,999987
6	ТК-5	ТК-6	0,1	0,051	1972	40	0,00000	10,00	0,00000318	0,00001583	0,999984
7	ТК-6	ТК-7	0,1	0,041	1972	40	0,00000	10,00	0,00000256	0,00001839	0,999982
8	ТК-7	ТК-8	0,1	0,038	1972	40	0,00000	10,00	0,00000237	0,00002076	0,999979
9	ТК-8	ТК-9	0,1	0,042	1972	40	0,00000	10,00	0,00000262	0,00002338	0,999977
10	ТК-9	ТК-10	0,1	0,037	1972	40	0,00000	10,00	0,00000231	0,00002568	0,999974
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	1972	40	0,00001	10,00	0,00001128	0,00003697	0,999963
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	1972	40	0,00000	10,00	0,00000137	0,00003834	0,999962
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	1972	40	0,00001	10,00	0,00000742	0,00004576	0,999954
14	ТК-12	ТК-13	0,1	0,018	1972	40	0,00000	10,00	0,00000112	0,00004688	0,999953
15	ТК-13	ТК-14	0,1	0,024	1972	40	0,00000	10,00	0,00000150	0,00004837	0,999952
16	ТК-14	ТК-15	0,1	0,094	1972	40	0,00001	10,00	0,00000586	0,00005423	0,999946



Рисунок 3.32 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15»



Рисунок 3.33 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «БМК №2 - ТК-15» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



### 3.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №3

#### 3.3.1. Участок «БМК №3 - ТК-3»

Данный участок начинается от котельной и заканчивается камерой ТК-3.

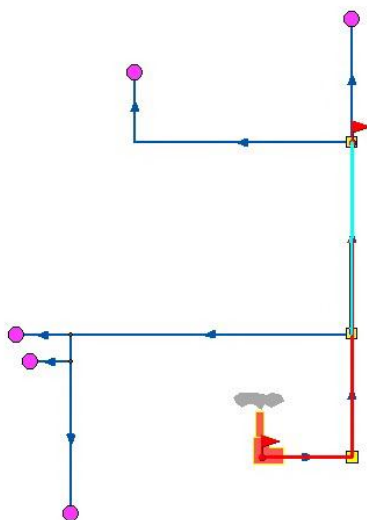


Рисунок 3.34 - Трассировка участка «БМК №3 - ТК-3»

В таблице 3.12 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис.3.35-3.36 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.12

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №3 - ТК-3»

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №3	ТК-1	0,15	0,004	1972	40	0,00000	11,30	0,00000020	0,00000020	1,000000
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,019	1972	40	0,00000	10,00	0,00000118	0,00000138	0,999999
3	ТК-2	ТК-3	0,08	0,02	1972	40	0,00000	9,50	0,00000136	0,00000275	0,999997

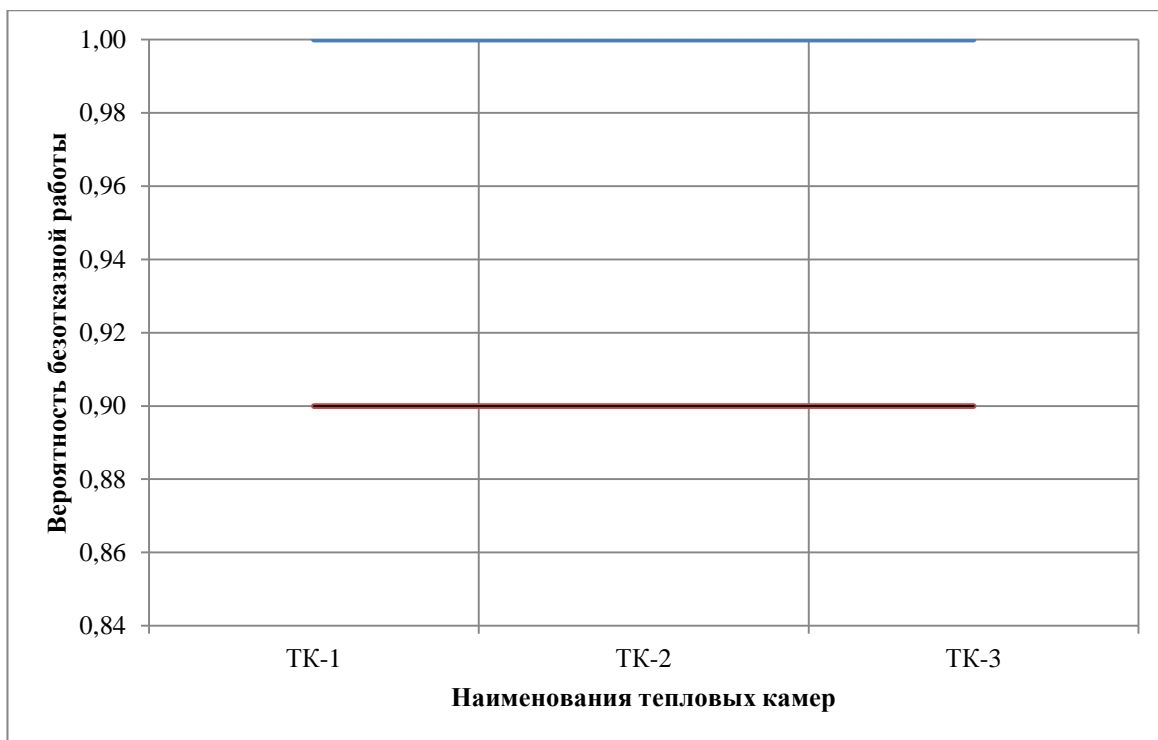


Рисунок 3.35 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №3 - ТК-3»

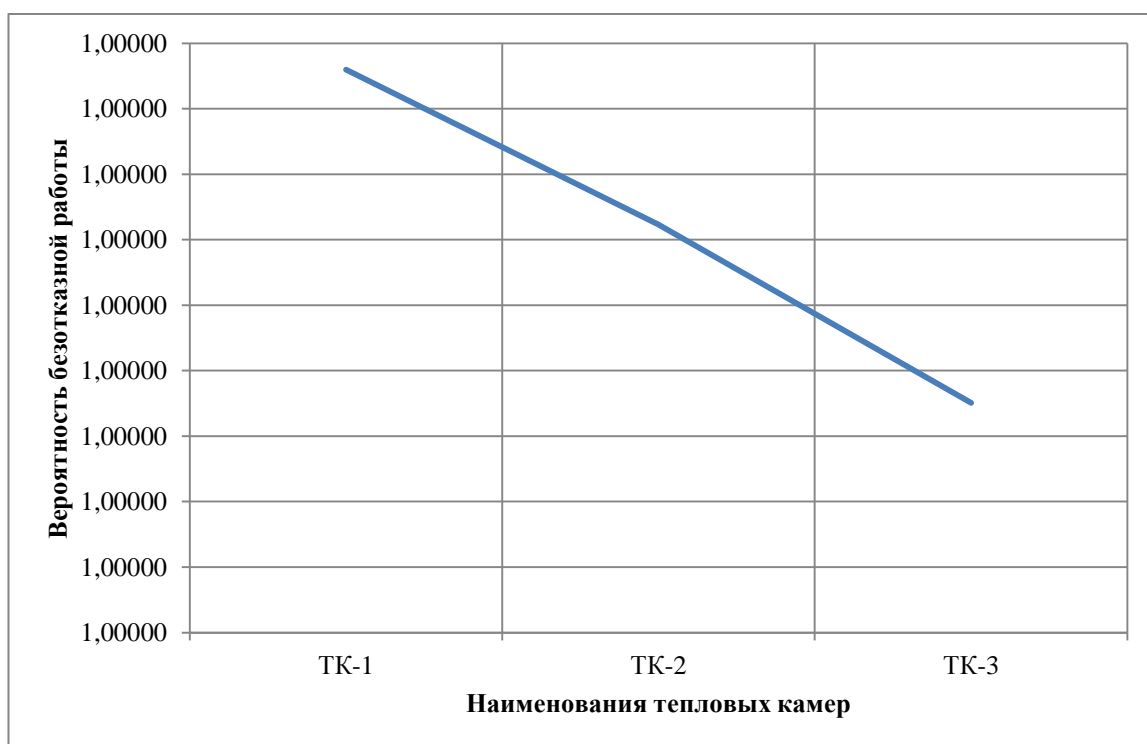


Рисунок 3.36 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №3 - ТК-3» (в укрупненном масштабе)

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «БМК №3 - ТК-3» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4. РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПЕРСПЕКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ

##### 4.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной №10.

##### 4.1.1. Участок «ТК1 - ТК-113»

Вероятность безотказной работы участка «ТК1 - ТК-113» к 2017 году достигнет 0,99996, что выше нормативного значения (см. рис. 4.1). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.1.

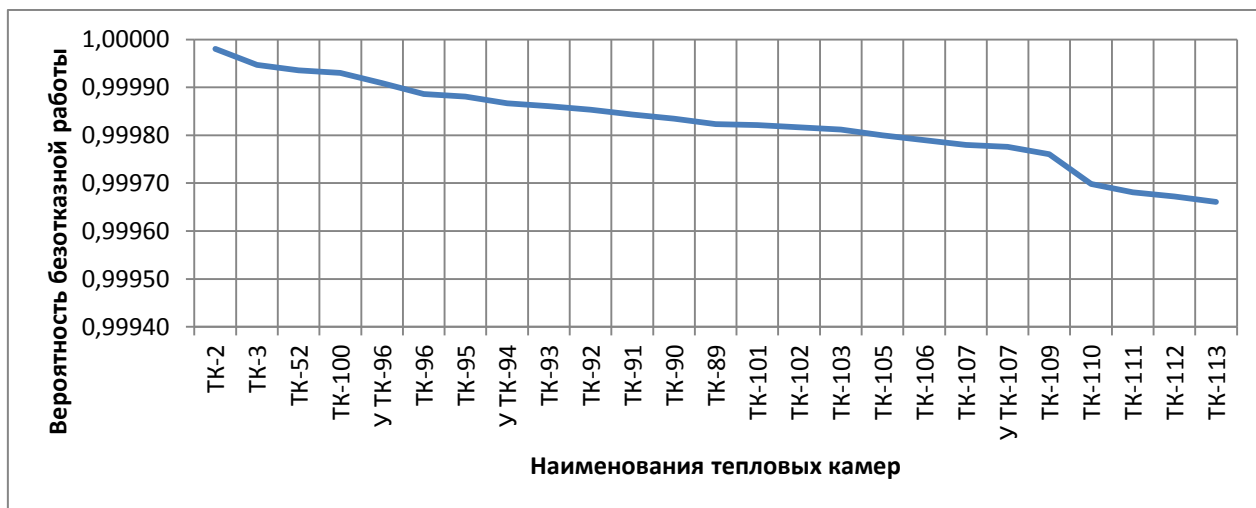


Рисунок 4.1 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК1 - ТК-113» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК1 - ТК-113» к 2022 году достигнет 0,9956, что выше нормативного значения (см. рис. 4.2). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.2.

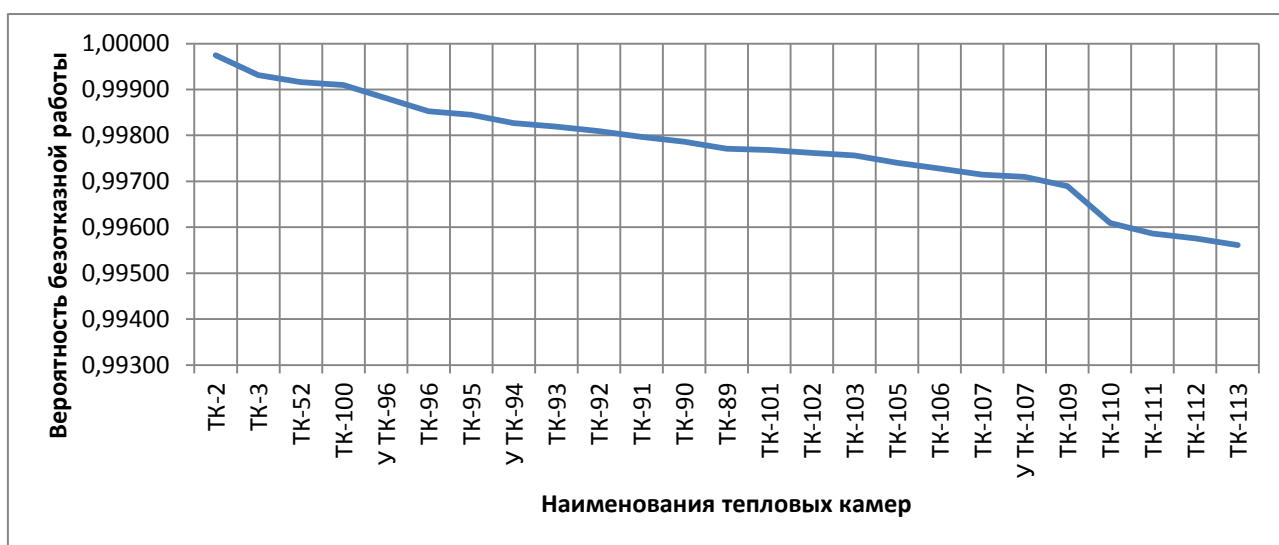


Рисунок 4.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК1 - ТК-113» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК1 - ТК-113» к 2027 году достигнет 0,8724, что ниже нормативного значения (см. рис. 4.3). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.3.

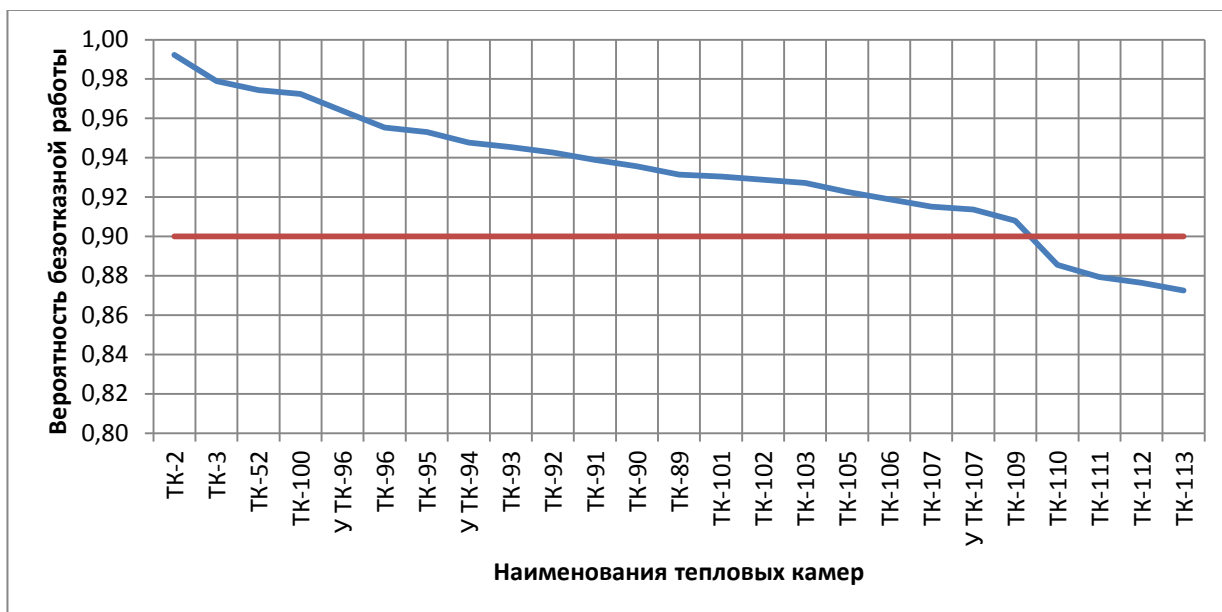


Рисунок 4.3 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК1 - ТК-113» по состоянию на 2027 год

Для обеспечения необходимых значений требуется осуществить реконструкцию участка от камеры У-ТК-107 до камеры ТК-111 общей длиной 0,229км. С учетом предлагаемых мероприятий результаты расчета ВБР представлены в таблице 4.4 и на рисунке 4.4.

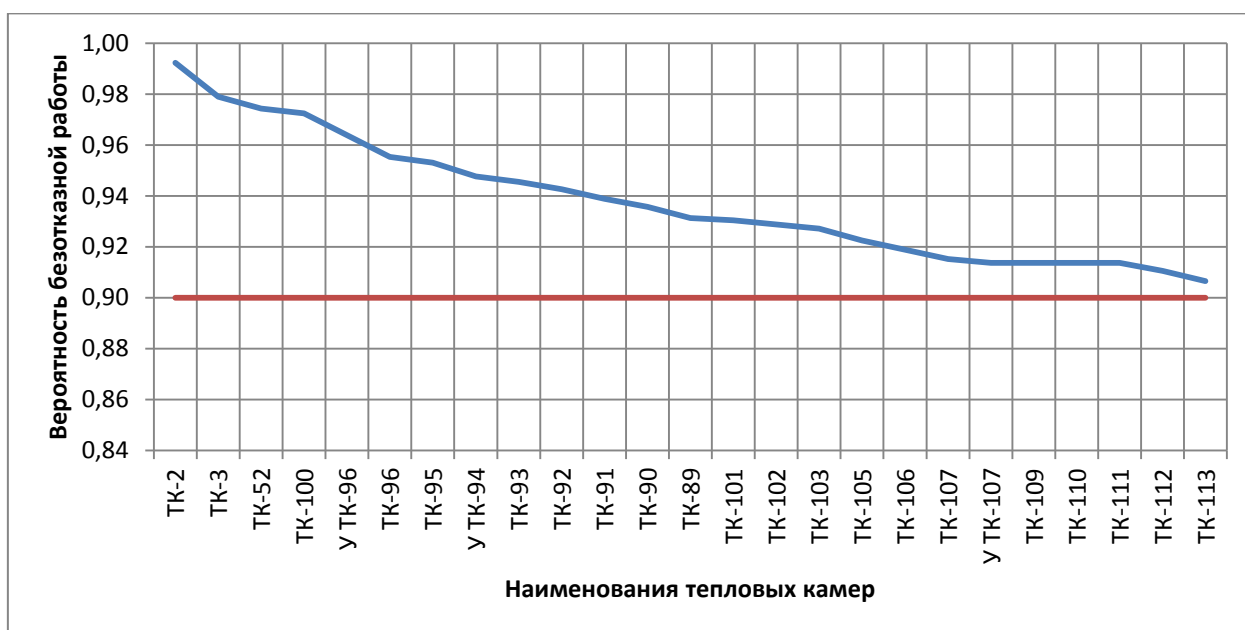


Рисунок 4.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК1 - ТК-113» с учетом предлагаемых мероприятий по состоянию на 2027 год

Таблица 4.1

## Результаты расчета ВБР участка «ТК1 - ТК-113» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК1	ТК-2	0,3	0,085	1972	45	0,00004	15	0,00001937	0,00001937	0,999981
2	ТК-2	ТК-3	0,3	0,147	1972	45	0,00008	15	0,00003350	0,00005288	0,999947
3	ТК-3	ТК-52	0,08	0,026	1972	45	0,00001	9,5	0,00001179	0,00006467	0,999935
4	ТК-52	ТК-100	0,1	0,012	1972	45	0,00001	10	0,00000498	0,00006965	0,999930
5	ТК-100	У ТК-96	0,08	0,048	1972	45	0,00002	9,5	0,00002177	0,00009142	0,999909
6	У ТК-96	ТК-96	0,08	0,049	1972	45	0,00003	9,5	0,00002222	0,00011364	0,999886
7	ТК-96	ТК-95	0,1	0,014	1972	45	0,00001	10	0,00000581	0,00011945	0,999881
8	ТК-95	У ТК-94	0,1	0,034	1972	45	0,00002	10	0,00001411	0,00013356	0,999866
9	У ТК-94	ТК-93	0,1	0,014	1972	45	0,00001	10	0,00000581	0,00013937	0,999861
10	ТК-93	ТК-92	0,1	0,018	1972	45	0,00001	10	0,00000747	0,00014684	0,999853
11	ТК-92	ТК-91	0,1	0,024	1972	45	0,00001	10	0,00000996	0,00015680	0,999843
12	ТК-91	ТК-90	0,1	0,02	1972	45	0,00001	10	0,00000830	0,00016510	0,999835
13	ТК-90	ТК-89	0,1	0,028	1972	45	0,00001	10	0,00001162	0,00017672	0,999823
14	ТК-89	ТК-101	0,15	0,007	1972	45	0,00000	11,3	0,00000233	0,00017905	0,999821
15	ТК-101	ТК-102	0,15	0,014	1972	45	0,00001	11,3	0,00000466	0,00018371	0,999816
16	ТК-102	ТК-103	0,1	0,01	1972	45	0,00001	10	0,00000415	0,00018786	0,999812
17	ТК-103	ТК-105	0,1	0,03	1972	45	0,00002	10	0,00001245	0,00020031	0,999800

