



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Город МАГАДАН» НА ПЕРИОД 2014- 2029 г.**

**Книга 9. Оценка надежности теплоснабжения**

**Челябинск 2014**

## Оглавление

<b>1. Общие положения .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Методика расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей .....</b>	<b>7</b>
2.1. Термины и определения .....	7
2.2. Методика расчета надежности теплоснабжения.....	9
<b>3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей г. Магадан. Существующее положение.....</b>	<b>15</b>
3.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 44.....	15
3.1.1 Участок «Котельная № 44 – ТК – 4310» .....	15
3.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 43.....	18
3.2.1 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5329» .....	18
3.2.2 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5360а».....	22
3.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 45.....	26
3.3.1 Участок «Котельная № 45 – ТК – 1954» .....	26
3.4. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 46.....	29
3.4.1 Участок «Котельная № 46 – УТ – 10» .....	29
3.4.2 Участок «Котельная № 46 – ТК – 2052г».....	33
3.5. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 21.....	37
3.5.1 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4024» .....	37
3.5.2 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4401» .....	40
3.6. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 47.....	43
3.6.1 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4739» .....	43
3.6.2 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4789» .....	47
3.7. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 62.....	50
3.7.1 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5020а».....	50
3.7.2 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5052» .....	54
3.8. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 2.....	58
3.8.1 Участок «Котельная № 2 – ТК – 3520а».....	58
3.9. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 56.....	62
3.9.1 Участок «Котельная № 56 – ТК – 4641» .....	62
3.9.2 Участок «Котельная № 56 – АТК – 38».....	66
3.10. Вероятность безотказной работы последовательных участков МТЭЦ .....	71
3.10.1 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 10» .....	71
3.10.2 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1840а».....	74

3.10.3 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1852».....	78
3.10.4 Участок «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2» .....	82
3.10.5 Участок «ЦТП – 7 – ТВК – 10» .....	86
3.10.6 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 11» .....	89
3.10.7 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 2» .....	93
3.10.8 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 289».....	97
3.10.9 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 735В».....	102
3.10.10 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 178Г» .....	107
3.10.11 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 911М» .....	111
3.10.12 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 2702».....	117
3.10.13 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 31б».....	121
3.10.14 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 3080».....	125
3.10.15 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 2573».....	130
3.10.16 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1444».....	135
3.10.17 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1380».....	140
3.10.18 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1414а».....	144
3.10.19 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1532».....	148
3.10.20 Участок «ЦТП – 8 – ТК – 175а».....	153
3.10.21 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 320».....	157
3.10.22 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 501д».....	160
3.10.23 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1735».....	164
3.10.24 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1767».....	167
3.10.25 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 1088а».....	170
3.10.26 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 2664».....	175
3.10.27 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 607з» .....	179
3.10.28 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 2531».....	183
<b>4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей г. Магадан на 2028 год. ....</b>	<b>187</b>
4.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 44.....	187
4.1.1 Участок «Котельная № 44 – ТК – 4310» .....	187
4.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 43.....	190
4.2.1 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5329» .....	190
4.2.2 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5360а».....	194
4.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 45.....	198

4.3.1 Участок «Котельная № 45 – ТК – 1954» .....	198
4.4. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 46.....	201
4.4.1 Участок «Котельная № 46 – УТ – 10» .....	201
4.4.2 Участок «Котельная № 46 – ТК – 2052г».....	205
4.5. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 21.....	209
4.5.1 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4024» .....	209
4.5.2 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4401» .....	212
4.6. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 47.....	215
4.6.1 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4739» .....	215
4.6.2 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4789» .....	219
4.7. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 62.....	222
4.7.1 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5020а».....	222
4.7.2 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5052» .....	226
4.8. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 2.....	230
4.8.1 Участок «Котельная № 2 – ТК – 3520а».....	230
4.9. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 56.....	233
4.9.1 Участок «Котельная № 56 – ТК – 4641» .....	233
4.9.2 Участок «Котельная № 56 – АТК – 38».....	237
4.10. Вероятность безотказной работы последовательных участков МТЭЦ .....	242
4.10.1 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 10» .....	242
4.10.2 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1840а».....	245
4.10.3 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1852».....	249
4.10.4 Участок «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2» .....	253
4.10.5 Участок «ЦТП – 7 – ТВК – 10» .....	257
4.10.6 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 11» .....	260
4.10.7 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 2» .....	264
4.10.8 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 289».....	268
4.10.9 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 735в».....	273
4.10.10 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 178г» .....	278
4.10.11 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 911м» .....	282
4.10.12 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 2702».....	288
4.10.13 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 31б».....	293
4.10.14 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 3080».....	297

4.10.15 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 2573».....	302
4.10.16 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1444».....	307
4.10.17 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1380».....	312
4.10.18 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1414а».....	316
4.10.19 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1532».....	320
4.10.20 Участок «ЦТП – 8 – ТК – 175а».....	325
4.10.21 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 320».....	329
4.10.22 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 501д».....	332
4.10.23 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1735».....	336
4.10.24 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1767».....	339
4.10.25 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 1088а».....	342
4.10.26 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 2664».....	347
4.10.27 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 607з».....	351
4.10.28 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 2531».....	355
<b>5. Выводы по тепловым сетям .....</b>	<b>359</b>

## 1. Общие положения

Оценка надежности теплоснабжения разрабатывается 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  $[P]$ , коэффициент готовности  $[Kг]$ , 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, приводящие 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

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 рекомендуется выполнять с применением следующего алгоритма.

Определение пути передачи теплоносителя от источника до потребителя, по отношению к которому выполняется расчет вероятности безотказной работы тепловой сети.

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

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

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  $\langle 1 \rangle$  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  $\langle 2 \rangle$ , при котором отказ одного из всей совокупности элементов приводит к отказу всей системы в целом. Средняя вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов будет равна произведению вероятностей безотказной работы:

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

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].

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

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

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

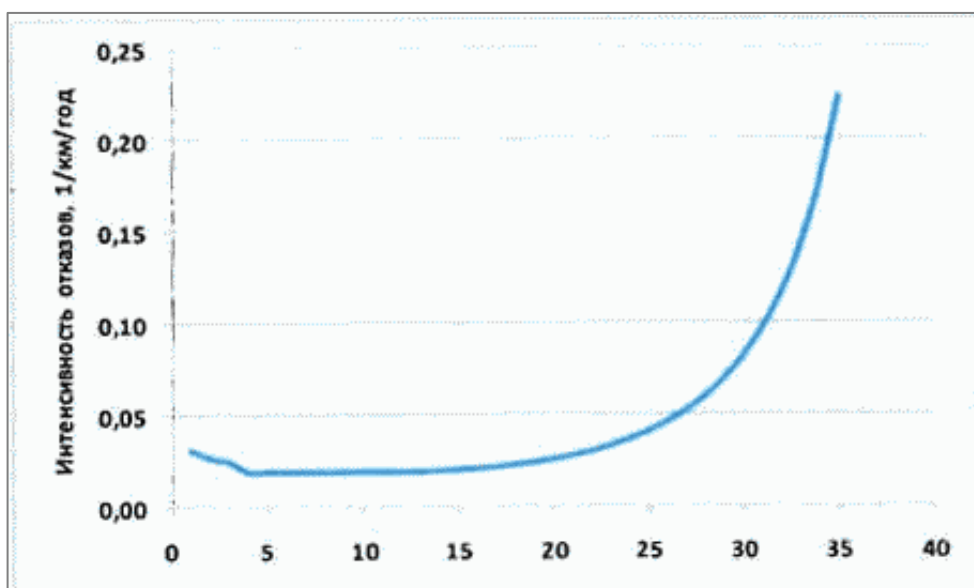
Для распределения Вейбулла рекомендуется использовать следующие эмпирические коэффициенты:

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

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**

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".

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

$$t_{\text{с}} = t_{\text{н}} + \frac{Q_{\text{o}}}{q_{\text{o}}V} + \frac{t'_{\text{с}} - t_{\text{н}} - \frac{Q_{\text{o}}}{q_{\text{o}}V}}{\exp z / \beta}, \quad (2.4)$$

где

$t_{\text{с}}$  - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время  $z$  в часах, после наступления исходного события, °С;

$z$  - время, отсчитываемое после начала исходного события, ч;

$t'_{\text{с}}$  - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °С;

$t_{\text{н}}$  - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени  $z$ , °С;

$Q_{\text{o}}$  - подача теплоты в помещение, Дж/ч;

$q_{\text{o}}V$  - удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч × °С);

$\beta$  - коэффициент аккумуляции помещения (здания), ч.

Для расчета времени снижения температуры в жилом здании до +12 °С при внезапном

прекращении теплоснабжения эта формула при  $\left(\frac{Q_{\text{o}}}{q_{\text{o}}V} = 0\right)$  имеет следующий вид:

$$z = \beta \times \ln \frac{t_{\text{с}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{с.а}} - t_{\text{н}}}, \quad (2.5)$$

где

$t_{в.а}$  - внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (+12 °С для жилых зданий);

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

**Таблица 2.1. Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения**

Температура наружного воздуха, °С	Повторяемость температур наружного воздуха, час.	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12 °С
-50,0	0	3,7
-47,5	0	3,8
-42,5	0	4,28
-37,5	0	4,6
-32,5	0	5,1
-27,5	2	5,7
-22,5	19	6,4
-17,5	240	7,4
-12,5	759	8,8
-7,5	1182	10,8
-2,5	1182	13,9
2,5	1405	19,6
7,5	803	33,9

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

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

$$z_p = a \left[ 1 + b + c l_{с.з} D^{1,2} \right], \quad (2.6)$$

где

a, b - постоянные коэффициенты, зависящие от способа укладки теплопровода

(подземный, надземный) и его конструкции, а также от способа диагностики места повреждения и уровня организации ремонтных работ;

$l_{с.з}$  - расстояние между секционирующими задвижками, м;

D - условный диаметр трубопровода, м.

Расчет рекомендуется выполнять 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;

вычисляются относительные доли (см. уравнение 2.6) и поток отказов (см. уравнение 2.7) участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры +12 град. Цельсия.

$$\bar{z} = \left( 1 - \frac{z_{i,j}}{z_p} \right) \times \frac{\tau_j}{\tau_{on}} \quad (2.7)$$

$$\bar{\omega} = \lambda_1 L_1 \times \sum_{j=1}^{i=N} \bar{z}_{i,j}, \quad (2.8)$$

вычисляется вероятность безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента

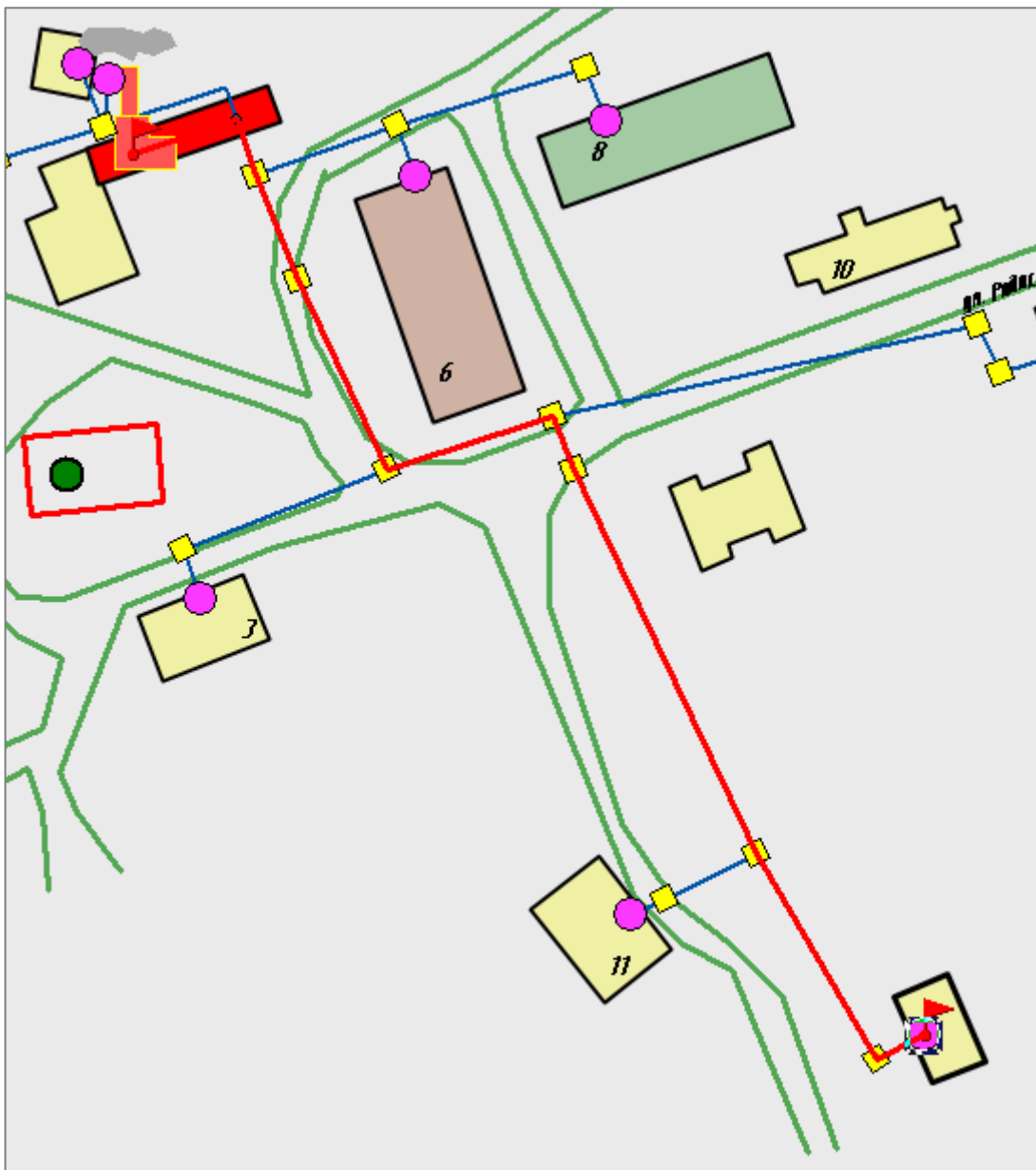
$$p_i = \exp -\bar{\omega}_i \quad (2.9)$$

### 3. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей г. Магадан. Существующее положение.

#### 3.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 44

##### 3.1.1 Участок «Котельная № 44 – ТК – 4310»

Данный участок начинается от Котельная № 44 и заканчивается камерой ТК – 4310 (см. рис. 3.1.1).



**Рисунок 3.1.1 Трассировка участка «Котельная № 44 – ТК – 4310»**

В табл. 3.1.1 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. 3.1.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.



**Рисунок 3.1.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 44 – ТК – 4310**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 44 – ТК – 4310» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9994$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

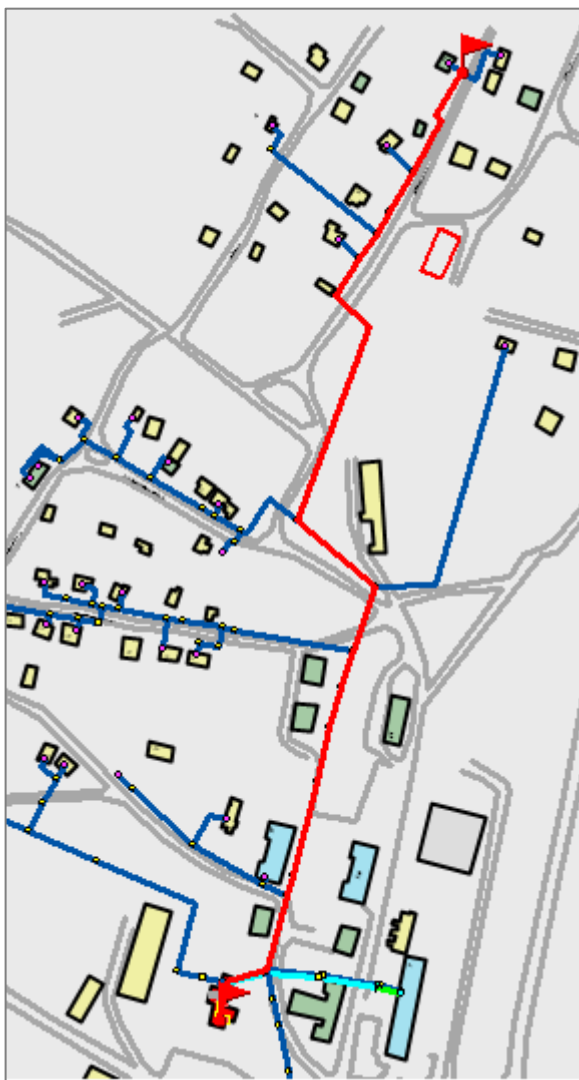
Таблица 3.1.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 44 – ТК – 4310»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, $1/ч$	Поток отказов накопленным итогом, $1/ч$	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 44	ТУ кот	1	150	150	24	9,1	0,000355	0,00000040	0,00000040	1,000000
2	ТУ кот	ТК4301	8	125	125	28	7,9	0,000394	0,00000320	0,00000360	0,999996
3	ТК4301	ТК4304	19	125	125	28	7,9	0,000394	0,00000750	0,00001110	0,999989
4	ТК4304	ТК4305	38	100	100	28	6,7	0,000394	0,00001500	0,00002610	0,999974
5	ТК4305	ТК4306	32	100	100	28	6,7	0,000394	0,00001260	0,00003870	0,999961
6	ТК4306	ТК4307	4	50	50	28	4,6	0,000394	0,00000160	0,00004030	0,999960
7	ТК4307	ТК4308	78	50	50	28	4,6	0,000394	0,00003080	0,00007110	0,999929
8	ТК4308	ТК4310	42	50	50	6	4,6	0,000199	0,00000840	0,00007950	0,999921

### 3.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 43

#### 3.2.1 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Данный участок начинается от Котельная № 43 и заканчивается камерой ТК – 5329 (см. рис. 3.2.1).



**Рисунок 3.2.1 Трассировка участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

В табл. 3.2.1 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. 3.2.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.2.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 43	ЦТП	1	200	200	4	11,9	1,40E-05	0,0000000	0,0000000	1,0000000
2	ЦТП	ТУ-кот. 1	1	200	200	4	11,9	1,40E-05	0,0000000	0,0000000	1,0000000
3	ТУ-кот. 1	ТУ-кот. 3	2	150	150	4	9,0	1,40E-05	0,0000000	0,0000000	1,0000000
4	ТУ-кот. 3	ТК-5300	30	150	150	4	9,0	1,40E-05	0,0000004	0,0000004	0,9999996
5	ТК-5300	ТК-5301	50	150	150	23	9,0	2,27E-05	0,0000011	0,0000015	0,9999985
6	ТК-5301	ТК-5302	20	150	150	23	9,0	2,27E-05	0,0000005	0,0000020	0,9999980
7	ТК-5302	ТК-5303	88	125	125	23	7,8	2,27E-05	0,0000020	0,0000040	0,9999960
8	ТК-5303	ТК-5304	44	125	125	23	7,8	2,27E-05	0,0000010	0,0000050	0,9999950
9	ТК-5304	ТК-5305	24	100	100	23	6,6	2,27E-05	0,0000005	0,0000055	0,9999945
10	ТК-5305	ТК-5306	50	100	100	4	6,6	1,40E-05	0,0000007	0,0000062	0,9999938
11	ТК-5306	ТК-5307	32	100	100	4	6,6	1,40E-05	0,0000004	0,0000066	0,9999934
12	ТК-5307	ТК-5307a	69	100	100	4	6,6	1,40E-05	0,0000010	0,0000076	0,9999924
13	ТК-5307a	ТК-	156	50	50	4	4,5	1,40E-05	0,0000022	0,0000098	0,9999902

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
		5307В									
14	ТК-5307В	ТК-5325	11	50	50	4	4,5	1,40E-05	0,0000002	0,0000100	0,9999900
15	ТК-5325	ТК-5326	11	50	50	4	4,5	1,40E-05	0,0000002	0,0000102	0,9999898
16	ТК-5326	ТК-5327	19	50	50	4	4,5	1,40E-05	0,0000003	0,0000105	0,9999895
17	ТК-5327	ТК-5328	6	50	50	4	4,5	1,40E-05	0,0000001	0,0000106	0,9999894
18	ТК-5328	ТК-5329	50	32	32	4	3,9	1,40E-05	0,0000007	0,0000113	0,9999887

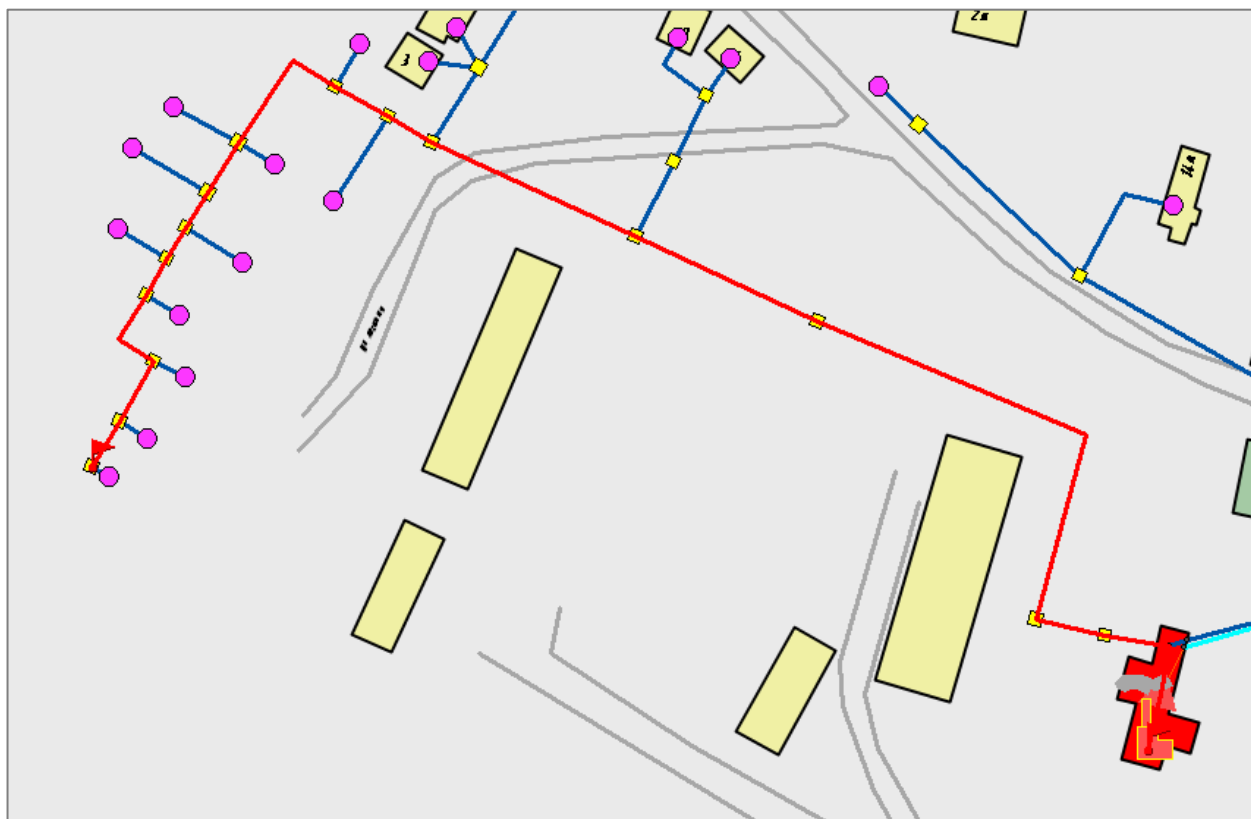


**Рисунок 3.2.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 43 – ТК – 5329» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.2.2 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5360а»

Данный участок начинается от Котельная № 43 и заканчивается камерой ТК – 5360а (см. рис. 3.2.3).



**Рисунок 3.2.3 Трассировка участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

В табл. 3.2.2 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. 3.2.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.2.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 43	ЦТП	1	200	200	4	12,0	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
2	ЦТП	ТУ-кот. 1	1	200	200	4	12,0	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
3	ТУ-кот. 1	ТУ-кот. 2	2	100	100	30	6,7	0,000028	0,0000001	0,0000001	0,9999999
4	ТУ-кот. 2	ТК-5316	11	100	100	30	6,7	0,000028	0,0000003	0,0000004	0,9999996
5	ТК-5316	ТК-5315	21	100	100	17	6,7	0,000014	0,0000003	0,0000007	0,9999993
6	ТК-5315	ТК-5315а	100	100	100	17	6,7	0,000014	0,0000014	0,0000021	0,9999979
7	ТК-5315а	ТК-5315б	52	100	100	17	6,7	0,000014	0,0000007	0,0000028	0,9999972
8	ТК-5315б	ТК-5349	103	100	100	17	6,7	0,000014	0,0000014	0,0000042	0,9999958
9	ТК-5349	ТК-5350	16	70	70	17	5,4	0,000014	0,0000002	0,0000044	0,9999956
10	ТК-5350	ТК-5351	18,5	70	70	17	5,4	0,000014	0,0000003	0,0000047	0,9999953
11	ТК-5351	ТК-5353	45,5	70	70	17	5,4	0,000014	0,0000006	0,0000053	0,9999947
12	ТК-5353	ТК-5354	18	70	70	17	5,4	0,000014	0,0000003	0,0000056	0,9999944
13	ТК-5354	ТК-5355	12	70	70	17	5,4	0,000014	0,0000002	0,0000058	0,9999942
14	ТК-5355	ТК-5356	12	50	50	17	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000060	0,9999940

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-5356	ТК-5357	13	50	50	17	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000062	0,9999938
16	ТК-5357	ТК-5358	30	50	50	17	4,6	0,000014	0,0000004	0,0000066	0,9999934
17	ТК-5358	ТК-5359	21	50	50	17	4,6	0,000014	0,0000003	0,0000069	0,9999931
18	ТК-5359	ТК-5360а	17	50	50	17	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000071	0,9999929



**Рисунок 3.2.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 44 – ТК – 4310» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 45

#### 3.3.1 Участок «Котельная № 45 – ТК – 1954»

Данный участок начинается от Котельная № 45 и заканчивается камерой ТК – 1954 (см. рис. 3.3.1).



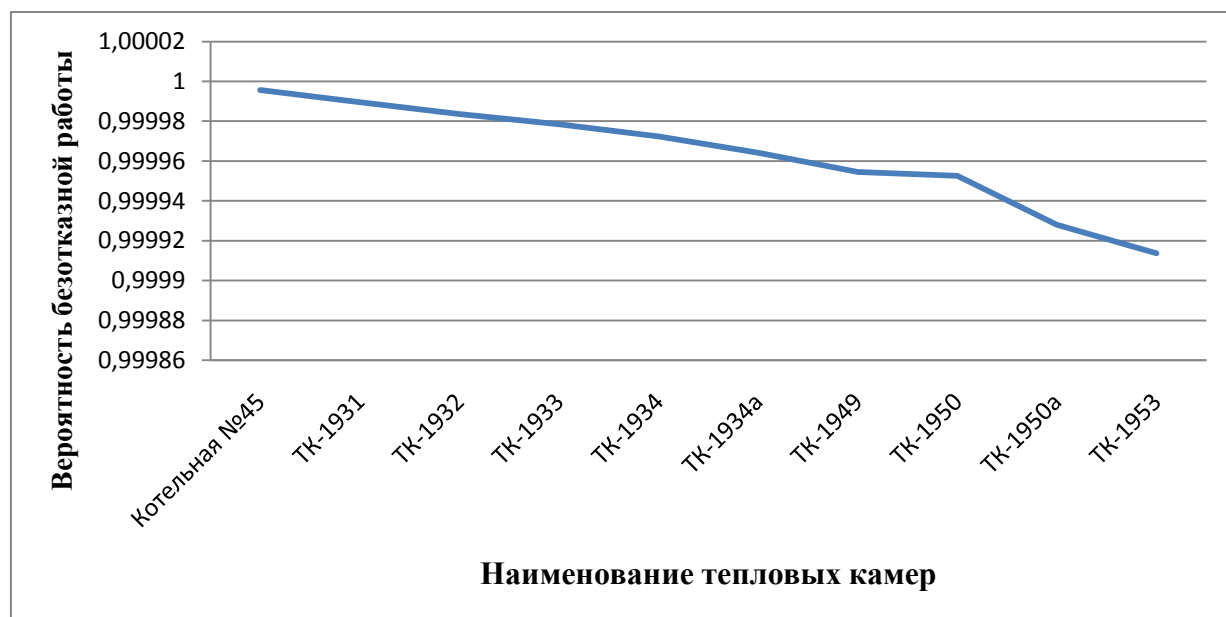
**Рисунок 3.3.1 Трассировка участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»**

В табл. 3.3.1 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. 3.3.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 3.3.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №45	ТК-1931	42	150	150	5	8,7	0,000102	0,0000043	0,0000043	0,9999957
2	ТК-1931	ТК-1932	61	150	150	5	8,7	0,000102	0,0000062	0,0000105	0,9999895
3	ТК-1932	ТК-1933	58	150	150	5	8,7	0,000102	0,0000059	0,0000164	0,9999836
4	ТК-1933	ТК-1934	51,5	150	150	5	8,7	0,000102	0,0000052	0,0000216	0,9999784
5	ТК-1934	ТК- 1934а	59,1	150	150	5	8,7	0,000102	0,0000060	0,0000276	0,9999724
6	ТК-1934а	ТК-1949	81,6	150	150	6	8,7	0,000102	0,0000083	0,0000359	0,9999641
7	ТК-1949	ТК-1950	94,5	150	150	6	8,7	0,000102	0,0000096	0,0000455	0,9999545
8	ТК-1950	ТК- 1950а	15	150	150	3	8,7	0,000129	0,0000019	0,0000474	0,9999526
9	ТК-1950а	ТК-1953	190	150	150	3	8,7	0,000129	0,0000246	0,0000720	0,999928
10	ТК-1953	ТК-1954	56	80	80	0	5,9	0,000255	0,0000143	0,0000863	0,9999137



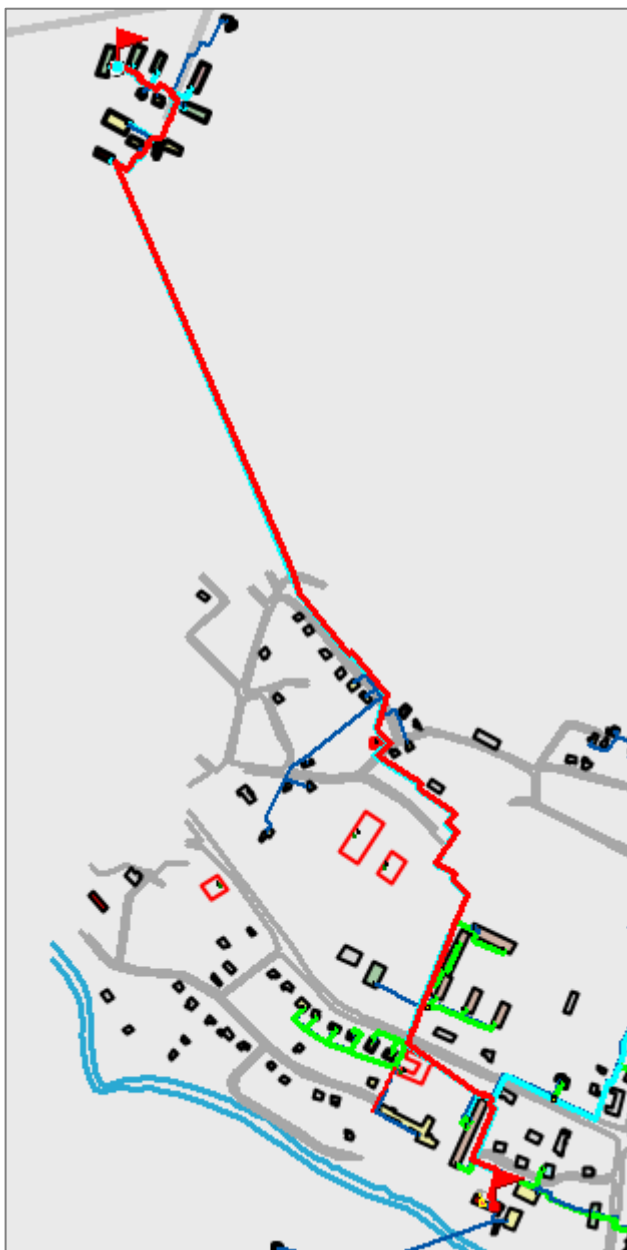
**Рисунок 3.3.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 45 – ТК – 1954» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9995$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.4. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 46

#### 3.4.1 Участок «Котельная № 46 – УТ – 10»

Данный участок начинается от Котельная № 46 и заканчивается камерой УТ – 10 (см. рис. 3.4.1).



**Рисунок 3.4.1 Трассировка участка «Котельная № 46 – УТ – 10»**

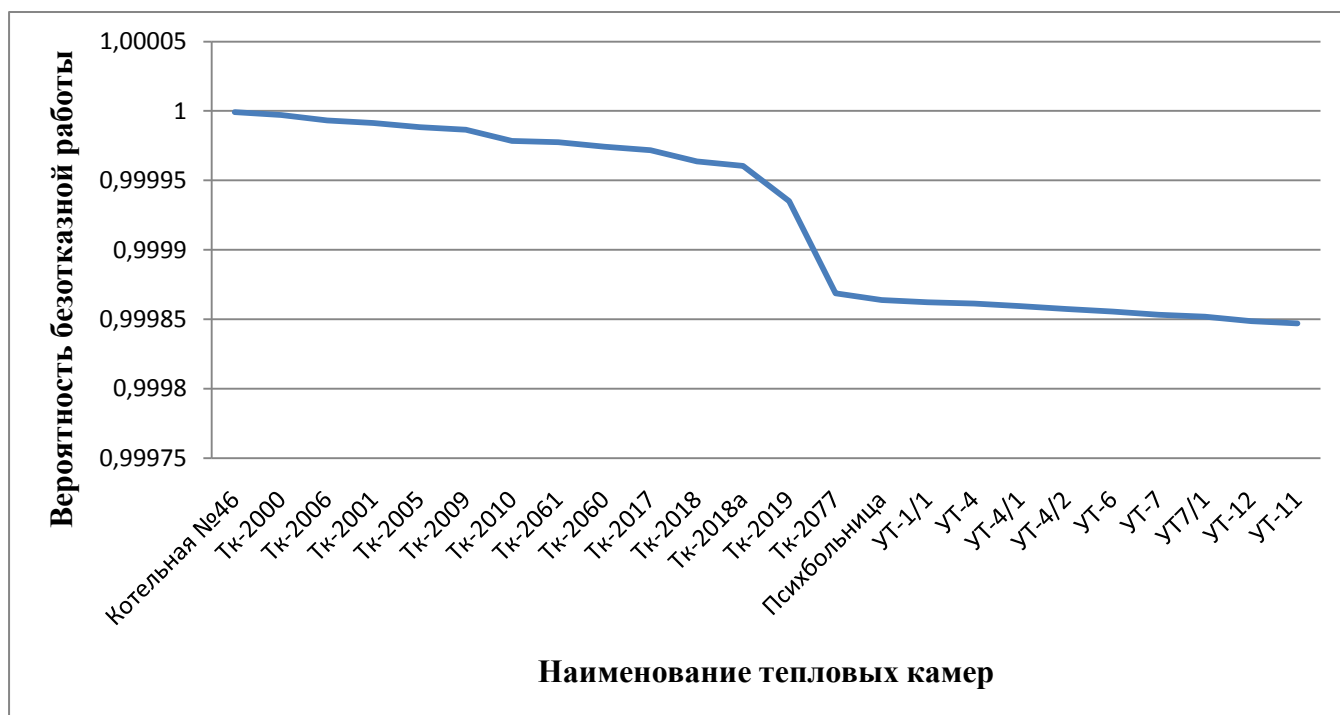
В табл. 3.4.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.4.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.4.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 46 – УТ – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №46	Тк-2000	19,5	250	250	4	14,7	0,0000400	0,0000008	0,0000008	0,999999
2	Тк-2000	Тк-2006	49	250	250	4	14,7	0,0000400	0,0000020	0,0000028	0,999997
3	Тк-2006	Тк-2001	50	250	250	36	14,7	0,0000792	0,0000040	0,0000068	0,999993
4	Тк-2001	Тк-2005	48	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000019	0,0000087	0,999991
5	Тк-2005	Тк-2009	74,5	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000030	0,0000117	0,999988
6	Тк-2009	Тк-2010	30	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000019	0,0000136	0,999986
7	Тк-2010	Тк-2061	124	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000079	0,0000215	0,999979
8	Тк-2061	Тк-2060	15	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000010	0,0000225	0,999978
9	Тк-2060	Тк-2017	51	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000032	0,0000257	0,999974
10	Тк-2017	Тк-2018	40	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000025	0,0000282	0,999972
11	Тк-2018	Тк-2018а	127	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000081	0,0000363	0,999964
12	Тк-2018а	Тк-2019	50	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000032	0,0000395	0,999961
13	Тк-2019	Тк-2077	401	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000254	0,0000649	0,999935
14	Тк-2077	Психбольница	1048	200	200	1	11,2	0,0000634	0,0000664	0,0001313	0,999869
15	Психбольница	УТ-1/1	75	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000048	0,0001361	0,999864

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	УТ-1/1	УТ-4	25	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000016	0,0001377	0,999862
17	УТ-4	УТ-4/1	15	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000010	0,0001387	0,999861
18	УТ-4/1	УТ-4/2	30	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000019	0,0001406	0,999859
19	УТ-4/2	УТ-6	30	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000019	0,0001425	0,999858
20	УТ-6	УТ-7	30	150	150	1	9,0	0,0000634	0,0000019	0,0001444	0,999856
21	УТ-7	УТ7/1	36	100	100	1	6,7	0,0000634	0,0000023	0,0001467	0,999853
22	УТ7/1	УТ-12	19	100	100	24	6,7	0,0000713	0,0000014	0,0001481	0,999852
23	УТ-12	УТ-11	50	100	100	1	6,7	0,0000634	0,0000032	0,0001513	0,999849
24	УТ-11	УТ-10	25	100	80	1	6,7	0,0000634	0,0000016	0,0001529	0,999847



**Рисунок 3.4.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 46 – УТ – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 46 – УТ – 10» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.4.2 Участок «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

Данный участок начинается от Котельная № 46 и заканчивается камерой ТК – 2052г (см. рис. 3.4.3).