18	TK-105	TK-106	0,1	0,024	1972	45	0,00001	10	0,00000996	0,00021027	0,999790
19	TK-106	TK-107	0,1	0,024	1972	45	0,00001	10	0,00000996	0,00022023	0,999780
20	TK-107	Y TK-107	0,1	0,01	1972	45	0,00001	10	0,00000415	0,00022438	0,999776
21	Y TK-107	TK-109	0,1	0,037	1972	45	0,00002	10	0,00001535	0,00023973	0,999760
22	TK-109	TK-110	0,1	0,15	1972	45	0,00008	10	0,00006225	0,00030198	0,999698
23	TK-110	TK-111	0,1	0,042	1972	45	0,00002	10	0,00001743	0,00031941	0,999681
24	TK-111	TK-112	0,1	0,02	1972	45	0,00001	10	0,00000830	0,00032771	0,999672
25	TK-112	TK-113	0,1	0,027	1972	45	0,00001	10	0,00001120	0,00033892	0,999661

Таблица 4.2

## Результаты расчета ВБР участка «ТК1 - ТК-113» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК1	ТК-2	0,3	0,085	1972	50	0,00056	15,00	0,00025136	0,00025136	0,999749
2	ТК-2	ТК-3	0,3	0,147	1972	50	0,00098	15,00	0,00043470	0,00068606	0,999314
3	ТК-3	ТК-52	0,08	0,026	1972	50	0,00017	9,50	0,00015299	0,00083905	0,999161
4	ТК-52	ТК-100	0,1	0,012	1972	50	0,00008	10,00	0,00006461	0,00090366	0,999097
5	ТК-100	У ТК-96	0,08	0,048	1972	50	0,00032	9,50	0,00028244	0,00118610	0,998815
6	У ТК-96	ТК-96	0,08	0,049	1972	50	0,00033	9,50	0,00028833	0,00147443	0,998527
7	ТК-96	ТК-95	0,1	0,014	1972	50	0,00009	10,00	0,00007538	0,00154981	0,998451
8	ТК-95	У ТК-94	0,1	0,034	1972	50	0,00023	10,00	0,00018306	0,00173287	0,998269
9	У ТК-94	ТК-93	0,1	0,014	1972	50	0,00009	10,00	0,00007538	0,00180825	0,998193
10	ТК-93	ТК-92	0,1	0,018	1972	50	0,00012	10,00	0,00009692	0,00190516	0,998097
11	ТК-92	ТК-91	0,1	0,024	1972	50	0,00016	10,00	0,00012922	0,00203438	0,997968
12	ТК-91	ТК-90	0,1	0,02	1972	50	0,00013	10,00	0,00010768	0,00214206	0,997860
13	ТК-90	ТК-89	0,1	0,028	1972	50	0,00019	10,00	0,00015076	0,00229282	0,997710
14	ТК-89	ТК-101	0,15	0,007	1972	50	0,00005	11,30	0,00003024	0,00232306	0,997680
15	ТК-101	ТК-102	0,15	0,014	1972	50	0,00009	11,30	0,00006048	0,00238355	0,997619
16	ТК-102	ТК-103	0,1	0,01	1972	50	0,00007	10,00	0,00005384	0,00243739	0,997566
17	ТК-103	ТК-105	0,1	0,03	1972	50	0,00020	10,00	0,00016153	0,00259892	0,997404



18	TK-105	TK-106	0,1	0,024	1972	50	0,00016	10,00	0,00012922	0,00272814	0,997276
19	TK-106	TK-107	0,1	0,024	1972	50	0,00016	10,00	0,00012922	0,00285736	0,997147
20	TK-107	Y TK-107	0,1	0,01	1972	50	0,00007	10,00	0,00005384	0,00291120	0,997093
21	Y TK-107	TK-109	0,1	0,037	1972	50	0,00025	10,00	0,00019921	0,00311041	0,996894
22	TK-109	TK-110	0,1	0,15	1972	50	0,00100	10,00	0,00080763	0,00391804	0,996090
23	TK-110	TK-111	0,1	0,042	1972	50	0,00028	10,00	0,00022614	0,00414418	0,995864
24	TK-111	TK-112	0,1	0,02	1972	50	0,00013	10,00	0,00010768	0,00425186	0,995757
25	TK-112	TK-113	0,1	0,027	1972	50	0,00018	10,00	0,00014537	0,00439723	0,995612

Таблица 4.3

## Результаты расчета ВБР участка «ТК1 - ТК-113» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК1	ТК-2	0,3	0,085	1972	55	0,01752	15,00	0,00779673	0,00779673	0,992234
2	ТК-2	ТК-3	0,3	0,147	1972	55	0,03029	15,00	0,01348376	0,02128049	0,978944
3	ТК-3	ТК-52	0,08	0,026	1972	55	0,00536	9,50	0,00474547	0,02602596	0,974310
4	ТК-52	ТК-100	0,1	0,012	1972	55	0,00247	10,00	0,00200410	0,02803006	0,972359
5	ТК-100	У ТК-96	0,08	0,048	1972	55	0,00989	9,50	0,00876086	0,03679093	0,963878
6	У ТК-96	ТК-96	0,08	0,049	1972	55	0,01010	9,50	0,00894338	0,04573431	0,955296
7	ТК-96	ТК-95	0,1	0,014	1972	55	0,00288	10,00	0,00233812	0,04807242	0,953065
8	ТК-95	У ТК-94	0,1	0,034	1972	55	0,00701	10,00	0,00567829	0,05375071	0,947668
9	У ТК-94	ТК-93	0,1	0,014	1972	55	0,00288	10,00	0,00233812	0,05608883	0,945455
10	ТК-93	ТК-92	0,1	0,018	1972	55	0,00371	10,00	0,00300615	0,05909498	0,942617
11	ТК-92	ТК-91	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,06310318	0,938847
12	ТК-91	ТК-90	0,1	0,02	1972	55	0,00412	10,00	0,00334017	0,06644335	0,935716
13	ТК-90	ТК-89	0,1	0,028	1972	55	0,00577	10,00	0,00467624	0,07111958	0,931351
14	ТК-89	ТК-101	0,15	0,007	1972	55	0,00144	11,30	0,00093807	0,07205765	0,930477
15	ТК-101	ТК-102	0,15	0,014	1972	55	0,00288	11,30	0,00187613	0,07393378	0,928733
16	ТК-102	ТК-103	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,07560387	0,927183
17	ТК-103	ТК-105	0,1	0,03	1972	55	0,00618	10,00	0,00501025	0,08061412	0,922550

18	TK-105	TK-106	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,08462232	0,918859
19	TK-106	TK-107	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,08863052	0,915184
20	TK-107	Y TK-107	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,09030061	0,913656
21	Y TK-107	TK-109	0,1	0,037	1972	55	0,00762	10,00	0,00617931	0,09647992	0,908028
22	TK-109	TK-110	0,1	0,15	1972	55	0,03091	10,00	0,02505126	0,12153118	0,885563
23	TK-110	TK-111	0,1	0,042	1972	55	0,00865	10,00	0,00701435	0,12854553	0,879374
24	TK-111	TK-112	0,1	0,02	1972	55	0,00412	10,00	0,00334017	0,13188570	0,876441
25	TK-112	TK-113	0,1	0,027	1972	55	0,00556	10,00	0,00450923	0,13639493	0,872498

Таблица 4.4

**Результаты расчета ВБР участка «ТК1 - ТК-113» на 2027 год с учетом предлагаемых мероприятий**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК1	ТК-2	0,3	0,085	1972	55	0,01752	15,00	0,00779673	0,00779673	0,992234
2	ТК-2	ТК-3	0,3	0,147	1972	55	0,03029	15,00	0,01348376	0,02128049	0,978944
3	ТК-3	ТК-52	0,08	0,026	1972	55	0,00536	9,50	0,00474547	0,02602596	0,974310
4	ТК-52	ТК-100	0,1	0,012	1972	55	0,00247	10,00	0,00200410	0,02803006	0,972359
5	ТК-100	У ТК-96	0,08	0,048	1972	55	0,00989	9,50	0,00876086	0,03679093	0,963878
6	У ТК-96	ТК-96	0,08	0,049	1972	55	0,01010	9,50	0,00894338	0,04573431	0,955296
7	ТК-96	ТК-95	0,1	0,014	1972	55	0,00288	10,00	0,00233812	0,04807242	0,953065
8	ТК-95	У ТК-94	0,1	0,034	1972	55	0,00701	10,00	0,00567829	0,05375071	0,947668
9	У ТК-94	ТК-93	0,1	0,014	1972	55	0,00288	10,00	0,00233812	0,05608883	0,945455
10	ТК-93	ТК-92	0,1	0,018	1972	55	0,00371	10,00	0,00300615	0,05909498	0,942617
11	ТК-92	ТК-91	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,06310318	0,938847
12	ТК-91	ТК-90	0,1	0,02	1972	55	0,00412	10,00	0,00334017	0,06644335	0,935716
13	ТК-90	ТК-89	0,1	0,028	1972	55	0,00577	10,00	0,00467624	0,07111958	0,931351
14	ТК-89	ТК-101	0,15	0,007	1972	55	0,00144	11,30	0,00093807	0,07205765	0,930477
15	ТК-101	ТК-102	0,15	0,014	1972	55	0,00288	11,30	0,00187613	0,07393378	0,928733
16	ТК-102	ТК-103	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,07560387	0,927183

17	TK-103	TK-105	0,1	0,03	1972	55	0,00618	10,00	0,00501025	0,08061412	0,922550
18	TK-105	TK-106	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,08462232	0,918859
19	TK-106	TK-107	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,08863052	0,915184
20	TK-107	Y TK-107	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,09030061	0,913656
21	Y TK-107	TK-109	0,1	0,037	2022	5	0,00000	10,00	0,00000006	0,09030066	0,913656
22	TK-109	TK-110	0,1	0,15	2022	5	0,00000	10,00	0,00000022	0,09030089	0,913656
23	TK-110	TK-111	0,1	0,042	2022	5	0,00000	10,00	0,00000006	0,09030095	0,913656
24	TK-111	TK-112	0,1	0,02	1972	55	0,00412	10,00	0,00334017	0,09364112	0,910610
25	TK-112	TK-113	0,1	0,027	1972	55	0,00556	10,00	0,00450923	0,09815034	0,906513

#### 4.1.2. Участок «ТК185 - ТК195»

Вероятность безотказной работы участка «ТК-3 - ТК-13» к 2017 году достигнет 0,9997, что выше нормативного значения (см. рис. 4.5). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.5.

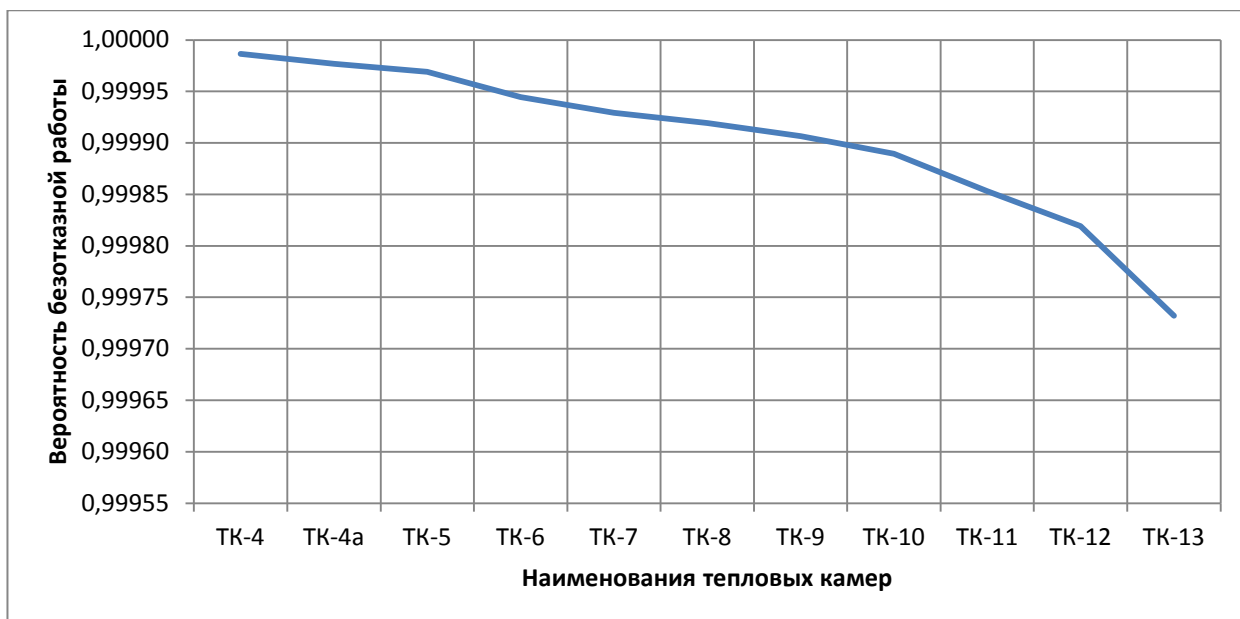


Рисунок 4.5 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-3 - ТК-13» к 2022 году достигнет 0,9965, что выше нормативного значения (см. рис. 4.6). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.6.

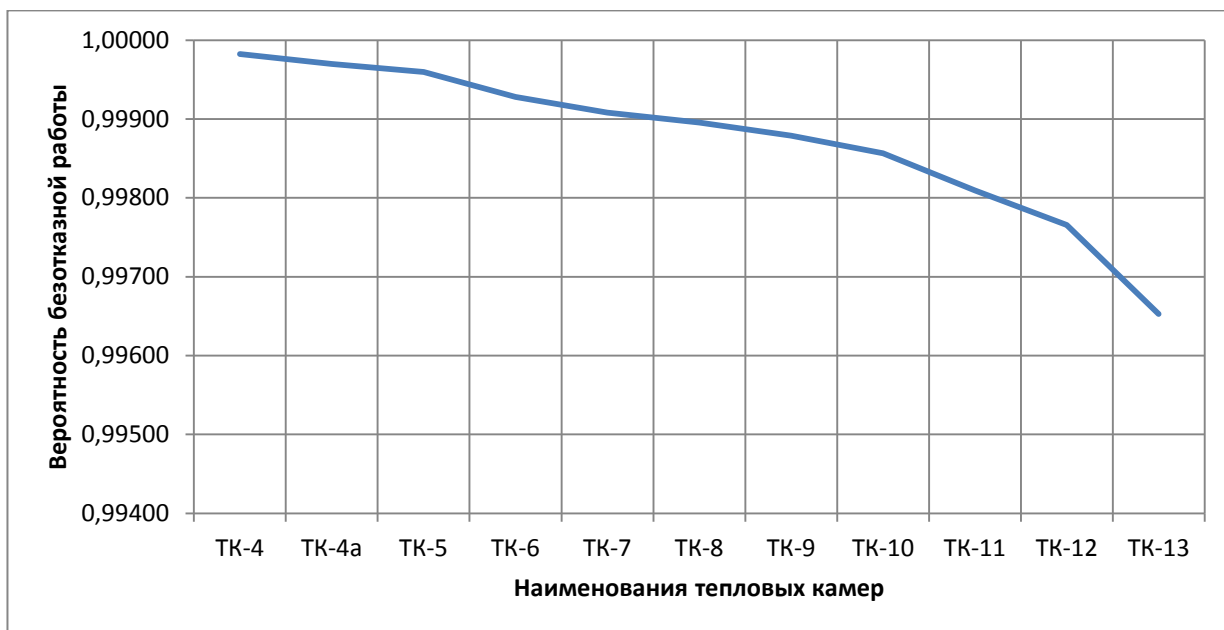


Рисунок 4.6 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-3 - ТК-13» к 2027 году достигнет 0,8977, что ниже нормативного значения (см. рис. 4.7). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.7.

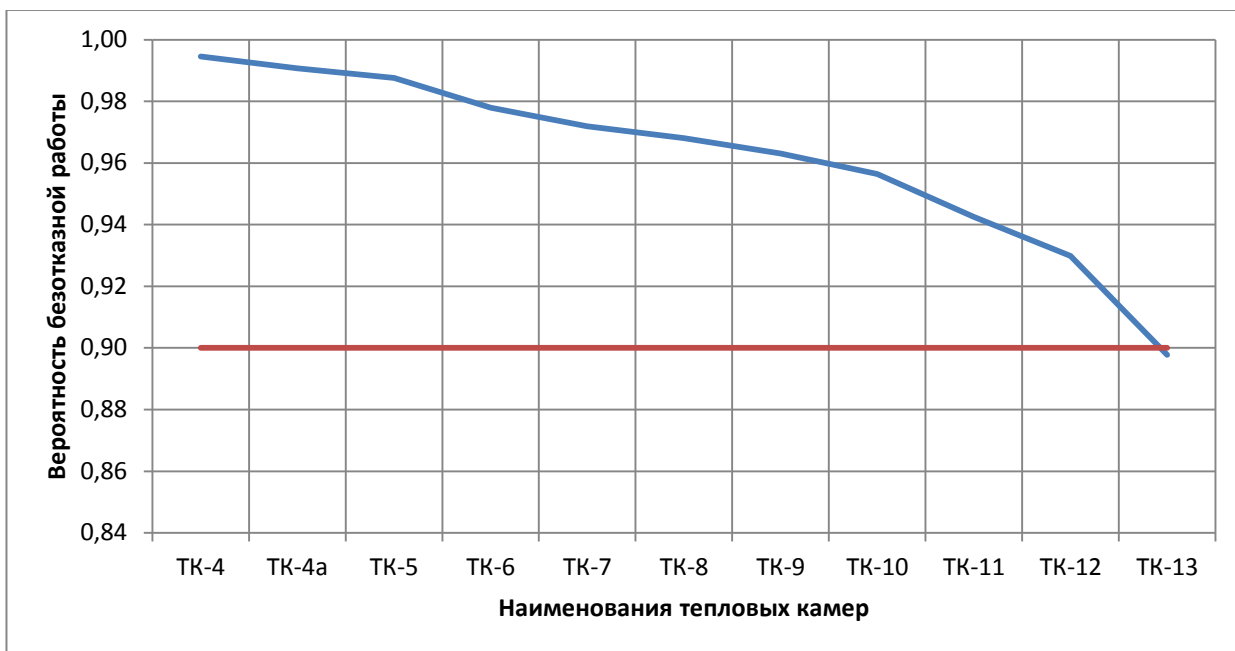


Рисунок 4.7 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13» по состоянию на 2027 год

Для обеспечения необходимых значений требуется осуществить реконструкцию всего участка от камеры ТК-11 до камеры ТК-12 общей длиной 0,118км. С учетом предлагаемых мероприятий результаты расчета ВБР представлены в таблице 4.8 и на рисунке 4.8.

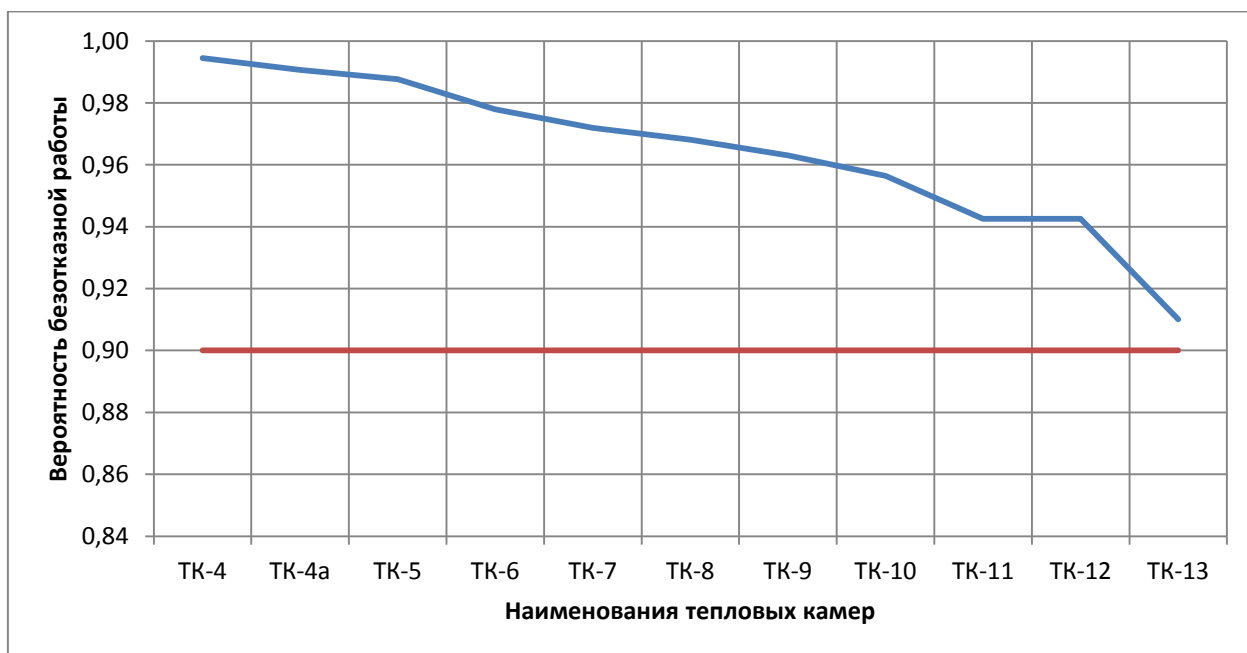


Рисунок 4.8 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-3 - ТК-13» с учетом предлагаемых мероприятий по состоянию на 2027 год

Таблица 4.5

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-3 - ТК-13» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-3	ТК-4	0,3	0,06	1972	45	0,00003	15	0,00001368	0,00001368	0,999986
2	ТК-4	ТК-4а	0,3	0,042	1972	45	0,00002	15	0,00000957	0,00002325	0,999977
3	ТК-4а	ТК-5	0,3	0,034	1972	45	0,00002	15	0,00000775	0,00003100	0,999969
4	ТК-5	ТК-6	0,3	0,107	1972	45	0,00005	15	0,00002439	0,00005539	0,999945
5	ТК-6	ТК-7	0,3	0,068	1972	45	0,00003	15	0,00001550	0,00007088	0,999929
6	ТК-7	ТК-8	0,3	0,043	1972	45	0,00002	15	0,00000980	0,00008068	0,999919
7	ТК-8	ТК-9	0,25	0,052	1972	45	0,00003	13,75	0,00001281	0,00009350	0,999907
8	ТК-9	ТК-10	0,2	0,06	1972	45	0,00003	12,5	0,00001718	0,00011067	0,999889
9	ТК-10	ТК-11	0,2	0,127	1972	45	0,00007	12,5	0,00003636	0,00014703	0,999853
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	1972	45	0,00006	12,5	0,00003378	0,00018082	0,999819
11	ТК-12	ТК-13	0,1	0,21	1972	45	0,00011	10	0,00008715	0,00026796	0,999732



Таблица 4.6

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-3 - ТК-13» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-3	ТК-4	0,3	0,06	1972	50	0,00040	15,00	0,00017743	0,00017743	0,999823
2	ТК-4	ТК-4а	0,3	0,042	1972	50	0,00028	15,00	0,00012420	0,00030163	0,999698
3	ТК-4а	ТК-5	0,3	0,034	1972	50	0,00023	15,00	0,00010054	0,00040217	0,999598
4	ТК-5	ТК-6	0,3	0,107	1972	50	0,00071	15,00	0,00031642	0,00071859	0,999282
5	ТК-6	ТК-7	0,3	0,068	1972	50	0,00045	15,00	0,00020109	0,00091968	0,999081
6	ТК-7	ТК-8	0,3	0,043	1972	50	0,00029	15,00	0,00012716	0,00104683	0,998954
7	ТК-8	ТК-9	0,25	0,052	1972	50	0,00035	13,75	0,00016621	0,00121305	0,998788
8	ТК-9	ТК-10	0,2	0,06	1972	50	0,00040	12,50	0,00022288	0,00143592	0,998565
9	ТК-10	ТК-11	0,2	0,127	1972	50	0,00084	12,50	0,00047175	0,00190768	0,998094
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	1972	50	0,00078	12,50	0,00043832	0,00234600	0,997657
11	ТК-12	ТК-13	0,1	0,21	1972	50	0,00140	10,00	0,00113068	0,00347668	0,996529

Таблица 4.7

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-3 - ТК-13» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-3	ТК-4	0,3	0,06	1972	55	0,01236	15,00	0,00550358	0,00550358	0,994512
2	ТК-4	ТК-4а	0,3	0,042	1972	55	0,00865	15,00	0,00385250	0,00935608	0,990688
3	ТК-4а	ТК-5	0,3	0,034	1972	55	0,00701	15,00	0,00311869	0,01247477	0,987603
4	ТК-5	ТК-6	0,3	0,107	1972	55	0,02205	15,00	0,00981471	0,02228948	0,977957
5	ТК-6	ТК-7	0,3	0,068	1972	55	0,01401	15,00	0,00623739	0,02852687	0,971876
6	ТК-7	ТК-8	0,3	0,043	1972	55	0,00886	15,00	0,00394423	0,03247110	0,968050
7	ТК-8	ТК-9	0,25	0,052	1972	55	0,01072	13,75	0,00515569	0,03762679	0,963072
8	ТК-9	ТК-10	0,2	0,06	1972	55	0,01236	12,50	0,00691324	0,04454003	0,956437
9	ТК-10	ТК-11	0,2	0,127	1972	55	0,02617	12,50	0,01463302	0,05917304	0,942544
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	1972	55	0,02432	12,50	0,01359603	0,07276907	0,929816
11	ТК-12	ТК-13	0,1	0,21	1972	55	0,04327	10,00	0,03507176	0,10784084	0,897770

Таблица 4.8

**Результаты расчета ВБР участка «ТК-3 - ТК-13» на 2027 год с учетом предлагаемых мероприятий**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-3	ТК-4	0,3	0,06	1972	55	0,01236	15,00	0,00550358	0,00550358	0,994512
2	ТК-4	ТК-4а	0,3	0,042	1972	55	0,00865	15,00	0,00385250	0,00935608	0,990688
3	ТК-4а	ТК-5	0,3	0,034	1972	55	0,00701	15,00	0,00311869	0,01247477	0,987603
4	ТК-5	ТК-6	0,3	0,107	1972	55	0,02205	15,00	0,00981471	0,02228948	0,977957
5	ТК-6	ТК-7	0,3	0,068	1972	55	0,01401	15,00	0,00623739	0,02852687	0,971876
6	ТК-7	ТК-8	0,3	0,043	1972	55	0,00886	15,00	0,00394423	0,03247110	0,968050
7	ТК-8	ТК-9	0,25	0,052	1972	55	0,01072	13,75	0,00515569	0,03762679	0,963072
8	ТК-9	ТК-10	0,2	0,06	1972	55	0,01236	12,50	0,00691324	0,04454003	0,956437
9	ТК-10	ТК-11	0,2	0,127	1972	55	0,02617	12,50	0,01463302	0,05917304	0,942544
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	2022	5	0,00000	12,50	0,00000012	0,05917316	0,942544
11	ТК-12	ТК-13	0,1	0,21	1972	55	0,04327	10,00	0,03507176	0,09424493	0,910060

#### 4.1.3. Участок «Котельная №10 - ТК199»

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК199» к 2017 году достигнет 0,9994, что выше нормативного значения (см. рис. 4.9). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.9.



Рисунок 4.9 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК199» к 2022 году достигнет 0,9931, что выше нормативного значения (см. рис. 4.10). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.10.



Рисунок 4.10 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК199» к 2027 году достигнет 0,8080, что ниже нормативного значения (см. рис. 4.11). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.11.

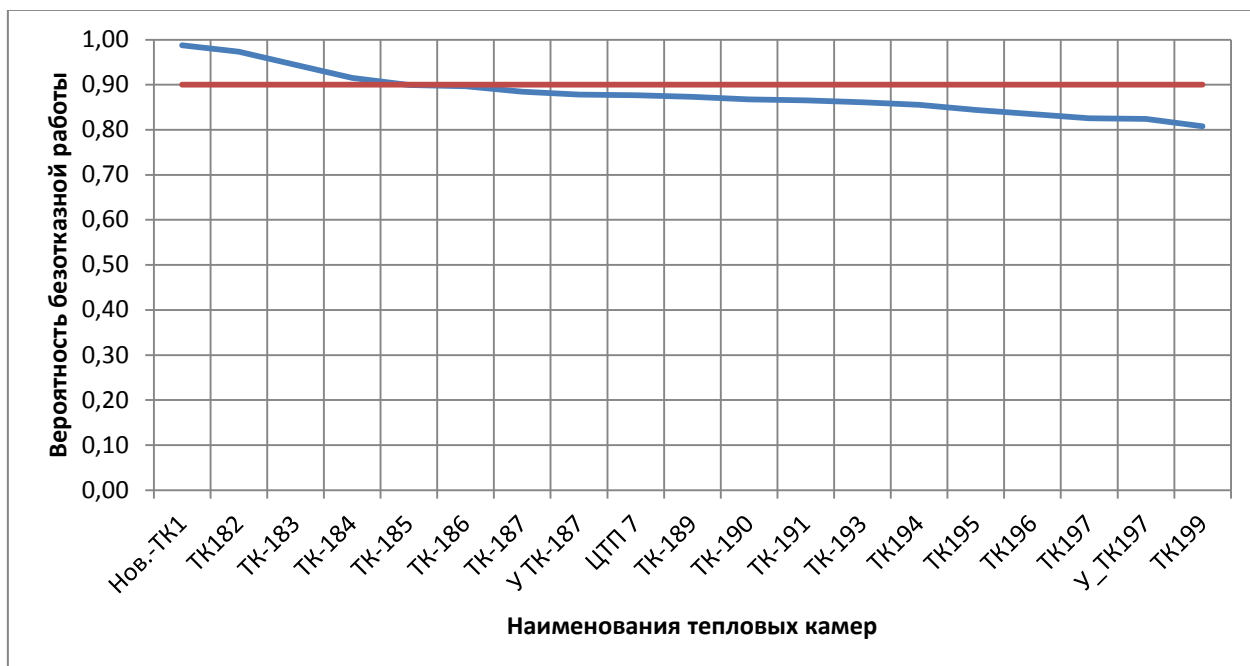


Рисунок 4.11 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199» по состоянию на 2027 год

Для обеспечения необходимых значений требуется осуществить реконструкцию участка от камеры Нов.-ТК-1 до камеры ТК-187 общей длиной 1,246км. С учетом предлагаемых мероприятий результаты расчета ВБР представлены в таблице 4.12 и на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК199» с учетом предлагаемых мероприятий по состоянию на 2027 год

Таблица 4.9

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК199» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр погожа отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр погожа отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	Нов.-ТК1	0,4	0,156	1972	45	0,00008	17,5	0,00003104	0,00003104	0,999969
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	1972	45	0,00008	13,75	0,00003646	0,00006750	0,999933
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	1972	45	0,00016	13,75	0,00007539	0,00014289	0,999857
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	1972	45	0,00016	13,75	0,00007810	0,00022098	0,999779
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	1972	45	0,00009	13,75	0,00004139	0,00026237	0,999738
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	1972	45	0,00002	13,75	0,00000813	0,00027050	0,999730
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	1972	45	0,00006	12,5	0,00003378	0,00030429	0,999696
8	ТК-187	У ТК-187	0,2	0,062	1972	45	0,00003	12,5	0,00001775	0,00032204	0,999678
9	У ТК-187	ЦТП 7	0,2	0,015	1972	45	0,00001	12,5	0,00000429	0,00032633	0,999674
10	ЦТП 7	ТК-189	0,15	0,032	1972	45	0,00002	11,3	0,00001066	0,00033699	0,999663
11	ТК-189	ТК-190	0,15	0,05	1972	45	0,00003	11,3	0,00001665	0,00035364	0,999646
12	ТК-190	ТК-191	0,15	0,015	1972	45	0,00001	11,3	0,00000499	0,00035863	0,999641
13	ТК-191	ТК-193	0,1	0,033	1972	45	0,00002	10	0,00001369	0,00037233	0,999628
14	ТК-193	ТК194	0,15	0,048	1972	45	0,00002	11,3	0,00001598	0,00038831	0,999612
15	ТК194	ТК195	0,15	0,096	1972	45	0,00005	11,3	0,00003197	0,00042028	0,999580
16	ТК195	ТК196	0,15	0,086	1972	45	0,00004	11,3	0,00002864	0,00044891	0,999551
17	ТК196	ТК197	0,15	0,085	1972	45	0,00004	11,3	0,00002830	0,00047722	0,999523
18	ТК197	У_ТК197	0,15	0,01	1972	45	0,00001	11,3	0,00000333	0,00048055	0,999520
19	У_ТК197	ТК199	0,15	0,147	1972	45	0,00008	11,3	0,00004895	0,00052950	0,999471

Таблица 4.10

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК199» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр погока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр погока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	Нов.-ТК1	0,4	0,156	1972	50	0,00104	17,50	0,00040270	0,00040270	0,999597
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	1972	50	0,00098	13,75	0,00047307	0,00087577	0,999125
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	1972	50	0,00203	13,75	0,00097811	0,00185388	0,998148
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	1972	50	0,00211	13,75	0,00101327	0,00286714	0,997137
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	1972	50	0,00112	13,75	0,00053700	0,00340414	0,996602
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	1972	50	0,00022	13,75	0,00010548	0,00350963	0,996497
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	1972	50	0,00078	12,50	0,00043832	0,00394795	0,996060
8	ТК-187	У ТК-187	0,2	0,062	1972	50	0,00041	12,50	0,00023030	0,00417825	0,995830
9	У ТК-187	ЦТП 7	0,2	0,015	1972	50	0,00010	12,50	0,00005572	0,00423397	0,995775
10	ЦТП 7	ТК-189	0,15	0,032	1972	50	0,00021	11,30	0,00013825	0,00437222	0,995637
11	ТК-189	ТК-190	0,15	0,05	1972	50	0,00033	11,30	0,00021602	0,00458824	0,995422
12	ТК-190	ТК-191	0,15	0,015	1972	50	0,00010	11,30	0,00006480	0,00465304	0,995358
13	ТК-191	ТК-193	0,1	0,033	1972	50	0,00022	10,00	0,00017768	0,00483072	0,995181
14	ТК-193	ТК194	0,15	0,048	1972	50	0,00032	11,30	0,00020738	0,00503810	0,994975
15	ТК194	ТК195	0,15	0,096	1972	50	0,00064	11,30	0,00041475	0,00545285	0,994562
16	ТК195	ТК196	0,15	0,086	1972	50	0,00057	11,30	0,00037155	0,00582440	0,994193
17	ТК196	ТК197	0,15	0,085	1972	50	0,00056	11,30	0,00036723	0,00619162	0,993828
18	ТК197	У_ТК197	0,15	0,01	1972	50	0,00007	11,30	0,00004320	0,00623483	0,993785
19	У_ТК197	ТК199	0,15	0,147	1972	50	0,00098	11,30	0,00063509	0,00686992	0,993154

Таблица 4.11

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК199» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр погока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр погока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	Нов.-ТК1	0,4	0,156	1972	55	0,03215	17,50	0,01249102	0,01249102	0,987587
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	1972	55	0,03050	13,75	0,01467390	0,02716492	0,973201
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	1972	55	0,06306	13,75	0,03033928	0,05750420	0,944118
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	1972	55	0,06532	13,75	0,03142990	0,08893410	0,914906
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	1972	55	0,03462	13,75	0,01665686	0,10559096	0,899793
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	1972	55	0,00680	13,75	0,00327188	0,10886284	0,896853
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	1972	55	0,02432	12,50	0,01359603	0,12245887	0,884742
8	ТК-187	У ТК-187	0,2	0,062	1972	55	0,01278	12,50	0,00714368	0,12960255	0,878445
9	У ТК-187	ЦТП 7	0,2	0,015	1972	55	0,00309	12,50	0,00172831	0,13133086	0,876928
10	ЦТП 7	ТК-189	0,15	0,032	1972	55	0,00659	11,30	0,00428830	0,13561916	0,873175
11	ТК-189	ТК-190	0,15	0,05	1972	55	0,01030	11,30	0,00670048	0,14231964	0,867344
12	ТК-190	ТК-191	0,15	0,015	1972	55	0,00309	11,30	0,00201014	0,14432978	0,865602
13	ТК-191	ТК-193	0,1	0,033	1972	55	0,00680	10,00	0,00551128	0,14984106	0,860845
14	ТК-193	ТК194	0,15	0,048	1972	55	0,00989	11,30	0,00643246	0,15627351	0,855325
15	ТК194	ТК195	0,15	0,096	1972	55	0,01978	11,30	0,01286491	0,16913843	0,844392
16	ТК195	ТК196	0,15	0,086	1972	55	0,01772	11,30	0,01152482	0,18066324	0,834716
17	ТК196	ТК197	0,15	0,085	1972	55	0,01752	11,30	0,01139081	0,19205405	0,825262
18	ТК197	У_ТК197	0,15	0,01	1972	55	0,00206	11,30	0,00134010	0,19339415	0,824157
19	У_ТК197	ТК199	0,15	0,147	1972	55	0,03029	11,30	0,01969940	0,21309355	0,808081



Таблица 4.12

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК199» на 2027 год с учетом предлагаемых мероприятий

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр погока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр погока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	Нов.-ТК1	0,4	0,156	1972	55	0,03215	17,50	0,01249102	0,01249102	0,987587
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	2022	5	0,00000	13,75	0,00000013	0,01249115	0,987587
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	2022	5	0,00000	13,75	0,00000027	0,01249142	0,987586
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	2022	5	0,00000	13,75	0,00000028	0,01249170	0,987586
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	2022	5	0,00000	13,75	0,00000015	0,01249185	0,987586
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	2022	5	0,00000	13,75	0,00000003	0,01249188	0,987586
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	2022	5	0,00000	12,50	0,00000012	0,01249200	0,987586
8	ТК-187	У ТК-187	0,2	0,062	1972	55	0,01278	12,50	0,00714368	0,01963568	0,980556
9	У ТК-187	ЦТП 7	0,2	0,015	1972	55	0,00309	12,50	0,00172831	0,02136399	0,978863
10	ЦТП 7	ТК-189	0,15	0,032	1972	55	0,00659	11,30	0,00428830	0,02565229	0,974674
11	ТК-189	ТК-190	0,15	0,05	1972	55	0,01030	11,30	0,00670048	0,03235277	0,968165
12	ТК-190	ТК-191	0,15	0,015	1972	55	0,00309	11,30	0,00201014	0,03436291	0,966221
13	ТК-191	ТК-193	0,1	0,033	1972	55	0,00680	10,00	0,00551128	0,03987419	0,960910
14	ТК-193	ТК194	0,15	0,048	1972	55	0,00989	11,30	0,00643246	0,04630664	0,954749
15	ТК194	ТК195	0,15	0,096	1972	55	0,01978	11,30	0,01286491	0,05917156	0,942545
16	ТК195	ТК196	0,15	0,086	1972	55	0,01772	11,30	0,01152482	0,07069637	0,931745
17	ТК196	ТК197	0,15	0,085	1972	55	0,01752	11,30	0,01139081	0,08208718	0,921192
18	ТК197	У_ТК197	0,15	0,01	1972	55	0,00206	11,30	0,00134010	0,08342728	0,919958
19	У_ТК197	ТК199	0,15	0,147	1972	55	0,03029	11,30	0,01969940	0,10312668	0,902013

#### 4.1.4. Участок «ТК-213 - ТК231»

Вероятность безотказной работы участка «ТК-213 - ТК231» к 2017 году достигнет 0,9997, что выше нормативного значения (см. рис. 4.13). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.13.