**Рисунок 3.4.3** Трассировка участка «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

В табл. 3.4.2 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. 3.4.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.4.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №46	Тк-2000	19,5	250	250	4	14,7	0,0000400	0,0000008	0,0000008	0,999999
2	Тк-2000	Тк-2006	49	250	250	4	14,7	0,0000400	0,0000020	0,0000028	0,999997
3	Тк-2006	Тк-2001	50	250	250	36	14,7	0,0000792	0,0000040	0,0000068	0,999993
4	Тк-2001	Тк-2005	48	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000019	0,0000087	0,999991
5	Тк-2005	Тк-2009	74,5	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000030	0,0000117	0,999988
6	Тк-2009	ТК-2040	84	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000044	0,0000161	0,999984
7	ТК-2040	Тк-2043	156	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000096	0,0000257	0,999974
8	Тк-2043	Тк-2044	150	200	200	4	11,2	0,0000400	0,0000060	0,0000317	0,999968
9	Тк-2044	Тк-2045	38,5	125	125	6	7,9	0,0000400	0,0000015	0,0000332	0,999967
10	Тк-2045	Тк-2026	20	100	100	5	6,6	0,0000400	0,0000008	0,0000340	0,999966
11	Тк-2026	Тк-2024	74	100	100	5	6,6	0,0000400	0,0000030	0,0000370	0,999963
12	Тк-2024	Тк-2050	188	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000149	0,0000519	0,999948
13	Тк-2050	Тк-2050а	3	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000002	0,0000521	0,999948
14	Тк-2050а	Тк-2051	42	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000033	0,0000554	0,999945

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	Тк-2051	ТК-2051а	15	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000012	0,0000566	0,999943
16	ТК-2051-2	ТК-2051-3	5	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000004	0,0000570	0,999943
17	ТК-2051-3	ТК-2051-4	12	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000010	0,0000580	0,999942
18	ТК-2051-4	Тк-2052	8	100	100	33	6,6	0,0000792	0,0000006	0,0000586	0,999941
19	Тк-2052	Тк-2052а	45	70	70	33	5,4	0,0000792	0,0000036	0,0000622	0,999938
20	Тк-2052а	Тк-2052б	30	70	70	33	5,4	0,0000792	0,0000024	0,0000646	0,999935
21	Тк-2052б	Тк-2052в	31	70	70	33	5,4	0,0000792	0,0000025	0,0000671	0,999933
22	Тк-2052в	Тк-2052г	34	70	70	33	5,4	0,0000792	0,0000027	0,0000698	0,99993



**Рисунок 3.4.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 46 – ТК – 2052г»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 46 – ТК – 2052г» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.5. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 21

#### 3.5.1 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4024»

Данный участок начинается от Котельная № 21 и заканчивается камерой ТК – 4024 (см. рис. 3.5.1).



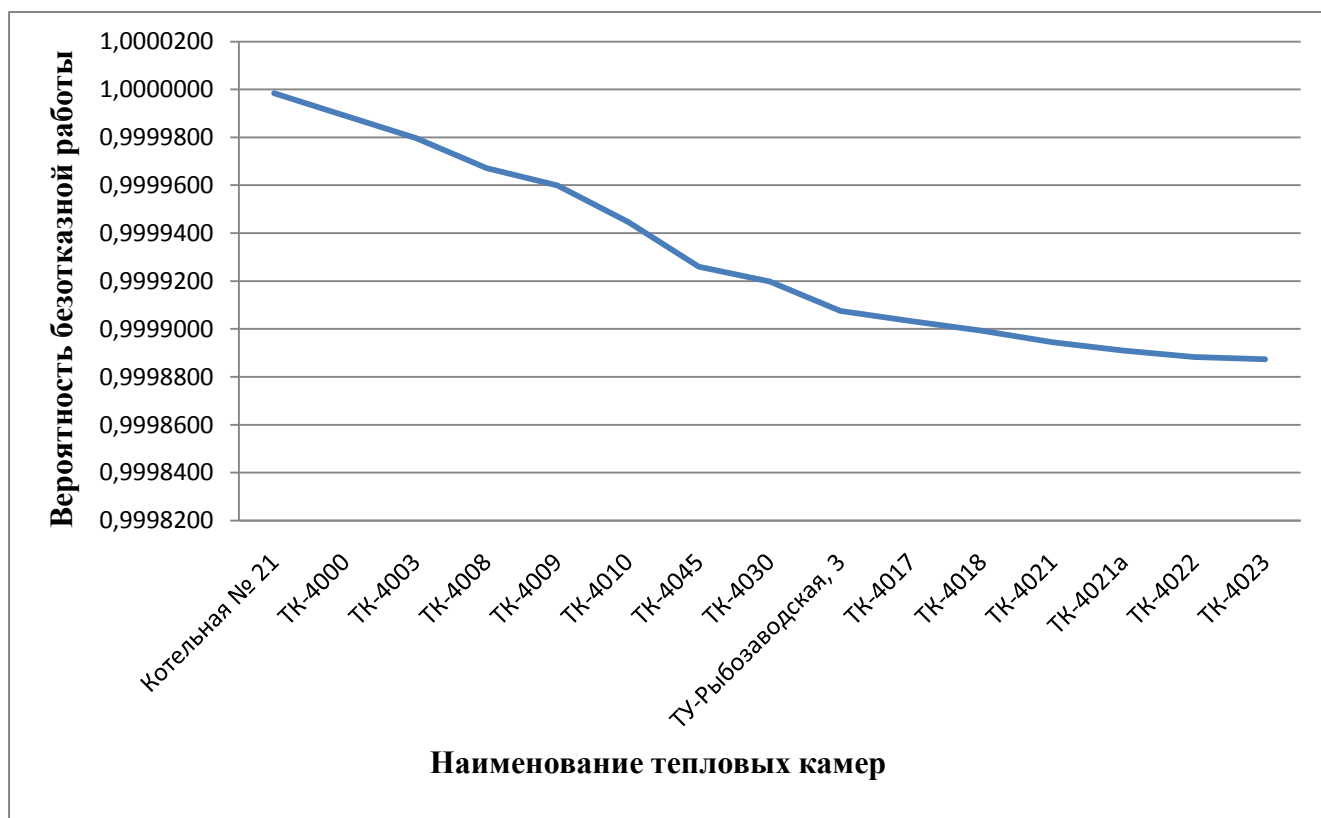
Рисунок 3.5.1 Трассировка участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»

В табл. 3.5.1 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. 3.5.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 3.5.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 21	ТК-4000	10	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000016	0,0000016	0,9999984
2	ТК-4000	ТК-4003	59	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000094	0,0000110	0,9999890
3	ТК-4003	ТК-4008	58	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000093	0,0000203	0,9999797
4	ТК-4008	ТК-4009	79	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000126	0,0000329	0,9999671
5	ТК-4009	ТК-4010	45	150	150	13	8,8	0,00016	0,0000072	0,0000401	0,9999599
6	ТК-4010	ТК-4045	95	150	150	13	8,8	0,00016	0,0000152	0,0000553	0,9999447
7	ТК-4045	ТК-4030	117	150	150	15	8,8	0,00016	0,0000187	0,0000740	0,9999260
8	ТК-4030	ТУ-Рыбозаводская, 3	39	150	150	15	8,8	0,00016	0,0000062	0,0000802	0,9999198
9	ТУ-Рыбозаводская, 3	ТК-4017	77	150	150	15	8,8	0,00016	0,0000123	0,0000925	0,9999075
10	ТК-4017	ТК-4018	26	125	125	8	7,9	0,00016	0,0000042	0,0000967	0,9999033
11	ТК-4018	ТК-4021	25	125	125	8	7,9	0,00016	0,0000040	0,0001007	0,9998993
12	ТК-4021	ТК-4021a	30	125	125	8	7,9	0,00016	0,0000048	0,0001055	0,9998945
13	ТК-4021a	ТК-4022	22	125	125	8	7,9	0,00016	0,0000035	0,0001090	0,9998910
14	ТК-4022	ТК-4023	17	125	125	8	7,9	0,00016	0,0000027	0,0001117	0,9998883
15	ТК-4023	ТК-4024	6	100	100	8	6,7	0,00016	0,0000010	0,0001127	0,9998873



**Рисунок 3.5.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 21 – ТК – 4024» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.5.2 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4401»

Данный участок начинается от Котельная № 21 и заканчивается камерой ТК – 4421 (см. рис. 3.5.3).

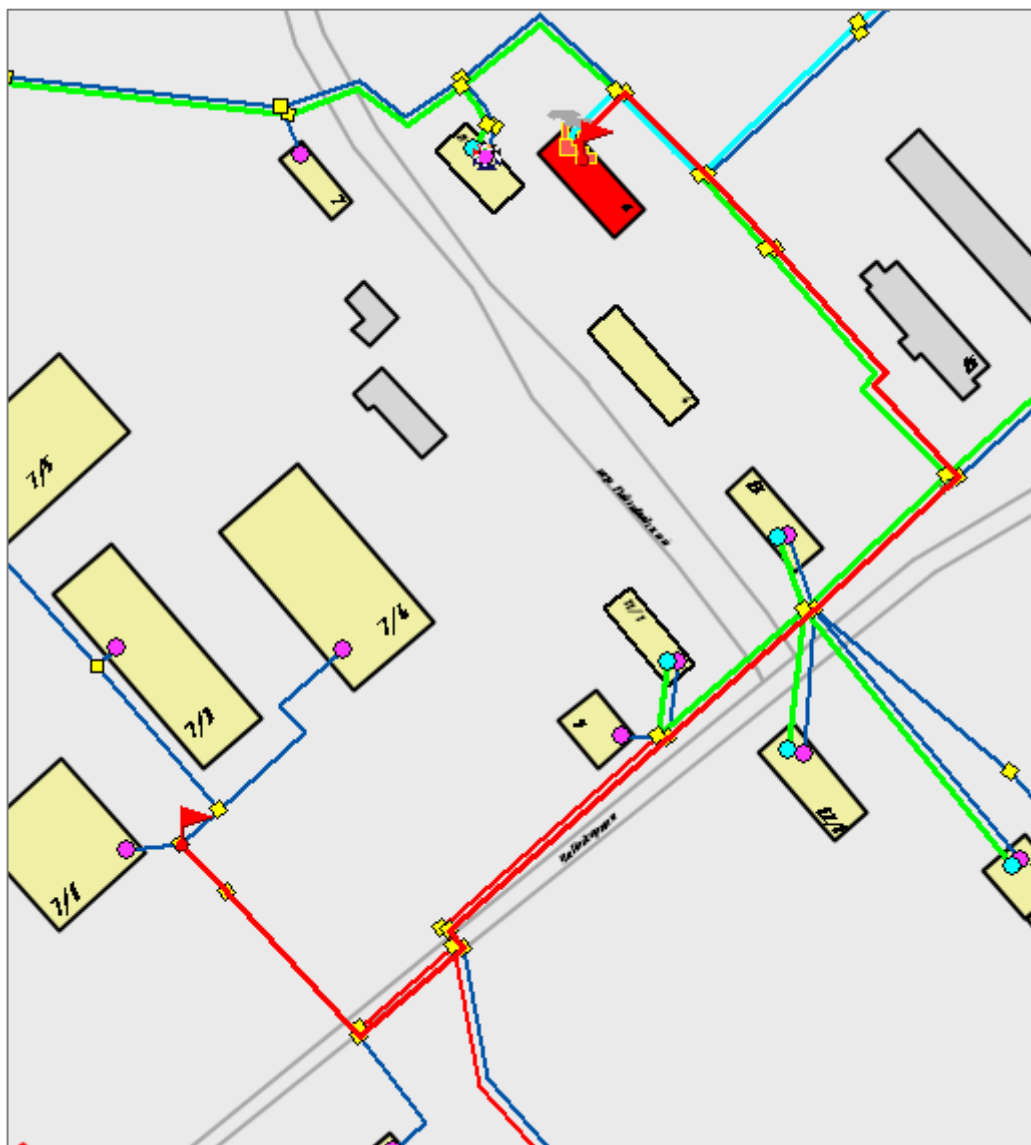


Рисунок 3.5.3 Трассировка участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»

В табл. 3.5.2 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. 3.5.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.5.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 21	ТК-4000	10	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000016	0,0000016	0,9999984
2	ТК-4000	ТК-4004	34	150	150	7	8,8	0,00016	0,0000054	0,0000070	0,9999930
3	ТК-4004	ТК-4004а	28	125	125	7	7,9	0,00016	0,0000045	0,0000115	0,9999885
4	ТК-4004	ТК-4005	57	100	100	7	6,7	0,00016	0,0000091	0,0000206	0,9999794
5	ТК-4004а	ТК-4006	86,2	125	125	7	7,9	0,00016	0,0000138	0,0000344	0,9999656
6	ТК-4006	3-ТК-4409	1	80	80	5	5,9	0,00016	0,0000002	0,0000346	0,9999654
7	3-ТК-4409	ТК-4409	54	80	80	5	5,9	0,00016	0,0000086	0,0000432	0,9999568
8	ТК-4409	ТК-4408	52	80	80	5	5,9	0,00016	0,0000083	0,0000515	0,9999485
9	ТК-4408	ТК-4407	82	100	100	7	6,7	0,00016	0,0000131	0,0000646	0,9999354
10	ТК-4407	ТК-4406	5	100	100	7	6,7	0,00016	0,0000008	0,0000654	0,9999346
11	ТК-4406	ТК-4405	36	100	100	7	6,7	0,00016	0,0000058	0,0000712	0,9999288
12	ТК-4405	ТК-4402	58	200	200	26	11,9	0,0003167	0,0000184	0,0000896	0,9999104
13	ТК-4402	ТК-4401	20	200	200	26	11,9	0,0003167	0,0000063	0,0000959	0,9999041



**Рисунок 3.5.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 21 – ТК – 4401» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,996$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.6. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 47

#### 3.6.1 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4739»

Данный участок начинается от Котельная № 47 и заканчивается камерой ТК – 4739 (см. рис. 3.6.1).



**Рисунок 3.6.1 Трассировка участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»**

В табл. 3.6.1 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. 3.6.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.6.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №47	ТК4700	21	250	250	3	14,7	0,0000534	0,0000011	0,0000011	0,9999989
2	ТК4700	ТК4701	140	250	250	3	14,7	0,0000534	0,0000075	0,0000086	0,9999914
3	ТК4701	ТУ4701	20	200	200	3	11,8	0,0000534	0,0000011	0,0000097	0,9999903
4	ТУ4701	ТК4764	12,2	200	200	3	11,8	0,0000534	0,0000007	0,0000104	0,9999896
5	ТК4764	ТК4765	138	200	200	8	11,8	0,0000420	0,0000058	0,0000162	0,9999838
6	ТК4765	ТК4766	110	200	200	3	11,8	0,0000534	0,0000059	0,0000221	0,9999779
7	ТК4766	ТК4712	21,2	200	200	3	11,8	0,0000534	0,0000011	0,0000232	0,9999768
8	ТК4712	ТК4711	63	250	250	35	14,6	0,0000831	0,0000052	0,0000284	0,9999716
9	ТК4711	ТК4710	75	250	250	35	14,6	0,0000831	0,0000062	0,0000346	0,9999654
10	ТК4710	ТК4709	43	250	250	35	14,6	0,0000831	0,0000036	0,0000382	0,9999618
11	ТК4709	ТК4708	16	200	200	4	11,8	0,0000420	0,0000007	0,0000389	0,9999611
12	ТК4708	ТК4707	36	200	200	6	11,8	0,0000420	0,0000015	0,0000404	0,9999596
13	ТК4707	ТК4706	60	200	200	6	11,8	0,0000420	0,0000025	0,0000429	0,9999571
14	ТК4706	ТК4705	26	200	200	6	11,8	0,0000420	0,0000011	0,0000440	0,999956
15	ТК4705	ТК4741	71	125	125	6	7,9	0,0000420	0,0000030	0,0000470	0,999953
16	ТК4741	ТК4742	15	125	125	6	7,9	0,0000420	0,0000006	0,0000476	0,9999524

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК4742	ТК4743	13	125	125	6	7,9	0,0000420	0,0000005	0,0000481	0,9999519
18	ТК4743	ТК4744	127	100	100	6	6,7	0,0000420	0,0000053	0,0000534	0,9999466
19	ТК4744	ТК4745	24	100	100	6	6,7	0,0000420	0,0000010	0,0000544	0,9999456
20	ТК4745	ТК4746	65	100	100	6	6,7	0,0000420	0,0000027	0,0000571	0,9999429
21	ТК4746	ТК4747	26	100	100	6	6,7	0,0000420	0,0000011	0,0000582	0,9999418
22	ТК4747	ТК4748	19	80	80	6	5,9	0,0000420	0,0000008	0,0000590	0,999941
23	ТК4748	ТК4737	27	80	80	6	5,9	0,0000420	0,0000011	0,0000601	0,9999399
24	ТК4737	ТК4738	49,2	80	80	4	5,9	0,0000420	0,0000021	0,0000622	0,9999378
25	ТК4738	ТК4739	32	80	80	4	5,9	0,0000420	0,0000013	0,0000635	0,9999365

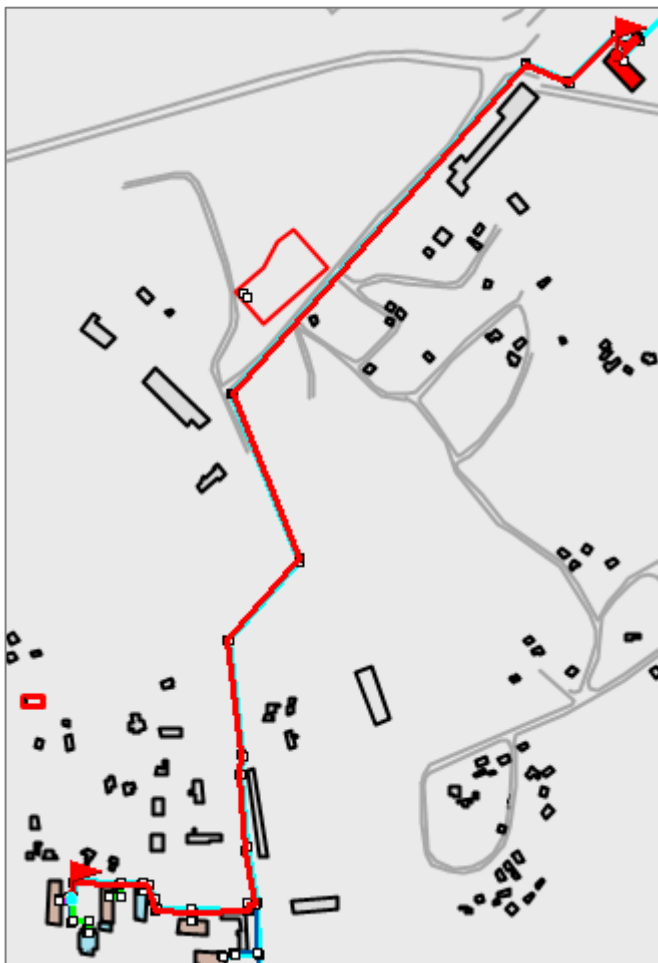


**Рисунок 3.6.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 47 – ТК – 4739» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.6.2 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4789»

Данный участок начинается от Котельная № 47 и заканчивается камерой ТК – 4789 (см. рис. 3.6.3).



**Рисунок 3.6.3 Трассировка участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»**

В табл. 3.6.2 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. 3.6.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.6.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №47	ТК4700	21	250	250	3	14,7	0,0000534	0,0000011	0,0000011	0,9999989
2	ТК4700	3-ТК4700	1	200	200	6	12,0	0,0000420	0,0000000	0,0000011	0,9999989
3	3-ТК4700	ТК4780	1132	200	200	6	11,2	0,0000420	0,0000475	0,0000486	0,9999514
4	ТК4780	ТК4781	146	150	150	4	8,9	0,0000420	0,0000061	0,0000547	0,9999453
5	ТК4781	ТК4783	197	150	150	4	8,9	0,0000420	0,0000083	0,0000630	0,999937
6	ТК4783	ТК4784	85	125	125	5	7,9	0,0000420	0,0000036	0,0000666	0,9999334
7	ТК4784	ТК4785	45	125	125	5	7,9	0,0000420	0,0000019	0,0000685	0,9999315
8	ТК4785	ТК4786	39	100	100	4	6,7	0,0000420	0,0000016	0,0000701	0,9999299
9	ТК4786	ТК4787	30	100	100	5	6,7	0,0000420	0,0000013	0,0000714	0,9999286
10	ТК4787	ТК4789	77	80	80	5	5,9	0,0000420	0,0000032	0,0000746	0,9999254



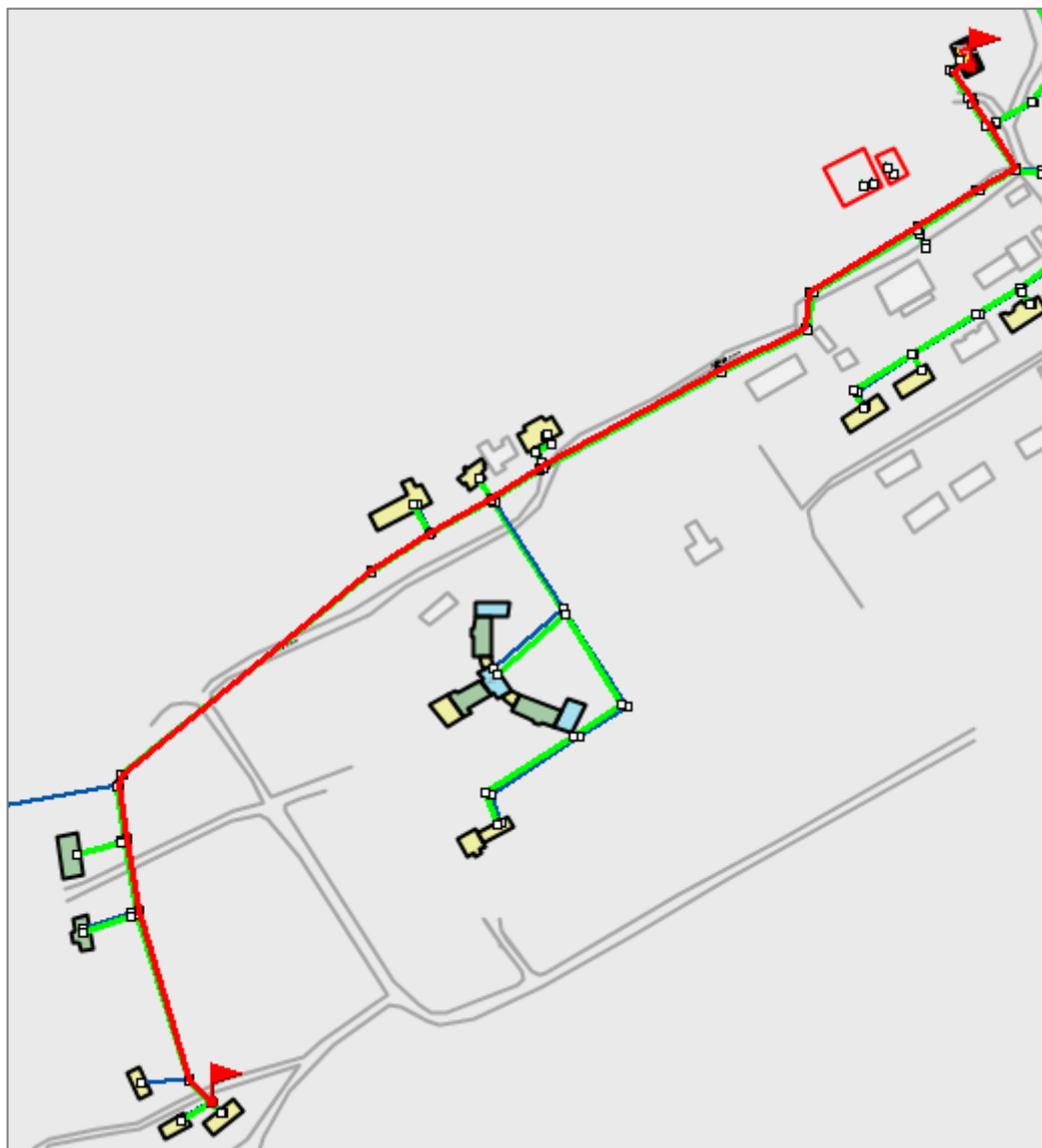
**Рисунок 3.6.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 47 – ТК – 4789» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.7. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 62

#### 3.7.1 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5020а»

Данный участок начинается от Котельная № 62 и заканчивается камерой ТК – 5020а (см. рис. 3.7.1).



**Рисунок 3.7.1 Трассировка участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»**

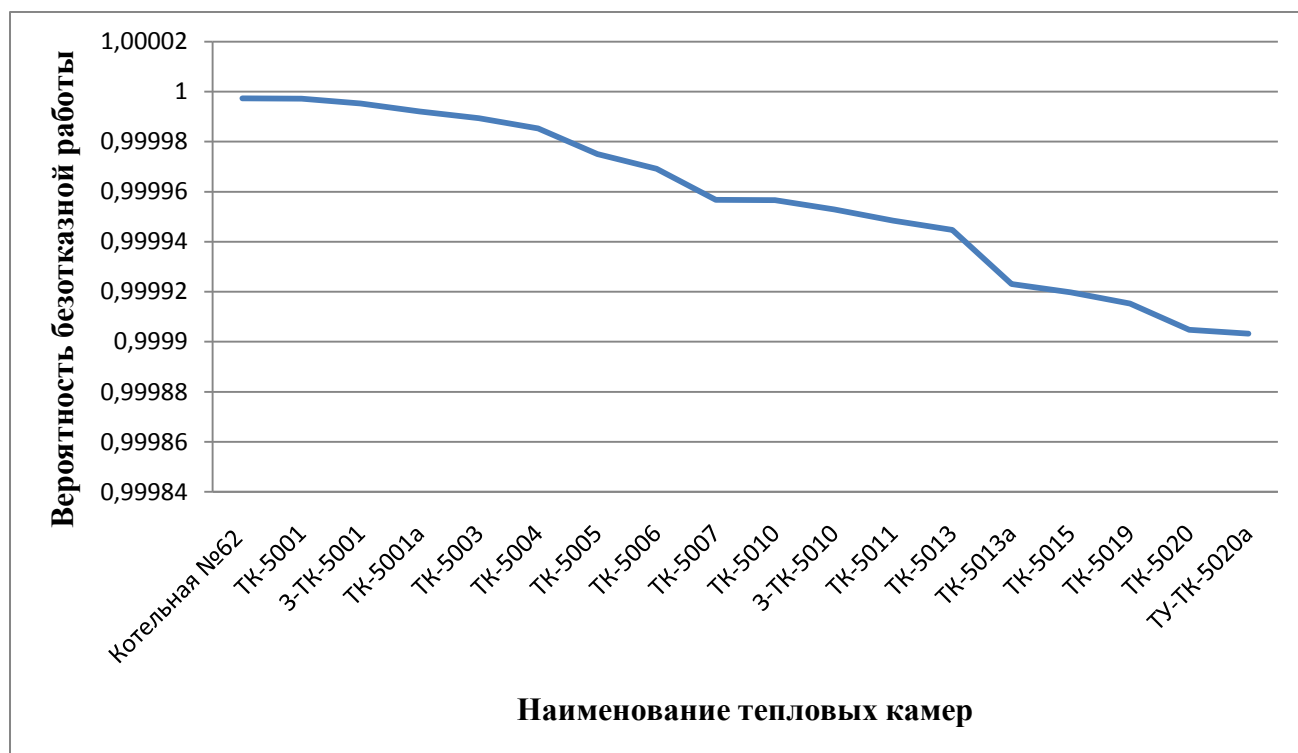
В табл. 3.7.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.7.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.7.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №62	ТК-5001	33	300	300	26	17,7	0,0000831	0,0000027	0,0000027	0,999997
2	ТК-5001	3-ТК-5001	1	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000001	0,0000028	0,999997
3	3-ТК-5001	ТК-5001а	24,5	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000020	0,0000048	0,999995
4	ТК-5001а	ТК-5003	38	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000032	0,0000080	0,999992
5	ТК-5003	ТК-5004	32	200	200	25	11,6	0,0000831	0,0000027	0,0000107	0,999989
6	ТК-5004	ТК-5005	48	200	200	25	11,6	0,0000831	0,0000040	0,0000147	0,999985
7	ТК-5005	ТК-5006	124	200	200	25	11,6	0,0000831	0,0000103	0,0000250	0,999975
8	ТК-5006	ТК-5007	70	200	200	25	11,6	0,0000831	0,0000058	0,0000308	0,999969
9	ТК-5007	ТК-5010	150	200	200	25	11,6	0,0000831	0,0000125	0,0000433	0,999957
10	ТК-5010	3-ТК-5010	1	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000001	0,0000434	0,999957
11	3-ТК-5010	ТК-5011	45	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000037	0,0000471	0,999953
12	ТК-5011	ТК-5013	54	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000045	0,0000516	0,999948
13	ТК-5013	ТК-5013а	44	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000037	0,0000553	0,999945
14	ТК-5013а	ТК-5015	260	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000216	0,0000769	0,999923
15	ТК-5015	ТК-5019	40	150	150	25	8,9	0,0000831	0,0000033	0,0000802	0,99992

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-5019	ТК-5020	54	100	100	25	6,7	0,0000831	0,0000045	0,0000847	0,999915
17	ТК-5020	ТУ-ТК-5020а	140	100	100	24	6,7	0,0000749	0,0000105	0,0000952	0,999905
18	ТУ-ТК-5020а	ТК-5020а	20	100	100	24	6,7	0,0000749	0,0000015	0,0000967	0,999903



**Рисунок 3.7.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 62 – ТК – 5020а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



**Таблица 3.7.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 62 – ТК – 5052»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №62	ТК-5001	33	300	300	26	17,7	0,0000831	0,0000027	0,0000027	0,999997
2	ТК-5001	3-ТК-5001	1	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000001	0,0000028	0,999997
3	3-ТК-5001	ТК-5001а	24,5	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000020	0,0000048	0,999995
4	ТК-5001а	ТК-5003	38	300	300	26	17,6	0,0000831	0,0000032	0,0000080	0,999992
5	ТК-5003	ТК-5033а	66	300	300	24	17,6	0,0000749	0,0000049	0,0000129	0,999987
6	ТК-5033а	ТК-5033	26	250	250	37	14,5	0,0000831	0,0000022	0,0000151	0,999985
7	ТК-5033	ТК-5038	54	250	250	37	14,5	0,0000831	0,0000045	0,0000196	0,99998
8	ТК-5038	ТК-5040	32	250	250	37	14,5	0,0000831	0,0000027	0,0000223	0,999978
9	ТК-5040	ТК-5041	24	250	250	37	14,5	0,0000831	0,0000020	0,0000243	0,999976
10	ТК-5041	ТК-5043	40	125	125	37	7,8	0,0000831	0,0000033	0,0000276	0,999972
11	ТК-5043	ТК-5043б	65	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000035	0,0000311	0,999969
12	ТК-5044	ТК-5044а	13	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000007	0,0000318	0,999968
13	ТК-5044а	ТК-5055	43,1	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000023	0,0000341	0,999966

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-5055	ТК-5055а	24	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000013	0,0000354	0,999965
15	ТК-5055а	ТК-5054	20	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000011	0,0000365	0,999964
16	ТК-5054	ТК-5056	42	125	125	3	7,8	0,0000534	0,0000022	0,0000387	0,999961
17	ТК-5056	ТК-5053	68	80	80	21	5,9	0,0000577	0,0000039	0,0000426	0,999957
18	ТК-5053	3-ТК-5053	1	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000001	0,0000427	0,999957
19	ТК-5053	T-Z	79	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000046	0,0000473	0,999953
20	T-Z	ТК-5052	20	80	80	37	5,9	0,0000831	0,0000017	0,0000490	0,999951



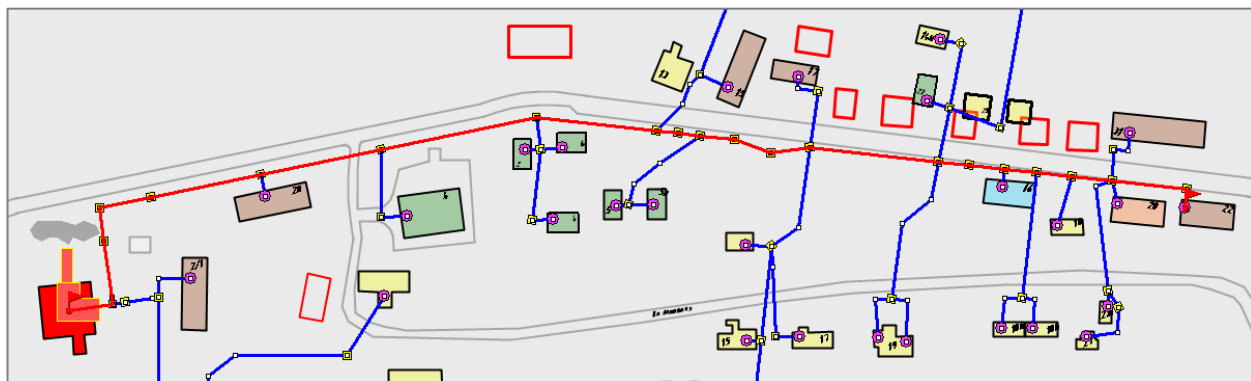
**Рисунок 3.7.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 62 – ТК – 5052»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 62 – ТК – 5052» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.8. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 2

#### 3.8.1 Участок «Котельная № 2 – ТК – 3520а»

Данный участок начинается от Котельная № 2 и заканчивается камерой ТК – 3520а (см. рис. 3.8.1).



**Рисунок 3.8.1 Трассировка участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»**

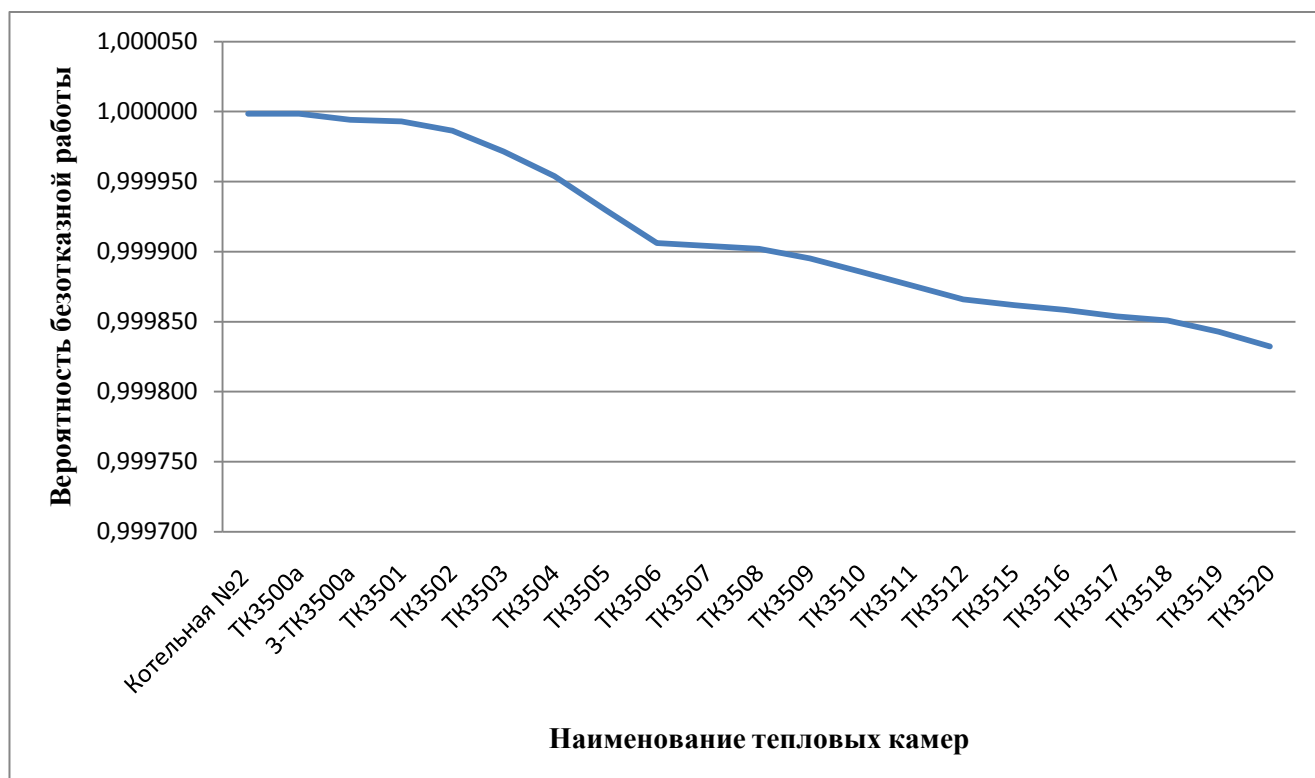
В табл. 3.8.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.8.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.8.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №2	ТК3500а	11	250	250	11	14,8	0,000140	0,0000015	0,0000015	0,999999
2	ТК3500а	3-ТК3500а	1	250	300	17	14,8	0,000140	0,0000001	0,0000016	0,999998
3	3-ТК3500а	ТК3501	30	250	300	17	14,8	0,000140	0,0000042	0,0000058	0,999994
4	ТК3501	ТК3502	9	250	300	4	14,8	0,000140	0,0000013	0,0000071	0,999993
5	ТК3502	ТК3503	47	200	200	4	12,0	0,000140	0,0000066	0,0000137	0,999986
6	ТК3503	ТК3504	53,5	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000148	0,0000285	0,999972
7	ТК3504	ТК3505	64	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000177	0,0000462	0,999954
8	ТК3505	ТК3506	87	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000241	0,0000703	0,999930
9	ТК3506	ТК3507	85	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000236	0,0000939	0,999906
10	ТК3507	ТК3508	7,5	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000021	0,0000960	0,999904
11	ТК3508	ТК3509	7	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000019	0,0000979	0,999902
12	ТК3509	ТК3510	25	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000069	0,0001048	0,999895
13	ТК3510	ТК3511	35	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000097	0,0001145	0,999886
14	ТК3511	ТК3512	35	250	250	26	14,4	0,000277	0,0000097	0,0001242	0,999876
15	ТК3512	ТК3515	70	100	250	5	6,7	0,000140	0,0000098	0,0001340	0,999866
16	ТК3515	ТК3516	15	200	200	26	11,9	0,000277	0,0000042	0,0001382	0,999862
17	ТК3516	ТК3517	21	200	200	19	11,9	0,000169	0,0000035	0,0001417	0,999858

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	TK3517	TK3518	27	200	200	19	11,9	0,000169	0,0000046	0,0001463	0,999854
19	TK3518	TK3519	18	200	200	19	11,9	0,000169	0,0000030	0,0001493	0,999851
20	TK3519	TK3520	46,5	200	200	19	11,9	0,000169	0,0000079	0,0001572	0,999843
21	TK3520	TK3520a	55	70	70	2	5,4	0,000193	0,0000106	0,0001678	0,999832



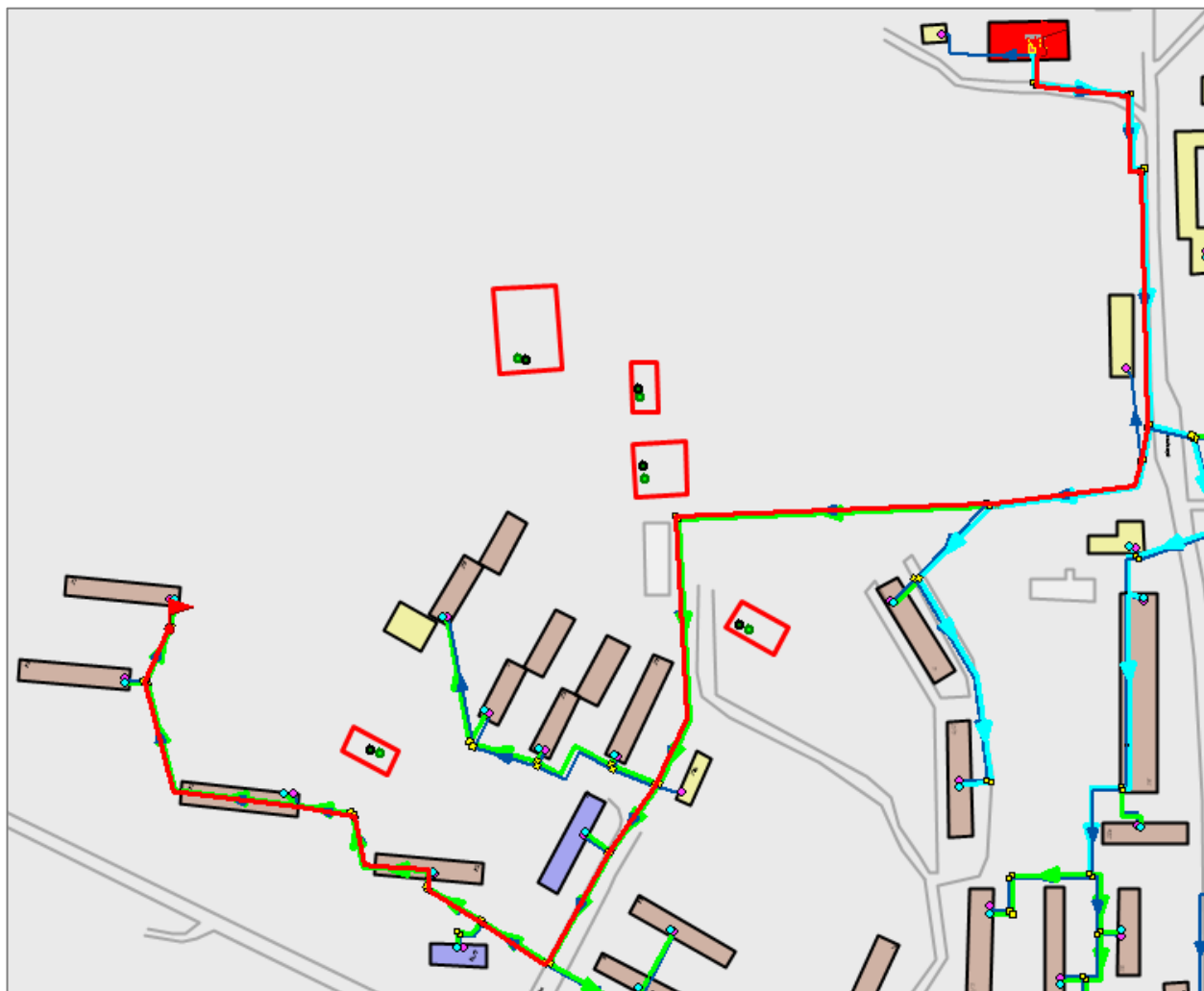
**Рисунок 3.8.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 2 – ТК – 3520а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,996$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.9. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 56

#### 3.9.1 Участок «Котельная № 56 – ТК – 4641»

Данный участок начинается от Котельная № 56 и заканчивается камерой ТК – 4641 (см. рис. 3.9.1).



**Рисунок 3.9.1 Трассировка участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»**

В табл. 3.9.1 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. 3.9.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.9.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №56	ТУ-кот	1	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000003	0,0000003	1,000000
2	ТУ-кот	ТК-4600	10	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000026	0,0000029	0,999997
3	ТК-4600	ТК-4600a	70	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000180	0,0000209	0,999979
4	ТК-4600a	ТК-4600б	64	400	400	6	23,0	0,0001300	0,0000083	0,0000292	0,999971
5	ТК-4600б	ТК-4601	190	400	400	24	23,0	0,0002317	0,0000440	0,0000732	0,999927
6	ТК-4601	ТК-4601a	25	200	200	2	11,9	0,0001794	0,0000045	0,0000777	0,999922
7	ТК-4601a	3-ТК-4646	119	200	200	2	11,4	0,0001794	0,0000213	0,0000990	0,999901
8	3-ТК-4646	ТК-4646	1	200	200	2	11,4	0,0001794	0,0000002	0,0000992	0,999901
9	ТК-4646	ТК-4646a	230	200	200	34	11,5	0,0002573	0,0000592	0,0001584	0,999842
10	ТК-4646a	ТК-4643	208	200	200	9	11,5	0,0001300	0,0000270	0,0001854	0,999815
11	ТК-4643	ТК-4642	60	200	200	9	11,5	0,0001300	0,0000078	0,0001932	0,999807
12	ТК-4642	3-ТК-4635	94	200	200	9	11,5	0,0001300	0,0000122	0,0002054	0,999795
13	3-ТК-4635	ТК-4635	1	200	200	9	12,0	0,0001300	0,0000001	0,0002055	0,999795

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-4635	3-ТК-4635	1	200	200	1	11,9	0,0002060	0,0000002	0,0002057	0,999794
15	3-ТК-4635	ТК-4636	55	200	200	1	11,9	0,0002060	0,0000113	0,0002170	0,999783
16	ТК-4636	ТК-4638	47	150	150	0	9,0	0,0003265	0,0000153	0,0002323	0,999768
17	ТК-4638	ТУ-4638	14	150	150	0	9,0	0,0003265	0,0000046	0,0002369	0,999763
18	ТУ-4638	ТУ-4638-2	50	150	150	33	9,0	0,0002573	0,0000129	0,0002498	0,999750
19	ТУ-4638-2	ТК-4639	43	150	150	1	9,0	0,0002060	0,0000089	0,0002587	0,999741
20	ТК-4639	ТУ-4639	46	150	150	3	9,0	0,0001654	0,0000076	0,0002663	0,999734
21	ТУ-4639	ТУ-4639-2	87	125	125	24	7,9	0,0002317	0,0000202	0,0002865	0,999714
22	ТУ-4639-2	ТК-4640	88	125	125	0	7,9	0,0003265	0,0000287	0,0003152	0,999685
23	ТК-4640	ТК-4641	42	100	100	31	6,7	0,0002573	0,0000108	0,0003260	0,999674

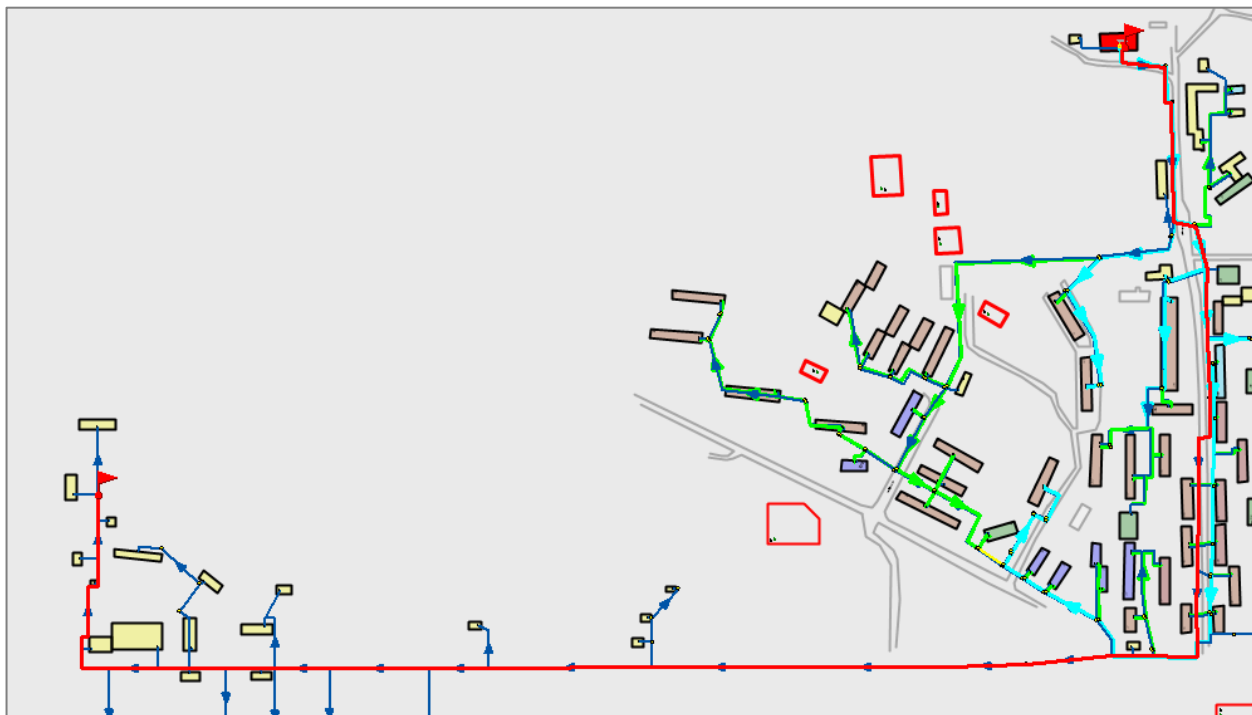


**Рисунок 3.9.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 56 – ТК – 4641» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,986$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.9.2 Участок «Котельная № 56 – АТК – 38»

Данный участок начинается от Котельная № 56 и заканчивается камерой АТК – 38 (см. рис. 3.9.3).



**Рисунок 3.9.3 Трассировка участка «Котельная № 56 – АТК – 38»**

В табл. 3.9.2 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. 3.9.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.9.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 56 – АТК – 38»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №56	ТУ-кот	1	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000003	0,0000003	1,000000
2	ТУ-кот	ТК-4600	10	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000026	0,0000029	0,999997
3	ТК-4600	ТК-4600а	70	400	400	30	23,0	0,0002573	0,0000180	0,0000209	0,999979
4	ТК-4600а	ТК-4600б	64	400	400	6	23,0	0,0001300	0,0000083	0,0000292	0,999971
5	ТК-4600б	ТК-4601	190	400	400	24	23,0	0,0002317	0,0000440	0,0000732	0,999927
6	ТК-4601	3-ТК-4602	36	400	400	30	21,7	0,0002573	0,0000093	0,0000825	0,999918
7	3-ТК-4602	ТК-4602	1	400	400	30	21,7	0,0002573	0,0000003	0,0000828	0,999917
8	ТК-4602	ТК-4603	69	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000178	0,0001006	0,999899
9	ТК-4603	ТК-4604	41	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000106	0,0001112	0,999889
10	ТК-4604	ТК-4605	65	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000167	0,0001279	0,999872
11	ТК-4605	ТК-4606	42	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000108	0,0001387	0,999861
12	ТК-4606	ТК-4607	50	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000129	0,0001516	0,999848
13	ТК-4607	ТК-4608	32	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000082	0,0001598	0,999840
14	ТК-4608	ТК-4609	123	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000317	0,0001915	0,999809

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-4609	ТК-4610	38	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000098	0,0002013	0,999799
16	ТК-4610	ТК-4611	20	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000051	0,0002064	0,999794
17	ТК-4611	ТК-4612	38	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000098	0,0002162	0,999784
18	ТК-4612	ТК-4613	40	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000103	0,0002265	0,999774
19	ТК-4613	ТК-4614	73	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000188	0,0002453	0,999755
20	ТК-4614	3-ТК-4615	40	400	400	30	22,4	0,0002573	0,0000103	0,0002556	0,999744
21	3-ТК-4615	ТК-4615	1	400	400	30	23,7	0,0002573	0,0000003	0,0002559	0,999744
22	ТК-4615	ТК-4616	41	300	300	7	17,6	0,000130	0,0000053	0,0002612	0,999739
23	ТК-4616	ТК-4617	43	300	300	7	17,6	0,000130	0,0000056	0,0002668	0,999733
24	ТК-4617	ТК-4618	35	300	300	7	17,6	0,000130	0,0000045	0,0002713	0,999729
25	ТК-4618	ТК-4619	34	300	300	7	17,6	0,000130	0,0000044	0,0002757	0,999724
26	ТК-4619	ТК-4620	137	200	200	3	11,5	0,0001654	0,0000227	0,0002984	0,999702
27	ТК-4620	ТК-4621	126	250	250	41	14,7	0,0002573	0,0000324	0,0003308	0,999669
28	ТК-4621	3-ТК-4621	1	250	250	41	13,8	0,0002573	0,0000003	0,0003311	0,999669
29	3-ТК-4621	ТК-4622	251	250	250	41	13,8	0,0002573	0,0000646	0,0003957	0,999604
30	ТК-4622	АТК-23	227	250	250	24	13,8	0,0002317	0,0000526	0,0004483	0,999552
31	АТК-23	АТК-24	262	250	250	24	13,8	0,0002317	0,0000607	0,0005090	0,999491

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
32	АТК-24	АТК-25	95	250	250	24	13,8	0,0002317	0,0000220	0,0005310	0,999469
33	АТК-25	АТК-26	160	250	250	24	13,8	0,0002317	0,0000371	0,0005681	0,999432
34	АТК-26	АТК-27	88	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000204	0,0005885	0,999412
35	АТК-27	АТК-28	22	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000051	0,0005936	0,999407
36	АТК-28	АТК-29	56	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000130	0,0006066	0,999394
37	АТК-29	АТК-30	58	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000134	0,0006200	0,999380
38	АТК-30	АТК-31	51	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000118	0,0006318	0,999368
39	АТК-31	АТК-32	78	200	200	24	11,7	0,0002317	0,0000181	0,0006499	0,999350
40	АТК-32	АТК-33	43	150	150	24	9,1	0,0002317	0,0000100	0,0006599	0,999340
41	АТК-33	АТК-34	30	150	150	24	9,1	0,0002317	0,0000070	0,0006669	0,999333
42	АТК-34	АТК-35	121	100	100	24	6,7	0,0002317	0,0000280	0,0006949	0,999305
43	АТК-35	АТК-36	55	100	100	24	6,7	0,0002317	0,0000127	0,0007076	0,999293
44	АТК-36	АТК-37	59	100	100	24	6,7	0,0002317	0,0000137	0,0007213	0,999279
45	АТК-37	АТК-38	42	100	100	24	6,7	0,0002317	0,0000097	0,0007310	0,999269



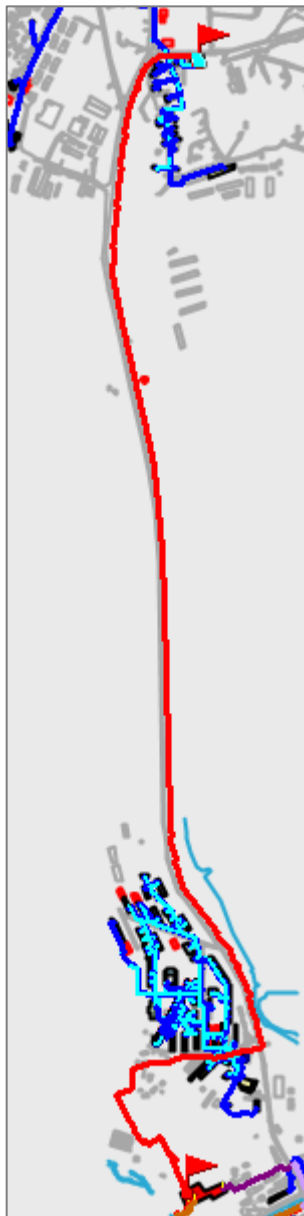
**Рисунок 3.9.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 56 – АТК – 38»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 56 – АТК – 38» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,986$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.10. Вероятность безотказной работы последовательных участков МТЭЦ

#### 3.10.1 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 10»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 10 (см. рис. 3.10.1).



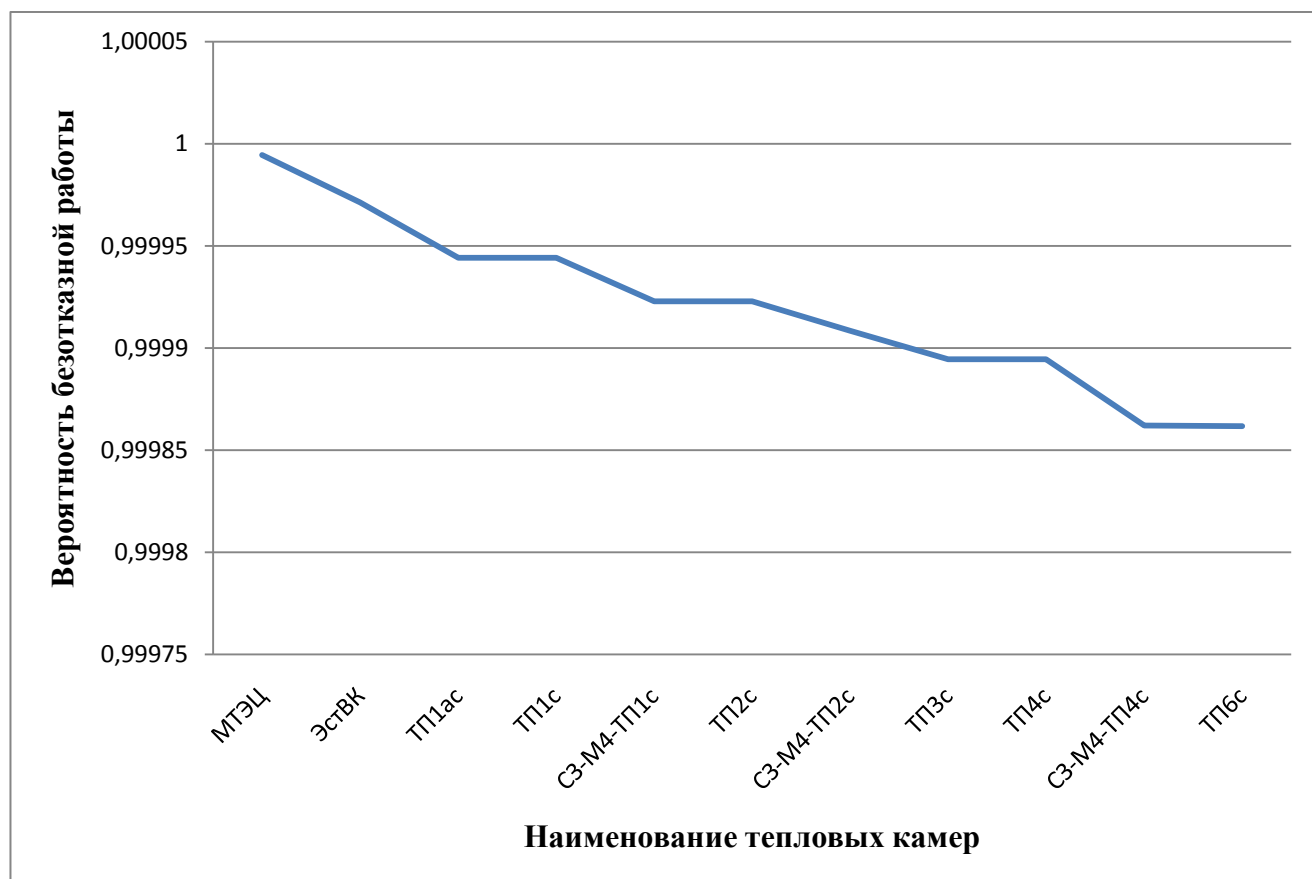
**Рисунок 3.10.1 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»**

В табл. 3.10.1 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. 3.10.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.1 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ЭстВК	250	700	700	30	33,8	0,0000226	0,0000056	0,0000056	0,999994
2	ЭстВК	ТП1ас	1025	700	700	30	33,8	0,0000226	0,0000231	0,0000287	0,999971
3	ТП1ас	ТП1с	1200	700	700	30	33,8	0,0000226	0,0000271	0,0000558	0,999944
4	ТП1с	С3-М4-ТП1с	1	700	700	28	33,8	0,0000226	0,0000000	0,0000558	0,999944
5	С3-М4-ТП1с	ТП2с	946	700	700	28	39,3	0,0000226	0,0000213	0,0000771	0,999923
6	ТП2с	С3-М4-ТП2с	1	700	700	28	39,3	0,0000226	0,0000000	0,0000771	0,999923
7	С3-М4-ТП2с	ТП3с	638	700	700	28	38,2	0,0000226	0,0000144	0,0000915	0,999909
8	ТП3с	ТП4с	620	700	700	28	38,2	0,0000226	0,0000140	0,0001055	0,999895
9	ТП4с	С3-М4-ТП4с	1	700	700	28	38,2	0,0000226	0,0000000	0,0001055	0,999895
10	С3-М4-ТП4с	ТП6с	1441	700	700	28	37,5	0,0000226	0,0000325	0,0001380	0,999862
11	ТП6с	ЦТП-10	30	200	200	13	12,0	0,0000114	0,0000003	0,0001383	0,999862

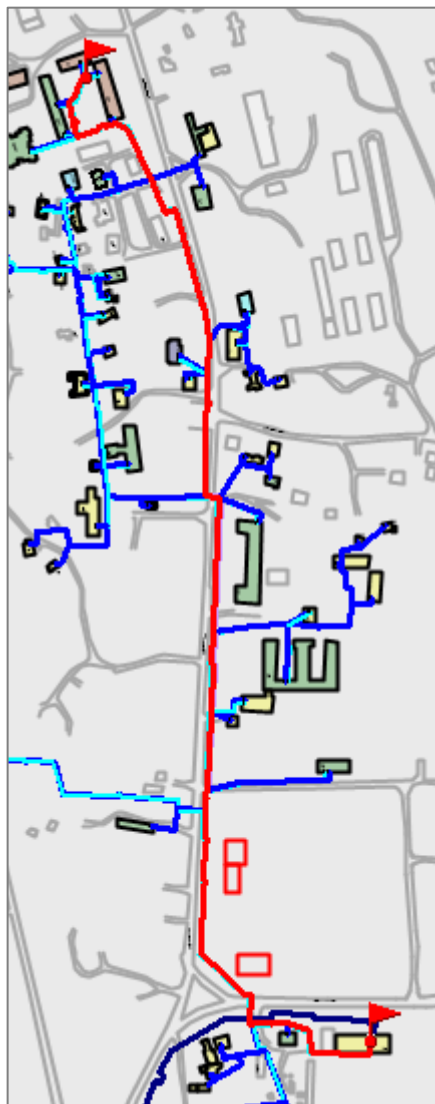


**Рисунок 3.10.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 10» 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.

### 3.10.2 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»

Данный участок начинается от ЦТП – 10 и заканчивается камерой ТК – 1840а (см. рис. 3.10.3).



**Рисунок 3.10.3 Трассировка участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»**

В табл. 3.10.2 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. 3.10.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.2 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-10	ТУ-ЦТП-10	13	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТУ-ЦТП-10	ТК-1844а	71	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000026	0,0000031	0,999997
3	ТК-1844а	ТК-1844	53,5	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000019	0,0000050	0,999995
4	ТК-1844	ТК-1843	35	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000025	0,0000075	0,999993
5	ТК-1843	ТК-1842	43	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000031	0,0000106	0,999989
6	ТК-1842	ТК-1841	230	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000164	0,0000270	0,999973
7	ТК-1841	ТК-1830	25	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000018	0,0000288	0,999971
8	ТК-1830	ТК-1829а	82	200	300	36	11,4	0,0000713	0,0000058	0,0000346	0,999965
9	ТК-1829а	ТК-1829	84	200	300	37	11,4	0,0000713	0,0000060	0,0000406	0,999959
10	ТК-1829	ТК-1800	138	200	300	37	11,4	0,0000713	0,0000098	0,0000504	0,999950
11	ТК-1800	ТК-1835	12	200	300	32	11,4	0,0000713	0,0000009	0,0000513	0,999949
12	ТК-1835	ТК-	85	200	200	38	11,4	0,0000713	0,0000061	0,0000574	0,999943

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
		1836a									
13	ТК-1836a	ТК-1836	48	200	200	38	11,4	0,0000713	0,0000034	0,0000608	0,999939
14	ТК-1836	ТК-1834	36	200	200	38	11,4	0,0000713	0,0000026	0,0000634	0,999937
15	ТК-1834	ТК-1837	202	200	200	38	11,4	0,0000713	0,0000144	0,0000778	0,999922
16	ТК-1837	ТК-1838	75	300	300	24	17,6	0,0000642	0,0000048	0,0000826	0,999917
17	ТК-1838	ТК-1839	38	300	300	38	17,6	0,0000713	0,0000027	0,0000853	0,999915
18	ТК-1839	ТК-1840	37	125	125	38	7,9	0,0000713	0,0000026	0,0000879	0,999912
19	ТК-1840	ТК-1840a	35	100	100	2	6,7	0,0000497	0,0000017	0,0000896	0,999910

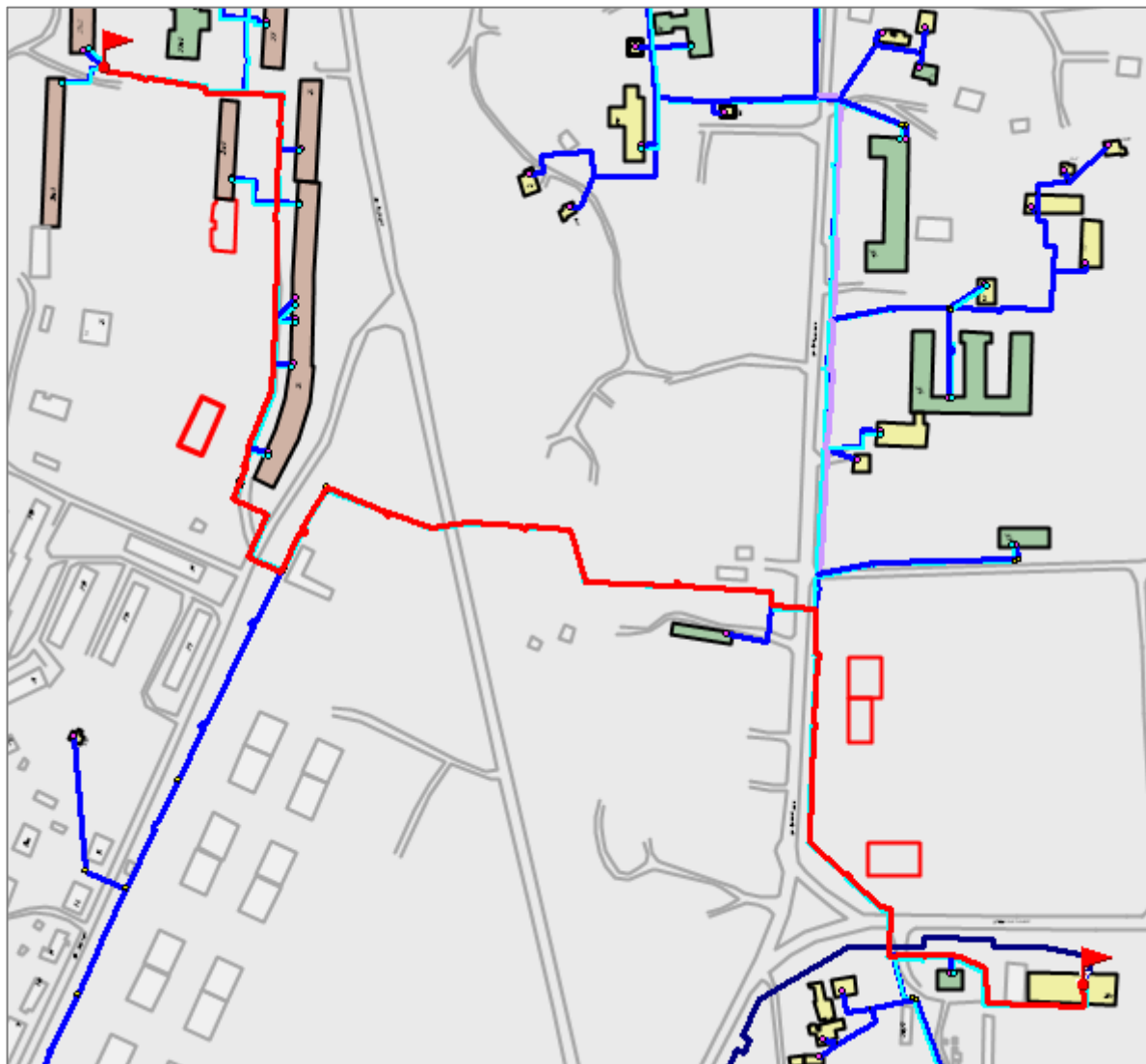


**Рисунок 3.10.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 10 – ТК – 1840а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ) Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.10.3 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1852»

Данный участок начинается от ЦТП – 10 и заканчивается камерой ТК – 1852 (см. рис. 3.10.5).



**Рисунок 3.10.5 Трассировка участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»**

В табл. 3.10.3 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. 3.10.6 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.3 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-10	ТУ-ЦТП-10	13	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТУ-ЦТП-10	ТК-1844а	71	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000026	0,0000031	0,999997
3	ТК-1844а	ТК-1844	53,5	300	300	13	17,1	0,0000360	0,0000019	0,0000050	0,999995
4	ТК-1844	ТК-1843	35	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000025	0,0000075	0,999993
5	ТК-1843	ТК-1842	43	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000031	0,0000106	0,999989
6	ТК-1842	ТК-1841	230	300	300	36	17,1	0,0000713	0,0000164	0,0000270	0,999973
7	ТК-1841	ТК-1868	30	300	300	26	17,1	0,0000713	0,0000021	0,0000291	0,999971
8	ТК-1868	ТК-1866	347,5	350	350	26	20,0	0,0000713	0,0000248	0,0000539	0,999946
9	ТК-1866	ТК-1862	67	350	350	26	20,0	0,0000713	0,0000048	0,0000587	0,999941
10	ТК-1862	ТК-1861	92	300	300	26	16,8	0,0000713	0,0000066	0,0000653	0,999935
11	ТК-1861	ТК-1860	20	150	150	25	9,1	0,0000713	0,0000014	0,0000667	0,999933
12	ТК-1860	ТК-1859	58,5	200	200	25	11,8	0,0000713	0,0000042	0,0000709	0,999929
13	ТК-1859	ТК-1858	30	200	200	25	11,8	0,0000713	0,0000021	0,0000730	0,999927
14	ТК-1858	ТК-1857	45	200	200	25	11,8	0,0000713	0,0000032	0,0000762	0,999924

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-1857	ТК-1856	30	200	200	25	11,8	0,0000713	0,0000021	0,0000783	0,999922
16	ТК-1856	ТК-1855	34	200	200	25	11,8	0,0000713	0,0000024	0,0000807	0,999919
17	ТК-1855	ТК-1853a	35	150	150	0	9,1	0,0000904	0,0000032	0,0000839	0,999916
18	ТК-1853a	ТК-1853	35	150	150	0	9,1	0,0000904	0,0000032	0,0000871	0,999913
19	ТК-1853	ТК-1852a	92	125	125	19	7,9	0,0000434	0,0000040	0,0000911	0,999909
20	ТК-1852a	ТК-1852	5,5	125	125	21	7,9	0,0000495	0,0000003	0,0000914	0,999909

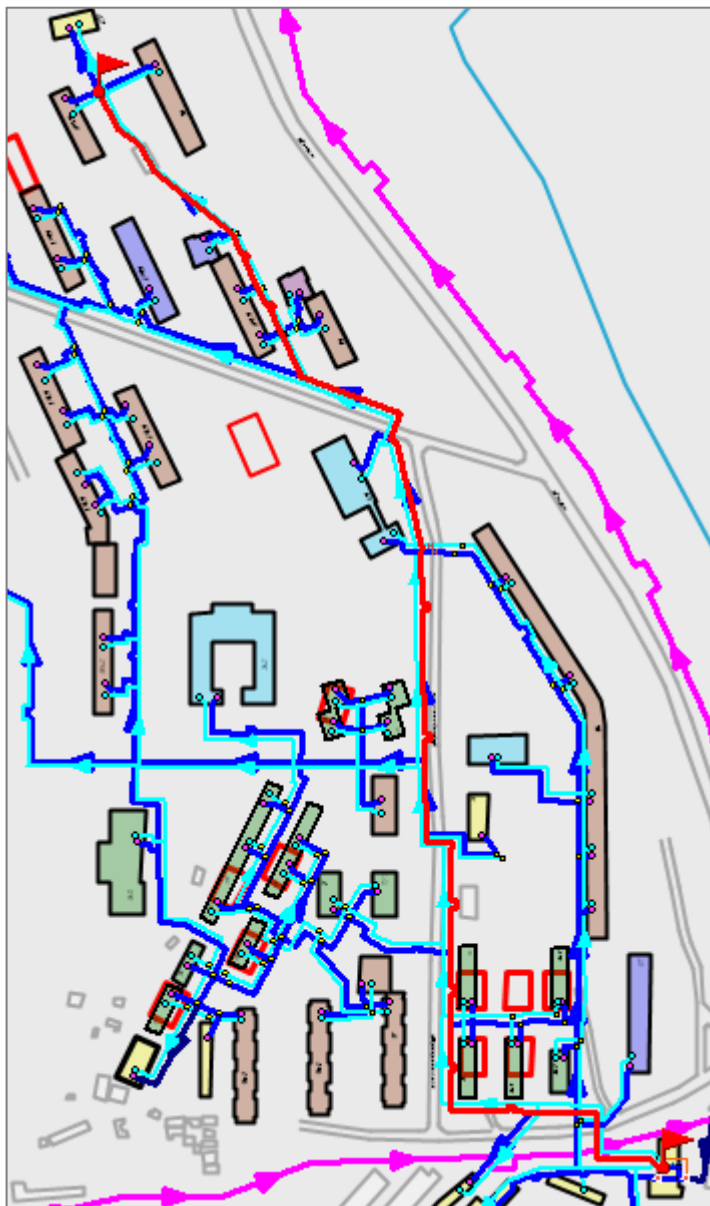


**Рисунок 3.10.6 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 10 – ТК – 1852» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ) Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 3.10.4 Участок «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

Данный участок начинается от ЦТП – 7 и заканчивается камерой ТУ – ВЧ – 2 (см. рис. 3.10.7).