Рисунок 4.13 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-213 - ТК231» к 2022 году достигнет 0,9961, что выше нормативного значения (см. рис. 4.14). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.14.



Рисунок 4.14 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-213 - ТК231» к 2027 году достигнет 0,8869, что ниже нормативного значения (см. рис. 4.15). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.15.



Рисунок 4.15 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231» по состоянию на 2027 год

Для обеспечения необходимых значений требуется осуществить реконструкцию сети на участке от камеры ТК224 до камеры ТК233 общей длиной 0,135км. С учетом предлагаемых мероприятий результаты расчета ВБР представлены в таблице 4.16 и на рисунке 4.16.



Рисунок 4.16 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК231» с учетом предлагаемых мероприятий по состоянию на 2027 год

Таблица 4.13

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК231» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	У_ТК213	0,3	0,13	1972	45	0,00007	15	0,00002963	0,00002963	0,999970
2	У_ТК213	ЦТП 3	0,2	0,005	1972	45	0,00000	12,5	0,00000143	0,00003106	0,999969
3	ЦТП 3	ТК-214	0,15	0,008	1972	45	0,00000	11,3	0,00000266	0,00003373	0,999966
4	ТК-214	ТК-215	0,15	0,032	1972	45	0,00002	11,3	0,00001066	0,00004438	0,999956
5	ТК-215	ТК-217	0,15	0,043	1972	45	0,00002	11,3	0,00001432	0,00005870	0,999941
6	ТК-217	ТК-218	0,15	0,06	1972	45	0,00003	11,3	0,00001998	0,00007868	0,999921
7	ТК-218	У ул. Магистральная, 11	0,15	0,05	1972	45	0,00003	11,3	0,00001665	0,00009533	0,999905
8	У ул. Магистральная, 11	ТК-219а	0,15	0,14	1972	45	0,00007	11,3	0,00004662	0,00014195	0,999858
9	ТК-219а	ТК-219б	0,15	0,01	1972	45	0,00001	11,3	0,00000333	0,00014528	0,999855
10	ТК-219б	ТК-219	0,15	0,023	1972	45	0,00001	11,3	0,00000766	0,00015294	0,999847
11	ТК-219	ТК-220	0,15	0,018	1972	45	0,00001	11,3	0,00000599	0,00015893	0,999841
12	ТК-220	ТК221	0,15	0,061	1972	45	0,00003	11,3	0,00002031	0,00017924	0,999821
13	ТК221	ТК223	0,15	0,081	1972	45	0,00004	11,3	0,00002697	0,00020621	0,999794
14	ТК223	ТК224	0,15	0,014	1972	45	0,00001	11,3	0,00000466	0,00021088	0,999789
15	ТК224	ТК224	0,15	0,023	1972	45	0,00001	11,3	0,00000766	0,00021853	0,999781
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	1972	45	0,00002	11,3	0,00001099	0,00022952	0,999771
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	1972	45	0,00005	11,3	0,00003396	0,00026349	0,999737

18	TK233	TK234	0,15	0,011	1972	45	0,00001	11,3	0,00000366	0,00026715	0,999733
19	TK234	TK235	0,15	0,03	1972	45	0,00002	11,3	0,00000999	0,00027714	0,999723
20	TK235	TK236	0,15	0,033	1972	45	0,00002	11,3	0,00001099	0,00028813	0,999712
21	TK236	TK231	0,15	0,03	1972	45	0,00002	11,3	0,00000999	0,00029812	0,999702

Таблица 4.14

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК231» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	У_ТК213	0,3	0,13	1972	50	0,00086	15,00	0,00038443	0,00038443	0,999616
2	У_ТК213	ЦТП 3	0,2	0,005	1972	50	0,00003	12,50	0,00001857	0,00040300	0,999597
3	ЦТП 3	ТК-214	0,15	0,008	1972	50	0,00005	11,30	0,00003456	0,00043757	0,999563
4	ТК-214	ТК-215	0,15	0,032	1972	50	0,00021	11,30	0,00013825	0,00057582	0,999424
5	ТК-215	ТК-217	0,15	0,043	1972	50	0,00029	11,30	0,00018577	0,00076159	0,999239
6	ТК-217	ТК-218	0,15	0,06	1972	50	0,00040	11,30	0,00025922	0,00102081	0,998980
7	ТК-218	У ул. Магистральная, 11	0,15	0,05	1972	50	0,00033	11,30	0,00021602	0,00123683	0,998764
8	У ул. Магистральная, 11	ТК-219а	0,15	0,14	1972	50	0,00093	11,30	0,00060485	0,00184167	0,998160
9	ТК-219а	ТК-219б	0,15	0,01	1972	50	0,00007	11,30	0,00004320	0,00188488	0,998117
10	ТК-219б	ТК-219	0,15	0,023	1972	50	0,00015	11,30	0,00009937	0,00198424	0,998018
11	ТК-219	ТК-220	0,15	0,018	1972	50	0,00012	11,30	0,00007777	0,00206201	0,997940
12	ТК-220	ТК221	0,15	0,061	1972	50	0,00041	11,30	0,00026354	0,00232555	0,997677
13	ТК221	ТК223	0,15	0,081	1972	50	0,00054	11,30	0,00034995	0,00267550	0,997328
14	ТК223	ТК224	0,15	0,014	1972	50	0,00009	11,30	0,00006048	0,00273598	0,997268
15	ТК224	ТК224	0,15	0,023	1972	50	0,00015	11,30	0,00009937	0,00283535	0,997169
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	1972	50	0,00022	11,30	0,00014257	0,00297792	0,997027
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	1972	50	0,00068	11,30	0,00044067	0,00341859	0,996587

18	TK233	TK234	0,15	0,011	1972	50	0,00007	11,30	0,00004752	0,00346612	0,996540
19	TK234	TK235	0,15	0,03	1972	50	0,00020	11,30	0,00012961	0,00359573	0,996411
20	TK235	TK236	0,15	0,033	1972	50	0,00022	11,30	0,00014257	0,00373830	0,996269
21	TK236	TK231	0,15	0,03	1972	50	0,00020	11,30	0,00012961	0,00386791	0,996140

Таблица 4.15

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК231» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	У_ТК213	0,3	0,13	1972	55	0,02679	15,00	0,01192441	0,01192441	0,988146
2	У_ТК213	ЦТП 3	0,2	0,005	1972	55	0,00103	12,50	0,00057610	0,01250052	0,987577
3	ЦТП 3	ТК-214	0,15	0,008	1972	55	0,00165	11,30	0,00107208	0,01357259	0,986519
4	ТК-214	ТК-215	0,15	0,032	1972	55	0,00659	11,30	0,00428830	0,01786090	0,982298
5	ТК-215	ТК-217	0,15	0,043	1972	55	0,00886	11,30	0,00576241	0,02362331	0,976654
6	ТК-217	ТК-218	0,15	0,06	1972	55	0,01236	11,30	0,00804057	0,03166388	0,968832
7	ТК-218	У ул. Магистральная, 11	0,15	0,05	1972	55	0,01030	11,30	0,00670048	0,03836435	0,962362
8	У ул. Магистральная, 11	ТК-219а	0,15	0,14	1972	55	0,02885	11,30	0,01876133	0,05712568	0,944475
9	ТК-219а	ТК-219б	0,15	0,01	1972	55	0,00206	11,30	0,00134010	0,05846578	0,943211
10	ТК-219б	ТК-219	0,15	0,023	1972	55	0,00474	11,30	0,00308222	0,06154800	0,940308
11	ТК-219	ТК-220	0,15	0,018	1972	55	0,00371	11,30	0,00241217	0,06396017	0,938042
12	ТК-220	ТК221	0,15	0,061	1972	55	0,01257	11,30	0,00817458	0,07213475	0,930406
13	ТК221	ТК223	0,15	0,081	1972	55	0,01669	11,30	0,01085477	0,08298952	0,920361
14	ТК223	ТК224	0,15	0,014	1972	55	0,00288	11,30	0,00187613	0,08486565	0,918636
15	ТК224	ТК224	0,15	0,023	1972	55	0,00474	11,30	0,00308222	0,08794787	0,915809
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	1972	55	0,00680	11,30	0,00442231	0,09237019	0,911768
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	1972	55	0,02102	11,30	0,01366897	0,10603916	0,899389



18	TK233	TK234	0,15	0,011	1972	55	0,00227	11,30	0,00147410	0,10751326	0,898065
19	TK234	TK235	0,15	0,03	1972	55	0,00618	11,30	0,00402029	0,11153355	0,894461
20	TK235	TK236	0,15	0,033	1972	55	0,00680	11,30	0,00442231	0,11595586	0,890515
21	TK236	TK231	0,15	0,03	1972	55	0,00618	11,30	0,00402029	0,11997614	0,886942

Таблица 4.16

**Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК231» на 2027 год с учетом предлагаемых мероприятий**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	У_ТК213	0,3	0,13	1972	55	0,02679	15,00	0,01192441	0,01192441	0,988146
2	У_ТК213	ЦТП 3	0,2	0,005	1972	55	0,00103	12,50	0,00057610	0,01250052	0,987577
3	ЦТП 3	ТК-214	0,15	0,008	1972	55	0,00165	11,30	0,00107208	0,01357259	0,986519
4	ТК-214	ТК-215	0,15	0,032	1972	55	0,00659	11,30	0,00428830	0,01786090	0,982298
5	ТК-215	ТК-217	0,15	0,043	1972	55	0,00886	11,30	0,00576241	0,02362331	0,976654
6	ТК-217	ТК-218	0,15	0,06	1972	55	0,01236	11,30	0,00804057	0,03166388	0,968832
7	ТК-218	У ул. Магистральная, 11	0,15	0,05	1972	55	0,01030	11,30	0,00670048	0,03836435	0,962362
8	У ул. Магистральная, 11	ТК-219а	0,15	0,14	1972	55	0,02885	11,30	0,01876133	0,05712568	0,944475
9	ТК-219а	ТК-219б	0,15	0,01	1972	55	0,00206	11,30	0,00134010	0,05846578	0,943211
10	ТК-219б	ТК-219	0,15	0,023	1972	55	0,00474	11,30	0,00308222	0,06154800	0,940308
11	ТК-219	ТК-220	0,15	0,018	1972	55	0,00371	11,30	0,00241217	0,06396017	0,938042
12	ТК-220	ТК221	0,15	0,061	1972	55	0,01257	11,30	0,00817458	0,07213475	0,930406
13	ТК221	ТК223	0,15	0,081	1972	55	0,01669	11,30	0,01085477	0,08298952	0,920361
14	ТК223	ТК224	0,15	0,014	1972	55	0,00288	11,30	0,00187613	0,08486565	0,918636
15	ТК224	ТК224	0,15	0,023	1972	55	0,00474	11,30	0,00308222	0,08794787	0,915809
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	2022	5	0,00000	11,30	0,00000004	0,08794791	0,915809
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	2022	5	0,00000	11,30	0,00000012	0,08794803	0,915808

18	TK233	TK234	0,15	0,011	1972	55	0,00227	11,30	0,00147410	0,08942214	0,914459
19	TK234	TK235	0,15	0,03	1972	55	0,00618	11,30	0,00402029	0,09344242	0,910790
20	TK235	TK236	0,15	0,033	1972	55	0,00680	11,30	0,00442231	0,09786474	0,906772
21	TK236	TK231	0,15	0,03	1972	55	0,00618	11,30	0,00402029	0,10188502	0,903133

#### 4.1.5. Участок «Котельная №10 - ТК126»

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК126» к 2017 году достигнет 0,9998, что выше нормативного значения (см. рис. 4.17). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.17.



Рисунок 4.17 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК126» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК126» к 2022 году достигнет 0,9978, что выше нормативного значения (см. рис. 4.18). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.18.



Рисунок 4.18 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК126» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «Котельная №10 - ТК126» к 2027 году достигнет 0,9356, что выше нормативного значения (см. рис. 4.19). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.19.



Рисунок 4.19 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная №10 - ТК126» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.17

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК126» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	ТК1	0,4	0,05	1972	45	0,00003	17,5	0,00000995	0,00000995	0,999990
2	ТК1	ТК53	0,4	0,069	1972	45	0,00004	17,5	0,00001373	0,00002368	0,999976
3	ТК53	ТК54	0,4	0,018	1972	45	0,00001	17,5	0,00000358	0,00002726	0,999973
4	ТК54	ТК114	0,15	0,028	1972	45	0,00001	11,3	0,00000932	0,00003658	0,999963
5	ТК114	ТК115	0,15	0,072	1972	45	0,00004	11,3	0,00002398	0,00006056	0,999939
6	ТК115	ТК122	0,4	0,05	1972	45	0,00003	17,5	0,00000995	0,00007050	0,999929
7	ТК122	У_ТК122	0,15	0,07	1972	45	0,00004	11,3	0,00002331	0,00009381	0,999906
8	У_ТК122	ТК124	0,15	0,13	1972	45	0,00007	11,3	0,00004329	0,00013710	0,999863
9	ТК124	ТК125	0,15	0,006	1972	45	0,00000	11,3	0,00000200	0,00013910	0,999861
10	ТК125	У_ТК125	0,1	0,01	1972	45	0,00001	10	0,00000415	0,00014325	0,999857
11	У_ТК125	ТК126	0,1	0,053	1972	45	0,00003	10	0,00002199	0,00016524	0,999835

Таблица 4.18

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК126» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	ТК1	0,4	0,05	1972	50	0,00033	17,50	0,00012907	0,00012907	0,999871
2	ТК1	ТК53	0,4	0,069	1972	50	0,00046	17,50	0,00017812	0,00030719	0,999693
3	ТК53	ТК54	0,4	0,018	1972	50	0,00012	17,50	0,00004647	0,00035365	0,999646
4	ТК54	ТК114	0,15	0,028	1972	50	0,00019	11,30	0,00012097	0,00047462	0,999525
5	ТК114	ТК115	0,15	0,072	1972	50	0,00048	11,30	0,00031106	0,00078568	0,999215
6	ТК115	ТК122	0,4	0,05	1972	50	0,00033	17,50	0,00012907	0,00091475	0,999086
7	ТК122	У_ТК122	0,15	0,07	1972	50	0,00047	11,30	0,00030242	0,00121718	0,998784
8	У_ТК122	ТК124	0,15	0,13	1972	50	0,00086	11,30	0,00056164	0,00177882	0,998223
9	ТК124	ТК125	0,15	0,006	1972	50	0,00004	11,30	0,00002592	0,00180474	0,998197
10	ТК125	У_ТК125	0,1	0,01	1972	50	0,00007	10,00	0,00005384	0,00185858	0,998143
11	У_ТК125	ТК126	0,1	0,053	1972	50	0,00035	10,00	0,00028536	0,00214394	0,997858

Таблица 4.19

## Результаты расчета ВБР участка «Котельная №10 - ТК126» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №10	ТК1	0,4	0,05	1972	55	0,01030	17,50	0,00400353	0,00400353	0,996004
2	ТК1	ТК53	0,4	0,069	1972	55	0,01422	17,50	0,00552487	0,00952841	0,990517
3	ТК53	ТК54	0,4	0,018	1972	55	0,00371	17,50	0,00144127	0,01096968	0,989090
4	ТК54	ТК114	0,15	0,028	1972	55	0,00577	11,30	0,00375227	0,01472195	0,985386
5	ТК114	ТК115	0,15	0,072	1972	55	0,01484	11,30	0,00964868	0,02437063	0,975924
6	ТК115	ТК122	0,4	0,05	1972	55	0,01030	17,50	0,00400353	0,02837416	0,972025
7	ТК122	У_ТК122	0,15	0,07	1972	55	0,01442	11,30	0,00938067	0,03775483	0,962949
8	У_ТК122	ТК124	0,15	0,13	1972	55	0,02679	11,30	0,01742124	0,05517606	0,946319
9	ТК124	ТК125	0,15	0,006	1972	55	0,00124	11,30	0,00080406	0,05598012	0,945558
10	ТК125	У_ТК125	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,05765021	0,943980
11	У_ТК125	ТК126	0,1	0,053	1972	55	0,01092	10,00	0,00885145	0,06650165	0,935661



#### 4.1.6. Участок «ТК-9 - ТК-31»

Вероятность безотказной работы участка «ТК-9 - ТК-31» к 2017 году достигнет 0,99998, что выше нормативного значения (см. рис. 4.20). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.20.

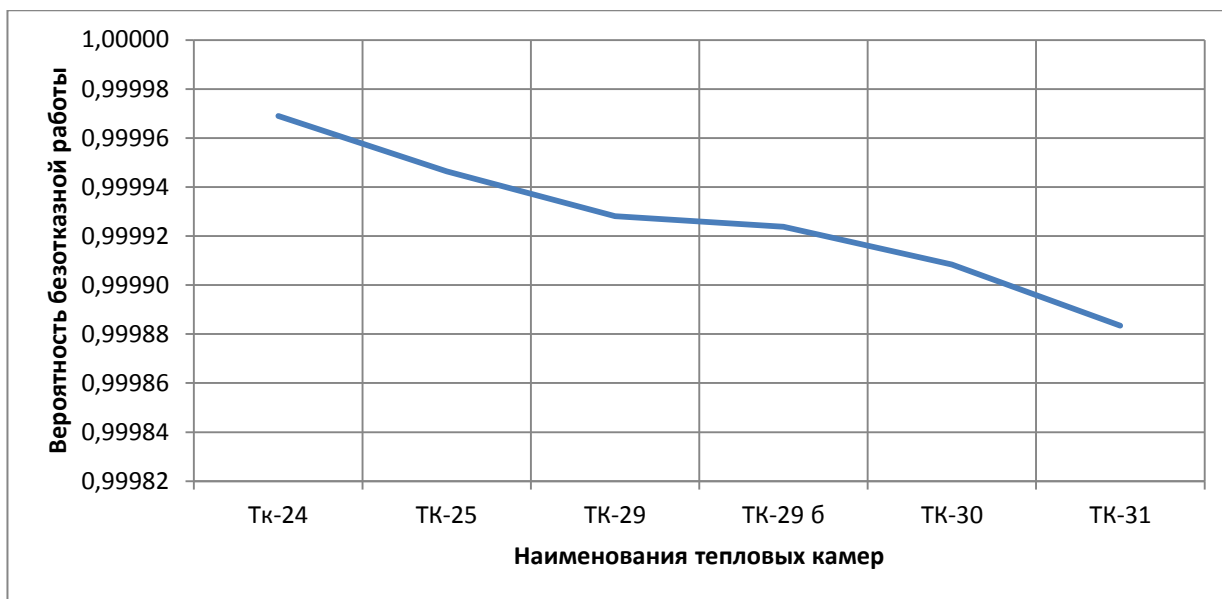


Рисунок 4.20 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-9 - ТК-31» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-9 - ТК-31» к 2022 году достигнет 0,9984, что выше нормативного значения (см. рис. 4.21). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.21.

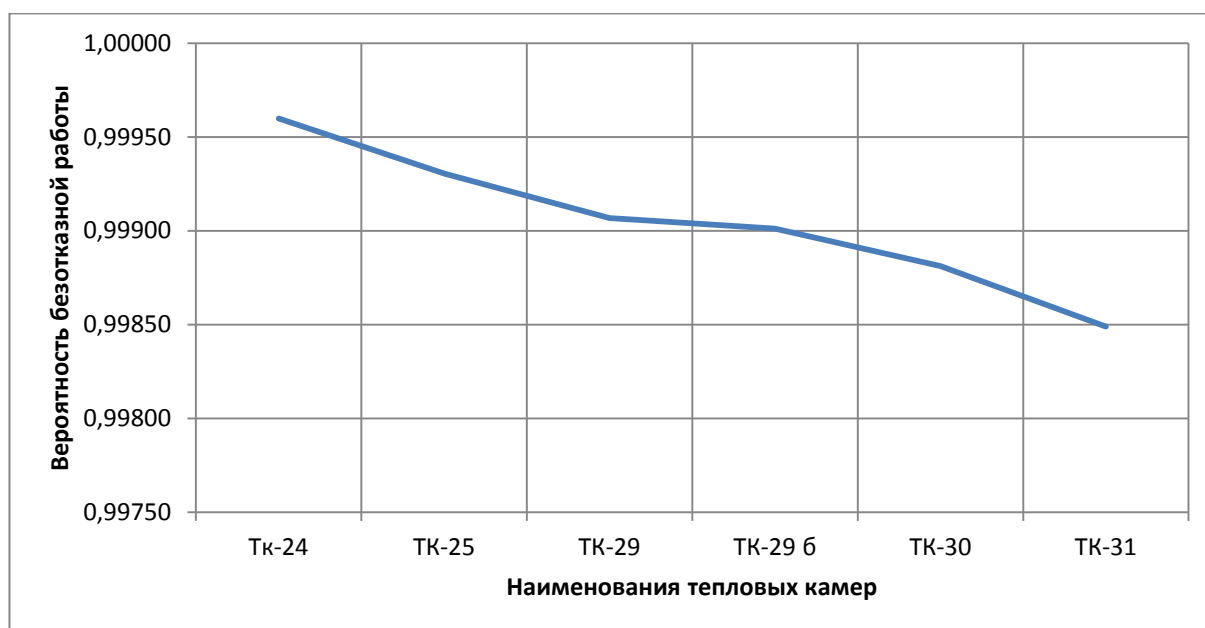


Рисунок 4.21 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-9 - ТК-31» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-9 - ТК-31» к 2027 году достигнет 0,9541, что выше нормативного значения (см. рис. 4.22). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.22.

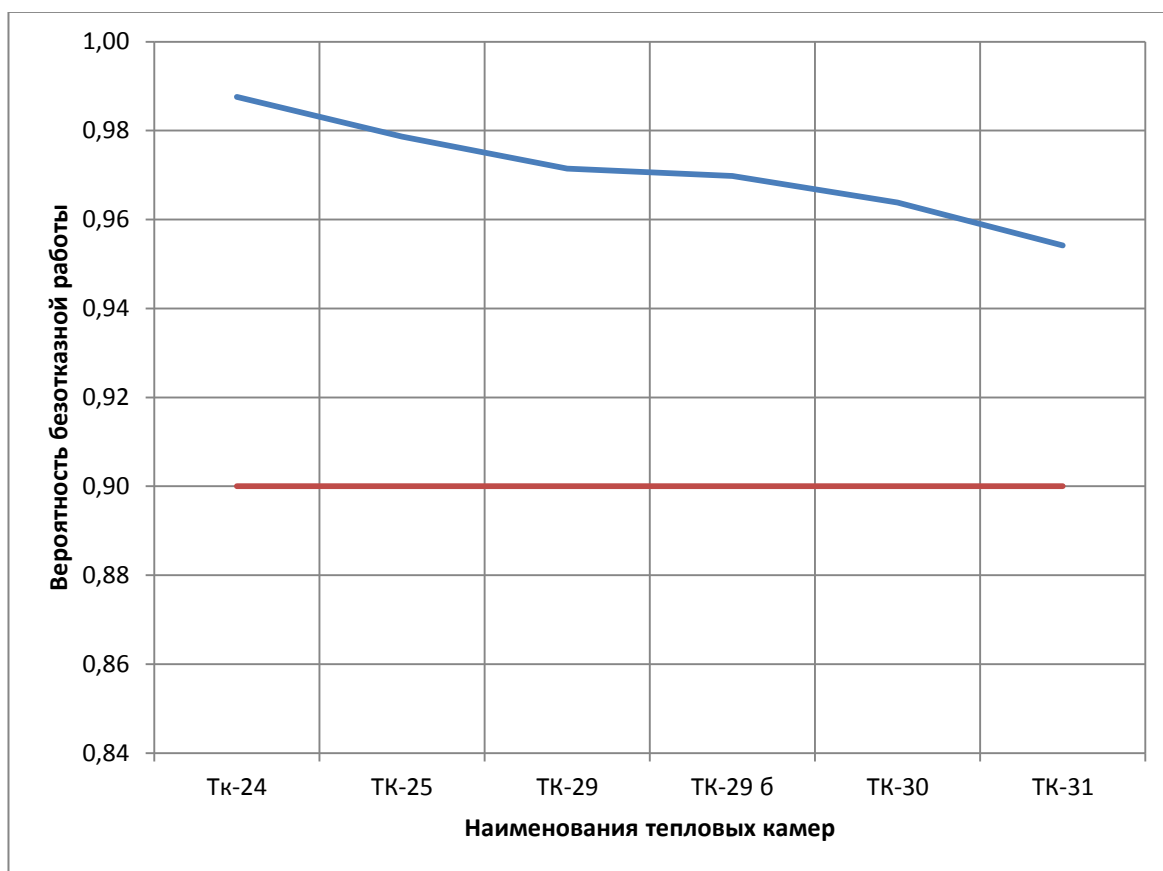


Рисунок 4.22 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-9 - ТК-31» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.20

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-9 - ТК-31» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-9	Тк-24	0,15	0,093	1972	45	0,00005	11,3	0,00003097	0,00003097	0,999969
2	Тк-24	ТК-25	0,15	0,068	1972	45	0,00003	11,3	0,00002264	0,00005361	0,999946
3	ТК-25	ТК-29	0,15	0,055	1972	45	0,00003	11,3	0,00001831	0,00007193	0,999928
4	ТК-29	ТК-29 б	0,15	0,013	1972	45	0,00001	11,3	0,00000433	0,00007625	0,999924
5	ТК-29 б	ТК-30	0,1	0,037	1972	45	0,00002	10	0,00001535	0,00009161	0,999908
6	ТК-30	ТК-31	0,1	0,06	1972	45	0,00003	10	0,00002490	0,00011651	0,999883

Таблица 4.21

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-9 - ТК-31» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-9	Тк-24	0,15	0,093	1972	50	0,00062	11,30	0,00040179	0,00040179	0,999598
2	Тк-24	ТК-25	0,15	0,068	1972	50	0,00045	11,30	0,00029378	0,00069557	0,999305
3	ТК-25	ТК-29	0,15	0,055	1972	50	0,00037	11,30	0,00023762	0,00093319	0,999067
4	ТК-29	ТК-29 б	0,15	0,013	1972	50	0,00009	11,30	0,00005616	0,00098936	0,999011
5	ТК-29 б	ТК-30	0,1	0,037	1972	50	0,00025	10,00	0,00019921	0,00118857	0,998812
6	ТК-30	ТК-31	0,1	0,06	1972	50	0,00040	10,00	0,00032305	0,00151162	0,998490

Таблица 4.22

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-9 - ТК-31» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-9	Тк-24	0,15	0,093	1972	55	0,01916	11,30	0,01246288	0,01246288	0,987614
2	Тк-24	ТК-25	0,15	0,068	1972	55	0,01401	11,30	0,00911265	0,02157553	0,978656
3	ТК-25	ТК-29	0,15	0,055	1972	55	0,01133	11,30	0,00737052	0,02894605	0,971469
4	ТК-29	ТК-29 б	0,15	0,013	1972	55	0,00268	11,30	0,00174212	0,03068818	0,969778
5	ТК-29 б	ТК-30	0,1	0,037	1972	55	0,00762	10,00	0,00617931	0,03686749	0,963804
6	ТК-30	ТК-31	0,1	0,06	1972	55	0,01236	10,00	0,01002050	0,04688799	0,954194

#### 4.1.7. Участок «ТК54 - ТК63»

Вероятность безотказной работы участка «ТК54 - ТК63» к 2017 году достигнет 0,9997, что выше нормативного значения (см. рис. 4.23). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.23.

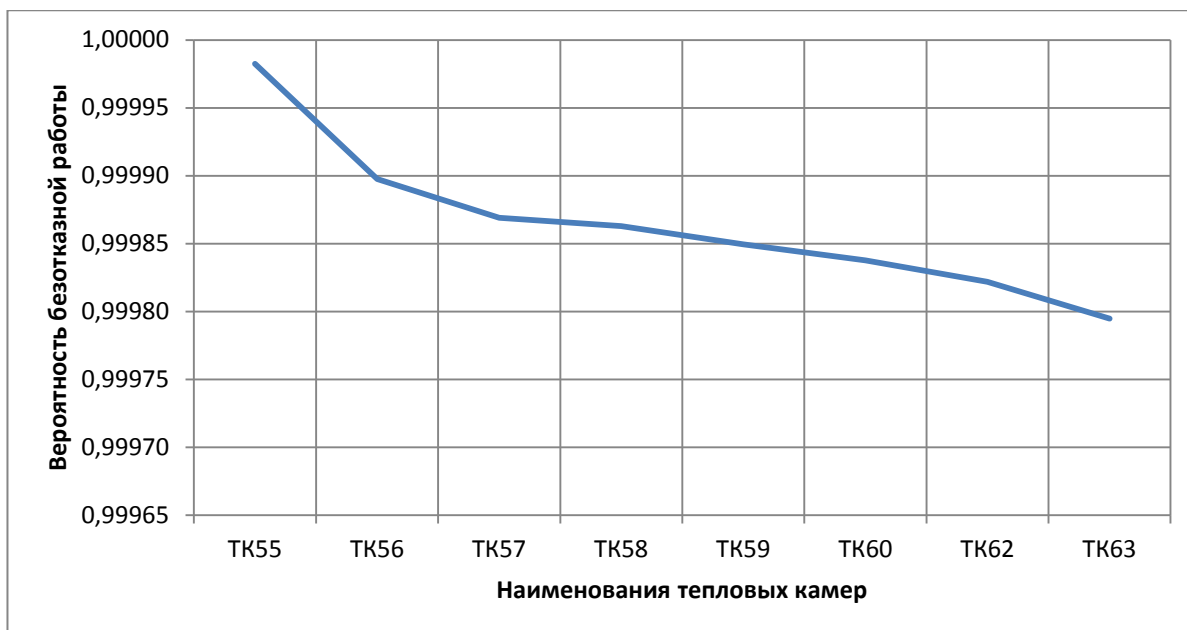


Рисунок 4.23 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК54 - ТК63» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК54 - ТК63» к 2022 году достигнет 0,9973, что выше нормативного значения (см. рис. 4.24). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.24.

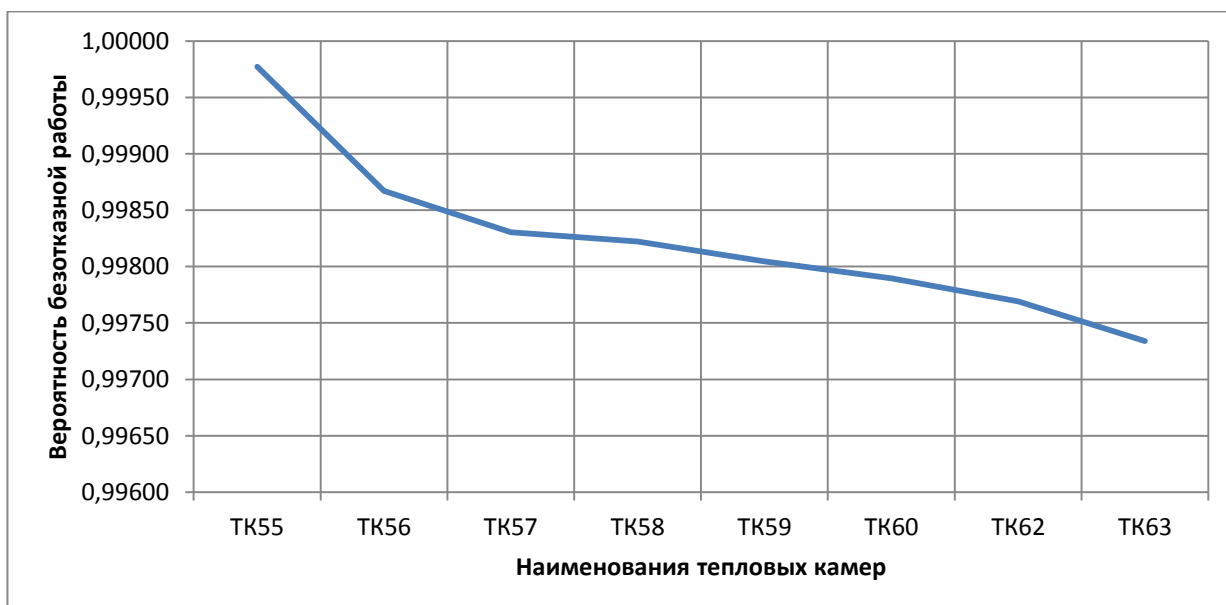


Рисунок 4.24 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК54 - ТК63» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК54 - ТК63» к 2027 году достигнет 0,9206, что выше нормативного значения (см. рис. 4.25). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.25.

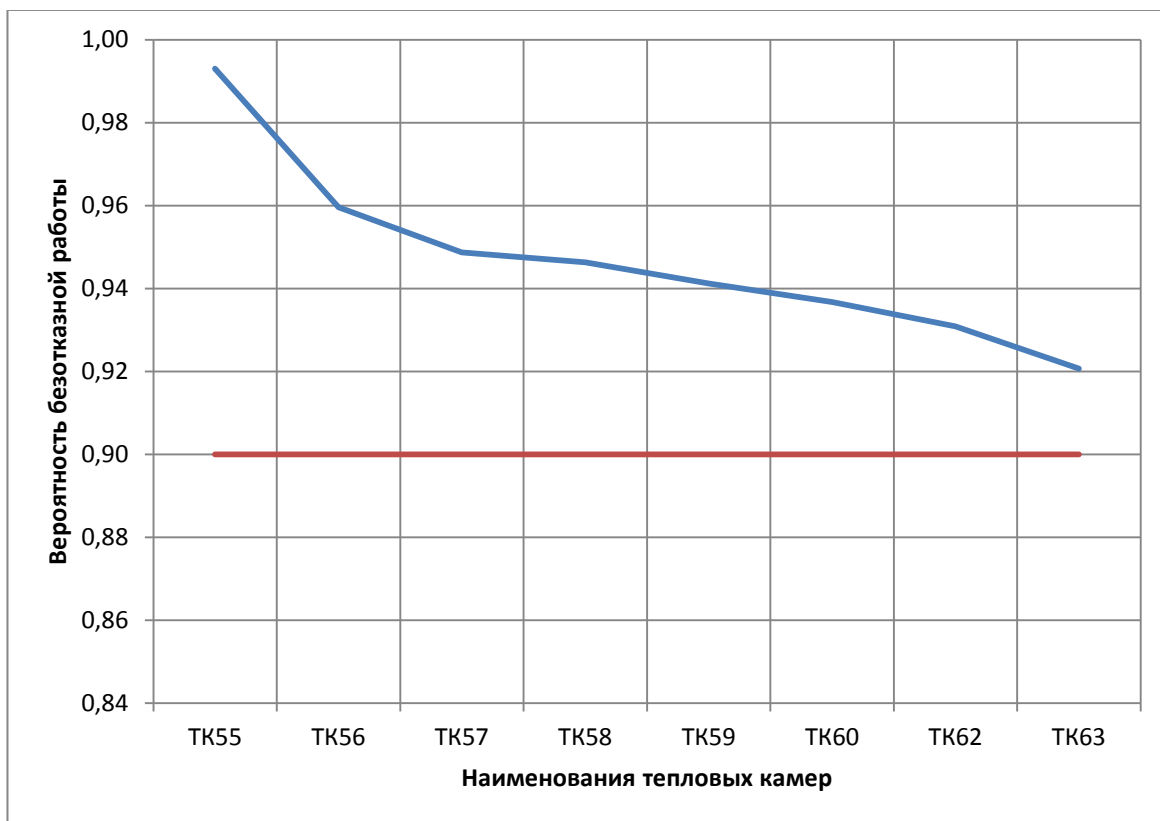


Рисунок 4.25 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК54 - ТК63» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.22

## Результаты расчета ВБР участка «ТК54 - ТК63» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК54	ТК55	0,4	0,088	1972	45	0,00005	17,5	0,00001751	0,00001751	0,999982
2	ТК55	ТК56	0,2	0,297	1972	45	0,00015	12,5	0,00008503	0,00010254	0,999897
3	ТК56	ТК57	0,2	0,099	1972	45	0,00005	12,5	0,00002834	0,00013088	0,999869
4	ТК57	ТК58	0,2	0,022	1972	45	0,00001	12,5	0,00000630	0,00013718	0,999863
5	ТК58	ТК59	0,2	0,047	1972	45	0,00002	12,5	0,00001346	0,00015064	0,999849
6	ТК59	ТК60	0,2	0,041	1972	45	0,00002	12,5	0,00001174	0,00016238	0,999838
7	ТК60	ТК62	0,1	0,038	1972	45	0,00002	10	0,00001577	0,00017815	0,999822
8	ТК62	ТК63	0,08	0,06	1972	45	0,00003	9,5	0,00002721	0,00020536	0,999795



Таблица 4.24

## Результаты расчета ВБР участка «ТК54 - ТК63» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК54	ТК55	0,4	0,088	1972	50	0,00058	17,50	0,00022716	0,00022716	0,999773
2	ТК55	ТК56	0,2	0,297	1972	50	0,00197	12,50	0,00110323	0,00133040	0,998670
3	ТК56	ТК57	0,2	0,099	1972	50	0,00066	12,50	0,00036774	0,00169814	0,998303
4	ТК57	ТК58	0,2	0,022	1972	50	0,00015	12,50	0,00008172	0,00177986	0,998222
5	ТК58	ТК59	0,2	0,047	1972	50	0,00031	12,50	0,00017459	0,00195445	0,998047
6	ТК59	ТК60	0,2	0,041	1972	50	0,00027	12,50	0,00015230	0,00210675	0,997895
7	ТК60	ТК62	0,1	0,038	1972	50	0,00025	10,00	0,00020460	0,00231135	0,997691
8	ТК62	ТК63	0,08	0,06	1972	50	0,00040	9,50	0,00035305	0,00266440	0,997339

Таблица 4.25

## Результаты расчета ВБР участка «ТК54 - ТК63» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК54	ТК55	0,4	0,088	1972	55	0,01813	17,50	0,00704622	0,00704622	0,992979
2	ТК55	ТК56	0,2	0,297	1972	55	0,06120	12,50	0,03422052	0,04126673	0,959573
3	ТК56	ТК57	0,2	0,099	1972	55	0,02040	12,50	0,01140684	0,05267357	0,948690
4	ТК57	ТК58	0,2	0,022	1972	55	0,00453	12,50	0,00253485	0,05520843	0,946288
5	ТК58	ТК59	0,2	0,047	1972	55	0,00969	12,50	0,00541537	0,06062379	0,941177
6	ТК59	ТК60	0,2	0,041	1972	55	0,00845	12,50	0,00472404	0,06534784	0,936742
7	ТК60	ТК62	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,07169416	0,930816
8	ТК62	ТК63	0,08	0,06	1972	55	0,01236	9,50	0,01095108	0,08264524	0,920678

#### 4.1.8. Участок «ТК56 - ТК85»

Вероятность безотказной работы участка «ТК56 - ТК85» к 2017 году достигнет 0,99998, что выше нормативного значения (см. рис. 4.26). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.26.