**Рисунок 3.10.7** Трассировка участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

В табл. 3.10.4 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. 3.10.8 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.4 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-7	ТБК-1	20	500	500	37	30,0	0,0000226	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТБК-1	ТБК-2	45	500	500	24	30,0	0,0000203	0,0000009	0,0000014	0,999999
3	ТБК-2	ТБК-4	39	500	500	37	30,0	0,0000226	0,0000009	0,0000023	0,999998
4	ТБК-4	ТБК-17	36	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000008	0,0000031	0,999997
5	ТБК-17	ТБК-16	53	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000012	0,0000043	0,999996
6	ТБК-16	ТБК-15	80	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000018	0,0000061	0,999994
7	ТБК-15	ТБК-14	54	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000012	0,0000073	0,999993
8	ТБК-14	ТБК-56	90	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000020	0,0000093	0,999991
9	ТБК-56	ТБК-13	20	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000005	0,0000098	0,999990
10	ТБК-13	УТ-1	64	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000014	0,0000112	0,999989
11	УТ-1	ТБК-12	83	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000019	0,0000131	0,999987
12	ТБК-12	ТБК-11	83	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000019	0,0000150	0,999985
13	ТБК-11	ТБК-18	75	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000017	0,0000167	0,999983
14	ТБК-18	ТБК-19	15	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000003	0,0000170	0,999983
15	ТБК-19	ТБК-20	73	400	400	37	22,3	0,0000226	0,0000016	0,0000186	0,999981

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТВК-20	ТВК-21	35	250	250	37	14,6	0,0000226	0,0000008	0,0000194	0,999981
17	ТВК-21	ТВК-22	40	250	250	30	14,6	0,0000226	0,0000009	0,0000203	0,999980
18	ТВК-22	ТВК-23	38	250	250	34	14,6	0,0000226	0,0000009	0,0000212	0,999979
19	ТВК-23	ТУ-ВЧ-1	76	250	250	24	14,6	0,0000203	0,0000015	0,0000227	0,999977
20	ТУ-ВЧ-1	ТУ-ВЧ-2	43	200	200	24	11,9	0,0000203	0,0000009	0,0000236	0,999976

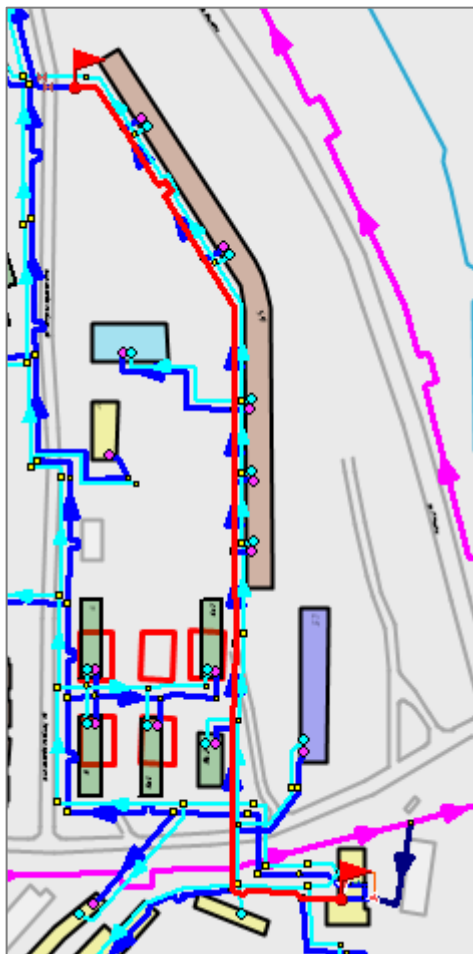


**Рисунок 3.10.8 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ) Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.10.5 Участок «ЦТП – 7 – ТВК – 10»

Данный участок начинается от ЦТП – 7 и заканчивается камерой ТВК – 10 (см. рис. 3.10.9).



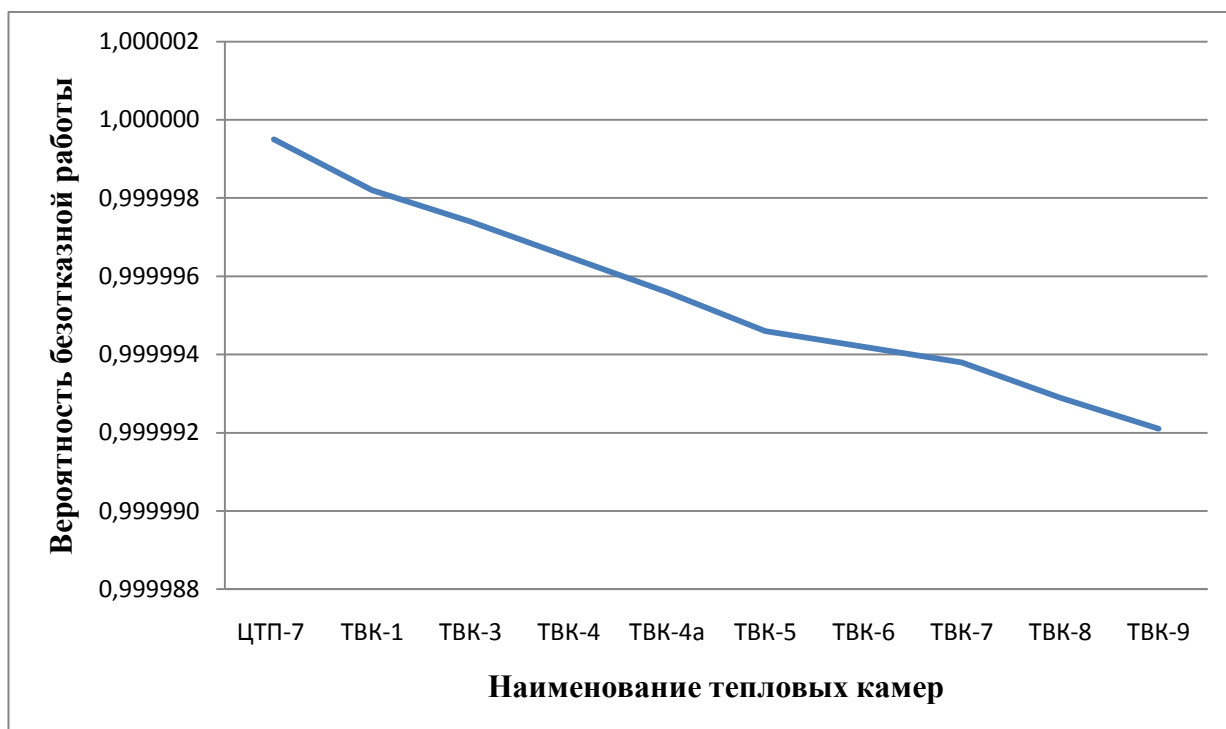
**Рисунок 3.10.9 Трассировка участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»**

В табл. 3.10.5 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. 3.10.10 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.5 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-7	ТВК-1	20	300	300	37	17,7	0,0000226	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТВК-1	ТВК-3	57	250	250	37	14,4	0,0000226	0,0000013	0,0000018	0,999998
3	ТВК-3	ТВК-4	36	300	300	37	17,7	0,0000226	0,0000008	0,0000026	0,999997
4	ТВК-4	ТВК-4а	40	250	250	37	14,7	0,0000226	0,0000009	0,0000035	0,999997
5	ТВК-4а	ТВК-5	40	250	250	37	14,7	0,0000226	0,0000009	0,0000044	0,999996
6	ТВК-5	ТВК-6	44	250	250	37	14,7	0,0000226	0,0000010	0,0000054	0,999995
7	ТВК-6	ТВК-7	34	150	150	8	9,1	0,0000114	0,0000004	0,0000058	0,999994
8	ТВК-7	ТВК-8	37	150	150	8	9,1	0,0000114	0,0000004	0,0000062	0,999994
9	ТВК-8	ТВК-9	80	80	80	8	5,9	0,0000114	0,0000009	0,0000071	0,999993
10	ТВК-9	ТВК-10	67	150	150	8	9,1	0,0000114	0,0000008	0,0000079	0,999992



**Рисунок 3.10.10 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 7 – ТВК – 10» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ) Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 3.10.6 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 11»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 11 (см. рис. 3.10.11).

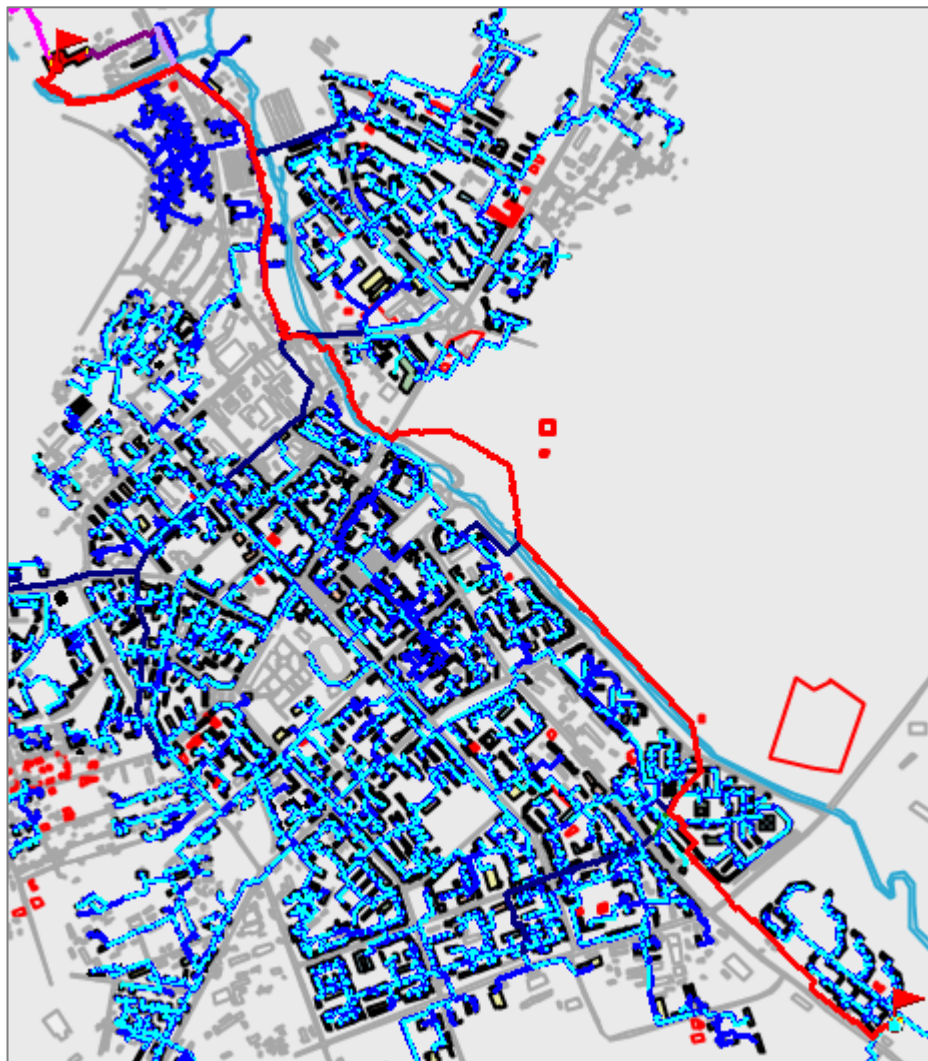


Рисунок 3.10.11 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»

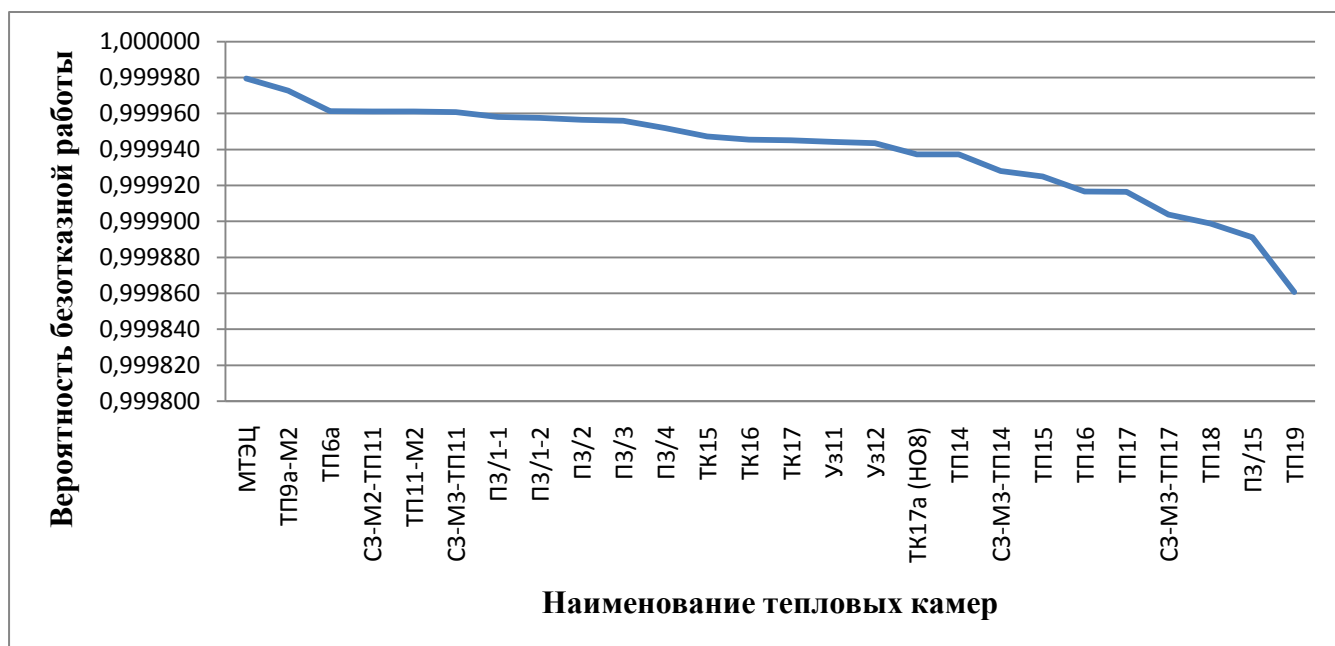
В табл. 3.10.6 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплотрассы по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.12 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплотрассы относительно тепловых камер, входящих в состав теплотрассы, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.6 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ТП9а-М2	910	800	800	38	42,4	0,0000226	0,0000205	0,0000205	0,999980
2	ТП9а-М2	ТП6а	300	800	800	38	42,4	0,0000226	0,0000068	0,0000273	0,999973
3	ТП6а	СЗ-М2-ТП11	510	800	800	38	42,3	0,0000226	0,0000115	0,0000388	0,999961
4	СЗ-М2-ТП11	ТП11-М2	3	800	800	38	49,6	0,0000226	0,0000001	0,0000389	0,999961
5	ТП11-М2	СЗ-М3-ТП11	2	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000000	0,0000389	0,999961
6	СЗ-М3-ТП11	ПЗ/1-1	15,2	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000003	0,0000392	0,999961
7	ПЗ/1-1	ПЗ/1-2	117,6	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000027	0,0000419	0,999958
8	ПЗ/1-2	ПЗ/2	25,5	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000425	0,999958
9	ПЗ/2	ПЗ/3	46,5	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000010	0,0000435	0,999957
10	ПЗ/3	ПЗ/4	26,3	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000441	0,999956
11	ПЗ/4	ТК15	178	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000040	0,0000481	0,999952
12	ТК15	ТК16	208	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000047	0,0000528	0,999947
13	ТК16	ТК17	75,3	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000545	0,999946

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	TK17	У311	21,1	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000005	0,0000550	0,999945
15	У311	У312	34,3	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000008	0,0000558	0,999944
16	У312	TK17a (HO8)	36,6	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000008	0,0000566	0,999943
17	TK17a (HO8)	ТП14	270	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000061	0,0000627	0,999937
18	ТП14	СЗ-МЗ-ТП14	2	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000000	0,0000627	0,999937
19	СЗ-МЗ-ТП14	ТП15	418	500	500	33	28,0	0,0000226	0,0000094	0,0000721	0,999928
20	ТП15	ТП16	127	500	500	33	28,0	0,0000226	0,0000029	0,0000750	0,999925
21	ТП16	ТП17	376	500	500	33	28,0	0,0000226	0,0000085	0,0000835	0,999917
22	ТП17	СЗ-МЗ-ТП17	4,44	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000001	0,0000836	0,999916
23	СЗ-МЗ-ТП17	ТП18	565	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000127	0,0000963	0,999904
24	ТП18	ПЗ/15	223	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000050	0,0001013	0,999899
25	ПЗ/15	ТП19	334,42	500	500	33	27,8	0,0000226	0,0000075	0,0001088	0,999891
26	ТП19	ЦТП-11	1500	500	500	24	27,8	0,0000203	0,0000305	0,0001393	0,999861



**Рисунок 3.10.12 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 11» 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.

### 3.10.7 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 2»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 2 (см. рис. 3.10.13).



**Рисунок 3.10.13 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»**

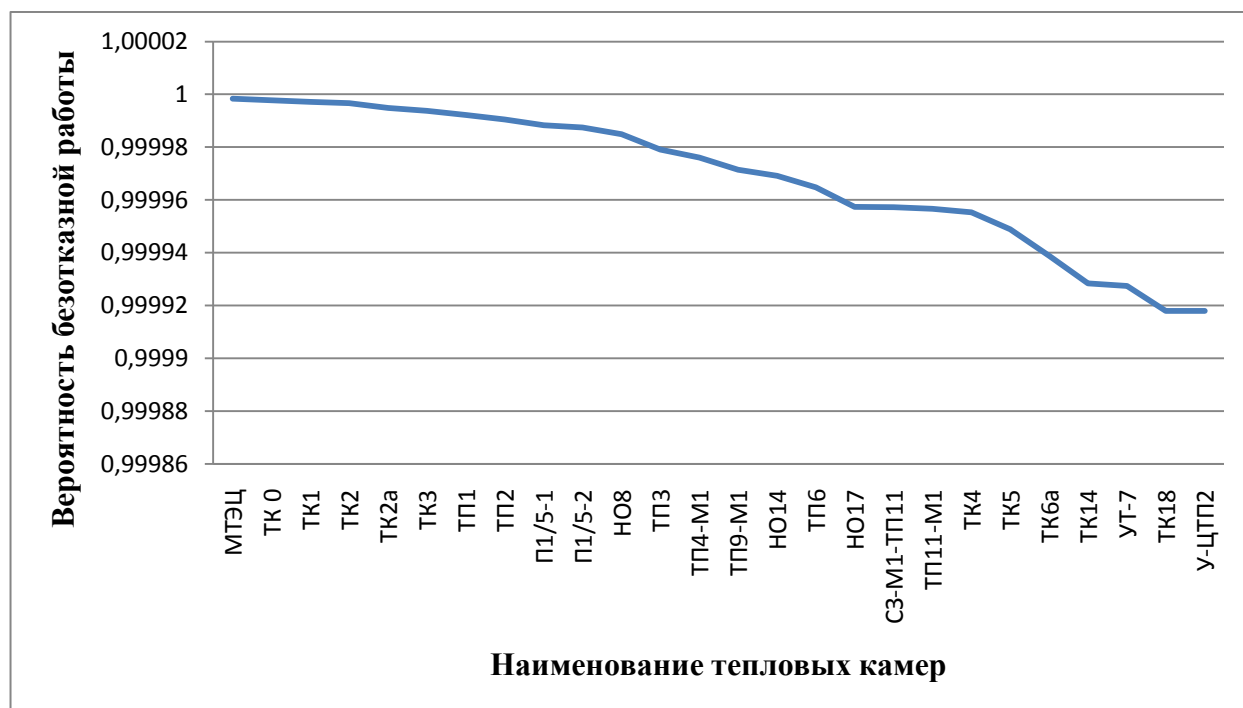
В табл. 3.10.7 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.14 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.7 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ТК 0	77	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000017	0,999998
2	ТК 0	ТК1	25,5	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000023	0,999998
3	ТК1	ТК2	25,6	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000029	0,999997
4	ТК2	ТК2а	19,4	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000004	0,0000033	0,999997
5	ТК2а	ТК3	78	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000018	0,0000051	0,999995
6	ТК3	ТП1	52	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000012	0,0000063	0,999994
7	ТП1	ТП2	64,9	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000015	0,0000078	0,999992
8	ТП2	П1/5-1	77,5	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000095	0,999991
9	П1/5-1	П1/5-2	98,5	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000022	0,0000117	0,999988
10	П1/5-2	НО8	38	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000009	0,0000126	0,999987
11	НО8	ТП3	112	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000025	0,0000151	0,999985
12	ТП3	ТП4-М1	258	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000058	0,0000209	0,999979
13	ТП4-М1	ТП9-М1	136	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000031	0,0000240	0,999976
14	ТП9-М1	НО14	205	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000046	0,0000286	0,999971
15	НО14	ТП6	100	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000023	0,0000309	0,999969

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТП6	НО17	190	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000043	0,0000352	0,999965
17	НО17	СЗ-М1-ТП11	330	500	500	50	27,8	0,0000226	0,0000074	0,0000426	0,999957
18	СЗ-М1-ТП11	ТП11-М1	10	500	500	50	28,2	0,0000226	0,0000002	0,0000428	0,999957
19	ТП11-М1	ТК4	21,4	500	500	37	28,2	0,0000226	0,0000005	0,0000433	0,999957
20	ТК4	ТК5	61,8	500	500	37	28,2	0,0000226	0,0000014	0,0000447	0,999955
21	ТК5	ТК6а	282,6	500	500	37	28,2	0,0000226	0,0000064	0,0000511	0,999949
22	ТК6а	ТК14	449,7	500	500	37	28,2	0,0000226	0,0000101	0,0000612	0,999939
23	ТК14	УТ-7	463	400	400	53	22,8	0,0000226	0,0000104	0,0000716	0,999928
24	УТ-7	ТК18	70	500	500	3	28,6	0,0000145	0,0000010	0,0000726	0,999927
25	ТК18	У-ЦТП2	830	400	400	7	22,1	0,0000114	0,0000095	0,0000821	0,999918
26	У-ЦТП2	ЦТП-2	1	400	400	7	22,1	0,0000114	0,0000000	0,0000821	0,999918

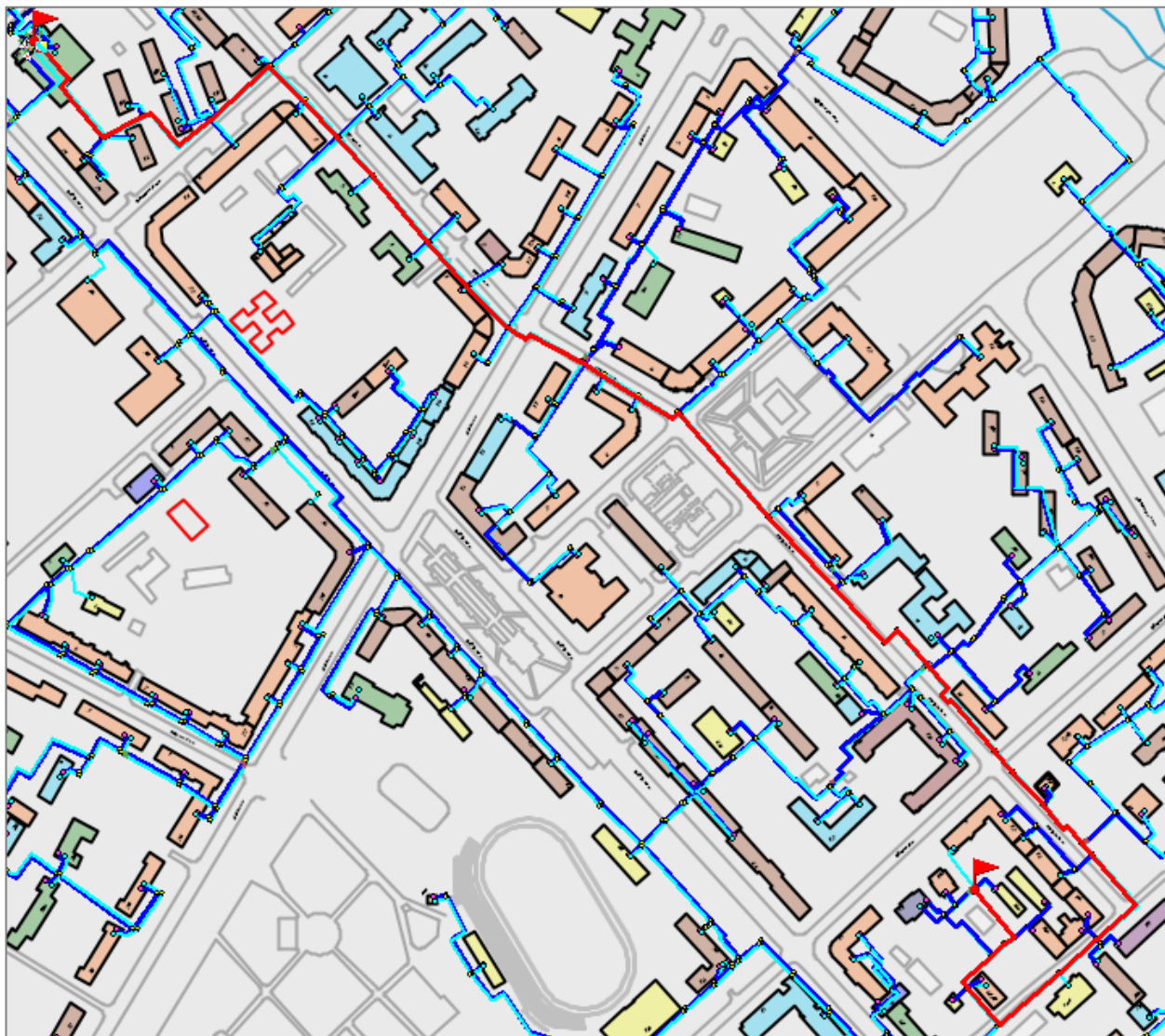


**Рисунок 3.10.14 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 2» 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.

### 3.10.8 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 289»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 289 (см. рис. 3.10.15).



**Рисунок 3.10.15 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»**

В табл. 3.10.8 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. 3.10.16 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.8 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 1	ТК-514	40	400	400	58	23,1	0,0002930	0,0000117	0,0000117	0,999988
2	ТК-514	ТК-513	35	400	400	50	23,1	0,0002930	0,0000103	0,0000220	0,999978
3	ТК-513	ТК-521	75	400	400	0	23,1	0,0003718	0,0000279	0,0000499	0,999950
4	ТК-521	ТК-491	63	400	400	18	23,1	0,0001694	0,0000107	0,0000606	0,999939
5	ТК-491	ТК-481	39	400	400	53	23,1	0,0002930	0,0000114	0,0000720	0,999928
6	ТК-481	ТК-480	39	350	350	53	20,2	0,0002930	0,0000114	0,0000834	0,999917
7	ТК-480	ТК-479	42	350	350	45	20,2	0,0002930	0,0000123	0,0000957	0,999904
8	ТК-479	ТК-478	68,5	350	350	45	20,2	0,0002930	0,0000201	0,0001158	0,999884
9	ТК-478	ТК-477	47	350	350	45	20,2	0,0002930	0,0000138	0,0001296	0,999870
10	ТК-477	ТК-460	47	350	350	45	20,2	0,0002930	0,0000138	0,0001434	0,999857
11	ТК-460	ТК-430	68	350	350	3	20,2	0,0001883	0,0000128	0,0001562	0,999844
12	ТК-430	ТК-426	19	400	400	27	23,6	0,0002930	0,0000056	0,0001618	0,999838
13	ТК-426	ТК-427	32	350	350	45	20,6	0,0002930	0,0000094	0,0001712	0,999829
14	ТК-427	ТК-429	32	350	350	45	20,6	0,0002930	0,0000094	0,0001806	0,999819
15	ТК-429	ТК-380 а	110	300	300	18	17,1	0,0001694	0,0000186	0,0001992	0,999801

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	TK-380 а	TK-378	78	300	300	48	17,1	0,0002930	0,0000229	0,0002221	0,999778
17	TK-378	TK-378 а	58,5	300	300	48	17,1	0,0002930	0,0000171	0,0002392	0,999761
18	TK-378 а	TK-376	14	300	300	45	17,1	0,0002930	0,0000041	0,0002433	0,999757
19	TK-376	TK-370	36,5	300	300	25	17,1	0,0002930	0,0000107	0,0002540	0,999746
20	TK-370	TK-350	119,5	300	300	18	17,1	0,0001694	0,0000202	0,0002742	0,999726
21	TK-350	TK-350 а	22,5	300	300	26	17,1	0,0002930	0,0000066	0,0002808	0,999719
22	TK-350 а	TK-346	35	300	300	26	17,1	0,0002930	0,0000103	0,0002911	0,999709
23	TK-346	TK-341 а	52,5	350	350	26	20,5	0,0002930	0,0000154	0,0003065	0,999694
24	TK-341 а	TK-312	12	350	350	26	20,5	0,0002930	0,0000035	0,0003100	0,999690
25	TK-312	TK-311	82	350	350	26	20,5	0,0002930	0,0000240	0,0003340	0,999666
26	TK-311	TK-313	40	250	250	33	14,7	0,0002930	0,0000117	0,0003457	0,999654
27	TK-313	TK-295	64	250	250	33	14,7	0,0002930	0,0000187	0,0003644	0,999636

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	ТК-295	ТК-298	37,5	200	200	9	12,0	0,0001480	0,0000055	0,0003699	0,999630
29	ТК-298	ТК-297	38,5	150	150	9	9,1	0,0001480	0,0000057	0,0003756	0,999624
30	ТК-297	ТК-296	32,2	100	100	64	6,7	0,0002930	0,0000094	0,0003850	0,999615
31	ТК-296	ТК-296 а	9,1	100	100	64	6,7	0,0002930	0,0000027	0,0003877	0,999612
32	ТК-296 а	ТК-289	50	100	100	64	6,7	0,0002930	0,0000146	0,0004023	0,999598

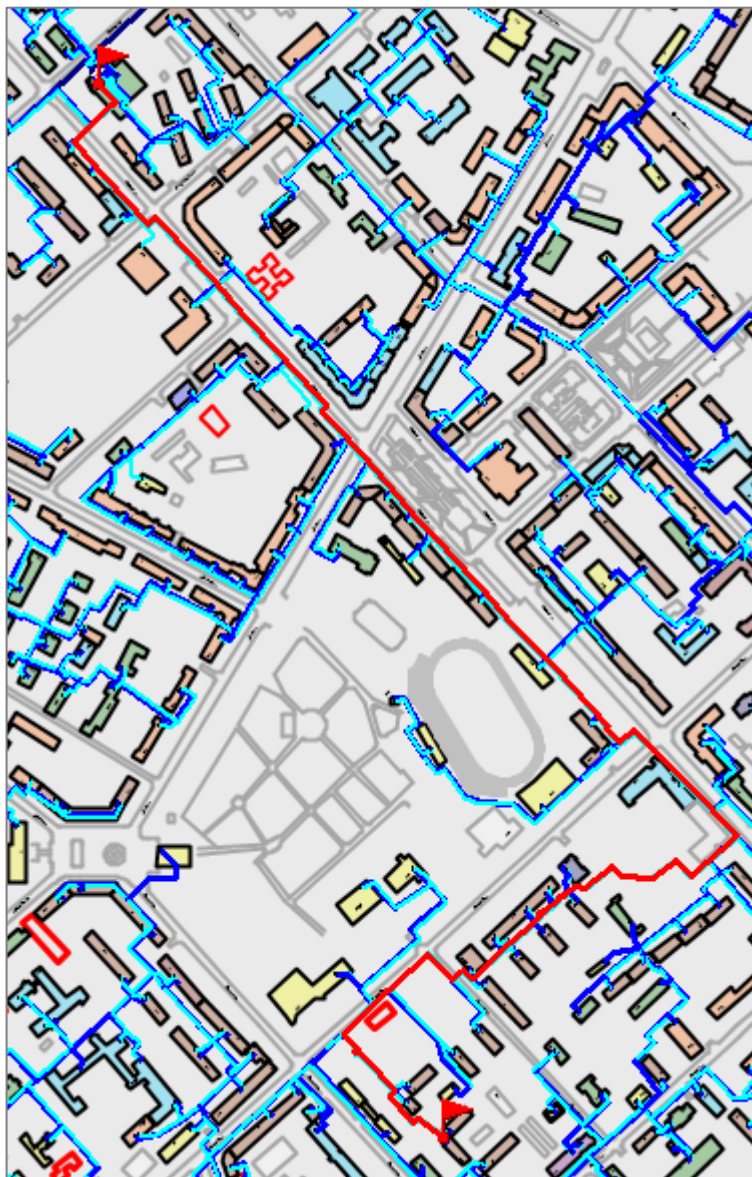


**Рисунок 3.10.16 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 289» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.9 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 735в»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 735в (см. рис. 3.10.17).