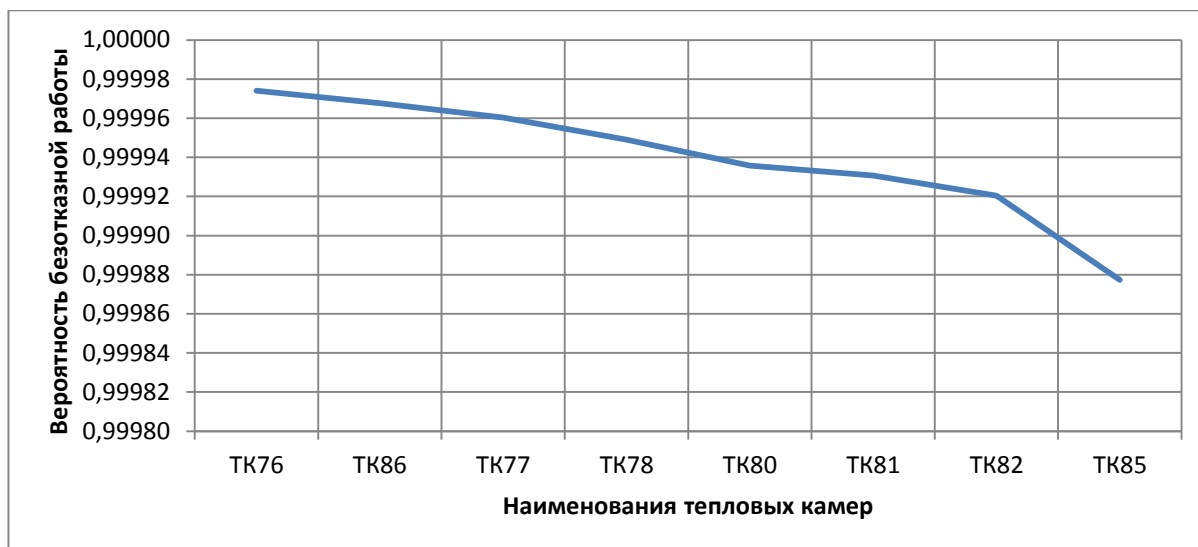


Рисунок 4.26 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК56 - ТК85» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК56 - ТК85» к 2022 году достигнет 0,9984, что выше нормативного значения (см. рис. 4.27). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.27.

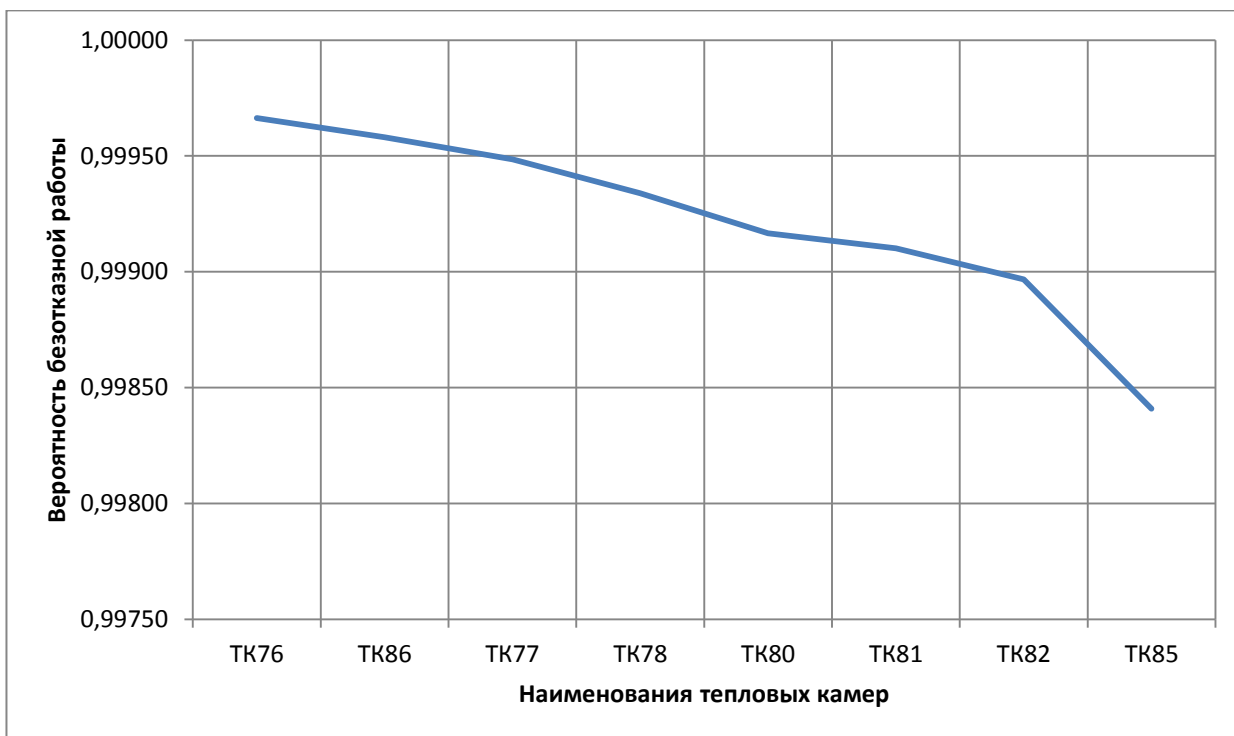


Рисунок 4.27 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК56 - ТК85» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК56 - ТК85» к 2027 году достигнет 0,9518, что выше нормативного значения (см. рис. 4.28). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.28.

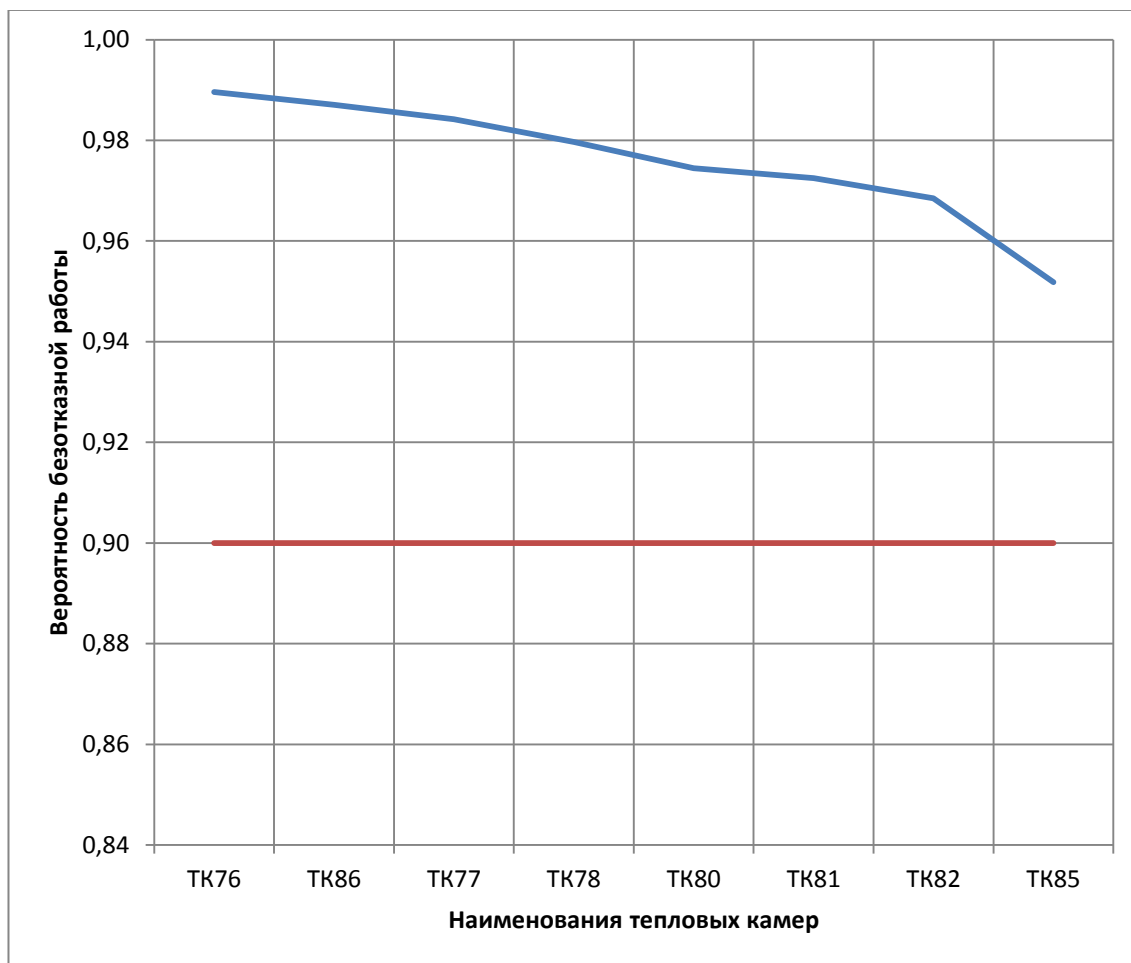


Рисунок 4.28 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК56 - ТК85» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.26

## Результаты расчета ВБР участка «ТК56 - ТК85» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК56	ТК76	0,15	0,078	1972	45	0,00004	11,3	0,00002597	0,00002597	0,999974
2	ТК76	ТК86	0,15	0,019	1972	45	0,00001	11,3	0,00000633	0,00003230	0,999968
3	ТК86	ТК77	0,15	0,022	1972	45	0,00001	11,3	0,00000733	0,00003963	0,999960
4	ТК77	ТК78	0,15	0,034	1972	45	0,00002	11,3	0,00001132	0,00005095	0,999949
5	ТК78	ТК80	0,15	0,04	1972	45	0,00002	11,3	0,00001332	0,00006427	0,999936
6	ТК80	ТК81	0,15	0,015	1972	45	0,00001	11,3	0,00000499	0,00006926	0,999931
7	ТК81	ТК82	0,15	0,031	1972	45	0,00002	11,3	0,00001032	0,00007958	0,999920
8	ТК82	ТК85	0,1	0,104	1972	45	0,00005	10	0,00004316	0,00012274	0,999877

Таблица 4.27

## Результаты расчета ВБР участка «ТК56 - ТК85» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК56	ТК76	0,15	0,078	1972	50	0,00052	11,30	0,00033699	0,00033699	0,999663
2	ТК76	ТК86	0,15	0,019	1972	50	0,00013	11,30	0,00008209	0,00041907	0,999581
3	ТК86	ТК77	0,15	0,022	1972	50	0,00015	11,30	0,00009505	0,00051412	0,999486
4	ТК77	ТК78	0,15	0,034	1972	50	0,00023	11,30	0,00014689	0,00066101	0,999339
5	ТК78	ТК80	0,15	0,04	1972	50	0,00027	11,30	0,00017281	0,00083382	0,999167
6	ТК80	ТК81	0,15	0,015	1972	50	0,00010	11,30	0,00006480	0,00089863	0,999102
7	ТК81	ТК82	0,15	0,031	1972	50	0,00021	11,30	0,00013393	0,00103256	0,998968
8	ТК82	ТК85	0,1	0,104	1972	50	0,00069	10,00	0,00055995	0,00159251	0,998409

Таблица 4.28

## Результаты расчета ВБР участка «ТК56 - ТК85» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК56	ТК76	0,15	0,078	1972	55	0,01607	11,30	0,01045274	0,01045274	0,989602
2	ТК76	ТК86	0,15	0,019	1972	55	0,00392	11,30	0,00254618	0,01299892	0,987085
3	ТК86	ТК77	0,15	0,022	1972	55	0,00453	11,30	0,00294821	0,01594713	0,984179
4	ТК77	ТК78	0,15	0,034	1972	55	0,00701	11,30	0,00455632	0,02050346	0,979705
5	ТК78	ТК80	0,15	0,04	1972	55	0,00824	11,30	0,00536038	0,02586384	0,974468
6	ТК80	ТК81	0,15	0,015	1972	55	0,00309	11,30	0,00201014	0,02787398	0,972511
7	ТК81	ТК82	0,15	0,031	1972	55	0,00639	11,30	0,00415429	0,03202827	0,968479
8	ТК82	ТК85	0,1	0,104	1972	55	0,02143	10,00	0,01736887	0,04939715	0,951803

#### 4.1.9. Участок «ТК55 - ТК144»

Вероятность безотказной работы участка «ТК55 - ТК144» к 2017 году достигнет 0,9997, что выше нормативного значения (см. рис. 4.29). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.29.

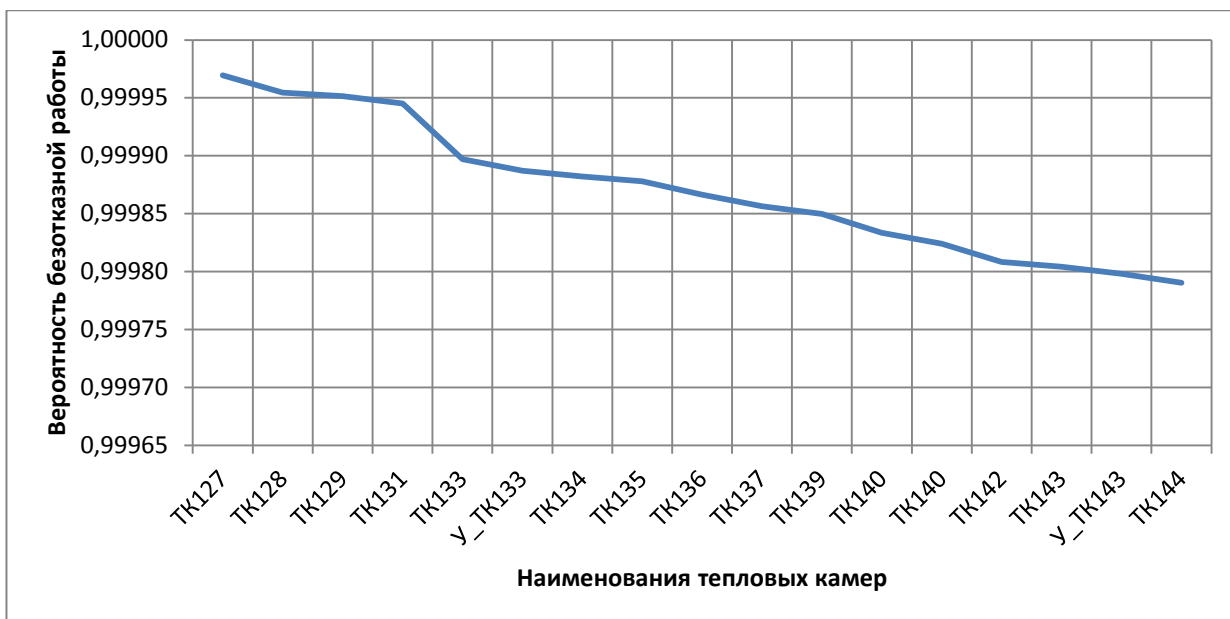


Рисунок 4.29 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК55 - ТК144» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК55 - ТК144» к 2022 году достигнет 0,9972, что выше нормативного значения (см. рис. 4.30). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.30.



Рисунок 4.30 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК55 - ТК144» по состоянию на 2022 год



Вероятность безотказной работы участка «ТК55 - ТК144» к 2027 году достигнет 0,9191, что выше нормативного значения (см. рис. 4.31). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.31.

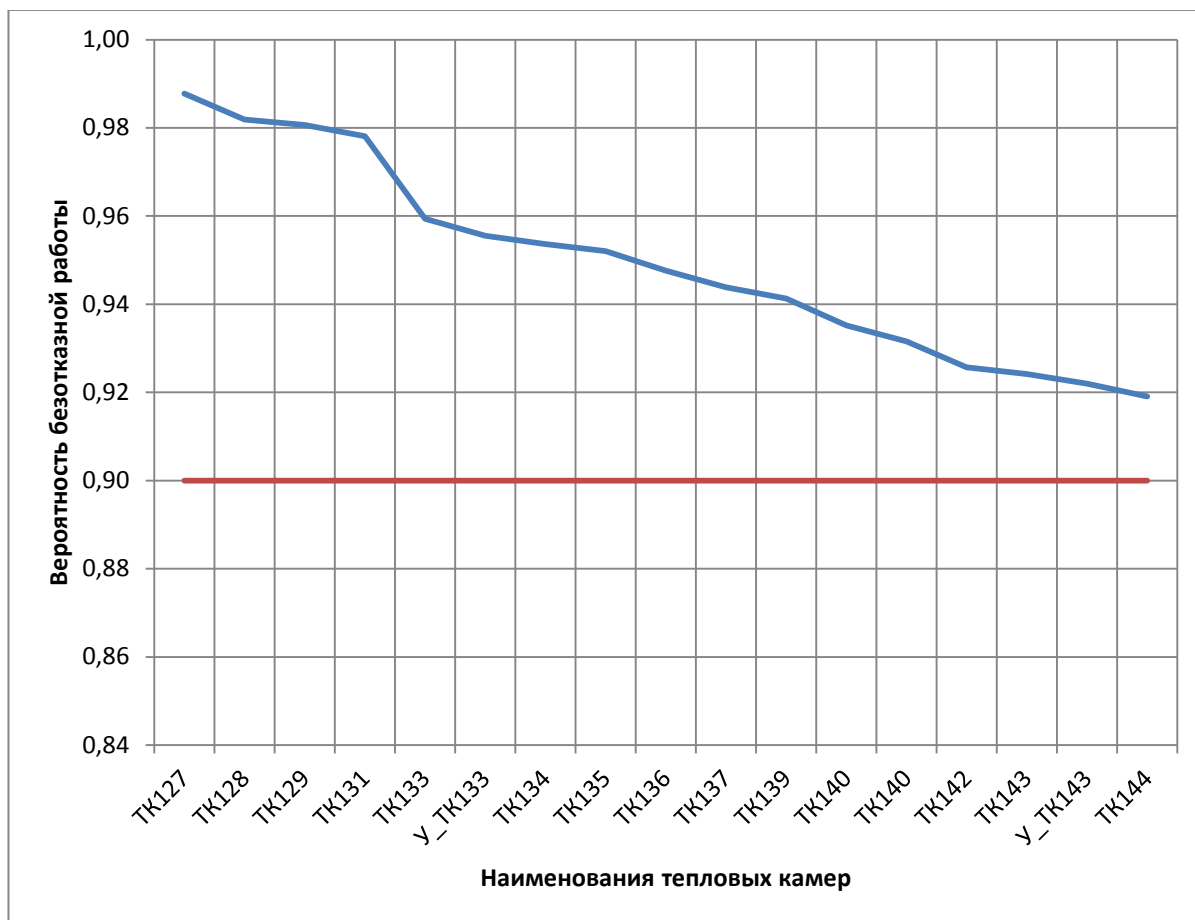


Рисунок 4.31 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК55 - ТК144» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.29

## Результаты расчета ВБР участка «ТК55 - ТК144» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК55	ТК127	0,35	0,144	1972	45	0,00007	16,25	0,00003058	0,00003058	0,999969
2	ТК127	ТК128	0,35	0,07	1972	45	0,00004	16,25	0,00001486	0,00004544	0,999955
3	ТК128	ТК129	0,35	0,015	1972	45	0,00001	16,25	0,00000318	0,00004862	0,999951
4	ТК129	ТК131	0,2	0,022	1972	45	0,00001	12,5	0,00000630	0,00005492	0,999945
5	ТК131	ТК133	0,015	0,106	1972	45	0,00005	9,5	0,00004807	0,00010300	0,999897
6	ТК133	У_ТК133	0,15	0,03	1972	45	0,00002	11,3	0,00000999	0,00011298	0,999887
7	У_ТК133	ТК134	0,15	0,015	1972	45	0,00001	11,3	0,00000499	0,00011798	0,999882
8	ТК134	ТК135	0,1	0,01	1972	45	0,00001	10	0,00000415	0,00012213	0,999878
9	ТК135	ТК136	0,1	0,028	1972	45	0,00001	10	0,00001162	0,00013375	0,999866
10	ТК136	ТК137	0,1	0,024	1972	45	0,00001	10	0,00000996	0,00014371	0,999856
11	ТК137	ТК139	0,1	0,016	1972	45	0,00001	10	0,00000664	0,00015035	0,999850
12	ТК139	ТК140	0,1	0,039	1972	45	0,00002	10	0,00001618	0,00016653	0,999833
13	ТК140	ТК140	0,1	0,023	1972	45	0,00001	10	0,00000954	0,00017608	0,999824
14	ТК140	ТК142	0,1	0,038	1972	45	0,00002	10	0,00001577	0,00019185	0,999808
15	ТК142	ТК143	0,1	0,01	1972	45	0,00001	10	0,00000415	0,00019600	0,999804
16	ТК143	У_ТК143	0,08	0,013	1972	45	0,00001	9,5	0,00000590	0,00020189	0,999798
17	У_ТК143	ТК144	0,08	0,017	1972	45	0,00001	9,5	0,00000771	0,00020960	0,999790