**Рисунок 3.10.17 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»**

В табл. 3.10.9 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплотрассы по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

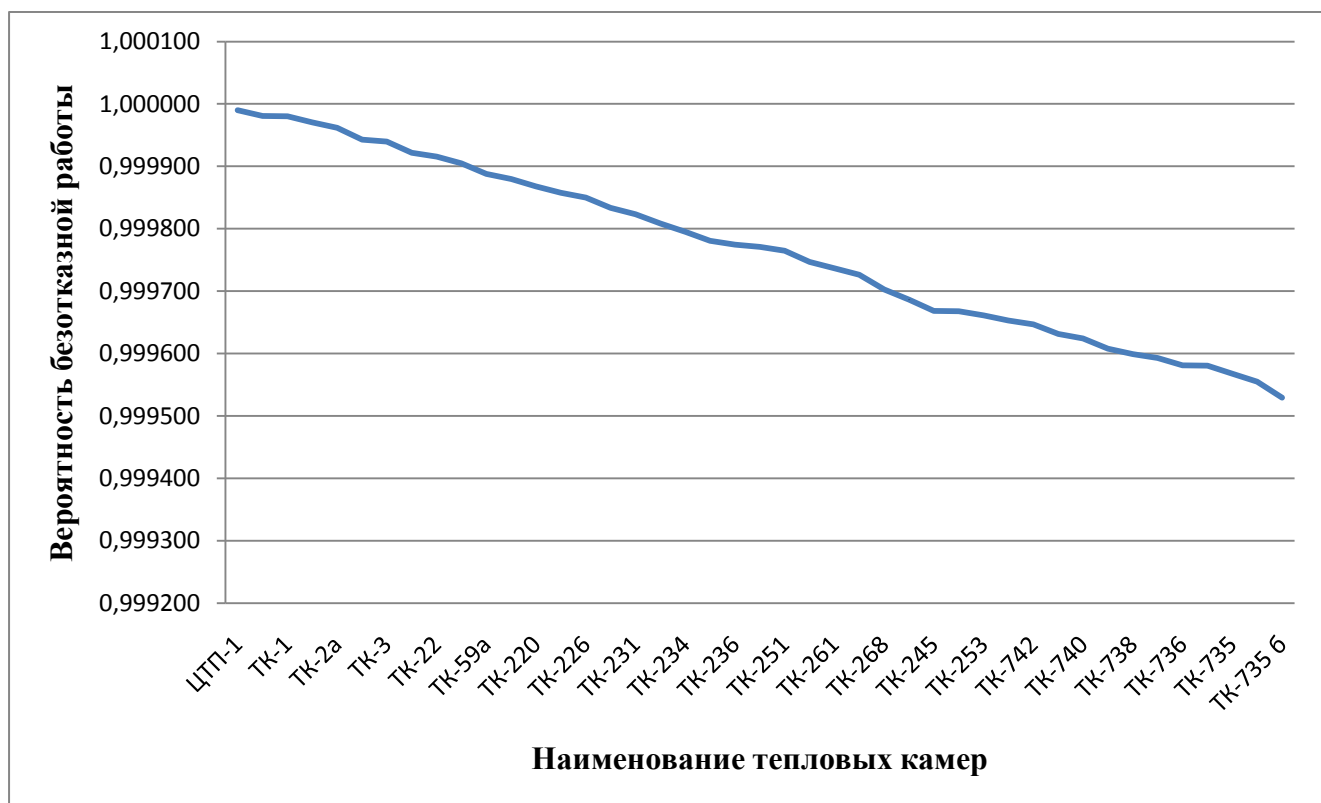
На рис. 3.10.18 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплотрассы относительно тепловых камер, входящих в состав теплотрассы, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.9 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-1	ТУ-ЦТП-1 КМ 2	34	600	600	37	36,5	0,0002930	0,0000100	0,0000100	0,999990
2	ТУ-ЦТП-1 КМ 2	ТК-1	32	600	600	54	36,5	0,0002930	0,0000094	0,0000194	0,999981
3	ТК-1	3-ТК-1	1	400	400	54	23,6	0,0002930	0,0000003	0,0000197	0,999980
4	3-ТК-1	ТК-2а	34	400	400	54	23,6	0,0002930	0,0000100	0,0000297	0,999970
5	ТК-2а	ТК-2	30	500	500	54	30,0	0,0002930	0,0000088	0,0000385	0,999962
6	ТК-2	ТК-3	65	500	500	54	30,0	0,0002930	0,0000190	0,0000575	0,999943
7	ТК-3	ТК-21	20	500	500	15	30,0	0,0001480	0,0000030	0,0000605	0,999940
8	ТК-21	ТК-22	121	400	400	6	22,8	0,0001480	0,0000179	0,0000784	0,999922
9	ТК-22	ТК-23	39	400	400	9	22,8	0,0001480	0,0000058	0,0000842	0,999916
10	ТК-23	ТК-59а	73,5	400	400	9	22,8	0,0001480	0,0000109	0,0000951	0,999905
11	ТК-59а	ТК-56	116,5	400	400	9	22,8	0,0001480	0,0000172	0,0001123	0,999888
12	ТК-56	ТК-220	28	400	400	49	22,8	0,0002930	0,0000082	0,0001205	0,999880
13	ТК-220	ТК-225	40	400	400	49	22,8	0,0002930	0,0000117	0,0001322	0,999868

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-225	ТК-226	34	400	400	49	22,8	0,0002930	0,0000100	0,0001422	0,999858
15	ТК-226	ТК-229	27	350	350	49	20,4	0,0002930	0,0000079	0,0001501	0,999850
16	ТК-229	ТК-231	55,5	350	350	38	20,4	0,0002930	0,0000163	0,0001664	0,999834
17	ТК-231	ТК-233	36	350	350	38	20,4	0,0002930	0,0000105	0,0001769	0,999823
18	ТК-233	ТК-234	51	350	350	38	20,4	0,0002930	0,0000149	0,0001918	0,999808
19	ТК-234	ТК-235	45,5	400	400	38	23,6	0,0002930	0,0000133	0,0002051	0,999795
20	ТК-235	ТК-236	84	300	300	18	16,8	0,0001694	0,0000142	0,0002193	0,999781
21	ТК-236	ТК-237	38	300	300	18	16,8	0,0001694	0,0000064	0,0002257	0,999774
22	ТК-237	ТК-251	22	300	300	18	16,8	0,0001694	0,0000037	0,0002294	0,999771
23	ТК-251	ТК-252	36	300	300	18	16,8	0,0001694	0,0000061	0,0002355	0,999765
24	ТК-252	ТК-261	60	300	300	36	16,8	0,0002930	0,0000176	0,0002531	0,999747
25	ТК-261	ТК-258	39	300	300	24	16,8	0,0002638	0,0000103	0,0002634	0,999737
26	ТК-258	ТК-268	39	300	300	24	16,8	0,0002638	0,0000103	0,0002737	0,999726
27	ТК-268	ТК-242	89	300	300	24	16,8	0,0002638	0,0000235	0,0002972	0,999703
28	ТК-242	ТК-245	64	300	300	24	16,8	0,0002638	0,0000169	0,0003141	0,999686
29	ТК-245	3-ТК-253	67,5	300	300	24	16,5	0,0002638	0,0000178	0,0003319	0,999668
30	3-ТК-253	ТК-253	1	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000003	0,0003322	0,999668

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
31	ТК-253	ТК-743	25	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000066	0,0003388	0,999661
32	ТК-743	ТК-742	31	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000082	0,0003470	0,999653
33	ТК-742	ТК-741	24	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000063	0,0003533	0,999647
34	ТК-741	ТК-740	58	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000153	0,0003686	0,999631
35	ТК-740	ТК-739	28	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000074	0,0003760	0,999624
36	ТК-739	ТК-738	63	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000166	0,0003926	0,999607
37	ТК-738	ТК-737	32,5	300	300	24	17,4	0,0002638	0,0000086	0,0004012	0,999599
38	ТК-737	ТК-736	23,5	350	350	24	20,6	0,0002638	0,0000062	0,0004074	0,999593
39	ТК-736	3-ТК-735	45	350	350	24	20,6	0,0002638	0,0000119	0,0004193	0,999581
40	3-ТК-735	ТК-735	1	350	350	24	20,6	0,0002638	0,0000003	0,0004196	0,999580
41	ТК-735	ТК-735а	43	125	125	37	7,9	0,0002930	0,0000126	0,0004322	0,999568
42	ТК-735а	ТК-735 б	44	100	100	40	6,7	0,0002930	0,0000129	0,0004451	0,999555
43	ТК-735 б	ТК-735 в	87,7	100	100	40	6,7	0,0002930	0,0000257	0,0004708	0,999529

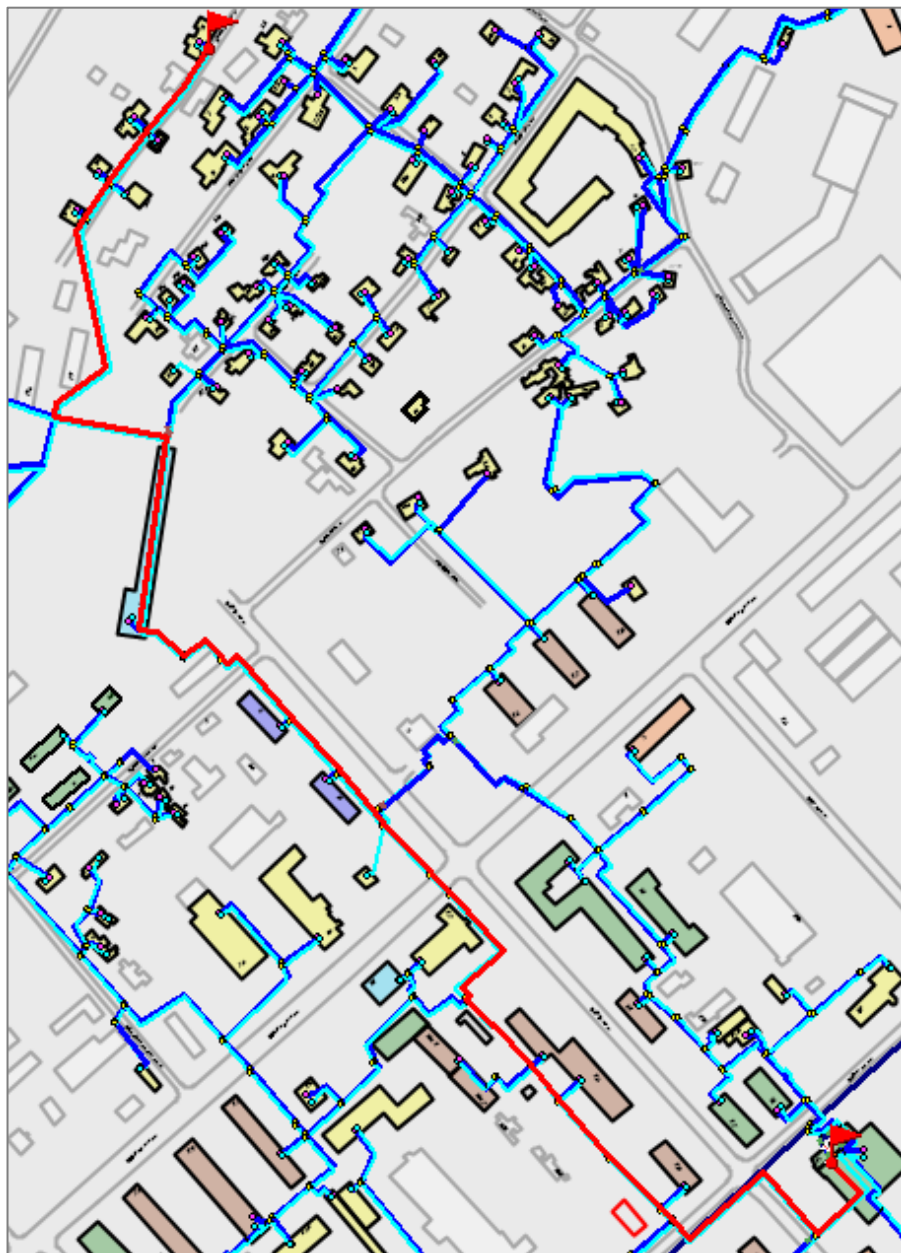


**Рисунок 3.10.18 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 735в» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.10 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 178г»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 178г (см. рис. 3.10.19).



**Рисунок 3.10.19 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»**

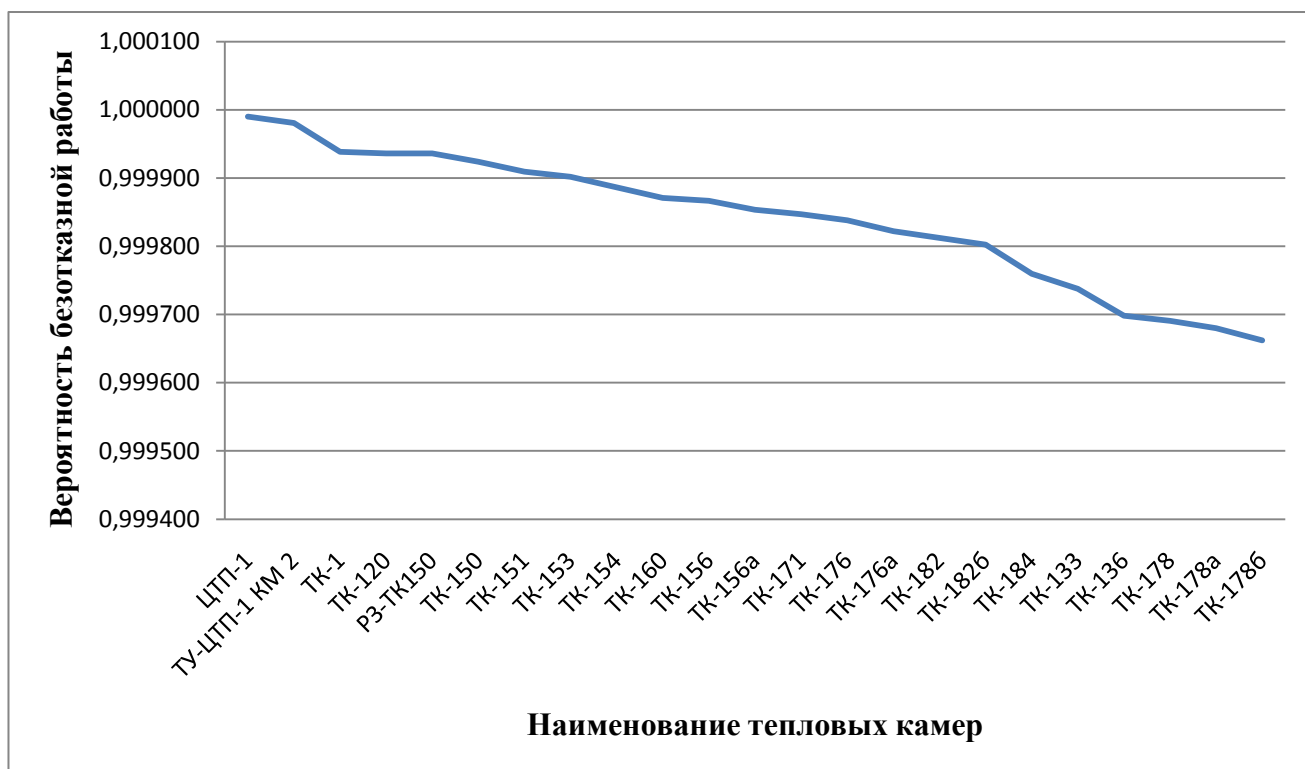
В табл. 3.10.10 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.20 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.10 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-1	ТУ-ЦТП-1 КМ 2	34	600	600	37	36,5	0,0002930	0,0000100	0,0000100	0,999990
2	ТУ-ЦТП-1 КМ 2	ТК-1	32	600	600	54	36,5	0,0002930	0,0000094	0,0000194	0,999981
3	ТК-1	ТК-120	144	300	300	52	17,6	0,0002930	0,0000422	0,0000616	0,999938
4	ТК-120	РЗ-ТК150	8	350	350	48	20,6	0,0002930	0,0000023	0,0000639	0,999936
5	РЗ-ТК150	ТК-150	1	350	350	48	20,6	0,0002930	0,0000003	0,0000642	0,999936
6	ТК-150	ТК-151	46	350	350	24	20,6	0,0002638	0,0000121	0,0000763	0,999924
7	ТК-151	ТК-153	61	250	250	1	14,8	0,0002346	0,0000143	0,0000906	0,999909
8	ТК-153	ТК-154	26,5	350	350	28	20,6	0,0002930	0,0000078	0,0000984	0,999902
9	ТК-154	ТК-160	63	350	350	23	20,6	0,0002397	0,0000151	0,0001135	0,999887
10	ТК-160	ТК-156	92	300	300	18	17,7	0,0001694	0,0000156	0,0001291	0,999871
11	ТК-156	ТК-156а	29	150	150	5	9,1	0,0001480	0,0000043	0,0001334	0,999867
12	ТК-156а	ТК-171	44,5	200	200	43	12,0	0,0002930	0,0000130	0,0001464	0,999854
13	ТК-171	ТК-176	45	150	150	8	9,0	0,0001480	0,0000067	0,0001531	0,999847

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-176	ТК-176а	46	150	150	3	9,0	0,0001883	0,0000087	0,0001618	0,999838
15	ТК-176а	ТК-182	68	150	150	1	9,0	0,0002346	0,0000160	0,0001778	0,999822
16	ТК-182	ТК-182б	49	200	200	21	12,0	0,0002034	0,0000100	0,0001878	0,999812
17	ТК-182б	ТК-184	34	150	150	48	9,0	0,0002930	0,0000100	0,0001978	0,999802
18	ТК-184	ТК-133	145	150	150	48	9,0	0,0002930	0,0000425	0,0002403	0,999760
19	ТК-133	ТК-136	75	100	100	39	6,7	0,0002930	0,0000220	0,0002623	0,999738
20	ТК-136	ТК-178	151	50	50	24	4,6	0,0002638	0,0000398	0,0003021	0,999698
21	ТК-178	ТК-178а	28	50	50	24	4,6	0,0002638	0,0000074	0,0003095	0,999691
22	ТК-178а	ТК-178б	41	50	50	24	4,6	0,0002638	0,0000108	0,0003203	0,999680
23	ТК-178б	ТК-178г	68	50	50	24	4,6	0,0002638	0,0000179	0,0003382	0,999662

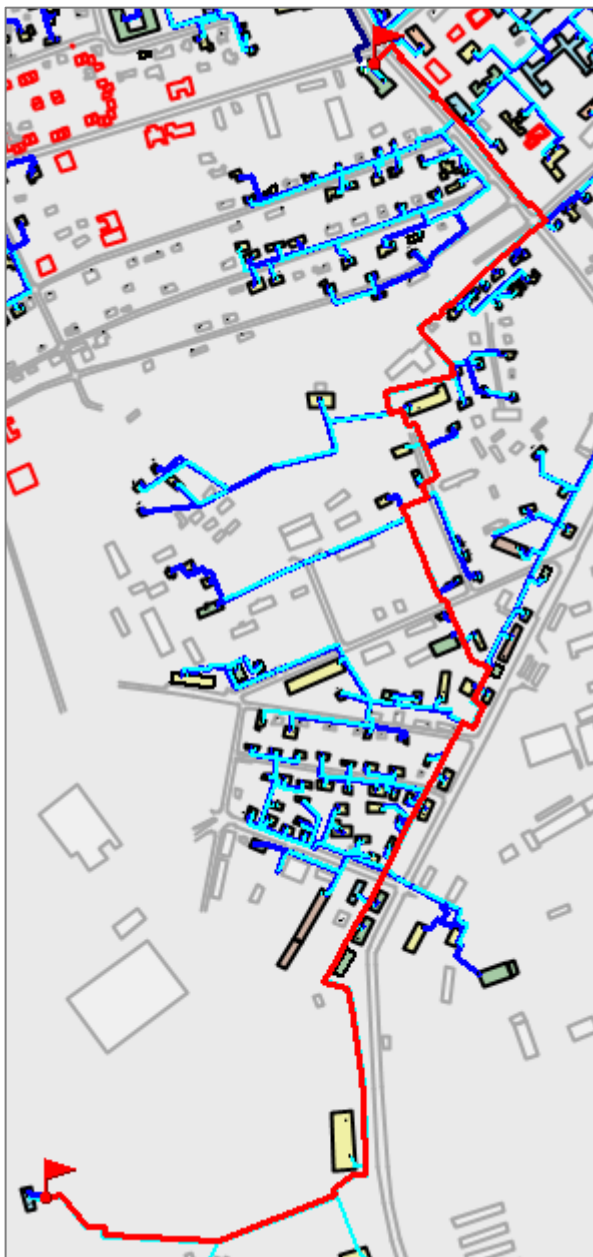


**Рисунок 3.10.20 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 178г» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.11 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 911м»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 911м (см. рис. 3.10.21).



**Рисунок 3.10.21 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»**

В табл. 3.10.11 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. 3.10.22 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.11 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-2548	42,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000074	0,0000122	0,999988
4	ТК-2548	ТК-2549	92,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000161	0,0000283	0,999972
5	ТК-2549	ТК-2550	30	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000052	0,0000335	0,999967
6	ТК-2550	ТК-2552	150	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000261	0,0000596	0,999940
7	ТК-2552	ТК-2553	25	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000044	0,0000640	0,999936
8	ТК-2553	ТК-2605	25	300	300	34	17,7	0,0001742	0,0000044	0,0000684	0,999932
9	ТК-2605	ТК-2841	31	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000054	0,0000738	0,999926
10	ТК-2841	ТК-2843	50	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000087	0,0000825	0,999918
11	ТК-2843	ТК-2842	24	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000042	0,0000867	0,999913
12	ТК-2842	ТУ-2606	40	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0000937	0,999906
13	ТУ-2606	ТК-2606	21	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000037	0,0000974	0,999903
14	ТК-2606	ТК-2607	66	250	250	34	14,6	0,0001742	0,0000115	0,0001089	0,999891
15	ТК-2607	3-ТК-2607	1	150	150	6	8,9	0,0000880	0,0000001	0,0001090	0,999891

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	3-ТК-2607	ТК-2608	65	150	150	6	8,9	0,0000880	0,0000057	0,0001147	0,999885
17	ТК-2608	ТК-945	115	150	150	34	8,9	0,0001742	0,0000200	0,0001347	0,999865
18	ТК-945	ТК-945a	15	150	150	34	8,9	0,0001742	0,0000026	0,0001373	0,999863
19	ТК-945a	ТК-943	67	150	150	6	8,9	0,0000880	0,0000059	0,0001432	0,999857
20	ТК-943	ТК-942	5	150	150	27	8,9	0,0001742	0,0000009	0,0001441	0,999856
21	ТК-942	ТК-941	28	150	150	27	8,9	0,0001742	0,0000049	0,0001490	0,999851
22	ТК-941	ТК-940a	20	150	150	27	8,9	0,0001742	0,0000035	0,0001525	0,999848
23	ТК-940a	ТК-940	25	150	150	27	8,9	0,0001742	0,0000044	0,0001569	0,999843
24	ТК-940	3-ТК-940	1	150	150	27	8,6	0,0001742	0,0000002	0,0001571	0,999843
25	3-ТК-940	ТК-939	16	150	150	27	8,6	0,0001742	0,0000028	0,0001599	0,999840
26	ТК-939	ТК-938a	37,5	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000065	0,0001664	0,999834
27	ТК-938a	ТК-938	15	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000026	0,0001690	0,999831
28	ТК-938	ТК-937	14	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000024	0,0001714	0,999829
29	ТК-937	ТК-936	26	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000045	0,0001759	0,999824
30	ТК-936	ТК-935	10	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000017	0,0001776	0,999822
31	ТК-935	ТК-934	12	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000021	0,0001797	0,999820
32	ТК-934	ТК-933	19	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000033	0,0001830	0,999817

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
33	ТК-933	ТК-932	47,5	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000083	0,0001913	0,999809
34	ТК-932	ТК-931	42,5	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000074	0,0001987	0,999801
35	ТК-931	ТК-930	22	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000038	0,0002025	0,999798
36	ТК-930	ТК-929	6	150	150	39	8,8	0,0001742	0,0000010	0,0002035	0,999797
37	ТК-929	ТК-921	58	150	150	2	8,8	0,0001214	0,0000070	0,0002105	0,999790
38	ТК-921	ТК-920	33	250	250	0	13,8	0,0002210	0,0000073	0,0002178	0,999782
39	ТК-920	ТК-917	80	250	250	1	13,8	0,0001395	0,0000112	0,0002290	0,999771
40	ТК-917	3-ТК-917	60	250	250	39	13,8	0,0001742	0,0000105	0,0002395	0,999761
41	3-ТК-917	ТК-916	60	250	250	39	13,8	0,0001742	0,0000105	0,0002500	0,999750
42	ТК-916	ТК-915	30	250	250	39	14,6	0,0001742	0,0000052	0,0002552	0,999745
43	ТК-915	ТК-914	50	250	250	39	14,6	0,0001742	0,0000087	0,0002639	0,999736
44	ТК-914	ТК-913	40	250	250	39	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0002709	0,999729
45	ТК-913	ТК-912	40	250	250	39	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0002779	0,999722
46	ТК-912	ТК-911	20	250	250	39	14,6	0,0001742	0,0000035	0,0002814	0,999719
47	ТК-911	ТК911-а	52,5	200	200	39	11,8	0,0001742	0,0000091	0,0002905	0,999710
48	ТК911-а	ТК-911б	40	200	200	39	11,8	0,0001742	0,0000070	0,0002975	0,999703
49	ТК-911б	ТК-911в	56	200	200	39	11,8	0,0001742	0,0000098	0,0003073	0,999693

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
50	ТК-911в	ТК-911ва	78	200	200	16	11,8	0,0000880	0,0000069	0,0003142	0,999686
51	ТК-911ва	ТК-911г	25	150	150	3	9,1	0,0001120	0,0000028	0,0003170	0,999683
52	ТК-911г	ТК-911г-В	100	200	200	16	11,9	0,0000880	0,0000088	0,0003258	0,999674
53	ТК-911г-В	ТК-911к	35	150	150	16	9,0	0,0000880	0,0000031	0,0003289	0,999671
54	ТК-911к	ТК-911н	18	150	150	2	9,0	0,0001214	0,0000022	0,0003311	0,999669
55	ТК-911н	ТК-911з	75	150	150	16	9,0	0,0000880	0,0000066	0,0003377	0,999662
56	ТК-911з	ТК-911о	13	150	150	1	9,0	0,0001395	0,0000018	0,0003395	0,999661
57	ТК-911о	ТК-911и	51,5	150	150	16	9,0	0,0000880	0,0000045	0,0003440	0,999656
58	ТК-911и	ТК-911д	10	150	150	16	9,0	0,0000880	0,0000009	0,0003449	0,999655
59	ТК-911д	ТК-911е	180	125	125	16	7,8	0,0000880	0,0000158	0,0003607	0,999639
60	ТК-911е	ТК-911л	163	125	125	16	7,8	0,0000880	0,0000143	0,0003750	0,999625
61	ТК-911л	ТК-911п	12	100	100	16	6,7	0,0000880	0,0000011	0,0003761	0,999624
62	ТК-911п	ТК-911ж	80	100	100	16	6,7	0,0000880	0,0000070	0,0003831	0,999617
63	ТК-911ж	ТК-911м	25	100	100	16	6,7	0,0000880	0,0000022	0,0003853	0,999615

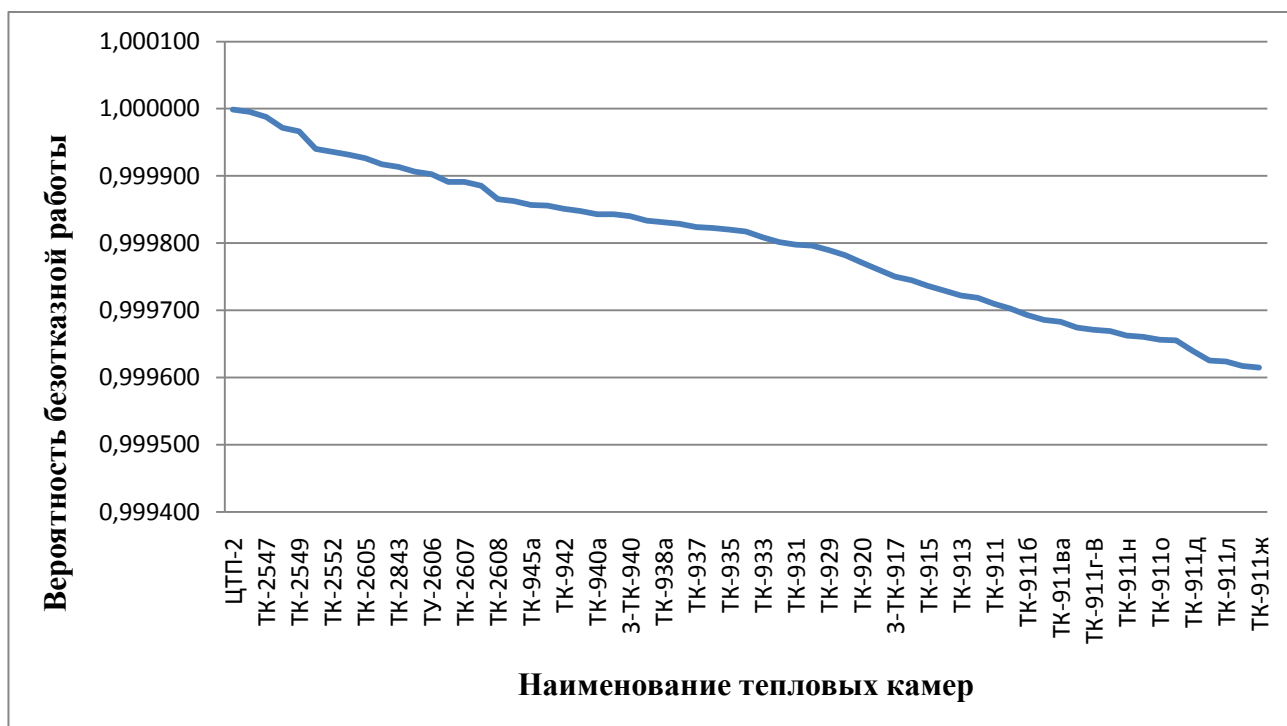


Рисунок 3.10.22 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 911м» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.12 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 2702»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 2702 (см. рис. 3.10.23).



**Рисунок 3.10.23 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»**

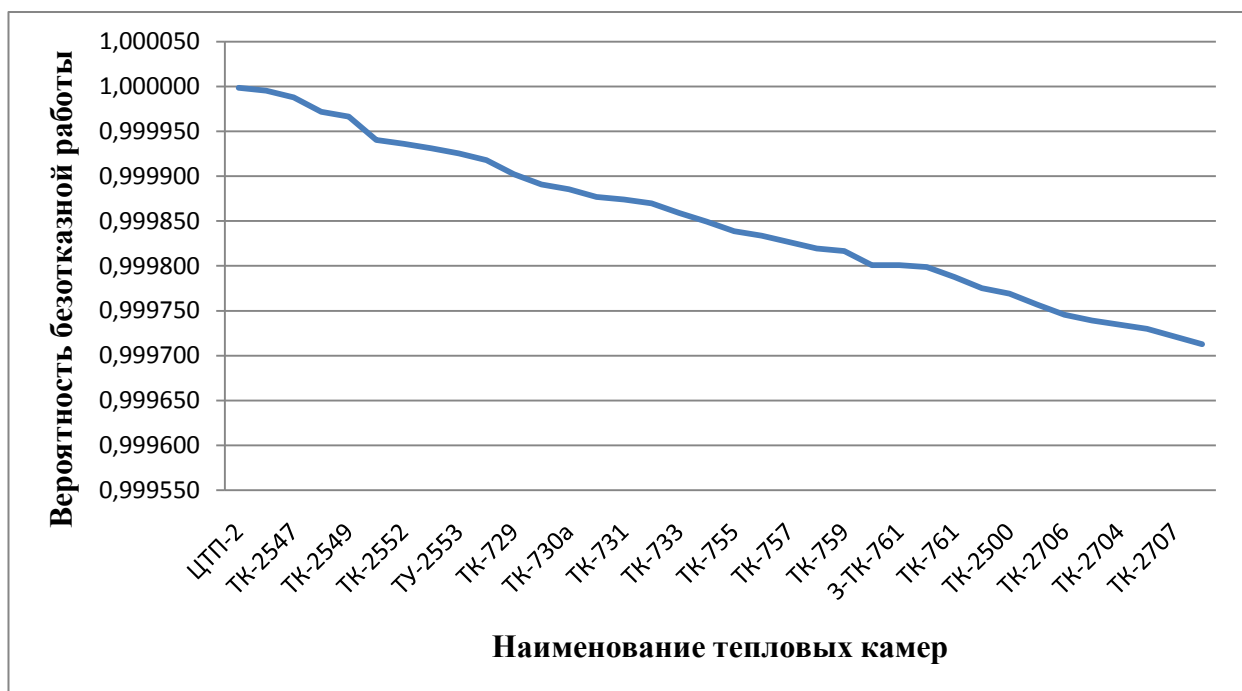
В табл. 3.10.12 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.24 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.12 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-2548	42,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000074	0,0000122	0,999988
4	ТК-2548	ТК-2549	92,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000161	0,0000283	0,999972
5	ТК-2549	ТК-2550	30	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000052	0,0000335	0,999967
6	ТК-2550	ТК-2552	150	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000261	0,0000596	0,999940
7	ТК-2552	ТК-2553	25	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000044	0,0000640	0,999936
8	ТК-2553	ТУ-2553	27,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000048	0,0000688	0,999931
9	ТУ-2553	ТУ-729	33,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000058	0,0000746	0,999925
10	ТУ-729	ТК-729	44	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000077	0,0000823	0,999918
11	ТК-729	ТК-730	90	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000157	0,0000980	0,999902
12	ТК-730	ТК-730а	65	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000113	0,0001093	0,999891
13	ТК-730а	ТК-730в	31	400	400	35	23,0	0,0001742	0,0000054	0,0001147	0,999885
14	ТК-730в	ТК-731	47,5	400	400	35	23,0	0,0001742	0,0000083	0,0001230	0,999877
15	ТК-731	ТК-732	17,5	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000030	0,0001260	0,999874
16	ТК-732	ТК-733	25	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000044	0,0001304	0,999870
17	ТК-733	ТК-753	60,5	400	400	45	23,0	0,0001742	0,0000105	0,0001409	0,999859
18	ТК-753	ТК-755	56	400	400	45	23,0	0,0001742	0,0000098	0,0001507	0,999849

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
19	ТК-755	ТК-756	60	400	400	45	23,0	0,0001742	0,0000105	0,0001612	0,999839
20	ТК-756	ТК-757	29	350	350	45	20,5	0,0001742	0,0000051	0,0001663	0,999834
21	ТК-757	ТК-758	40,5	350	350	45	20,5	0,0001742	0,0000071	0,0001734	0,999827
22	ТК-758	ТК-759	41	350	350	42	20,5	0,0001742	0,0000071	0,0001805	0,999820
23	ТК-759	ТК-760	16	300	300	43	17,6	0,0001742	0,0000028	0,0001833	0,999817
24	ТК-760	ТК-761a	90	300	300	43	17,6	0,0001742	0,0000157	0,0001990	0,999801
25	3-ТК-761	ТК-761	1	300	300	43	17,6	0,0001742	0,0000002	0,0001992	0,999801
26	ТК-761a	3-ТК-761	12	300	300	43	17,4	0,0001742	0,0000021	0,0002013	0,999799
27	ТК-761	ТК-761д	62,5	300	300	43	17,6	0,0001742	0,0000109	0,0002122	0,999788
28	ТК-761д	ТК-2500	72,5	300	300	43	17,6	0,0001742	0,0000126	0,0002248	0,999775
29	ТК-2500	ТК-2501	35	200	200	42	11,6	0,0001742	0,0000061	0,0002309	0,999769
30	ТК-2501	ТК-2706	69	200	200	38	11,6	0,0001742	0,0000120	0,0002429	0,999757
31	ТК-2706	ТК-2705	65,8	200	200	38	11,6	0,0001742	0,0000115	0,0002544	0,999746
32	ТК-2705	ТК-2704	40	250	250	24	14,7	0,0001568	0,0000063	0,0002607	0,999739
33	ТК-2704	ТК-2703	30	250	250	24	14,7	0,0001568	0,0000047	0,0002654	0,999735
34	ТК-2703	ТК-2707	30	250	250	24	14,7	0,0001568	0,0000047	0,0002701	0,999730
35	ТК-2707	ТК-2709	50	200	200	34	11,9	0,0001742	0,0000087	0,0002788	0,999721
36	ТК-2709	ТК-2702	49,5	200	200	34	11,9	0,0001742	0,0000086	0,0002874	0,999713



**Рисунок 3.10.24 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 2702» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.13 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 31б»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 31б (см. рис. 3.10.25).



Рисунок 3.10.25 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 31б»

В табл. 3.10.13 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. 3.10.26 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.13 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 316»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	41	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-685	27,5	500	500	26	30,2	0,0001742	0,0000048	0,0000096	0,999990
4	ТК-685	3-ТК-685	1	400	400	51	23,0	0,0001742	0,0000002	0,0000098	0,999990
5	3-ТК-685	ТК-655	14	400	400	51	23,0	0,0001742	0,0000024	0,0000122	0,999988
6	ТК-655	ТК-689	102	400	400	45	23,0	0,0001742	0,0000178	0,0000300	0,999970
7	ТК-689	ТК-700	44	400	400	26	23,0	0,0001742	0,0000077	0,0000377	0,999962
8	ТК-700	ТК-701	83	400	400	26	23,0	0,0001742	0,0000145	0,0000522	0,999948
9	ТК-701	ТК-702	84	400	400	26	23,0	0,0001742	0,0000146	0,0000668	0,999933
10	ТК-702	3-ТК-704	29	400	400	26	23,0	0,0001742	0,0000051	0,0000719	0,999928
11	3-ТК-704	ТК-704	1	400	400	26	23,7	0,0001742	0,0000002	0,0000721	0,999928
12	ТК-704	3-ТК-704-2	1	400	400	26	23,3	0,0001742	0,0000002	0,0000723	0,999928
13	3-ТК-704-2	ТК-704б	49	400	400	26	23,3	0,0001742	0,0000085	0,0000808	0,999919

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-7046	ТК-98а	28	400	400	48	23,3	0,0001742	0,0000049	0,0000857	0,999914
15	ТК-98а	ТК-98	28,5	400	400	23	23,3	0,0001425	0,0000041	0,0000898	0,999910
16	ТК-98	ТК-97	45	400	400	23	23,3	0,0001425	0,0000064	0,0000962	0,999904
17	ТК-97	ТК-97а	27,5	400	400	23	23,3	0,0001425	0,0000039	0,0001001	0,999900
18	ТК-97а	ТК-95	57,5	300	300	52	17,6	0,0001742	0,0000100	0,0001101	0,999890
19	ТК-95	ТК-94	29,5	300	300	52	17,6	0,0001742	0,0000051	0,0001152	0,999885
20	ТК-94	ТК-32	45	300	300	52	17,6	0,0001742	0,0000078	0,0001230	0,999877
21	ТК-32	ТК-31	35	300	300	51	17,6	0,0001742	0,0000061	0,0001291	0,999871
22	ТК-31	ТУ-31	8	100	100	50	6,7	0,0001742	0,0000014	0,0001305	0,999870
23	ТУ-31	ТУ-31а	13	100	100	50	6,7	0,0001742	0,0000023	0,0001328	0,999867
24	ТУ-31а	ТК-31а	94	100	100	50	6,7	0,0001742	0,0000164	0,0001492	0,999851
25	ТК-31а	ТК-31б	37,5	70	70	50	5,4	0,0001742	0,0000065	0,0001557	0,999844



**Рисунок 3.10.26 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 31б»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 31б» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

#### **3.10.14 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

Данный участок начинается от ЦТП – 4 и заканчивается камерой ТК – 3080 (см. рис. 3.10.27).



**Рисунок 3.10.27 Трассировка участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

В табл. 3.10.14 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.