Таблица 4.30

## Результаты расчета ВБР участка «ТК55 - ТК144» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК55	ТК127	0,35	0,144	1972	50	0,00096	16,25	0,00039669	0,00039669	0,999603
2	ТК127	ТК128	0,35	0,07	1972	50	0,00047	16,25	0,00019284	0,00058953	0,999411
3	ТК128	ТК129	0,35	0,015	1972	50	0,00010	16,25	0,00004132	0,00063085	0,999369
4	ТК129	ТК131	0,2	0,022	1972	50	0,00015	12,50	0,00008172	0,00071258	0,999288
5	ТК131	ТК133	0,015	0,106	1972	50	0,00070	9,50	0,00062372	0,00133630	0,998665
6	ТК133	У_ТК133	0,15	0,03	1972	50	0,00020	11,30	0,00012961	0,00146591	0,998535
7	У_ТК133	ТК134	0,15	0,015	1972	50	0,00010	11,30	0,00006480	0,00153072	0,998470
8	ТК134	ТК135	0,1	0,01	1972	50	0,00007	10,00	0,00005384	0,00158456	0,998417
9	ТК135	ТК136	0,1	0,028	1972	50	0,00019	10,00	0,00015076	0,00173531	0,998266
10	ТК136	ТК137	0,1	0,024	1972	50	0,00016	10,00	0,00012922	0,00186453	0,998137
11	ТК137	ТК139	0,1	0,016	1972	50	0,00011	10,00	0,00008615	0,00195068	0,998051
12	ТК139	ТК140	0,1	0,039	1972	50	0,00026	10,00	0,00020998	0,00216066	0,997842
13	ТК140	ТК140	0,1	0,023	1972	50	0,00015	10,00	0,00012384	0,00228450	0,997718
14	ТК140	ТК142	0,1	0,038	1972	50	0,00025	10,00	0,00020460	0,00248910	0,997514
15	ТК142	ТК143	0,1	0,01	1972	50	0,00007	10,00	0,00005384	0,00254294	0,997460
16	ТК143	У_ТК143	0,08	0,013	1972	50	0,00009	9,50	0,00007649	0,00261944	0,997384
17	У_ТК143	ТК144	0,08	0,017	1972	50	0,00011	9,50	0,00010003	0,00271947	0,997284

Таблица 4.31

## Результаты расчета ВБР участка «ТК55 - ТК144» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК55	ТК127	0,35	0,144	1972	55	0,02967	16,25	0,01230482	0,01230482	0,987771
2	ТК127	ТК128	0,35	0,07	1972	55	0,01442	16,25	0,00598151	0,01828633	0,981880
3	ТК128	ТК129	0,35	0,015	1972	55	0,00309	16,25	0,00128175	0,01956809	0,980622
4	ТК129	ТК131	0,2	0,022	1972	55	0,00453	12,50	0,00253485	0,02210294	0,978140
5	ТК131	ТК133	0,015	0,106	1972	55	0,02184	9,50	0,01934691	0,04144985	0,959397
6	ТК133	У_ТК133	0,15	0,03	1972	55	0,00618	11,30	0,00402029	0,04547013	0,955548
7	У_ТК133	ТК134	0,15	0,015	1972	55	0,00309	11,30	0,00201014	0,04748028	0,953629
8	ТК134	ТК135	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,04915036	0,952038
9	ТК135	ТК136	0,1	0,028	1972	55	0,00577	10,00	0,00467624	0,05382660	0,947596
10	ТК136	ТК137	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,05783480	0,943806
11	ТК137	ТК139	0,1	0,016	1972	55	0,00330	10,00	0,00267213	0,06050693	0,941287
12	ТК139	ТК140	0,1	0,039	1972	55	0,00804	10,00	0,00651333	0,06702026	0,935176
13	ТК140	ТК140	0,1	0,023	1972	55	0,00474	10,00	0,00384119	0,07086145	0,931591
14	ТК140	ТК142	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,07720777	0,925697
15	ТК142	ТК143	0,1	0,01	1972	55	0,00206	10,00	0,00167008	0,07887786	0,924153
16	ТК143	У_ТК143	0,08	0,013	1972	55	0,00268	9,50	0,00237273	0,08125059	0,921963
17	У_ТК143	ТК144	0,08	0,017	1972	55	0,00350	9,50	0,00310281	0,08435340	0,919106

#### 4.1.10. Участок «ТК-213 - ТК246а»

Вероятность безотказной работы участка «ТК-213 - ТК246а» к 2017 году достигнет 0,99998, что выше нормативного значения (см. рис. 4.32). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.32.



Рисунок 4.32 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК246а» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК-213 - ТК246а» к 2022 году достигнет 0,9981, что выше нормативного значения (см. рис. 4.33). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.33.



Рисунок 4.33 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК246а» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «ТК73 - ТК82» к 2027 году достигнет 0,9442, что выше нормативного значения (см. рис. 4.34). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.34.

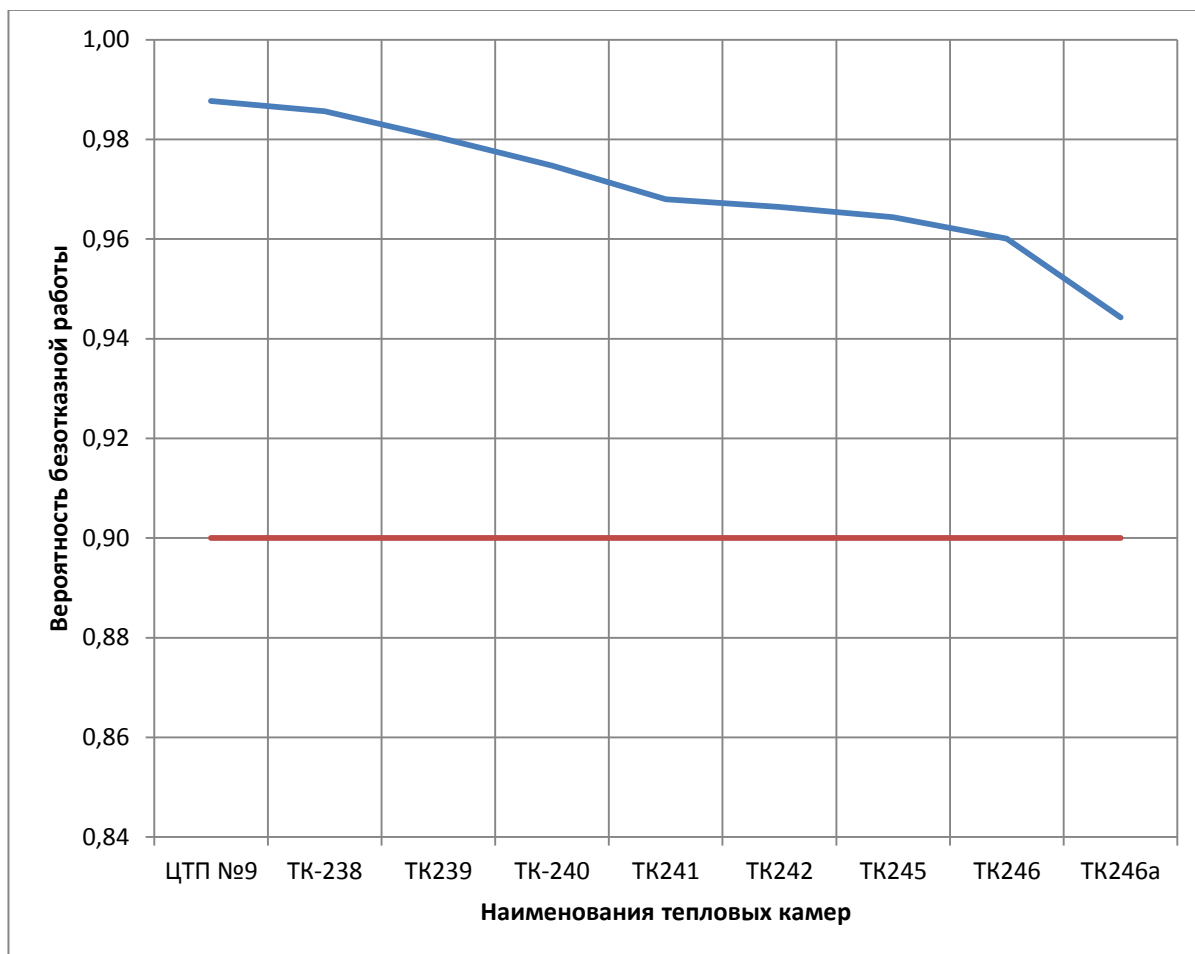


Рисунок 4.34 - ВБР относительно тепловых камер участка «ТК-213 - ТК246а» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.32

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК246а» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	ЦТП №9	0,3	0,135	1972	45	0,00007	15	0,00003077	0,00003077	0,999969
2	ЦТП №9	ТК-238	0,2	0,018	1972	45	0,00001	12,5	0,00000515	0,00003592	0,999964
3	ТК-238	ТК239	0,15	0,04	1972	45	0,00002	11,3	0,00001332	0,00004924	0,999951
4	ТК239	ТК-240	0,15	0,043	1972	45	0,00002	11,3	0,00001432	0,00006356	0,999936
5	ТК-240	ТК241	0,15	0,052	1972	45	0,00003	11,3	0,00001732	0,00008088	0,999919
6	ТК241	ТК242	0,15	0,012	1972	45	0,00001	11,3	0,00000400	0,00008487	0,999915
7	ТК242	ТК245	0,15	0,016	1972	45	0,00001	11,3	0,00000533	0,00009020	0,999910
8	ТК245	ТК246	0,15	0,033	1972	45	0,00002	11,3	0,00001099	0,00010119	0,999899
9	ТК246	ТК246а	0,08	0,091	1972	45	0,00005	9,5	0,00004127	0,00014246	0,999858

Таблица 4.43

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК246а» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	ЦТП №9	0,3	0,135	1972	50	0,00090	15,00	0,00039922	0,00039922	0,999601
2	ЦТП №9	ТК-238	0,2	0,018	1972	50	0,00012	12,50	0,00006686	0,00046608	0,999534
3	ТК-238	ТК239	0,15	0,04	1972	50	0,00027	11,30	0,00017281	0,00063889	0,999361
4	ТК239	ТК-240	0,15	0,043	1972	50	0,00029	11,30	0,00018577	0,00082467	0,999176
5	ТК-240	ТК241	0,15	0,052	1972	50	0,00035	11,30	0,00022466	0,00104932	0,998951
6	ТК241	ТК242	0,15	0,012	1972	50	0,00008	11,30	0,00005184	0,00110117	0,998899
7	ТК242	ТК245	0,15	0,016	1972	50	0,00011	11,30	0,00006913	0,00117029	0,998830
8	ТК245	ТК246	0,15	0,033	1972	50	0,00022	11,30	0,00014257	0,00131286	0,998688
9	ТК246	ТК246а	0,08	0,091	1972	50	0,00060	9,50	0,00053546	0,00184832	0,998153



Таблица 4.34

## Результаты расчета ВБР участка «ТК-213 - ТК246а» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ТК-213	ЦТП №9	0,3	0,135	1972	55	0,02782	15,00	0,01238305	0,01238305	0,987693
2	ЦТП №9	ТК-238	0,2	0,018	1972	55	0,00371	12,50	0,00207397	0,01445702	0,985647
3	ТК-238	ТК239	0,15	0,04	1972	55	0,00824	11,30	0,00536038	0,01981740	0,980378
4	ТК239	ТК-240	0,15	0,043	1972	55	0,00886	11,30	0,00576241	0,02557981	0,974745
5	ТК-240	ТК241	0,15	0,052	1972	55	0,01072	11,30	0,00696849	0,03254830	0,967976
6	ТК241	ТК242	0,15	0,012	1972	55	0,00247	11,30	0,00160811	0,03415641	0,966420
7	ТК242	ТК245	0,15	0,016	1972	55	0,00330	11,30	0,00214415	0,03630057	0,964350
8	ТК245	ТК246	0,15	0,033	1972	55	0,00680	11,30	0,00442231	0,04072288	0,960095
9	ТК246	ТК246а	0,08	0,091	1972	55	0,01875	9,50	0,01660914	0,05733202	0,944280

## 4.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №2.

### 4.2.1. Участок «БМК №2 - ТК-15»

Вероятность безотказной работы участка «БМК №2 - ТК-15» к 2017 году достигнет 0,99996, что выше нормативного значения (см. рис. 4.35). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.35.

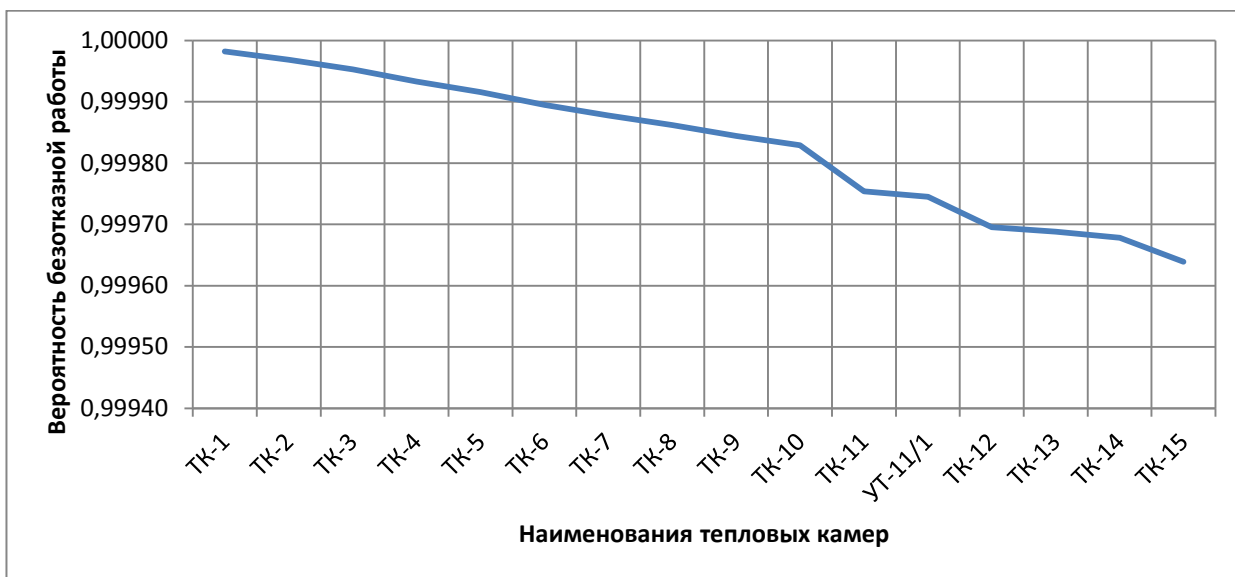


Рисунок 4.35 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «БМК №2 - ТК-15» к 2022 году достигнет 0,9953, что выше нормативного значения (см. рис. 4.36). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.36.



Рисунок 4.36 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15» по состоянию на 2022 год

Вероятность безотказной работы участка «БМК №2 - ТК-15» к 2027 году достигнет 0,8647, что ниже нормативного значения (см. рис. 4.37). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.37.

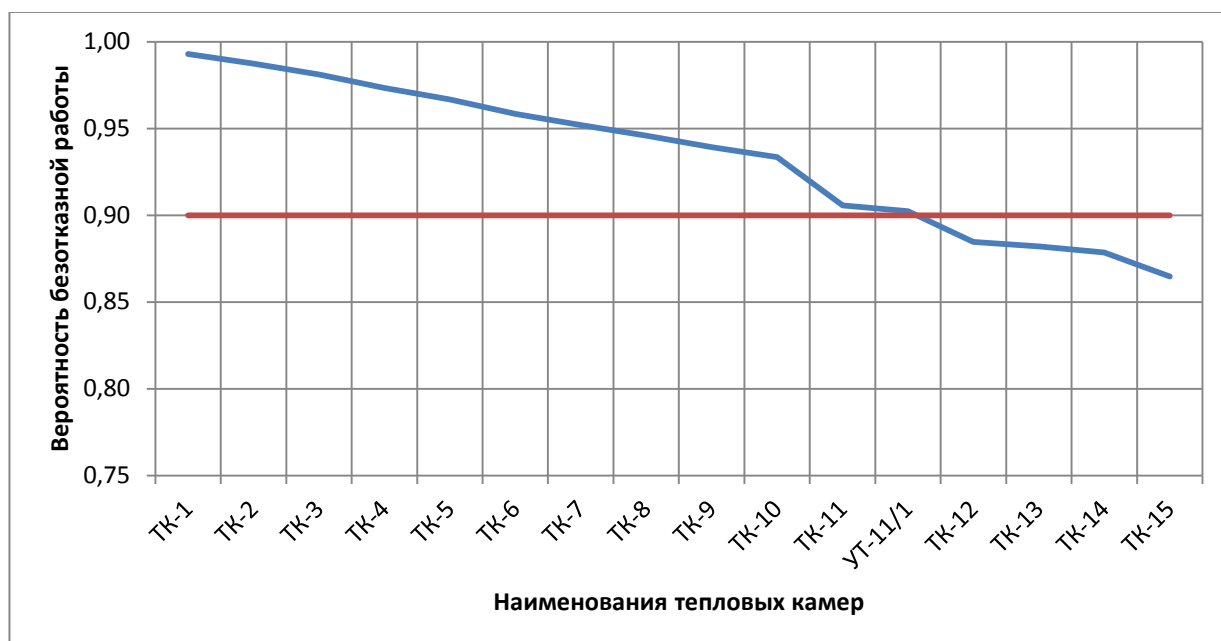


Рисунок 4.37 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15» по состоянию на 2027 год

Для обеспечения необходимых значений требуется осуществить реконструкцию всего участка от камеры ТК-10 до камеры ТК-12 общей длиной 0,322км. С учетом предлагаемых мероприятий результаты расчета ВБР представлены в таблице 4.38 и на рисунке 4.38.



Рисунок 4.38 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №2 - ТК-15» с учетом предлагаемых мероприятий по состоянию на 2027 год

Таблица 4.35

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №2 - ТК-15» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №2	ТК-1	0,1	0,043	1972	45	0,00002	10	0,00001784	0,00001784	0,999982
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,033	1972	45	0,00002	10	0,00001369	0,00003154	0,999968
3	ТК-2	ТК-3	0,1	0,038	1972	45	0,00002	10	0,00001577	0,00004731	0,999953
4	ТК-3	ТК-4	0,1	0,048	1972	45	0,00002	10	0,00001992	0,00006723	0,999933
5	ТК-4	ТК-5	0,1	0,041	1972	45	0,00002	10	0,00001701	0,00008424	0,999916
6	ТК-5	ТК-6	0,1	0,051	1972	45	0,00003	10	0,00002116	0,00010541	0,999895
7	ТК-6	ТК-7	0,1	0,041	1972	45	0,00002	10	0,00001701	0,00012242	0,999878
8	ТК-7	ТК-8	0,1	0,038	1972	45	0,00002	10	0,00001577	0,00013819	0,999862
9	ТК-8	ТК-9	0,1	0,042	1972	45	0,00002	10	0,00001743	0,00015562	0,999844
10	ТК-9	ТК-10	0,1	0,037	1972	45	0,00002	10	0,00001535	0,00017097	0,999829
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	1972	45	0,00009	10	0,00007511	0,00024609	0,999754
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	1972	45	0,00001	10	0,00000913	0,00025522	0,999745
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	1972	45	0,00006	10	0,00004938	0,00030460	0,999695
14	ТК-12	ТК-13	0,1	0,018	1972	45	0,00001	10	0,00000747	0,00031207	0,999688
15	ТК-13	ТК-14	0,1	0,024	1972	45	0,00001	10	0,00000996	0,00032203	0,999678
16	ТК-14	ТК-15	0,1	0,094	1972	45	0,00005	10	0,00003901	0,00036104	0,999639

Таблица 4.36

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №2 - ТК-15» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №2	ТК-1	0,1	0,043	1972	50	0,00029	10,00	0,00023152	0,00023152	0,999769
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,033	1972	50	0,00022	10,00	0,00017768	0,00040920	0,999591
3	ТК-2	ТК-3	0,1	0,038	1972	50	0,00025	10,00	0,00020460	0,00061380	0,999386
4	ТК-3	ТК-4	0,1	0,048	1972	50	0,00032	10,00	0,00025844	0,00087224	0,999128
5	ТК-4	ТК-5	0,1	0,041	1972	50	0,00027	10,00	0,00022075	0,00109299	0,998908
6	ТК-5	ТК-6	0,1	0,051	1972	50	0,00034	10,00	0,00027459	0,00136758	0,998633
7	ТК-6	ТК-7	0,1	0,041	1972	50	0,00027	10,00	0,00022075	0,00158833	0,998413
8	ТК-7	ТК-8	0,1	0,038	1972	50	0,00025	10,00	0,00020460	0,00179293	0,998209
9	ТК-8	ТК-9	0,1	0,042	1972	50	0,00028	10,00	0,00022614	0,00201907	0,997983
10	ТК-9	ТК-10	0,1	0,037	1972	50	0,00025	10,00	0,00019921	0,00221828	0,997784
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	1972	50	0,00120	10,00	0,00097454	0,00319282	0,996812
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	1972	50	0,00015	10,00	0,00011845	0,00331127	0,996694
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	1972	50	0,00079	10,00	0,00064072	0,00395199	0,996056
14	ТК-12	ТК-13	0,1	0,018	1972	50	0,00012	10,00	0,00009692	0,00404890	0,995959
15	ТК-13	ТК-14	0,1	0,024	1972	50	0,00016	10,00	0,00012922	0,00417812	0,995831
16	ТК-14	ТК-15	0,1	0,094	1972	50	0,00062	10,00	0,00050611	0,00468424	0,995327

Таблица 4.37

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №2 - ТК-15» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №2	ТК-1	0,1	0,043	1972	55	0,00886	10,00	0,00718136	0,00718136	0,992844
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,033	1972	55	0,00680	10,00	0,00551128	0,01269264	0,987388
3	ТК-2	ТК-3	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,01903896	0,981141
4	ТК-3	ТК-4	0,1	0,048	1972	55	0,00989	10,00	0,00801640	0,02705536	0,973307
5	ТК-4	ТК-5	0,1	0,041	1972	55	0,00845	10,00	0,00684734	0,03390271	0,966666
6	ТК-5	ТК-6	0,1	0,051	1972	55	0,01051	10,00	0,00851743	0,04242013	0,958467
7	ТК-6	ТК-7	0,1	0,041	1972	55	0,00845	10,00	0,00684734	0,04926748	0,951926
8	ТК-7	ТК-8	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,05561380	0,945904
9	ТК-8	ТК-9	0,1	0,042	1972	55	0,00865	10,00	0,00701435	0,06262815	0,939293
10	ТК-9	ТК-10	0,1	0,037	1972	55	0,00762	10,00	0,00617931	0,06880746	0,933506
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	1972	55	0,03730	10,00	0,03022852	0,09903598	0,905710
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	1972	55	0,00453	10,00	0,00367418	0,10271017	0,902388
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	1972	55	0,02452	10,00	0,01987400	0,12258417	0,884631
14	ТК-12	ТК-13	0,1	0,018	1972	55	0,00371	10,00	0,00300615	0,12559032	0,881976
15	ТК-13	ТК-14	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,12959852	0,878448
16	ТК-14	ТК-15	0,1	0,094	1972	55	0,01937	10,00	0,01569879	0,14529731	0,864765

Таблица 4.38

**Результаты расчета ВБР участка «БМК №2 - ТК-15» на 2027 год с учетом предлагаемых мероприятий**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №2	ТК-1	0,1	0,043	1972	55	0,00886	10,00	0,00718136	0,00718136	0,992844
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,033	1972	55	0,00680	10,00	0,00551128	0,01269264	0,987388
3	ТК-2	ТК-3	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,01903896	0,981141
4	ТК-3	ТК-4	0,1	0,048	1972	55	0,00989	10,00	0,00801640	0,02705536	0,973307
5	ТК-4	ТК-5	0,1	0,041	1972	55	0,00845	10,00	0,00684734	0,03390271	0,966666
6	ТК-5	ТК-6	0,1	0,051	1972	55	0,01051	10,00	0,00851743	0,04242013	0,958467
7	ТК-6	ТК-7	0,1	0,041	1972	55	0,00845	10,00	0,00684734	0,04926748	0,951926
8	ТК-7	ТК-8	0,1	0,038	1972	55	0,00783	10,00	0,00634632	0,05561380	0,945904
9	ТК-8	ТК-9	0,1	0,042	1972	55	0,00865	10,00	0,00701435	0,06262815	0,939293
10	ТК-9	ТК-10	0,1	0,037	1972	55	0,00762	10,00	0,00617931	0,06880746	0,933506
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	2022	5	0,00000	10,00	0,00000027	0,06880773	0,933506
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	2022	5	0,00000	10,00	0,00000003	0,06880776	0,933506
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	2022	5	0,00000	10,00	0,00000018	0,06880794	0,933506
14	ТК-12	ТК-13	0,1	0,018	1972	55	0,00371	10,00	0,00300615	0,07181409	0,930704
15	ТК-13	ТК-14	0,1	0,024	1972	55	0,00495	10,00	0,00400820	0,07582229	0,926981
16	ТК-14	ТК-15	0,1	0,094	1972	55	0,01937	10,00	0,01569879	0,09152108	0,912542

### 4.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков ТС котельной БМК №3.

#### 4.3.1. Участок «БМК №3 - ТК-3.»

Вероятность безотказной работы участка «БМК №3 - ТК-3» к 2017 году достигнет 0,99999, что выше нормативного значения (см. рис. 4.39). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2017 год представлены в таблице 4.39.

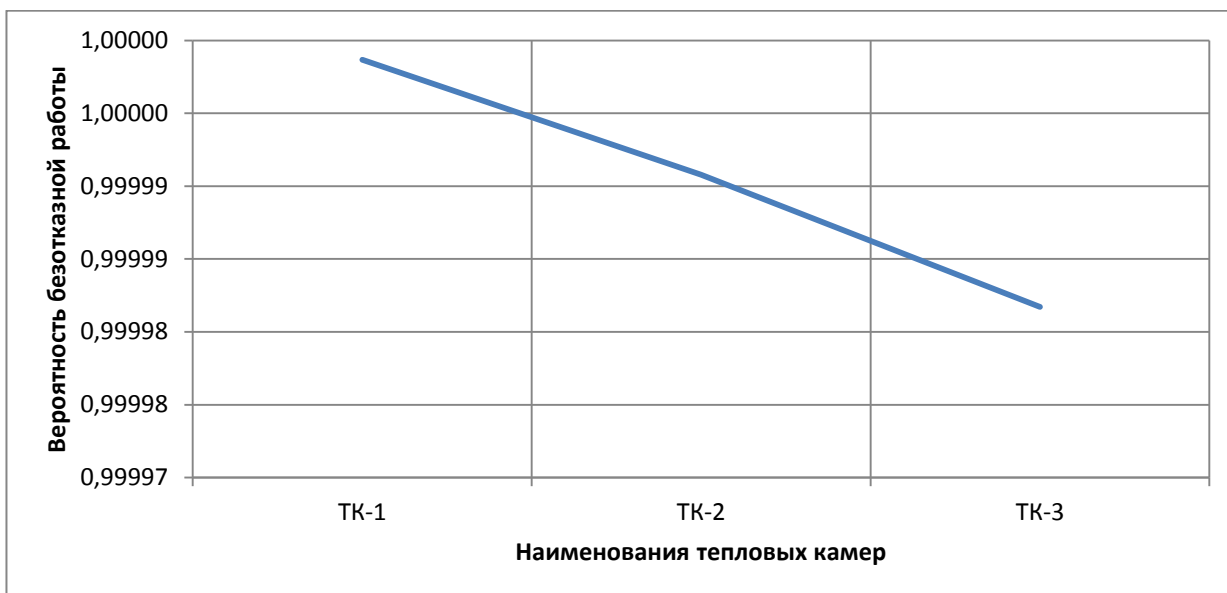


Рисунок 4.39 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №3 - ТК-3» по состоянию на 2017 год

Вероятность безотказной работы участка «БМК №3 - ТК-3» к 2022 году достигнет 0,9997, что выше нормативного значения (см. рис. 4.40). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2022 год представлены в таблице 4.40.

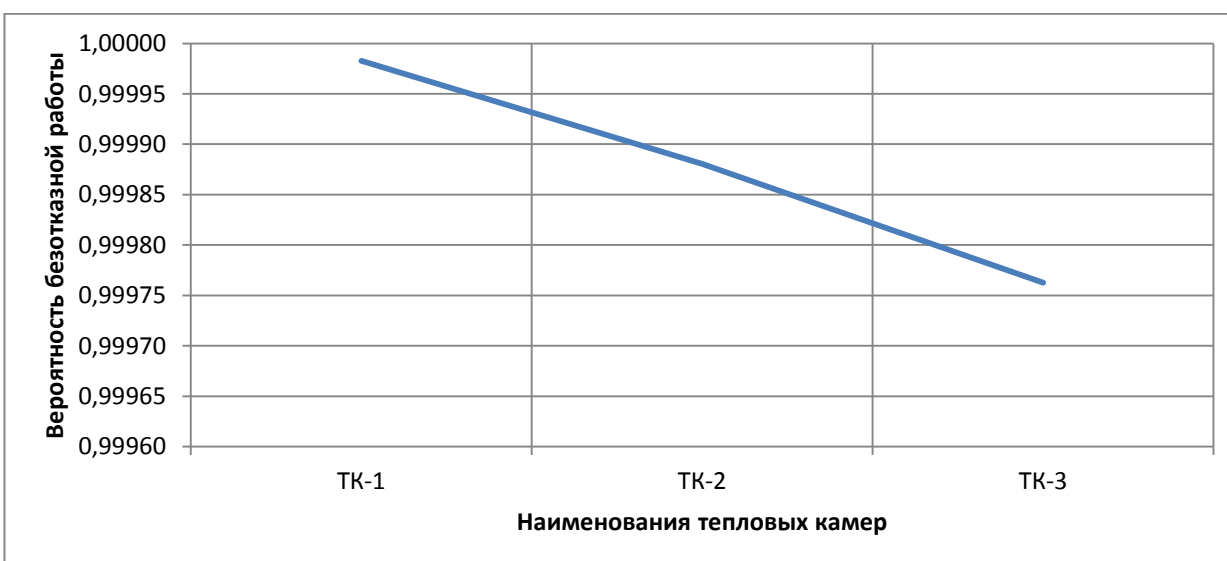


Рисунок 4.40 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №3 - ТК-3» по состоянию на 2022 год



Вероятность безотказной работы участка «БМК №3 - ТК-3» к 2027 году достигнет 0,9926, что выше нормативного значения (см. рис. 4.41). Результаты расчета ВБР по состоянию на 2027 год представлены в таблице 4.41.

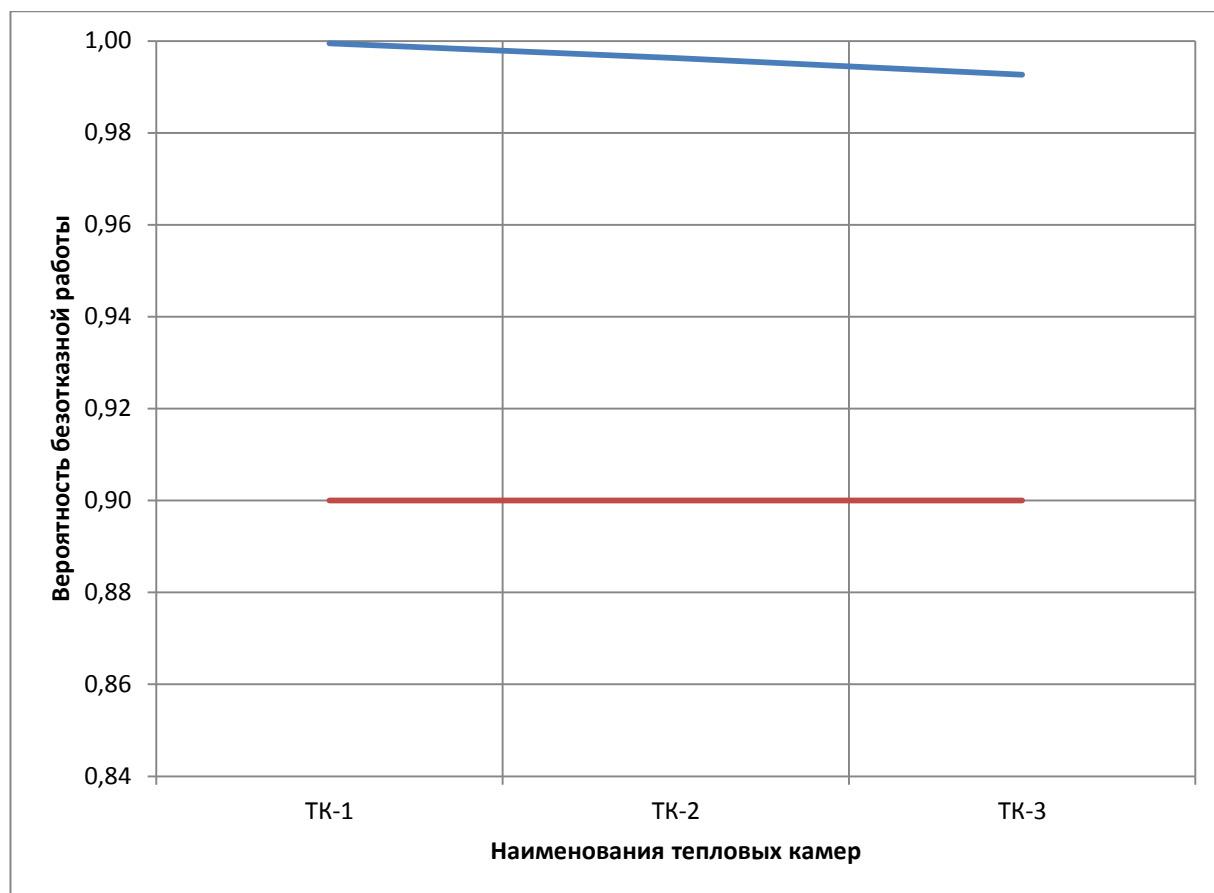


Рисунок 4.41 - ВБР относительно тепловых камер участка «БМК №3 - ТК-3» по состоянию на 2027 год

Таблица 4.39

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №3 - ТК-3» на 2017 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №3	ТК-1	0,15	0,004	1972	45	0,00000	11,3	0,00000133	0,00000133	0,999999
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,019	1972	45	0,00001	10	0,00000788	0,00000922	0,999991
3	ТК-2	ТК-3	0,08	0,02	1972	45	0,00001	9,5	0,00000907	0,00001829	0,999982

Таблица 4.40

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №3 - ТК-3» на 2022 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №3	ТК-1	0,15	0,004	1972	50	0,00003	11,30	0,00001728	0,00001728	0,999983
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,019	1972	50	0,00013	10,00	0,00010230	0,00011958	0,999880
3	ТК-2	ТК-3	0,08	0,02	1972	50	0,00013	9,50	0,00011768	0,00023726	0,999763

Таблица 4.41

## Результаты расчета ВБР участка «БМК №3 - ТК-3» на 2027 год

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта (реконструкции), лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/ч	Среднее время восстановления участка, час	Параметр потока отказов теплоснабжения при отказе участка, 1/ч	Параметр потока отказов теплоснабжения накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	БМК №3	ТК-1	0,15	0,004	1972	55	0,00082	11,30	0,00053604	0,00053604	0,999464
2	ТК-1	ТК-2	0,1	0,019	1972	55	0,00392	10,00	0,00317316	0,00370920	0,996298
3	ТК-2	ТК-3	0,08	0,02	1972	55	0,00412	9,50	0,00365036	0,00735956	0,992667

## **5. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ**

На основании данных по аварийности тепловых сетей п. Приютново, предоставленным заказчиком, надежность теплоснабжения потребителей частично соответствует требованиям, изложенным в СНиП 41-02-2003. По результатам расчетов, приведенных выше, к концу рассматриваемого периода показатели вероятности безотказной работы потребителей будут соответствовать величине не нормативной, требуемой в СНиП 41-02-2003.

По рассматриваемому варианту при условии реализации предлагаемых мероприятий по замене трубопроводов тепловых сетей с целью повышения показателей надежности к концу рассматриваемого периода показатели вероятности безотказной работы потребителей будут соответствовать величине не нормативной, требуемой в СНиП 41-02-2003.

С учетом представленных выше результатов расчетов была сформирована программа по реконструкции трубопроводов тепловых сетей с целью повышения показателей вероятности безотказной работы потребителей до нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003. Капитальные затраты на осуществление рекомендуемых мероприятий в ценах 2012 г. были оценены в соответствии методикой, приведенной в Книге 7. Предложения по новому строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них.

Перечень участков трубопроводов, предлагаемых к реконструкции, и рекомендуемые сроки реализации мероприятий представлены в таблице 5.1 и 5.2

Таблица 5.1

**Программа реконструкции трубопроводов тепловых сетей котельной №10 с целью повышения показателей надежности**

Номер участка пути	Начальная камера участка	Конечная камера участка	Диаметр трубопровода на участке, м	Длина трубопровода на участке, км	Год прокладки трубопровода	Тип прокладки трубопровода	Капитальные затраты, тыс. руб
<b>Участок "ТК1 - ТК-113"</b>							
21	У ТК-107	ТК-109	0,1	0,037	2022	ПК	101,446
22	ТК-109	ТК-110	0,1	0,15	2022	ПК	411,267
23	ТК-110	ТК-111	0,1	0,042	2022	ПК	115,155
<b>Участок "ТК-3 - ТК-13"</b>							
10	ТК-11	ТК-12	0,2	0,118	2022	ПК	794,567
<b>Участок "Котельная №10 - ТК199"</b>							
2	Нов.-ТК1	ТК182	0,25	0,148	2022	ПК	1484,154
3	ТК182	ТК-183	0,25	0,306	2022	ПК	3068,590
4	ТК-183	ТК-184	0,25	0,317	2022	ПК	3178,898
5	ТК-184	ТК-185	0,25	0,168	2022	ПК	1684,716
6	ТК-185	ТК-186	0,25	0,033	2022	ПК	330,926
7	ТК-186	ТК-187	0,2	0,118	2022	ПК	794,567
<b>Участок "ТК-213 - ТК231"</b>							
16	ТК224	ТК232	0,15	0,033	2022	ПК	139,436
17	ТК232	ТК233	0,15	0,102	2022	ПК	430,985

Таблица 5.2

**Программа реконструкции трубопроводов тепловых сетей котельной БМК №2 с целью повышения показателей надежности**

<b>Номер участка пути</b>	<b>Начальная камера участка</b>	<b>Конечная камера участка</b>	<b>Диаметр трубопровода на участке, м</b>	<b>Длина трубопровода на участке, км</b>	<b>Год прокладки трубопровода</b>	<b>Тип прокладки трубопровода</b>	<b>Капитальные затраты, тыс. руб</b>
<b>Участок "БМК №2 - ТК-15"</b>							
11	ТК-10	ТК-11	0,1	0,181	2022	ПК	496,262
12	ТК-11	УТ-11/1	0,1	0,022	2022	ПК	60,319
13	УТ-11/1	ТК-12	0,1	0,119	2022	ПК	326,271