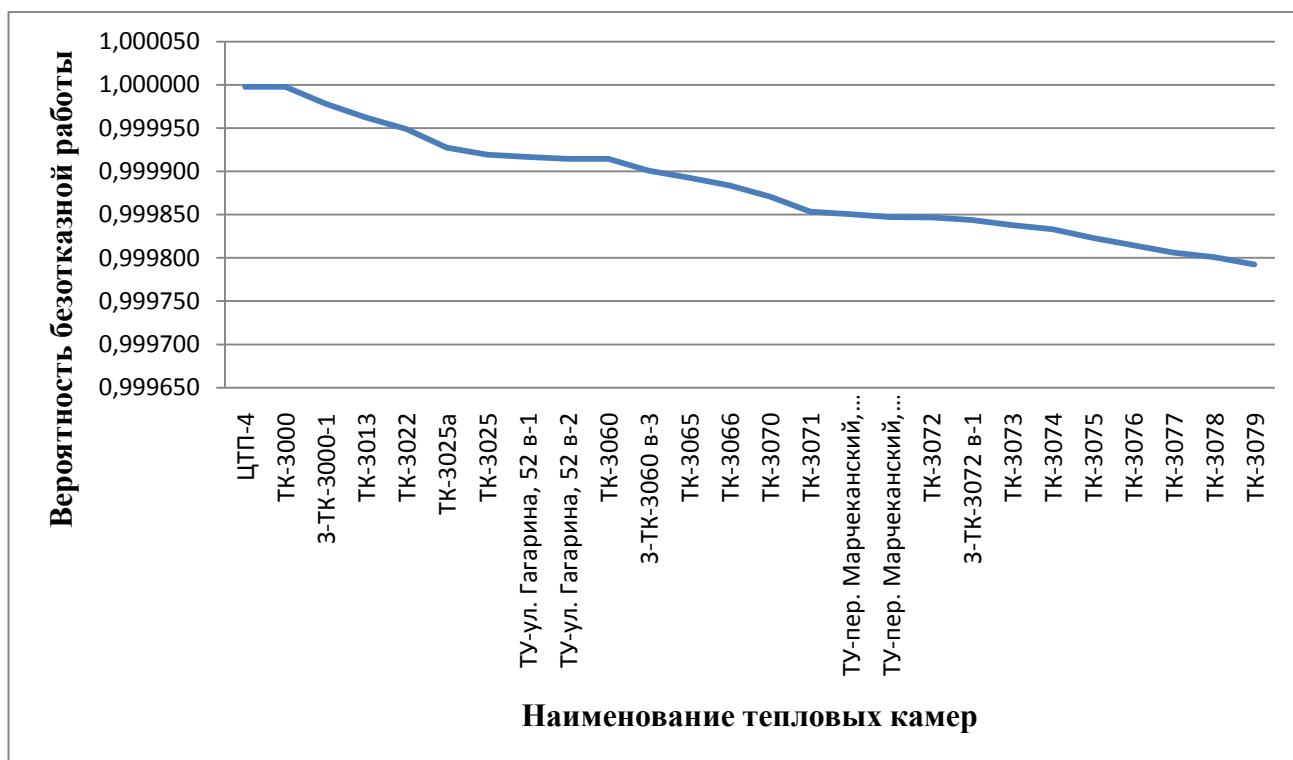
На рис. 3.10.28 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.14 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-4	ТК-3000	10	600	600	27	36,5	0,0002177	0,0000022	0,0000022	0,999998
2	ТК-3000	3-ТК-3000-1	1	500	500	37	30,1	0,0002177	0,0000002	0,0000024	0,999998
3	3-ТК-3000-1	ТК-3013	89	500	500	37	30,1	0,0002177	0,0000194	0,0000218	0,999978
4	ТК-3013	ТК-3022	74	400	400	37	23,2	0,0002177	0,0000161	0,0000379	0,999962
5	ТК-3022	ТК-3025а	60	400	400	37	23,2	0,0002177	0,0000131	0,0000510	0,999949
6	ТК-3025а	ТК-3025	100	400	400	37	23,2	0,0002177	0,0000218	0,0000728	0,999927
7	ТК-3025	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-1	37	300	300	37	17,7	0,0002177	0,0000081	0,0000809	0,999919
8	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-1	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-2	12	300	300	37	17,7	0,0002177	0,0000026	0,0000835	0,999917
9	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-2	ТК-3060	8,5	300	300	37	17,7	0,0002177	0,0000019	0,0000854	0,999915
10	ТК-3060	3-ТК-3060 в-3	1	300	300	37	17,6	0,0002177	0,0000002	0,0000856	0,999914

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
11	3-ТК-3060 в-3	ТК-3065	63,5	300	300	37	17,6	0,0002177	0,0000138	0,0000994	0,999901
12	ТК-3065	ТК-3066	37	300	300	37	17,6	0,0002177	0,0000081	0,0001075	0,999893
13	ТК-3066	ТК-3070	40,8	250	250	37	14,6	0,0002177	0,0000089	0,0001164	0,999884
14	ТК-3070	ТК-3071	58,2	250	250	37	14,6	0,0002177	0,0000127	0,0001291	0,999871
15	ТК-3071	ТУ-пер. Марчekanский, 17в в-1	80,2	250	250	37	14,6	0,0002177	0,0000175	0,0001466	0,999853
16	ТУ-пер. Марчekanский, 17в в-1	ТУ-пер. Марчekanский, 17в в-2	14,1	250	250	37	14,6	0,0002177	0,0000031	0,0001497	0,999850
17	ТУ-пер. Марчekanский, 17в в-2	ТК-3072	15,4	250	250	37	14,6	0,0002177	0,0000034	0,0001531	0,999847
18	ТК-3072	3-ТК-3072 в-1	1	200	200	37	11,9	0,0002177	0,0000002	0,0001533	0,999847
19	3-ТК-3072 в-1	ТК-3073	13,7	200	200	37	11,9	0,0002177	0,0000030	0,0001563	0,999844
20	ТК-3073	ТК-3074	27,5	200	200	35	11,9	0,0002177	0,0000060	0,0001623	0,999838

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
21	ТК-3074	ТК-3075	21,3	200	200	35	11,9	0,0002177	0,0000046	0,0001669	0,999833
22	ТК-3075	ТК-3076	46,3	150	150	35	9,1	0,0002177	0,0000101	0,0001770	0,999823
23	ТК-3076	ТК-3077	37,9	125	125	35	7,9	0,0002177	0,0000083	0,0001853	0,999815
24	ТК-3077	ТК-3078	39,8	100	100	35	6,7	0,0002177	0,0000087	0,0001940	0,999806
25	ТК-3078	ТК-3079	23,5	100	100	35	6,7	0,0002177	0,0000051	0,0001991	0,999801
26	ТК-3079	ТК-3080	39,3	80	80	35	5,9	0,0002177	0,0000086	0,0002077	0,999792



**Рисунок 3.10.28 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 4 – ТК – 3080» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.15 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 2573»

Данный участок начинается от ЦТП – 4 и заканчивается камерой ТК – 2573 (см. рис. 3.10.29).

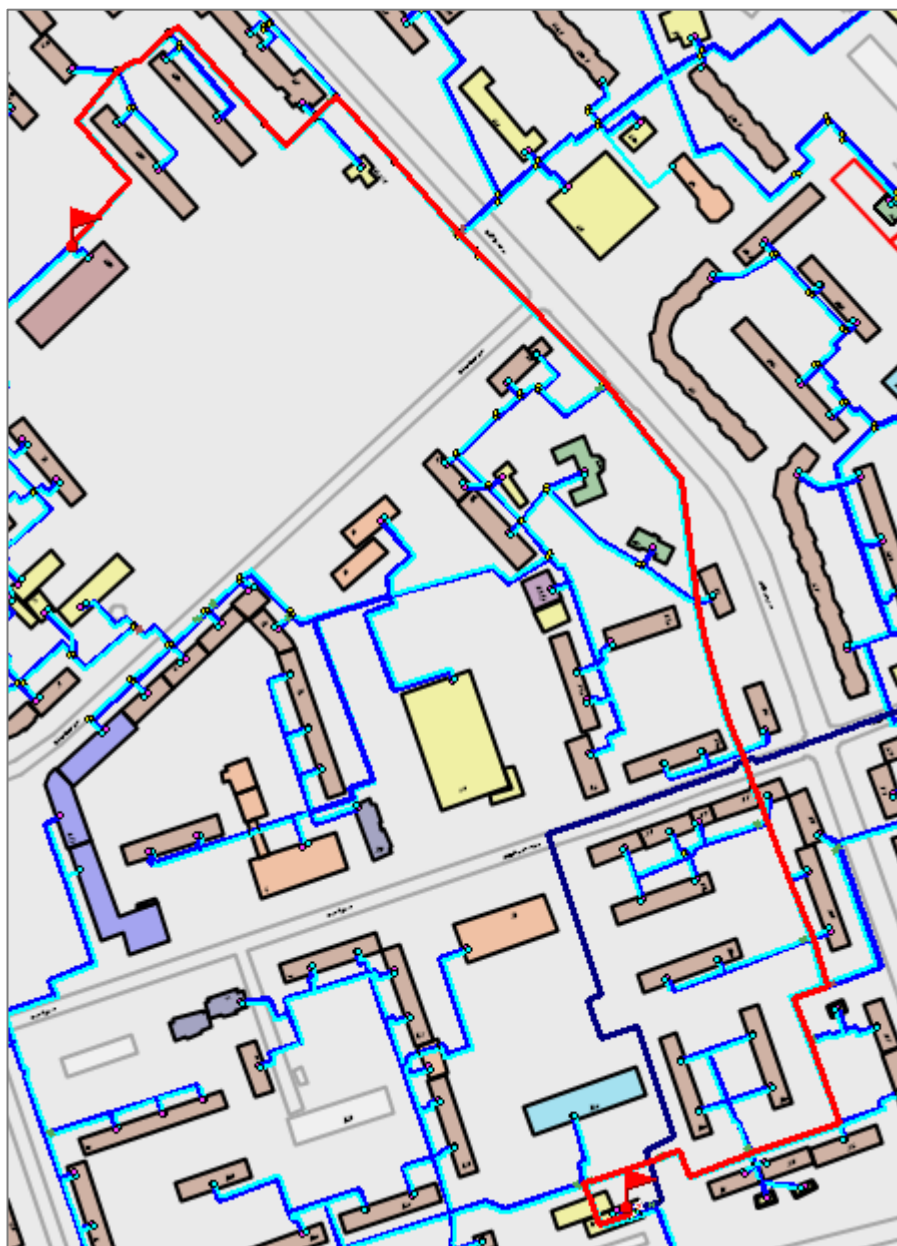


Рисунок 3.10.29 Трассировка участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»

В табл. 3.10.15 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.

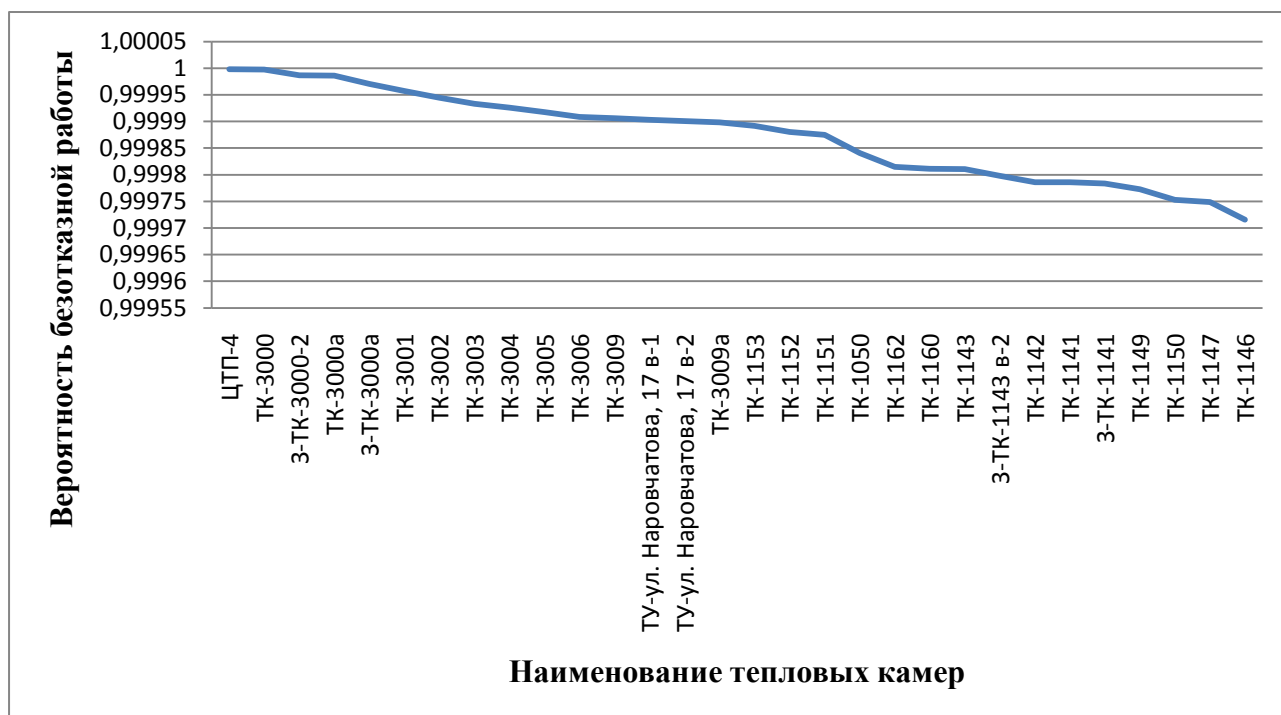
На рис. 3.10.30 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.15 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-4	ТК-3000	10	600	600	27	36,5	0,0002177	0,0000022	0,0000022	0,999998
2	ТК-3000	3-ТК-3000-2	1	400	400	38	23,560812	0,0002177	0,0000002	0,0000024	0,999998
3	3-ТК-3000-2	ТК-3000a	51	400	400	38	23,6	0,0002177	0,0000111	0,0000135	0,999987
4	ТК-3000a	3-ТК-3000a	1	400	400	38	23,0	0,0002177	0,0000002	0,0000137	0,999986
5	3-ТК-3000a	ТК-3001	74	400	400	38	23,0	0,0002177	0,0000161	0,0000298	0,99997
6	ТК-3001	ТК-3002	60	400	400	38	23,1	0,0002177	0,0000131	0,0000429	0,999957
7	ТК-3002	ТК-3003	57,5	400	400	38	23,1	0,0002177	0,0000125	0,0000554	0,999945
8	ТК-3003	ТК-3004	52,5	400	400	38	23,1	0,0002177	0,0000114	0,0000668	0,999933
9	ТК-3004	ТК-3005	32,5	400	400	38	23,1	0,0002177	0,0000071	0,0000739	0,999926
10	ТК-3005	ТК-3006	41	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000089	0,0000828	0,999917
11	ТК-3006	ТК-3009	39,5	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000086	0,0000914	0,999909
12	ТК-3009	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-1	12,5	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000941	0,999906

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
13	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-1	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-2	12,5	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000968	0,999903
14	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-2	ТК-3009а	12,5	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000995	0,999901
15	ТК-3009а	ТК-1153	10	350	350	34	20,5	0,0002177	0,0000022	0,0001017	0,999898
16	ТК-1153	ТК-1152	30	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000065	0,0001082	0,999892
17	ТК-1152	ТК-1151	52	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000113	0,0001195	0,999881
18	ТК-1151	ТК-1050	25	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000054	0,0001249	0,999875
19	ТК-1050	ТК-1162	157,5	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000343	0,0001592	0,999841
20	ТК-1162	ТК-1160	120	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000261	0,0001853	0,999815
21	ТК-1160	ТК-1143	17,5	300	300	34	17,2	0,0002177	0,0000038	0,0001891	0,999811
22	ТК-1143	3-ТК-1143 в-2	1	300	300	33	16,9	0,0002177	0,0000002	0,0001893	0,999811
23	3-ТК-1143 в-2	ТК-1142	59	300	300	33	17,5	0,0002177	0,0000128	0,0002021	0,999798
24	ТК-1142	ТК-1141	56	300	300	33	17,5	0,0002177	0,0000122	0,0002143	0,999786
25	ТК-1141	3-ТК-1141	1	200	200	10	11,7	0,000110	0,0000001	0,0002144	0,999786

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
26	3-ТК-1141	ТК-1149	19	200	200	10	11,7	0,000110	0,0000021	0,0002165	0,999784
27	ТК-1149	ТК-1150	50	200	200	34	11,7	0,000218	0,0000109	0,0002274	0,999773
28	ТК-1150	ТК-1147	90	200	200	34	11,7	0,000218	0,0000196	0,0002470	0,999753
29	ТК-1147	ТК-1146	42	200	200	10	11,7	0,000110	0,0000046	0,0002516	0,999748
30	ТК-1146	ТК-2573	150	200	200	34	11,7	0,000218	0,0000327	0,0002843	0,999716



**Рисунок 3.10.30 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 4 – ТК – 2573» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,832$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.16 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1444»

Данный участок начинается от ЦТП – 5 и заканчивается камерой ТК – 1444 (см. рис. 3.10.31).



**Рисунок 3.10.31 Трассировка участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»**

В табл. 3.10.16 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. 3.10.32 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 3.10.16 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-5	ТК-1200	5	500	500	23	29,0	0,0000940	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТК-1200	3-ТК-1200	1	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000001	0,0000006	0,999999
3	3-ТК-1200	ТК-1201	59	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000061	0,0000067	0,999993
4	ТК-1201	ТК-1202	87	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000090	0,0000157	0,999984
5	ТК-1202	ТК-1202a	54,5	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000056	0,0000213	0,999979
6	ТК-1202a	ТК-1203	45	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000047	0,0000260	0,999974
7	ТК-1203	3-ТК-1203	1	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000001	0,0000261	0,999974
8	3-ТК-1203	ТК-1204	22	150	150	24	8,9	0,0001034	0,0000023	0,0000284	0,999972
9	ТК-1204	ТК-1206	65	300	300	26	17,3	0,0001148	0,0000075	0,0000359	0,999964
10	ТК-1206	ТК-1207	57	300	300	26	17,3	0,0001148	0,0000065	0,0000424	0,999958
11	ТК-1207	ТК-1211	147	300	300	26	17,3	0,0001148	0,0000169	0,0000593	0,999941
12	ТК-1211	ТК-1209	32,5	300	300	26	17,3	0,0001148	0,0000037	0,0000630	0,999937
13	ТК-1209	ТК-1210	40	300	300	26	17,3	0,0001148	0,0000046	0,0000676	0,999932

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-1210	ТК-1223	22	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000025	0,0000701	0,999930
15	ТК-1223	ТК-1224	41	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000047	0,0000748	0,999925
16	ТК-1224	ТК-т.1224	13,7	200	200	2	11,6	0,0000800	0,0000011	0,0000759	0,999924
17	ТК-т.1224	ТК-1225	51,3	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000059	0,0000818	0,999918
18	ТК-1225	ТК-1226	51	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000059	0,0000877	0,999912
19	ТК-1226	ТК-1226б	18	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000021	0,0000898	0,999910
20	ТК-1226б	ТК-1226а	40	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000046	0,0000944	0,999906
21	ТК-1226а	ТК-1227	38	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000044	0,0000988	0,999901
22	ТК-1227	ТК-1228	41	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000047	0,0001035	0,999897
23	ТК-1228	ТК-1229	40	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000046	0,0001081	0,999892
24	ТК-1229	ТК-1222	49	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000056	0,0001137	0,999886
25	ТК-1222	ТК-1369	71,5	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000082	0,0001219	0,999878
26	ТК-1369	ТК-1368	30	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000034	0,0001253	0,999875
27	ТК-1368	ТК-1367	31,5	200	200	28	11,6	0,0001148	0,0000036	0,0001289	0,999871
28	ТК-1367	ТК-1367а	71	250	250	28	14,6	0,0001148	0,0000082	0,0001371	0,999863

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
29	ТК-1367а	ТК-1440а	50	250	250	26	14,6	0,0001148	0,0000057	0,0001428	0,999857
30	ТК-1440а	3-ТК-1440	61	250	250	24	14,6	0,0001034	0,0000063	0,0001491	0,999851
31	3-ТК-1440	ТК-1440	1	250	250	24	14,6	0,0001034	0,0000001	0,0001492	0,999851
32	ТК-1440	ТК-1441	25	200	200	29	11,9	0,0001148	0,0000029	0,0001521	0,999848
33	ТК-1441	ТК-1442	34	200	200	29	11,9	0,0001148	0,0000039	0,0001560	0,999844
34	ТК-1442	ТК-1443	40	200	200	29	11,9	0,0001148	0,0000046	0,0001606	0,999839
35	ТК-1443	ТК-1444	34	200	200	29	11,9	0,0001148	0,0000039	0,0001645	0,999836



**Рисунок 3.10.32 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 5 – ТК – 1444» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.17 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1380»

Данный участок начинается от ЦТП – 5 и заканчивается камерой ТК – 1380 (см. рис. 3.10.33).



**Рисунок 3.10.33 Трассировка участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»**

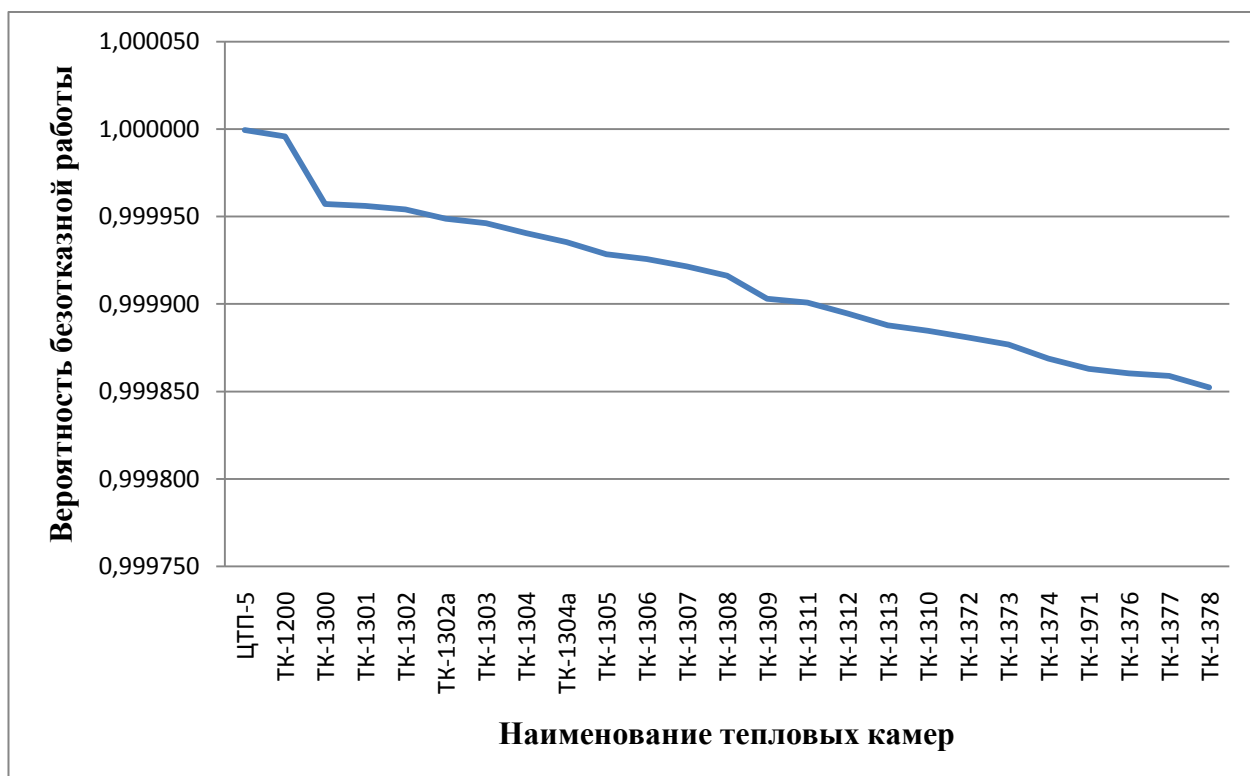
В табл. 3.10.17 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.34 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.17 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-5	ТК-1200	5	500	500	23	29,0	0,0000940	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТК-1200	ТК-1300	32	500	500	53	29,0	0,0001148	0,0000037	0,0000042	0,999996
3	ТК-1300	ТК-1301	336	500	500	53	29,0	0,0001148	0,0000386	0,0000428	0,999957
4	ТК-1301	ТК-1302	10	500	500	53	29,0	0,0001148	0,0000011	0,0000439	0,999956
5	ТК-1302	ТК-1302a	35	500	500	17	29,0	0,0000580	0,0000020	0,0000459	0,999954
6	ТК-1302a	ТК-1303	93	500	500	17	29,0	0,0000580	0,0000054	0,0000513	0,999949
7	ТК-1303	ТК-1304	36	400	400	19	23,3	0,0000700	0,0000025	0,0000538	0,999946
8	ТК-1304	ТК-1304a	50	400	400	53	23,3	0,0001148	0,0000057	0,0000595	0,999941
9	ТК-1304a	ТК-1305	45	400	400	53	23,3	0,0001148	0,0000052	0,0000647	0,999935
10	ТК-1305	ТК-1306	59	400	400	53	23,3	0,0001148	0,0000068	0,0000715	0,999929
11	ТК-1306	ТК-1307	25	350	350	49	20,5	0,0001148	0,0000029	0,0000744	0,999926
12	ТК-1307	ТК-1308	37	350	350	49	20,5	0,0001148	0,0000042	0,0000786	0,999921
13	ТК-1308	ТК-1309	45	350	350	49	20,5	0,0001148	0,0000052	0,0000838	0,999916
14	ТК-1309	ТК-1311	115	300	300	45	17,3	0,0001148	0,0000132	0,0000970	0,999903

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-1311	ТК-1312	20	250	250	45	14,7	0,0001148	0,0000023	0,0000993	0,999901
16	ТК-1312	ТК-1313	53,5	250	250	45	14,7	0,0001148	0,0000061	0,0001054	0,999895
17	ТК-1313	ТК-1310	59	200	200	45	11,9	0,0001148	0,0000068	0,0001122	0,999888
18	ТК-1310	ТК-1372	27,5	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000032	0,0001154	0,999885
19	ТК-1372	ТК-1373	32	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000037	0,0001191	0,999881
20	ТК-1373	ТК-1374	36	200	200	42	11,9	0,0001148	0,0000041	0,0001232	0,999877
21	ТК-1374	ТК-1971	70	150	150	42	9,0	0,0001148	0,0000080	0,0001312	0,999869
22	ТК-1971	ТК-1376	51,5	150	150	42	9,0	0,0001148	0,0000059	0,0001371	0,999863
23	ТК-1376	ТК-1377	22	150	150	42	9,0	0,0001148	0,0000025	0,0001396	0,999860
24	ТК-1377	ТК-1378	21	80	80	3	5,9	0,0000738	0,0000015	0,0001411	0,999859
25	ТК-1378	ТК-1380	57,5	150	150	42	9,1	0,0001148	0,0000066	0,0001477	0,999852

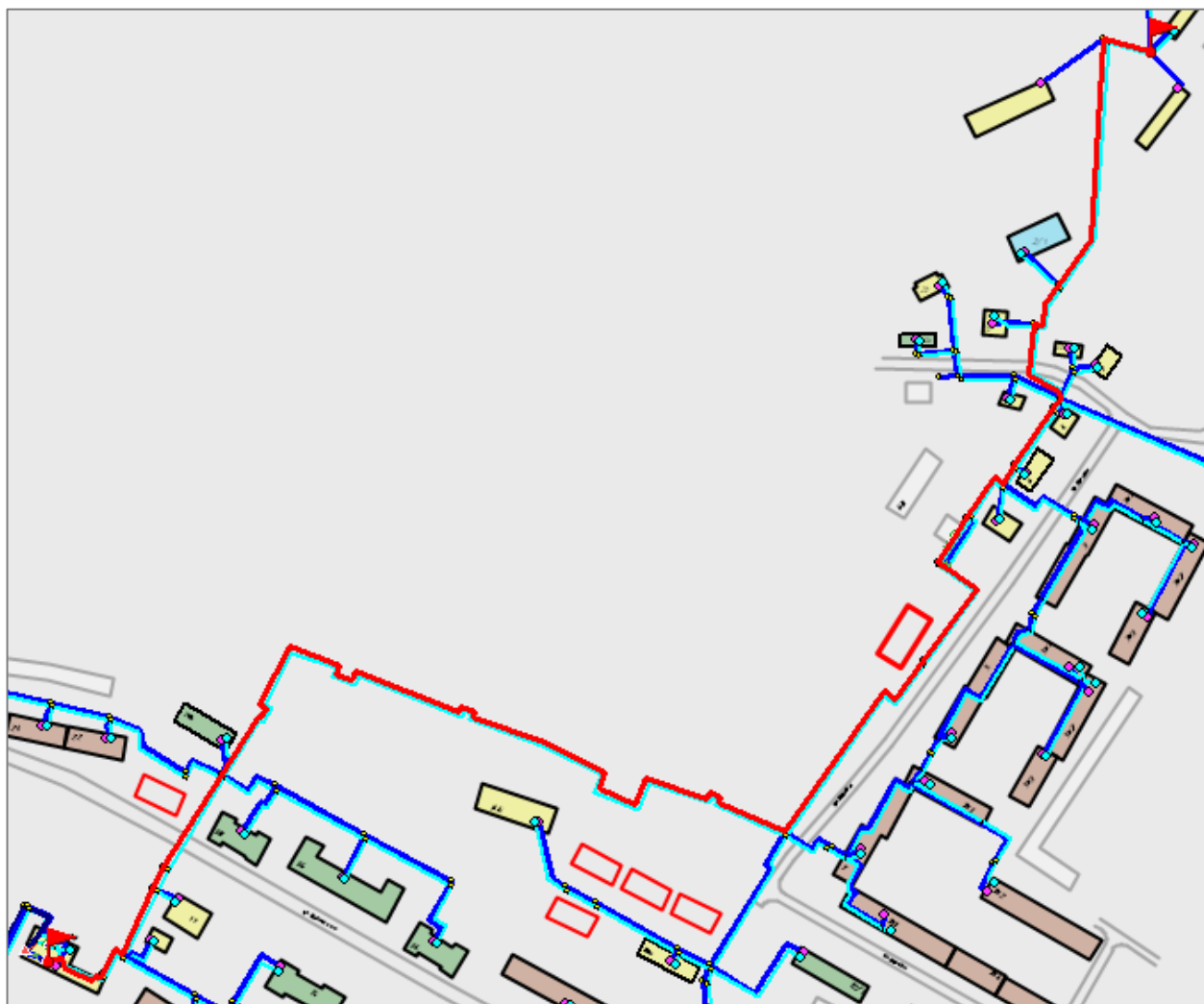


**Рисунок 3.10.34 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 5 – ТК – 1380» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.18 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»

Данный участок начинается от ЦТП – 6 и заканчивается камерой ТК – 1414а (см. рис. 3.10.35).



**Рисунок 3.10.35 Трассировка участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»**

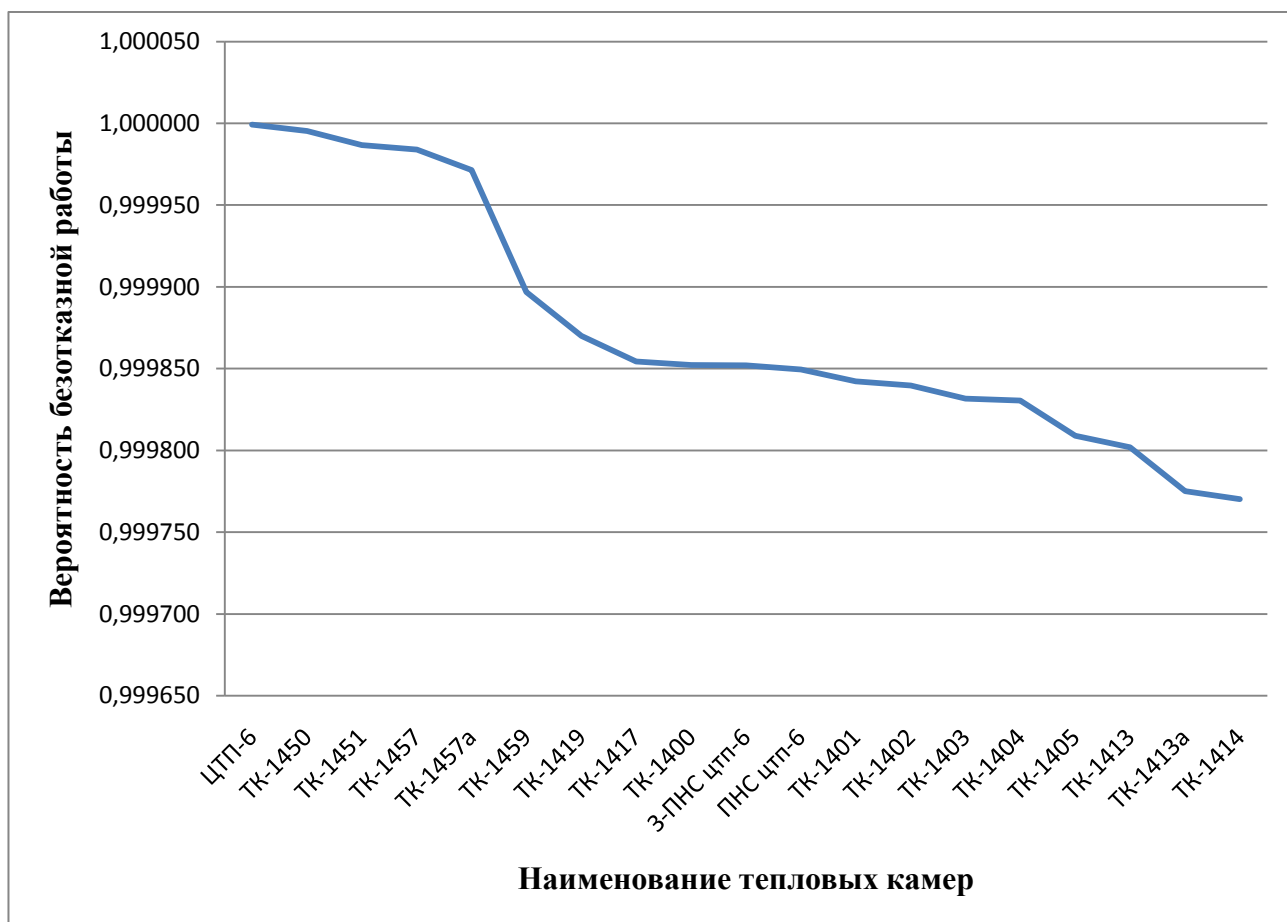
В табл. 3.10.18 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.36 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.18 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-6	ТК-1450	3,5	300	300	29	17,7	0,0002059	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-1450	ТК-1451	20	300	300	38	17,7	0,0002059	0,0000041	0,0000048	0,999995
3	ТК-1451	ТК-1457	42	300	300	30	17,7	0,0002059	0,0000086	0,0000134	0,999987
4	ТК-1457	ТК-1457а	13	500	500	38	29,1	0,0002059	0,0000027	0,0000161	0,999984
5	ТК-1457а	ТК-1459	60	500	500	38	29,1	0,0002059	0,0000124	0,0000285	0,999972
6	ТК-1459	ТК-1419	403	500	500	24	29,1	0,0001854	0,0000747	0,0001032	0,999897
7	ТК-1419	ТК-1417	130	150	150	38	9,0	0,0002059	0,0000268	0,0001300	0,999870
8	ТК-1417	ТК-1400	76	150	150	38	9,0	0,0002059	0,0000156	0,0001456	0,999854
9	ТК-1400	3-ПНС цтп-6	11	150	150	26	9,0	0,0002059	0,0000023	0,0001479	0,999852
10	3-ПНС цтп-6	ПНС цтп-6	1	150	150	26	9,0	0,0002059	0,0000002	0,0001481	0,999852
11	ПНС цтп-6	ТК-1401	12	300	300	26	17,3	0,0002059	0,0000025	0,0001506	0,999849
12	ТК-1401	ТК-1402	35	300	300	33	17,3	0,0002059	0,0000072	0,0001578	0,999842
13	ТК-1402	ТК-1403	12	300	300	33	17,3	0,0002059	0,0000025	0,0001603	0,999840

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-1403	ТК-1404	39	300	300	33	17,3	0,0002059	0,0000080	0,0001683	0,999832
15	ТК-1404	ТК-1405	6,5	300	300	33	17,3	0,0002059	0,0000013	0,0001696	0,999830
16	ТК-1405	ТК-1413	104	300	300	33	17,3	0,0002059	0,0000214	0,0001910	0,999809
17	ТК-1413	ТК-1413а	35	300	300	37	17,3	0,0002059	0,0000072	0,0001982	0,999802
18	ТК-1413а	ТК-1414	144	300	300	24	17,3	0,0001854	0,0000267	0,0002249	0,999775
19	ТК-1414	ТК-1414а	26,5	80	80	24	5,9	0,0001854	0,0000049	0,0002298	0,999770

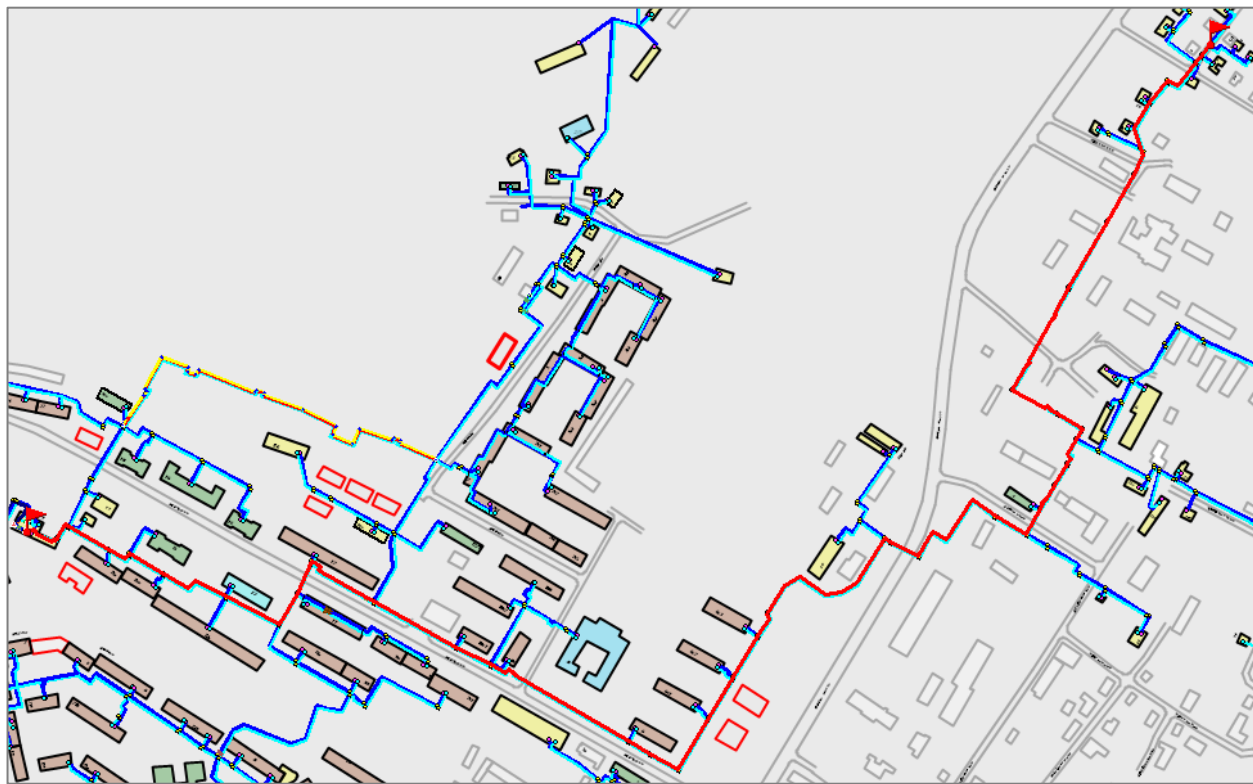


**Рисунок 3.10.36 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 6 – ТК – 1414а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.19 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1532»

Данный участок начинается от ЦТП – 6 и заканчивается камерой ТК – 1532 (см. рис. 3.10.37).



**Рисунок 3.10.37 Трассировка участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»**

В табл. 3.10.19 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.

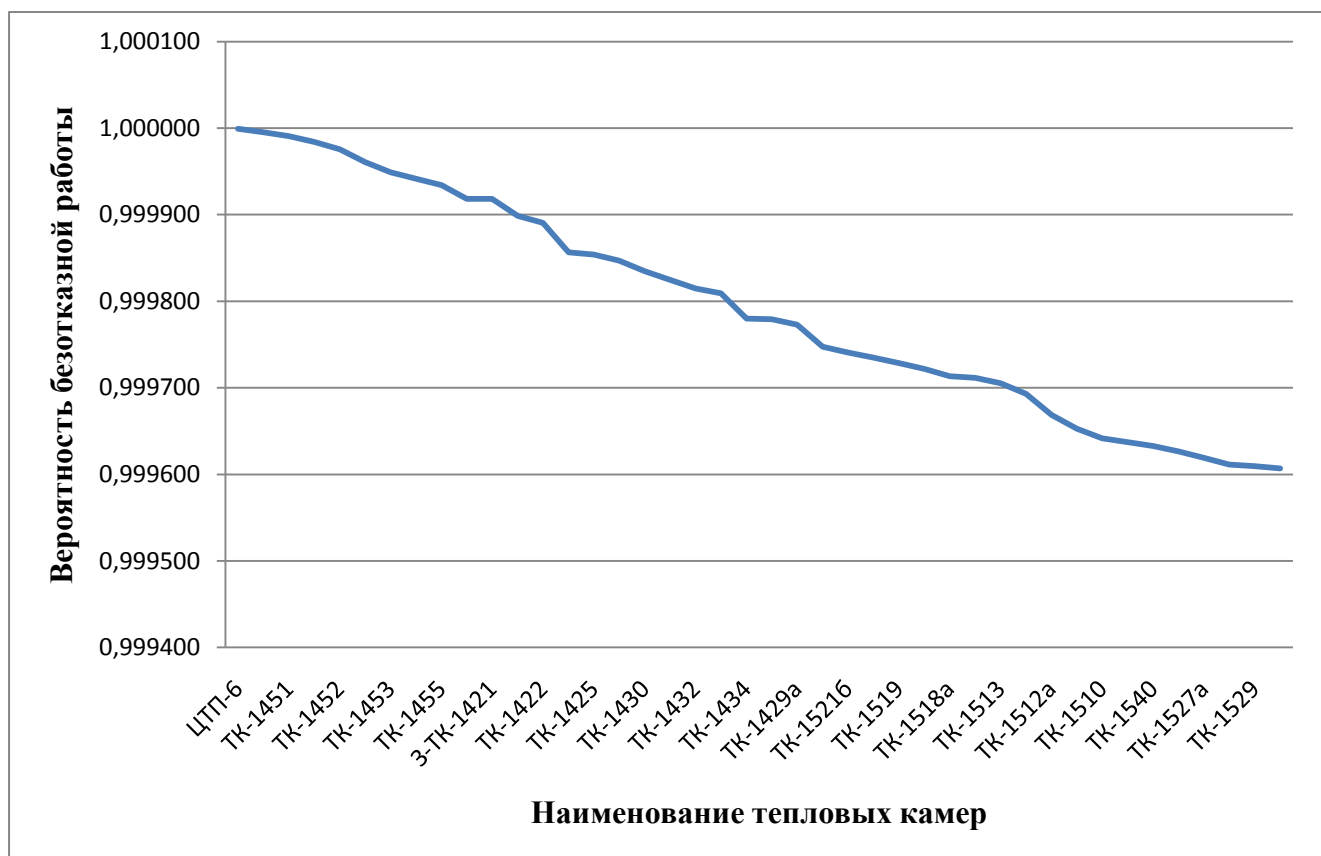
На рис. 3.10.38 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.19 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-6	ТК-1450	3,5	300	300	29	17,7	0,0002059	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-1450	ТК-1451	20	300	300	38	17,7	0,0002059	0,0000041	0,0000048	0,999995
3	ТК-1451	ТК-1451a	43	250	250	10	14,4	0,0001040	0,0000045	0,0000093	0,999991
4	ТК-1451a	ТК-1452	33	250	250	44	14,4	0,0002059	0,0000068	0,0000161	0,999984
5	ТК-1452	ТК-1452a	40	250	250	44	14,4	0,0002059	0,0000082	0,0000243	0,999976
6	ТК-1452a	ТК-1453	73	250	250	44	14,4	0,0002059	0,0000150	0,0000393	0,999961
7	ТК-1453	ТК-1454	57	250	250	44	14,4	0,0002059	0,0000117	0,0000510	0,999949
8	ТК-1454	ТК-1455	37	250	250	44	14,4	0,0002059	0,0000076	0,0000586	0,999941
9	ТК-1455	ТК-1456	35	200	200	44	11,9	0,0002059	0,0000072	0,0000658	0,999934
10	ТК-1456	3-ТК-1421	77	300	300	30	16,7	0,0002059	0,0000159	0,0000817	0,999918
11	3-ТК-1421	ТК-1421	1	300	300	30	16,7	0,0002059	0,0000002	0,0000819	0,999918
12	ТК-1421	ТК-1422	94,5	300	300	30	16,8	0,0002059	0,0000195	0,0001014	0,999899
13	ТК-1422	ТК-1423	40	300	300	30	16,8	0,0002059	0,0000082	0,0001096	0,999890
14	ТК-1423	ТК-1425	165	300	300	25	16,8	0,0002059	0,0000340	0,0001436	0,999856
15	ТК-1425	ТК-NK	25	300	300	9	16,8	0,0001040	0,0000026	0,0001462	0,999854
16	ТК-NK	ТК-1430	33	300	300	25	16,8	0,0002059	0,0000068	0,0001530	0,999847
17	ТК-1430	ТК-1431	60	300	300	25	16,8	0,0002059	0,0000124	0,0001654	0,999835

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	ТК-1431	ТК-1432	47,5	300	300	25	16,8	0,0002059	0,0000098	0,0001752	0,999825
19	ТК-1432	ТК-1433	49	300	300	25	16,8	0,0002059	0,0000101	0,0001853	0,999815
20	ТК-1433	ТК-1434	27,5	250	250	25	14,8	0,0002059	0,0000057	0,0001910	0,999809
21	ТК-1434	ТК-1428	280	200	200	15	11,7	0,0001040	0,0000291	0,0002201	0,999780
22	ТК-1428	ТК-1429a	7	300	300	10	17,8	0,0001040	0,0000007	0,0002208	0,999779
23	ТК-1429a	ТК-1429	31,5	200	200	34	11,6	0,0002059	0,0000065	0,0002273	0,999773
24	ТК-1429	ТК-15216	123	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000253	0,0002526	0,999747
25	ТК-15216	ТК-1521	33	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000068	0,0002594	0,999741
26	ТК-1521	ТК-1519	28	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000058	0,0002652	0,999735
27	ТК-1519	ТК-1518	31	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000064	0,0002716	0,999728
28	ТК-1518	ТК-1518a	31	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000064	0,0002780	0,999722
29	ТК-1518a	ТК-1532	42	200	200	39	11,6	0,0002059	0,0000086	0,0002866	0,999713
30	ТК-1532	ТК-1513	9	150	150	45	8,9	0,0002059	0,0000019	0,0002885	0,999712
31	ТК-1513	ТК-1512	30	150	150	45	8,9	0,0002059	0,0000062	0,0002947	0,999705
32	ТК-1512	ТК-1512a	60	150	150	45	8,9	0,0002059	0,0000124	0,0003071	0,999693
33	ТК-1512a	ТК-15126	117,5	150	150	45	8,9	0,0002059	0,0000242	0,0003313	0,999669
34	ТК-15126	ТК-1510	77,5	150	150	45	8,9	0,0002059	0,0000160	0,0003473	0,999653
35	ТК-1510	ТК-1526	55	100	100	41	6,7	0,0002059	0,0000113	0,0003586	0,999641
36	ТК-1526	ТК-1540	40	70	70	14	5,4	0,0001040	0,0000042	0,0003628	0,999637

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
37	ТК-1540	ТК-1527	22	70	70	45	5,4	0,0002059	0,0000045	0,0003673	0,999633
38	ТК-1527	ТК-1527а	31,5	70	70	45	5,4	0,0002059	0,0000065	0,0003738	0,999626
39	ТК-1527а	ТК-1528	35	70	70	45	5,4	0,0002059	0,0000072	0,0003810	0,999619
40	ТК-1528	ТК-1529	42	70	70	24	5,4	0,0001854	0,0000078	0,0003888	0,999611
41	ТК-1529	ТК-1530	9	50	50	24	4,6	0,0001854	0,0000017	0,0003905	0,999610
42	ТК-1530	ТК-1532	14	50	50	24	4,6	0,0001854	0,0000026	0,0003931	0,999607

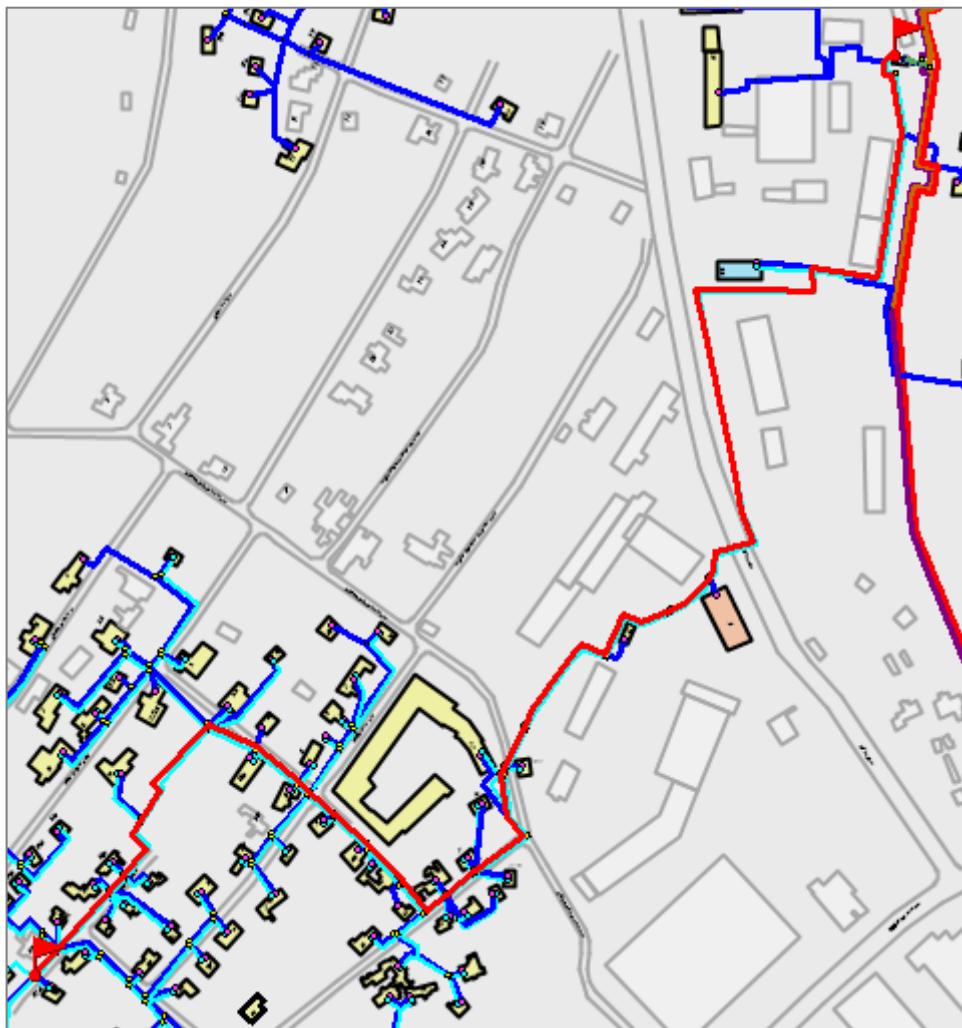


**Рисунок 3.10.38 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 6 – ТК – 1532» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.20 Участок «ЦТП – 8 – ТК – 175а»

Данный участок начинается от ЦТП – 8 и заканчивается камерой ТК – 175а (см. рис. 3.10.39).



**Рисунок 3.10.39 Трассировка участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»**

В табл. 3.10.20 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. 3.10.40 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.20 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-8	ТК-4500	5	300	300	31	17,0	0,0001069	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТК-4500	ТК-4501	15	300	300	31	17,0	0,0001069	0,0000016	0,0000021	0,999998
3	ТК-4501	ТК-4502	37	300	300	31	17,0	0,0001069	0,0000040	0,0000061	0,999994
4	ТК-4502	ТК-4505	114	300	300	31	17,0	0,0001069	0,0000122	0,0000183	0,999982
5	ТК-4505	ТК-4506	24	300	300	31	17,0	0,0001069	0,0000026	0,0000209	0,999979
6	ТК-4506	ТК-4507	48	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000051	0,0000260	0,999974
7	ТК-4507	ТК-4510	43	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000046	0,0000306	0,999969
8	ТК-4510	ТК-4511	29	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000031	0,0000337	0,999966
9	ТК-4511	ТК-4512	94	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000100	0,0000437	0,999956
10	ТК-4512	ТК-4513	44	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000047	0,0000484	0,999952
11	ТК-4513	ТК-4509	46	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000049	0,0000533	0,999947
12	ТК-4509	ТК-4514	33	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000035	0,0000568	0,999943
13	ТК-4514	ТК-4515	63	300	300	30	17,0	0,0001069	0,0000067	0,0000635	0,999937
14	ТК-4515	ТУ-4515-4515а	31	200	200	30	11,9	0,0001069	0,0000033	0,0000668	0,999933
15	ТУ-4515-4515а	ТК-4515а	50	200	200	30	11,9	0,0001069	0,0000053	0,0000721	0,999928
16	ТК-4515а	ТК-4516	28	150	150	29	9,1	0,0001069	0,0000030	0,0000751	0,999925

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК-4516	ТК-111	7	200	200	29	12,0	0,0001069	0,00000007	0,0000758	0,999924
18	ТК-111	ТК-112	27,5	150	150	29	9,1	0,0001069	0,00000029	0,0000787	0,999921
19	ТК-112	ТК-112a	20	200	200	3	11,9	0,0000687	0,00000014	0,0000801	0,999920
20	ТК-112a	ТК-113	38	200	200	24	11,9	0,0000962	0,00000037	0,0000838	0,999916
21	ТК-113	ТК-114	25	200	200	24	11,9	0,0000962	0,00000024	0,0000862	0,999914
22	ТК-114	ТК-119	20,5	150	150	1	8,8	0,0000856	0,00000018	0,0000880	0,999912
23	ТК-119	ТК-215a	25	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000020	0,0000900	0,999910
24	ТК-215a	ТК-215	31	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000025	0,0000925	0,999908
25	ТК-215	ТК-219	30	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000024	0,0000949	0,999905
26	ТК-219	ТК-218	22	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000018	0,0000967	0,999903
27	ТК-218	ТК-217	9	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000007	0,0000974	0,999903
28	ТК-217	ТК-216	36,5	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000029	0,0001003	0,999900
29	ТК-216	ТК-169	35	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000028	0,0001031	0,999897
30	ТК-169	ТК-168	80	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000064	0,0001095	0,999891
31	ТК-168	ТК-168a	47	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000038	0,0001133	0,999887
32	ТК-168a	ТК-157	20	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000016	0,0001149	0,999885
33	ТК-157	ТК-175	50	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000040	0,0001189	0,999881
34	ТК-175	ТК-175a	23,5	150	150	22	8,8	0,0000802	0,00000019	0,0001208	0,999879

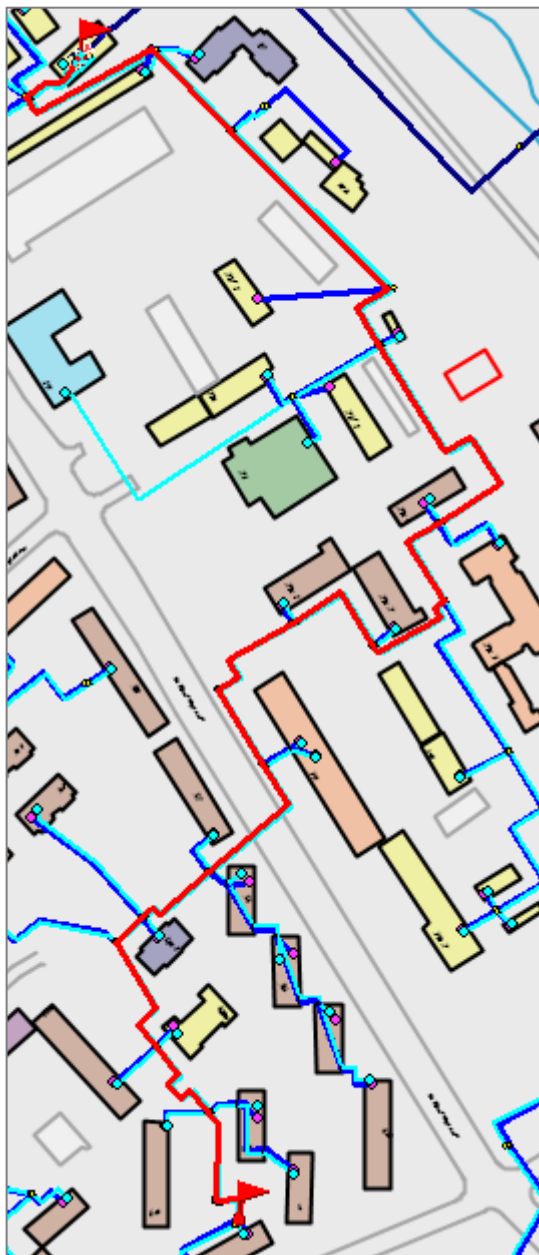


**Рисунок 3.10.40 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 8 – ТК – 175а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.21 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 320»

Данный участок начинается от ЦТП – 9 и заканчивается камерой ТК – 320 (см. рис. 3.10.41).



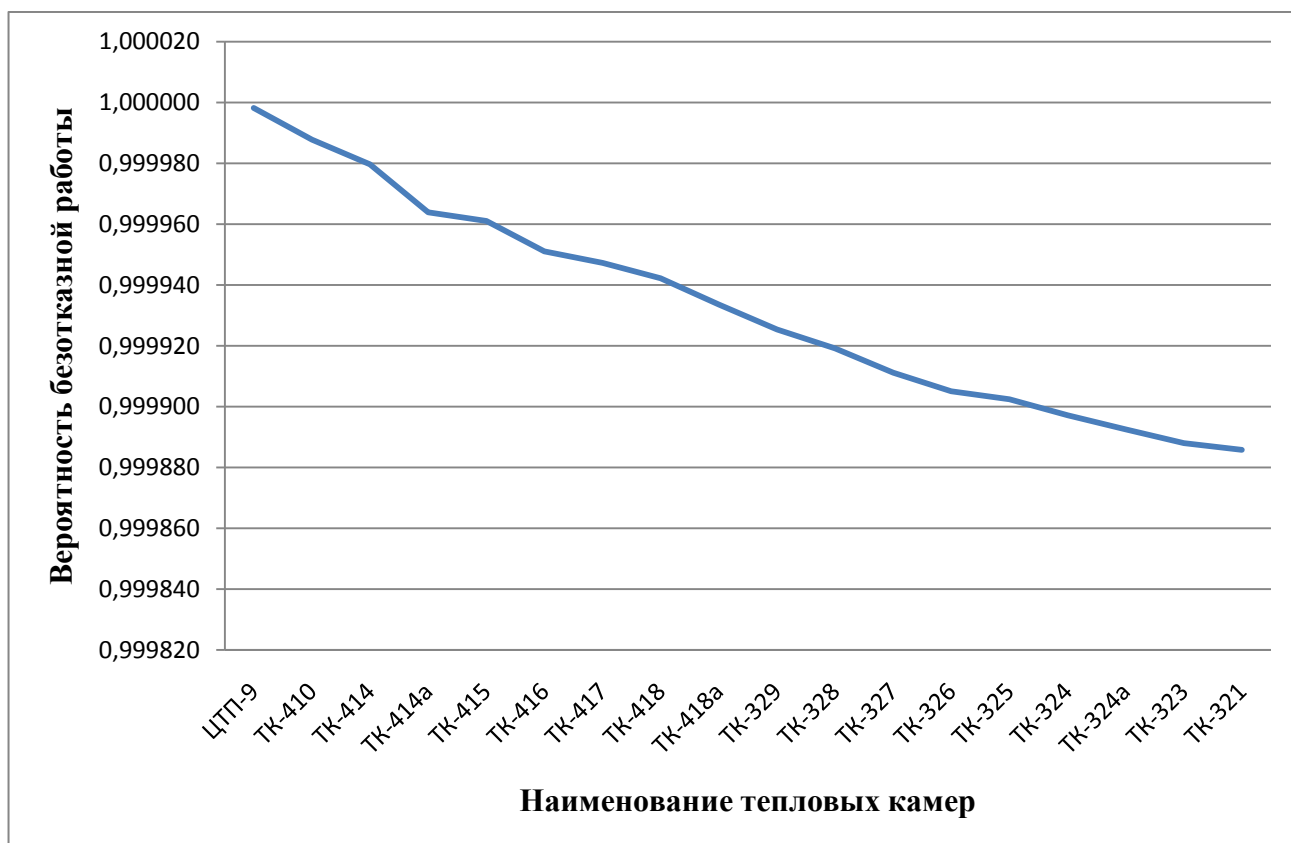
**Рисунок 3.10.41 Трассировка участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»**

В табл. 3.10.21 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. 3.10.42 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.21 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-9	ТК-410	12,3	400	400	34	22,8	0,0001425	0,0000018	0,0000018	0,999998
2	ТК-410	ТК-414	74	400	400	34	22,8	0,0001425	0,0000105	0,0000123	0,999988
3	ТК-414	ТК-414а	56	400	400	34	22,8	0,0001425	0,0000080	0,0000203	0,999980
4	ТК-414а	ТК-415	111	400	400	34	22,8	0,0001425	0,0000158	0,0000361	0,999964
5	ТК-415	ТК-416	40	400	400	9	22,8	0,0000720	0,0000029	0,0000390	0,999961
6	ТК-416	ТК-417	139	350	350	17	20,4	0,0000720	0,0000100	0,0000490	0,999951
7	ТК-417	ТК-418	53	350	350	17	20,4	0,0000720	0,0000038	0,0000528	0,999947
8	ТК-418	ТК-418а	35	250	250	33	14,6	0,0001425	0,0000050	0,0000578	0,999942
9	ТК-418а	ТК-329	60	250	250	33	14,6	0,0001425	0,0000086	0,0000664	0,999934
10	ТК-329	ТК-328	58	250	250	31	14,6	0,0001425	0,0000083	0,0000747	0,999925
11	ТК-328	ТК-327	43,5	250	250	31	14,6	0,0001425	0,0000062	0,0000809	0,999919
12	ТК-327	ТК-326	74,5	300	300	22	17,6	0,0001070	0,0000080	0,0000889	0,999911
13	ТК-326	ТК-325	43	300	300	26	17,6	0,0001425	0,0000061	0,0000950	0,999905
14	ТК-325	ТК-324	18	300	300	26	17,6	0,0001425	0,0000026	0,0000976	0,999902
15	ТК-324	ТК-324а	64	200	200	18	11,9	0,0000824	0,0000053	0,0001029	0,999897
16	ТК-324а	ТК-323	56	150	150	18	9,1	0,0000824	0,0000046	0,0001075	0,999893
17	ТК-323	ТК-321	45,5	80	80	2	5,9	0,0000993	0,0000045	0,0001120	0,999888
18	ТК-321	ТК-320	22	80	80	2	5,9	0,0000993	0,0000022	0,0001142	0,999886

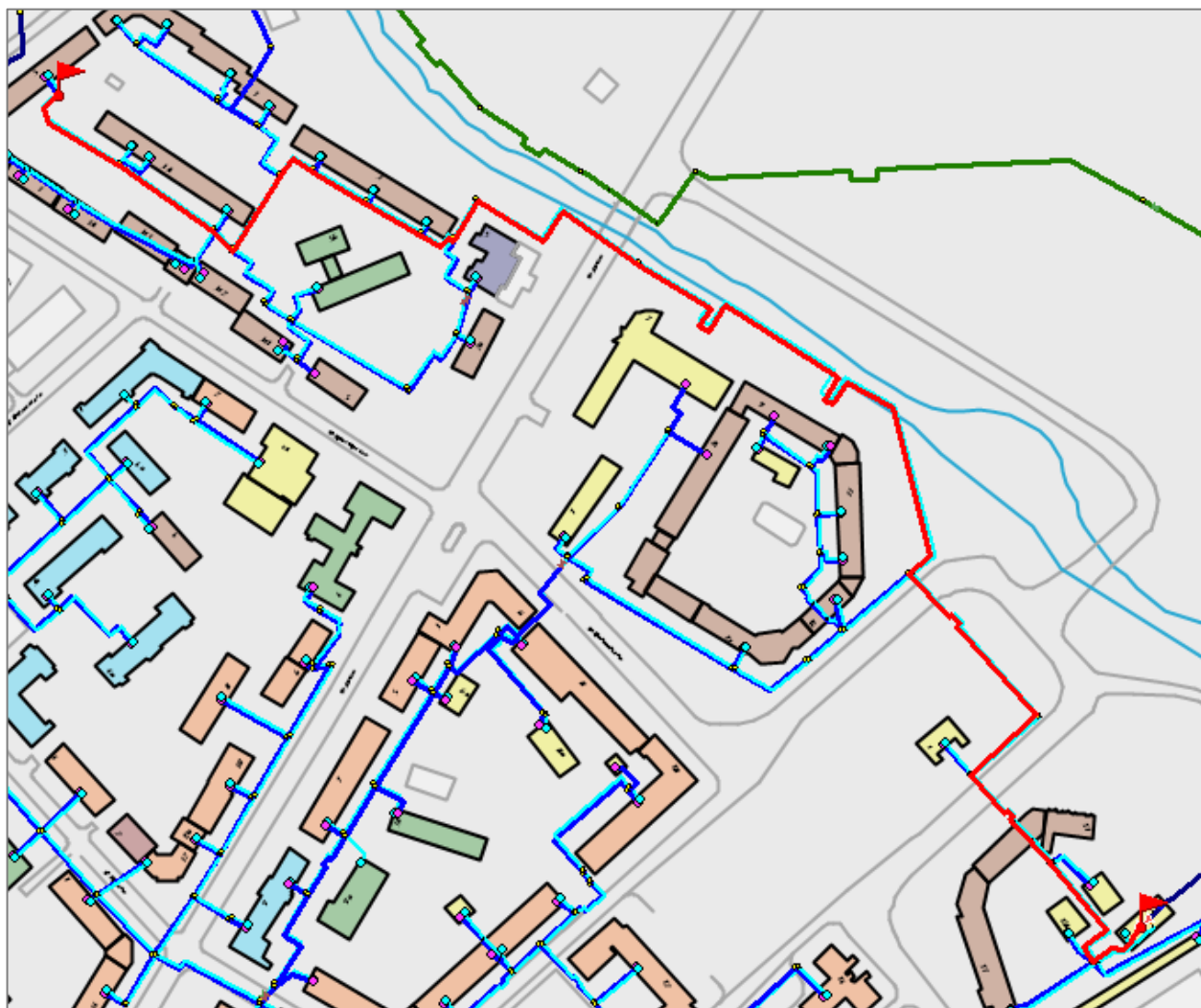


**Рисунок 3.10.42 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 9 – ТК – 320» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.22 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 501д»

Данный участок начинается от ЦТП – 9 и заканчивается камерой ТК – 501д (см. рис. 3.10.43).



**Рисунок 3.10.43 Трассировка участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»**

В табл. 3.10.22 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. 3.10.44 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.22 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-9	ТК-410	12,3	400	400	34	22,8	0,0001425	0,0000018	0,0000018	0,999998
2	ТК-410	ТК-408	75	400	400	35	22,8	0,0001425	0,0000107	0,0000125	0,999988
3	ТК-408	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-1	16	400	400	35	22,8	0,0001425	0,0000023	0,0000148	0,999985
4	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-1	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-2	14	400	400	35	22,8	0,0001425	0,0000020	0,0000168	0,999983
5	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-2	ТК-407	42	400	400	35	22,8	0,0001425	0,0000060	0,0000228	0,999977
6	ТК-407	ТК-406	50	300	300	32	16,9	0,0001425	0,0000071	0,0000299	0,999970
7	ТК-406	ТК-405	110	300	300	32	16,9	0,0001425	0,0000157	0,0000456	0,999954
8	ТК-405	ТК-458	321	300	300	33	16,9	0,0001425	0,0000457	0,0000913	0,999909
9	ТК-458	ТК-457	120	300	300	33	16,9	0,0001425	0,0000171	0,0001084	0,999892
10	ТК-457	ТК-455	26	250	250	33	14,3	0,0001425	0,0000037	0,0001121	0,999888

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
11	ТК-455	ТК-456	20,5	250	250	33	14,3	0,0001425	0,0000029	0,0001150	0,999885
12	ТК-456	ТК-504	35	250	250	33	14,3	0,0001425	0,0000050	0,0001200	0,999880
13	ТК-504	ТК-503	35	250	250	33	14,3	0,0001425	0,0000050	0,0001250	0,999875
14	ТК-503	ТК-502	26	250	250	10	14,3	0,0000720	0,0000019	0,0001269	0,999873
15	ТК-502	ТК-501	50	250	250	33	14,3	0,0001425	0,0000071	0,0001340	0,999866
16	ТК-501	ТК-501В	15	250	250	0	14,3	0,0001809	0,0000027	0,0001367	0,999863
17	ТК-501В	ТК-501Г	65	200	200	38	11,9	0,0001425	0,0000093	0,0001460	0,999854
18	ТК-501Г	ТК-501Д	67	150	150	38	9,1	0,0001425	0,0000095	0,0001555	0,999845

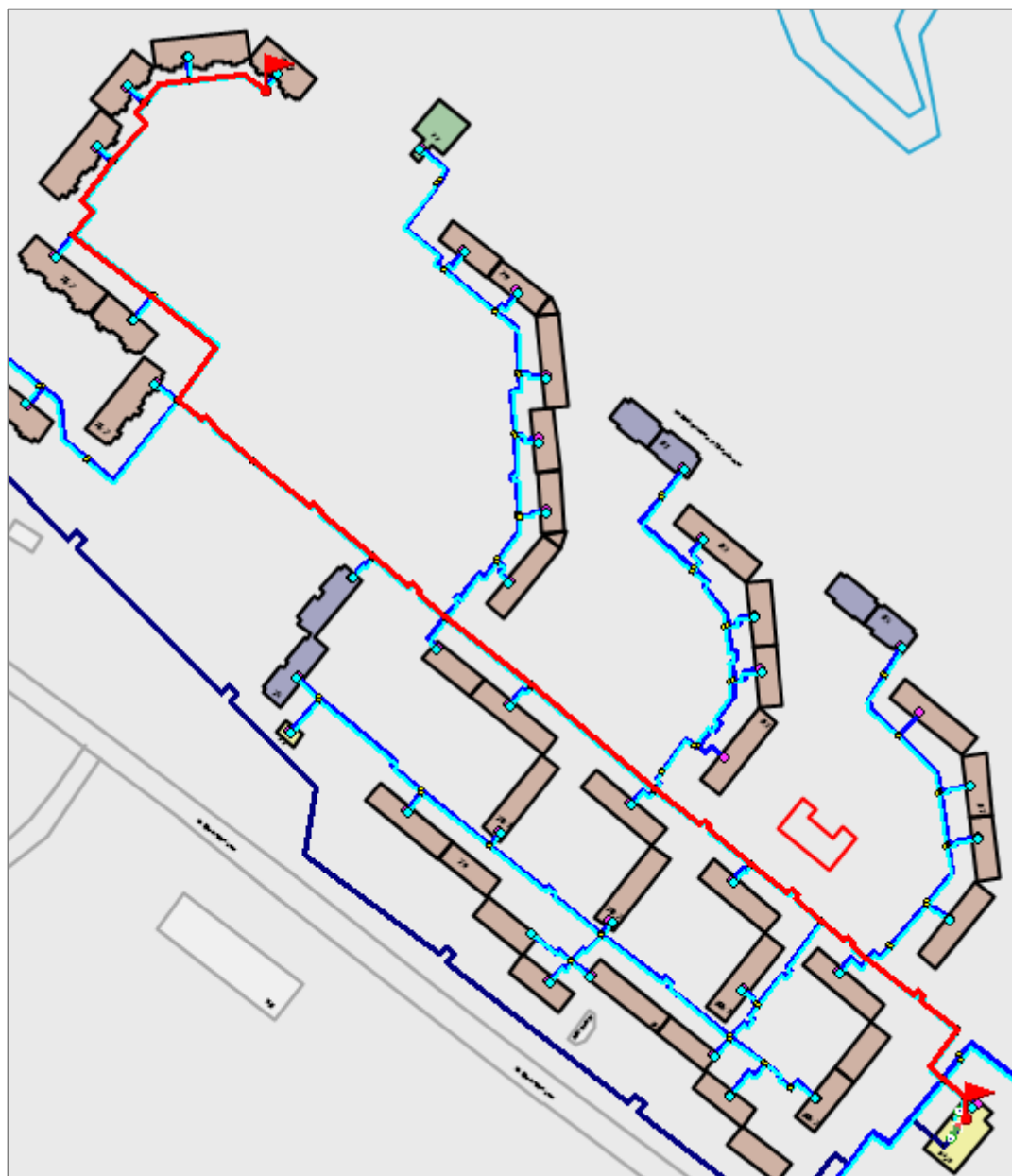


**Рисунок 3.10.44 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 9 – ТК – 501д» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.23 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1735»

Данный участок начинается от ЦТП – 11 и заканчивается камерой ТК – 1735 (см. рис. 3.10.45).



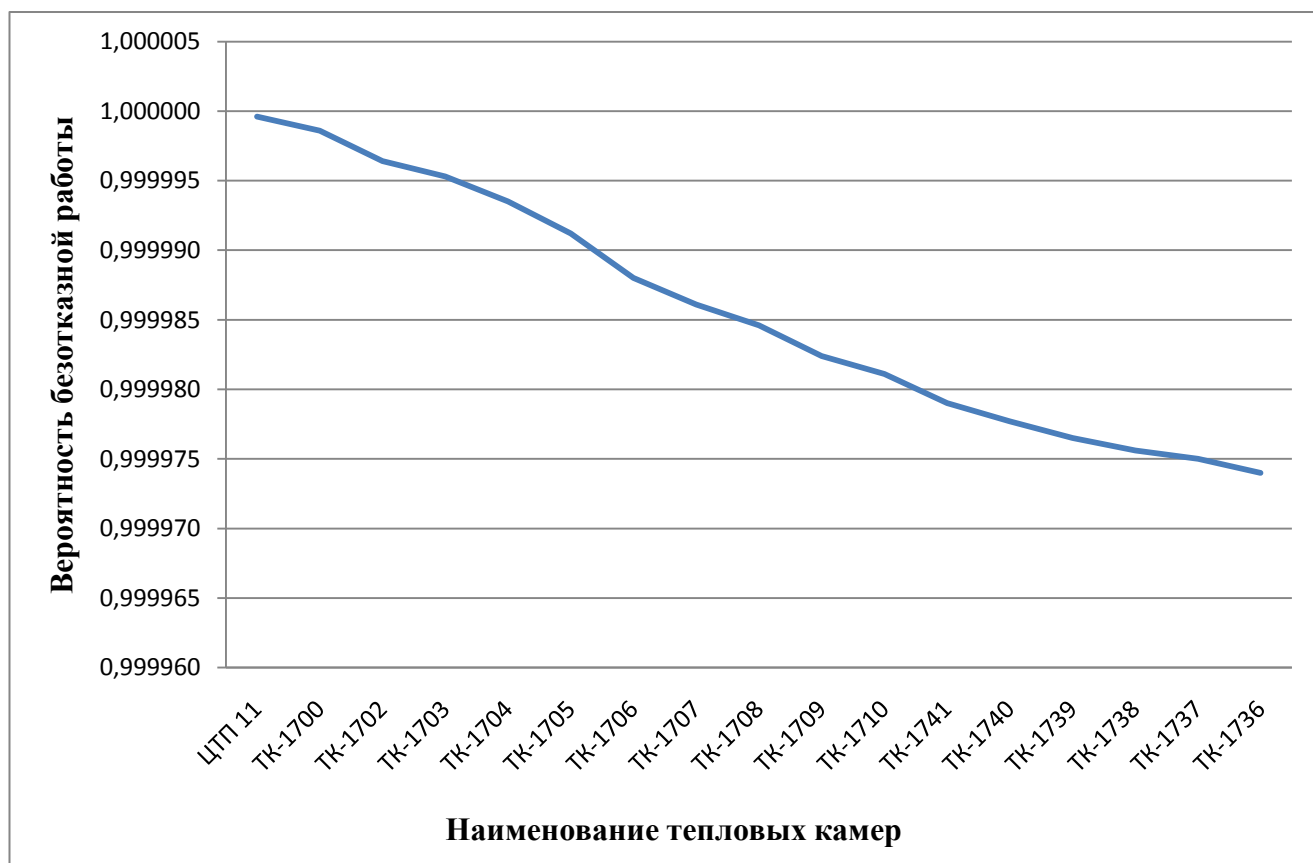
**Рисунок 3.10.45 Трассировка участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»**

В табл. 3.10.23 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. 3.10.46 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.23 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 11	ТК-1700	17,5	500	500	20	30,1	0,0000257	0,0000004	0,0000004	1,000000
2	ТК-1700	ТК-1702	37,5	500	500	20	30,1	0,0000257	0,0000010	0,0000014	0,999999
3	ТК-1702	ТК-1703	62,5	400	400	24	23,5	0,0000356	0,0000022	0,0000036	0,999996
4	ТК-1703	ТК-1704	30	350	350	24	20,2	0,0000356	0,0000011	0,0000047	0,999995
5	ТК-1704	ТК-1705	50	350	350	24	20,2	0,0000356	0,0000018	0,0000065	0,999994
6	ТК-1705	ТК-1706	65	350	350	24	20,2	0,0000356	0,0000023	0,0000088	0,999991
7	ТК-1706	ТК-1707	90	350	350	24	20,2	0,0000356	0,0000032	0,0000120	0,999988
8	ТК-1707	ТК-1708	52	350	350	24	20,2	0,0000356	0,0000019	0,0000139	0,999986
9	ТК-1708	ТК-1709	50	300	300	22	17,5	0,0000297	0,0000015	0,0000154	0,999985
10	ТК-1709	ТК-1710	81	300	300	21	17,5	0,0000275	0,0000022	0,0000176	0,999982
11	ТК-1710	ТК-1741	48,5	300	300	21	17,5	0,0000275	0,0000013	0,0000189	0,999981
12	ТК-1741	ТК-1740	81,8	250	250	20	14,7	0,0000257	0,0000021	0,0000210	0,999979
13	ТК-1740	ТК-1739	52,3	250	250	20	14,7	0,0000257	0,0000013	0,0000223	0,999978
14	ТК-1739	ТК-1738	47,6	125	125	20	7,9	0,0000257	0,0000012	0,0000235	0,999977
15	ТК-1738	ТК-1737	40,1	100	100	18	6,7	0,0000229	0,0000009	0,0000244	0,999976
16	ТК-1737	ТК-1736	26,5	100	100	18	6,7	0,0000229	0,0000006	0,0000250	0,999975
17	ТК-1736	ТК-1735	42,5	70	70	18	5,4	0,0000229	0,0000010	0,0000260	0,999974



**Рисунок 3.10.46 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 11 – ТК – 1735» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.24 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1767»

Данный участок начинается от ЦТП – 11 и заканчивается камерой ТК – 1767 (см. рис. 3.10.47).



**Рисунок 3.10.47 Трассировка участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»**

В табл. 3.10.24 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. 3.10.48 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.24 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 11	ТК-1700	17,5	500	500	20	30,1	0,0000257	0,0000004	0,0000004	1,000000
2	ТК-1700	ТК-1747	224	250	250	15	14,6	0,0000200	0,0000045	0,0000049	0,999995
3	ТК-1747	ТК-1750	130	300	300	16	17,6	0,0000200	0,0000026	0,0000075	0,999993
4	ТК-1750	ТК-1751	206	200	200	15	11,8	0,0000200	0,0000041	0,0000116	0,999988
5	ТК-1751	ТК-1753	56	400	400	30	23,6	0,0000396	0,0000022	0,0000138	0,999986
6	ТК-1753	ТК-1754	46,8	200	200	2	11,8	0,0000276	0,0000013	0,0000151	0,999985
7	ТК-1754	ТК-1761	9	200	200	4	11,8	0,0000200	0,0000002	0,0000153	0,999985
8	ТК-1761	ТК-1762	143	200	200	29	11,8	0,0000396	0,0000057	0,0000210	0,999979
9	ТК-1762	ТК-1763	18,5	200	200	4	11,8	0,0000200	0,0000004	0,0000214	0,999979
10	ТК-1763	ТК-1764	20	200	200	29	11,8	0,0000396	0,0000008	0,0000222	0,999978
11	ТК-1764	ТК-1765	25	200	200	29	11,8	0,0000396	0,0000010	0,0000232	0,999977
12	ТК-1765	ТК-1766	20	200	200	11	11,8	0,0000200	0,0000004	0,0000236	0,999976
13	ТК-1766	ТК-1767	52	125	125	1	7,9	0,0000317	0,0000016	0,0000252	0,999975

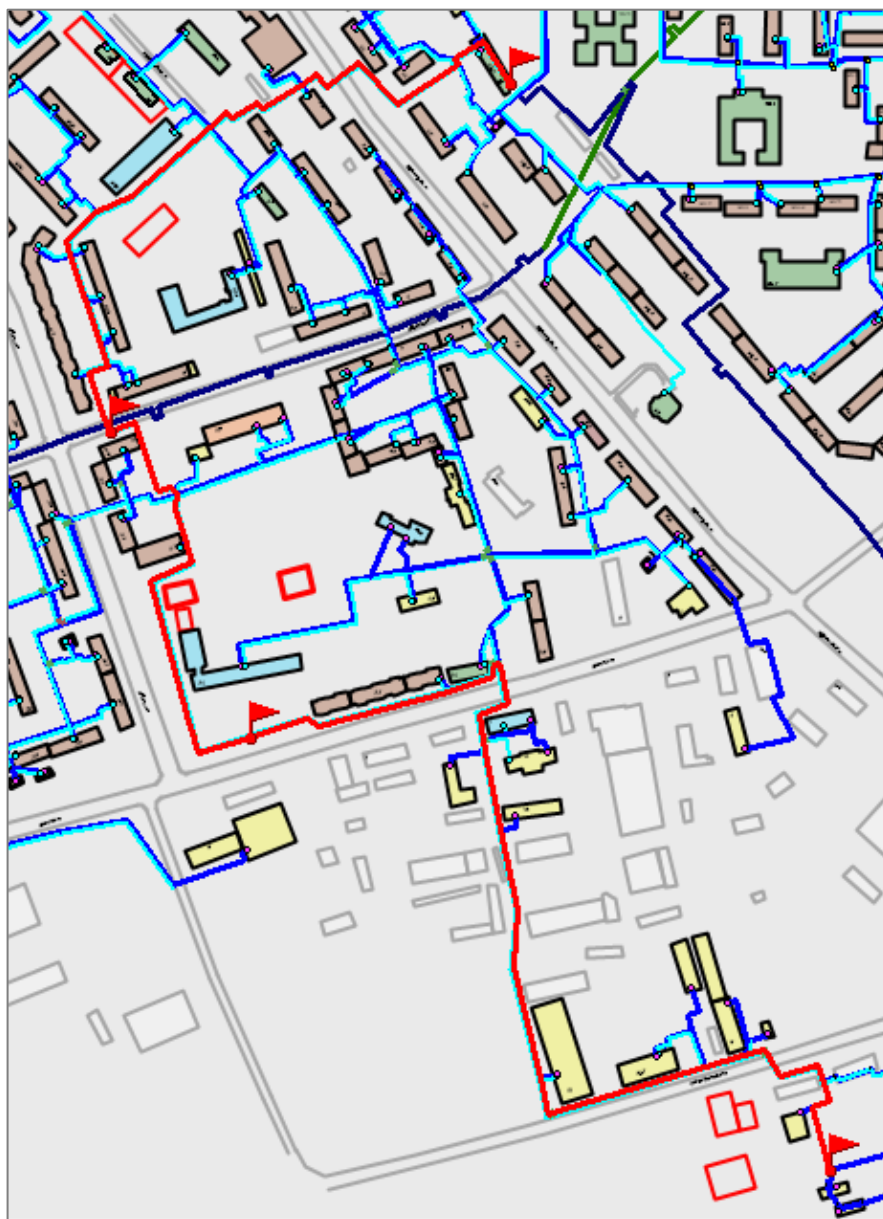


**Рисунок 3.10.48 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 11 – ТК – 1767» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.25 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»

Данный участок начинается от ЦТП – 12 и заканчивается камерой ТК – 1088а (см. рис. 3.10.49).



**Рисунок 3.10.49 Трассировка участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»**

В табл. 3.10.25 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.

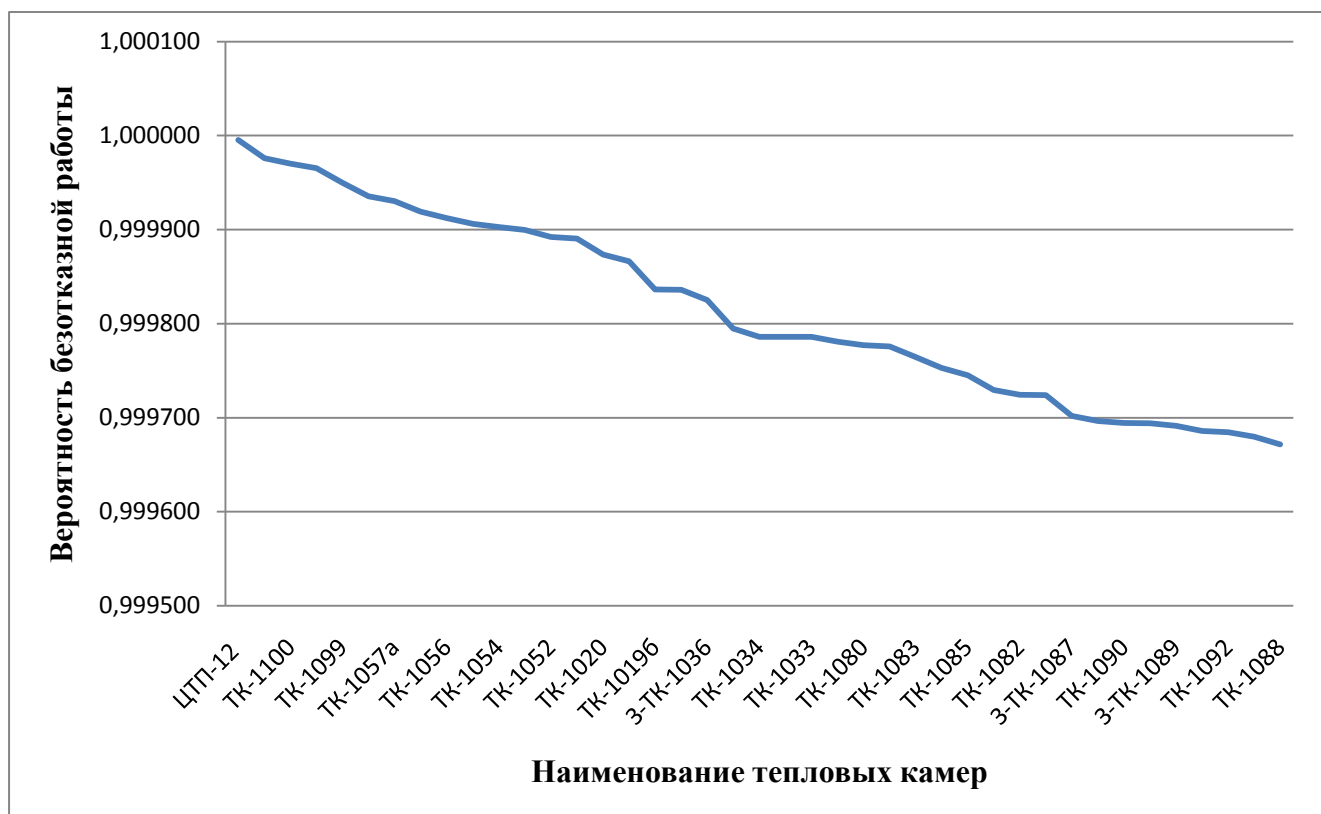
На рис. 3.10.50 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.25 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-12	ТК-2615	28,6	700	700	27	42,4	0,0001584	0,0000045	0,0000045	0,999996
2	ТК-2615	ТК-1100	124	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000196	0,0000241	0,999976
3	ТК-1100	ТК-1079	36	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000057	0,0000298	0,999970
4	ТК-1079	ТК-1099	30	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000048	0,0000346	0,999965
5	ТК-1099	ТК-1078	100	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000158	0,0000504	0,999950
6	ТК-1078	ТК-1057a	90	250	250	32	14,2	0,0001584	0,0000143	0,0000647	0,999935
7	ТК-1057a	ТК-1057	32	250	250	32	14,2	0,0001584	0,0000051	0,0000698	0,999930
8	ТК-1057	ТК-1056	70	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000111	0,0000809	0,999919
9	ТК-1056	ТК-1055	42	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000067	0,0000876	0,999912
10	ТК-1055	ТК-1054	40	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000063	0,0000939	0,999906
11	ТК-1054	ТК-1053	20	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000032	0,0000971	0,999903
12	ТК-1053	ТК-1052	20	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000032	0,0001003	0,999900
13	ТК-1052	ТК-1023	47	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000074	0,0001077	0,999892
14	ТК-1023	ТК-1020	12	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000019	0,0001096	0,999890
15	ТК-1020	ТК-1019	107,5	250	250	33	14,2	0,0001584	0,0000170	0,0001266	0,999873

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-1019	ТК-1019б	44	300	300	28	17,5	0,0001584	0,0000070	0,0001336	0,999866
17	ТК-1019б	ТК-1036	190	300	300	28	17,5	0,0001584	0,0000301	0,0001637	0,999836
18	ТК-1036	3-ТК-1036	1	300	300	28	17,0	0,0001584	0,0000002	0,0001639	0,999836
19	3-ТК-1036	ТК-1035	69	300	300	28	17,4	0,0001584	0,0000109	0,0001748	0,999825
20	ТК-1035	ТК-1034	192	300	300	28	17,4	0,0001584	0,0000304	0,0002052	0,999795
21	ТК-1034	3-ТК-1033 В-2	55	300	300	28	17,4	0,0001584	0,0000087	0,0002139	0,999786
22	3-ТК-1033 В-2	ТК-1033	1	300	300	28	17,4	0,0001584	0,0000002	0,0002141	0,999786
23	ТК-1033	3-ТК-1033 В-1	1	200	200	9	11,9	0,0000800	0,0000001	0,0002142	0,999786
24	3-ТК-1033 В-1	ТК-1080	63	200	200	9	11,9	0,0000800	0,0000050	0,0002192	0,999781
25	ТК-1080	ТК-1081	22,5	300	300	30	17,5	0,0001584	0,0000036	0,0002228	0,999777
26	ТК-1081	ТК-1083	10	300	300	30	17,5	0,0001584	0,0000016	0,0002244	0,999776
27	ТК-1083	ТК-1084	70	300	300	30	17,5	0,0001584	0,0000111	0,0002355	0,999765

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	ТК-1084	ТК-1085	72	300	300	30	17,5	0,0001584	0,0000114	0,0002469	0,999753
29	ТК-1085	ТК-1086	50	200	200	39	11,8	0,0001584	0,0000079	0,0002548	0,999745
30	ТК-1086	ТК-1082	100	200	200	39	11,8	0,0001584	0,0000158	0,0002706	0,999729
31	ТК-1082	ТК-1087	32	200	200	39	11,8	0,0001584	0,0000051	0,0002757	0,999724
32	ТК-1087	3-ТК-1087	1	200	200	39	11,7	0,0001584	0,0000002	0,0002759	0,999724
33	3-ТК-1087	ТК-1095	140	200	200	39	11,7	0,0001584	0,0000222	0,0002981	0,999702
34	ТК-1095	ТК-1090	35	200	200	39	11,9	0,0001584	0,0000055	0,0003036	0,999696
35	ТК-1090	ТК-1089	20	250	250	21	14,8	0,0001100	0,0000022	0,0003058	0,999694
36	ТК-1089	3-ТК-1089	1	150	150	21	9,1	0,0001100	0,0000001	0,0003059	0,999694
37	3-ТК-1089	ТК-1091	26,5	150	150	21	9,1	0,0001100	0,0000029	0,0003088	0,999691
38	ТК-1091	ТК-1092	35	150	150	35	9,1	0,0001584	0,0000055	0,0003143	0,999686
39	ТК-1092	ТК-1093	15	150	150	15	9,1	0,0000800	0,0000012	0,0003155	0,999685
40	ТК-1093	ТК-1088	34	125	125	24	7,9	0,0001426	0,0000048	0,0003203	0,999680
41	ТК-1088	ТК-1088a	57	100	100	24	6,7	0,0001426	0,0000081	0,0003284	0,999672

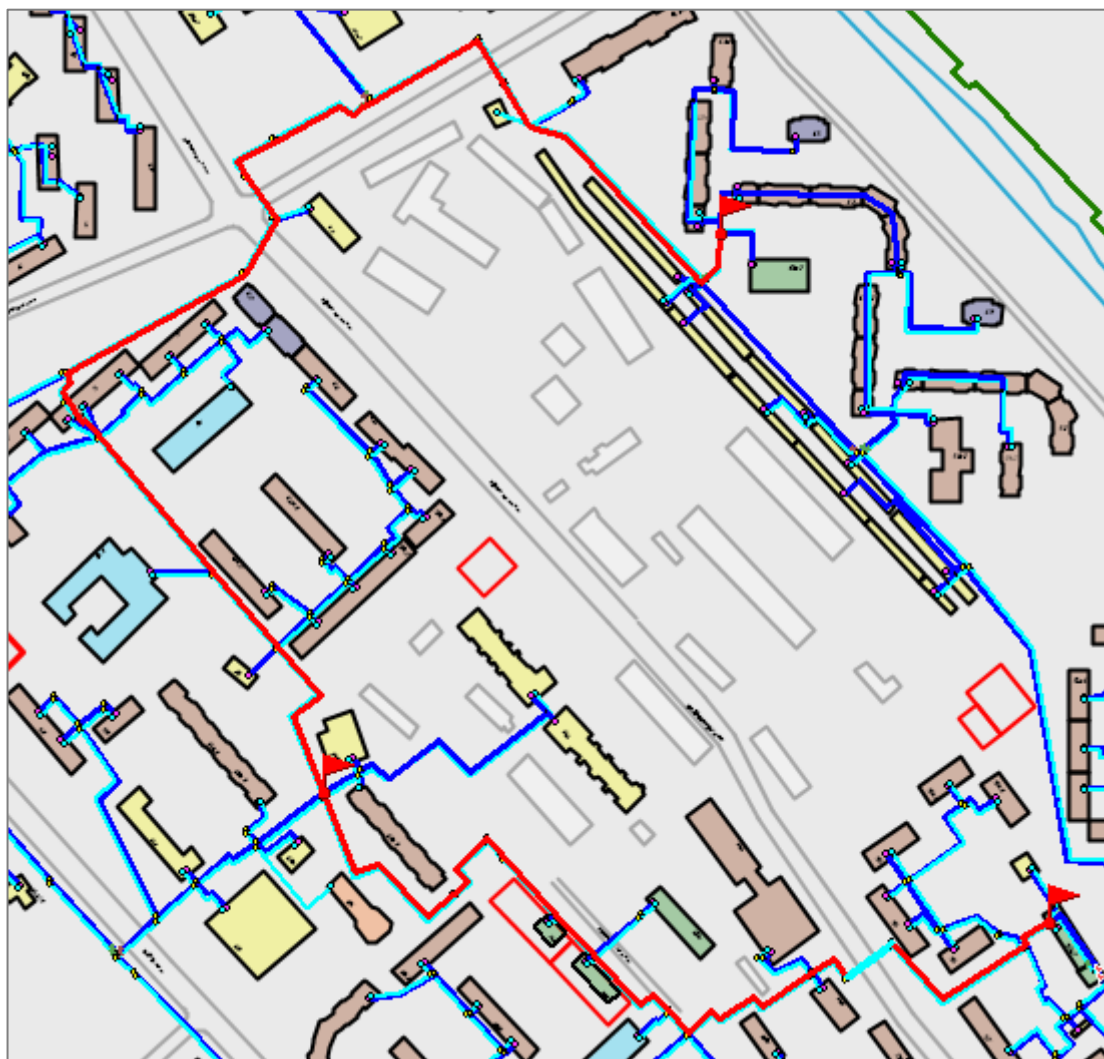


**Рисунок 3.10.50 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 12 – ТК – 1088а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.26 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 2664»

Данный участок начинается от ЦТП – 12 и заканчивается камерой ТК – 2664 (см. рис. 3.10.51).



**Рисунок 3.10.51 Трассировка участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»**

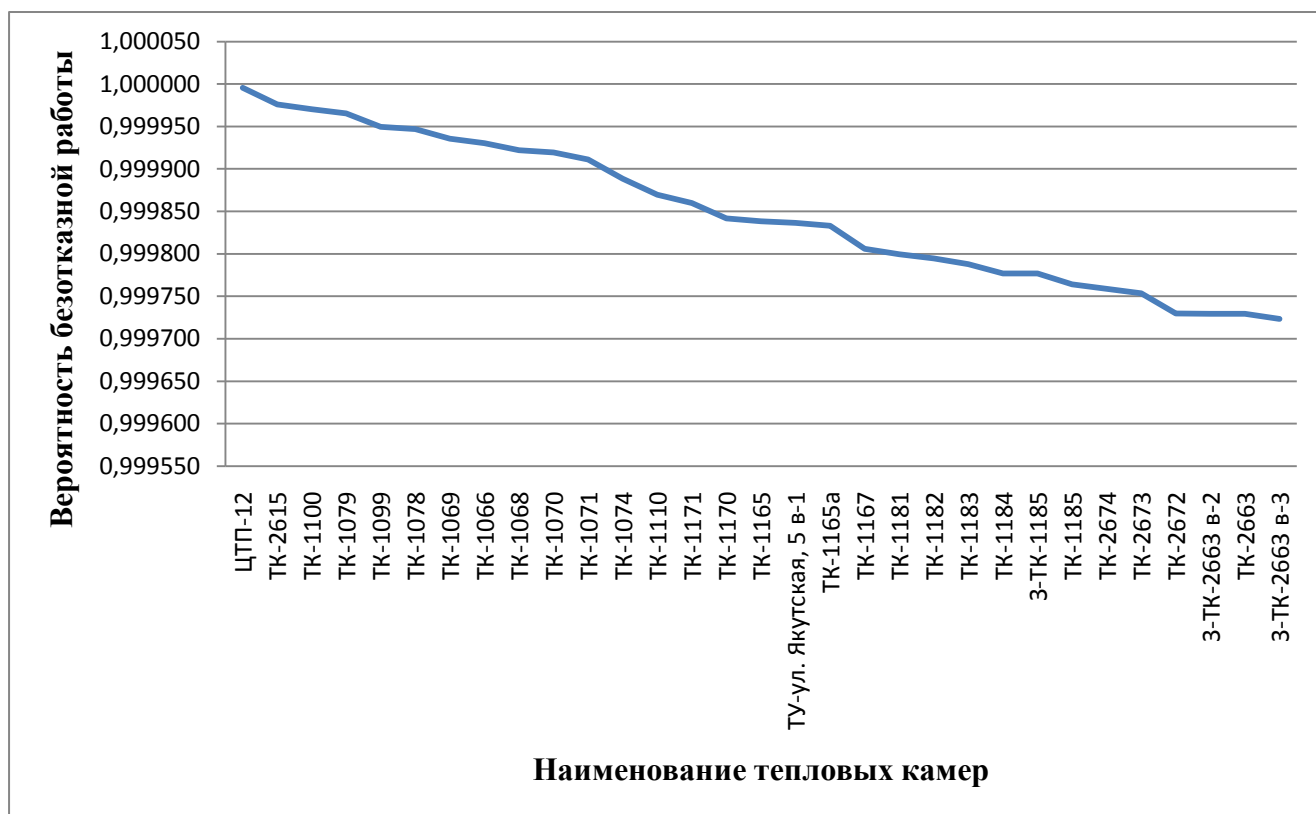
В табл. 3.10.26 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.52 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.26 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-12	ТК-2615	28,6	700	700	27	42,4	0,0001584	0,0000045	0,0000045	0,999996
2	ТК-2615	ТК-1100	124	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000196	0,0000241	0,999976
3	ТК-1100	ТК-1079	36	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000057	0,0000298	0,999970
4	ТК-1079	ТК-1099	30	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000048	0,0000346	0,999965
5	ТК-1099	ТК-1078	100	500	500	27	29,6	0,0001584	0,0000158	0,0000504	0,999950
6	ТК-1078	ТК-1069	17,5	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000028	0,0000532	0,999947
7	ТК-1069	ТК-1066	70	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000111	0,0000643	0,999936
8	ТК-1066	ТК-1068	35	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000055	0,0000698	0,999930
9	ТК-1068	ТК-1070	52,5	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000083	0,0000781	0,999922
10	ТК-1070	ТК-1071	15	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000024	0,0000805	0,999920
11	ТК-1071	ТК-1074	52,5	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000083	0,0000888	0,999911
12	ТК-1074	ТК-1110	142,5	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000226	0,0001114	0,999889
13	ТК-1110	ТК-1171	120	300	300	31	16,4	0,0001584	0,0000190	0,0001304	0,999870
14	ТК-1171	ТК-1170	62	300	300	29	16,4	0,0001584	0,0000098	0,0001402	0,999860
15	ТК-1170	ТК-1165	115	300	300	31	16,4	0,0001584	0,0000182	0,0001584	0,999842
16	ТК-1165	ТУ-ул. Якутская, 5 в-1	21	300	300	34	16,4	0,0001584	0,0000033	0,0001617	0,999838

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТУ-ул. Якутская, 5 в-1	ТК-1165а	12	300	300	34	16,4	0,0001584	0,0000019	0,0001636	0,999836
18	ТК-1165а	ТК-1167	20	300	300	34	16,4	0,0001584	0,0000032	0,0001668	0,999833
19	ТК-1167	ТК-1181	172,6	300	300	33	16,4	0,0001584	0,0000273	0,0001941	0,999806
20	ТК-1181	ТК-1182	40	300	300	27	16,4	0,0001584	0,0000063	0,0002004	0,999800
21	ТК-1182	ТК-1183	32	300	300	32	16,4	0,0001584	0,0000051	0,0002055	0,999795
22	ТК-1183	ТК-1184	42	300	300	32	16,4	0,0001584	0,0000067	0,0002122	0,999788
23	ТК-1184	3-ТК-1185	69	300	300	32	16,4	0,0001584	0,0000109	0,0002231	0,999777
24	3-ТК-1185	ТК-1185	1	300	300	32	16,4	0,0001584	0,0000002	0,0002233	0,999777
25	ТК-1185	ТК-2674	80	300	300	27	17,4	0,0001584	0,0000127	0,0002360	0,999764
26	ТК-2674	ТК-2673	34	300	300	27	17,4	0,0001584	0,0000054	0,0002414	0,999759
27	ТК-2673	ТК-2672	32	300	300	27	17,4	0,0001584	0,0000051	0,0002465	0,999754
28	ТК-2672	3-ТК-2663 в-2	151	300	300	27	17,4	0,0001584	0,0000239	0,0002704	0,999730
29	3-ТК-2663 в-2	ТК-2663	1	300	300	27	17,8	0,0001584	0,0000002	0,0002706	0,999729
30	ТК-2663	3-ТК-2663 в-3	1	200	200	27	11,9	0,0001584	0,0000002	0,0002708	0,999729
31	3-ТК-2663 в-3	ТК-2664	36,5	200	200	27	11,9	0,0001584	0,0000058	0,0002766	0,999723



**Рисунок 3.10.52 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 12 – ТК – 2664» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.27 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 607з»

Данный участок начинается от ЦТП – 13 и заканчивается камерой ТК – 607з (см. рис. 3.10.53).



**Рисунок 3.10.53 Трассировка участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»**

В табл. 3.10.27 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. 3.10.54 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.27 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-13	ТК-2800	10	500	500	34	30,2	0,0000673	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-2800	ТК-2800а	20	400	400	34	23,5	0,0000673	0,0000013	0,0000020	0,999998
3	ТК-2800а	ТК-2801	54,5	400	400	23	23,5	0,0000551	0,0000030	0,0000050	0,999995
4	ТК-2801	3-ТК-2801	1	300	300	25	16,4	0,0000673	0,0000001	0,0000051	0,999995
5	3-ТК-2801	ТК-2801а	155	300	300	25	16,4	0,0000673	0,0000104	0,0000155	0,999985
6	ТК-2801а	ТК-2802	130	300	300	25	16,7	0,0000673	0,0000087	0,0000242	0,999976
7	ТК-2802	ТК-888	126	300	300	23	16,7	0,0000551	0,0000069	0,0000311	0,999969
8	ТК-888	ТК-889	145	300	300	26	16,7	0,0000673	0,0000098	0,0000409	0,999959
9	ТК-889	ТК-663	110	300	300	26	16,7	0,0000673	0,0000074	0,0000483	0,999952
10	ТК-663	ТК-662	47	250	250	21	14,6	0,0000467	0,0000022	0,0000505	0,999950
11	ТК-662	ТК-614	88	250	250	26	14,6	0,0000673	0,0000059	0,0000564	0,999944
12	ТК-614	ТК-619	46	250	250	26	14,6	0,0000673	0,0000031	0,0000595	0,999941

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
13	ТК-619	ТК-618	45	150	150	50	9,0	0,0000673	0,0000030	0,0000625	0,999938
14	ТК-618	ТК-617	60	400	400	43	23,5	0,0000673	0,0000040	0,0000665	0,999934
15	ТК-617	ТК-617а	7	200	200	24	11,9	0,0000606	0,0000004	0,0000669	0,999933
16	ТК-617а	ТК-612	78,5	300	300	26	17,7	0,0000673	0,0000053	0,0000722	0,999928
17	ТК-612	ТК-611	52	200	200	24	12,0	0,0000606	0,0000032	0,0000754	0,999925
18	ТК-611	ТК-610	60	150	150	4	8,9	0,0000340	0,0000020	0,0000774	0,999923
19	ТК-610	ТК-609	46	150	150	50	8,9	0,0000673	0,0000031	0,0000805	0,999920
20	ТК-609	ТК-608	54	150	150	50	8,9	0,0000673	0,0000036	0,0000841	0,999916
21	ТК-608	ТК-608а	66	150	150	50	8,9	0,0000673	0,0000044	0,0000885	0,999912
22	ТК-608а	ТК-608б	18	150	150	50	8,9	0,0000673	0,0000012	0,0000897	0,999910
23	ТК-608б	ТК-607	40	100	100	50	6,7	0,0000673	0,0000027	0,0000924	0,999908
24	ТК-607	ТК-607а	34	100	100	50	6,7	0,0000673	0,0000023	0,0000947	0,999905
25	ТК-607а	ТК-607б	60	150	150	50	9,0	0,0000673	0,0000040	0,0000987	0,999901
26	ТК-607б	ТК-607в	67,5	150	150	24	9,0	0,0000606	0,0000041	0,0001028	0,999897
27	ТК-607г	ТК-607д	26	50	50	24	4,6	0,0000606	0,0000016	0,0001044	0,999896
28	ТК-607д	ТК-607е	28	50	50	24	4,6	0,0000606	0,0000017	0,0001061	0,999894
29	ТК-607е	ТК-607ж	41,5	50	50	24	4,6	0,0000606	0,0000025	0,0001086	0,999891
30	ТК-607ж	ТК-607з	32	50	50	24	4,6	0,0000606	0,0000019	0,0001105	0,999890



**Рисунок 3.10.54 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 13 – ТК – 607з» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

### 3.10.28 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 2531»

Данный участок начинается от ЦТП – 13 и заканчивается камерой ТК – 2531 (см. рис. 3.10.55).



Рисунок 3.10.55 Трассировка участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»

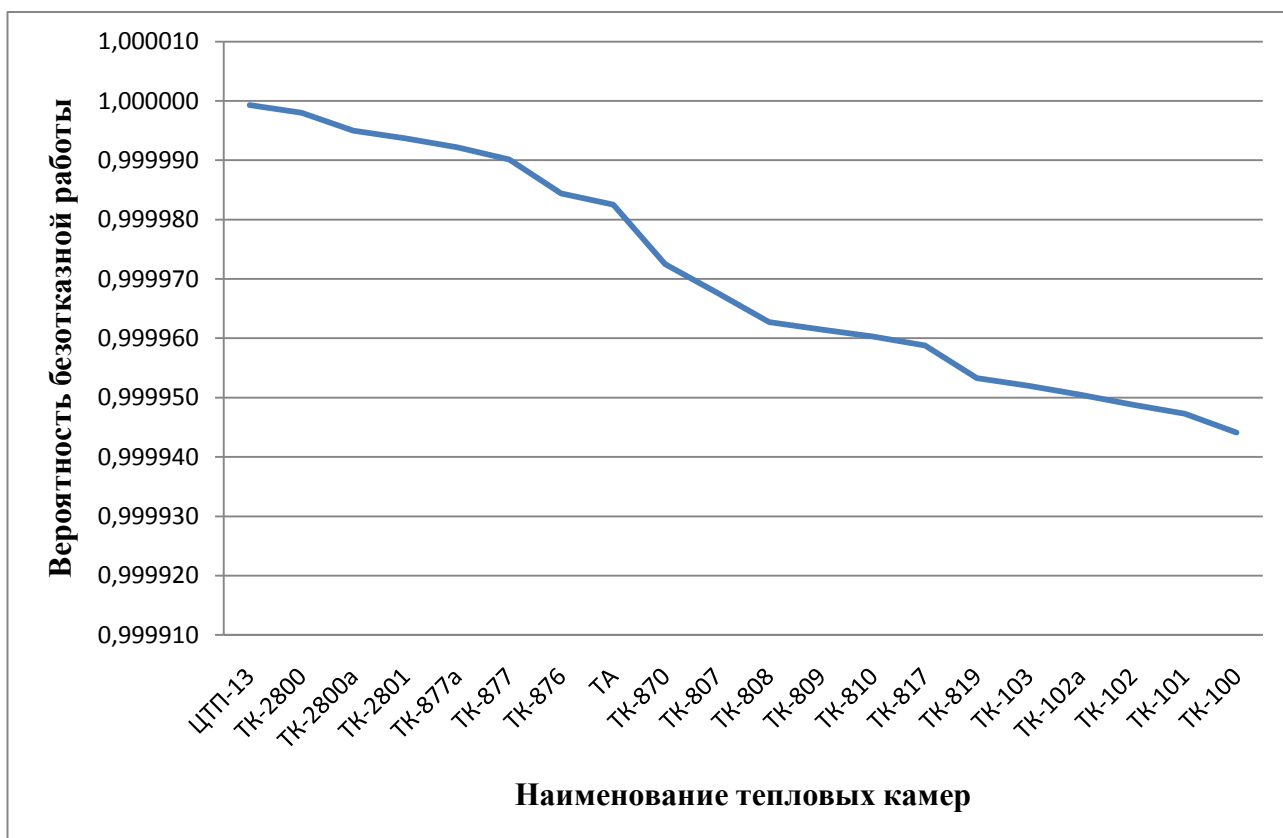
В табл. 3.10.28 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 3.10.56 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 3.10.28 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$	Поток отказов, $1/\text{ч}$	Поток отказов накопленным итогом, $1/\text{ч}$	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-13	ТК-2800	10	500	500	34	30,2	0,0000673	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-2800	ТК-2800a	20	400	400	34	23,5	0,0000673	0,0000013	0,0000020	0,999998
3	ТК-2800a	ТК-2801	54,5	400	400	23	23,5	0,0000551	0,0000030	0,0000050	0,999995
4	ТК-2801	ТК-877a	22	300	300	24	16,9	0,0000606	0,0000013	0,0000063	0,999994
5	ТК-877a	ТК-877	27	300	300	23	16,9	0,0000551	0,0000015	0,0000078	0,999992
6	ТК-877	ТК-876	37,5	300	300	23	16,9	0,0000551	0,0000021	0,0000099	0,999990
7	ТК-876	ТА	84	300	300	26	16,9	0,0000673	0,0000057	0,0000156	0,999984
8	ТА	ТК-870	28	300	300	26	16,9	0,0000673	0,0000019	0,0000175	0,999983
9	ТК-870	ТК-807	148	300	300	26	16,9	0,0000673	0,0000100	0,0000275	0,999973
10	ТК-807	ТК-808	56	250	250	0	14,5	0,0000854	0,0000048	0,0000323	0,999968
11	ТК-808	ТК-809	82,5	250	250	24	14,5	0,0000606	0,0000050	0,0000373	0,999963
12	ТК-809	ТК-810	20	250	250	24	14,5	0,0000606	0,0000012	0,0000385	0,999962
13	ТК-810	ТК-817	20	250	250	24	14,5	0,0000606	0,0000012	0,0000397	0,999960
14	ТК-817	ТК-819	24	250	250	24	14,5	0,0000606	0,0000015	0,0000412	0,999959
15	ТК-819	ТК-103	90	250	250	24	14,5	0,0000606	0,0000055	0,0000467	0,999953

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-103	ТК-102а	19	200	200	47	11,9	0,0000673	0,0000013	0,0000480	0,999952
17	ТК-102а	ТК-102	22,5	200	200	47	11,9	0,0000673	0,0000015	0,0000495	0,999951
18	ТК-102	ТК-101	25	200	200	47	11,9	0,0000673	0,0000017	0,0000512	0,999949
19	ТК-101	ТК-100	22,5	200	200	47	11,9	0,0000673	0,0000015	0,0000527	0,999947
20	ТК-100	ТК-2531	47,5	200	200	47	11,9	0,0000673	0,0000032	0,0000559	0,999944



**Рисунок 3.10.56 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»**

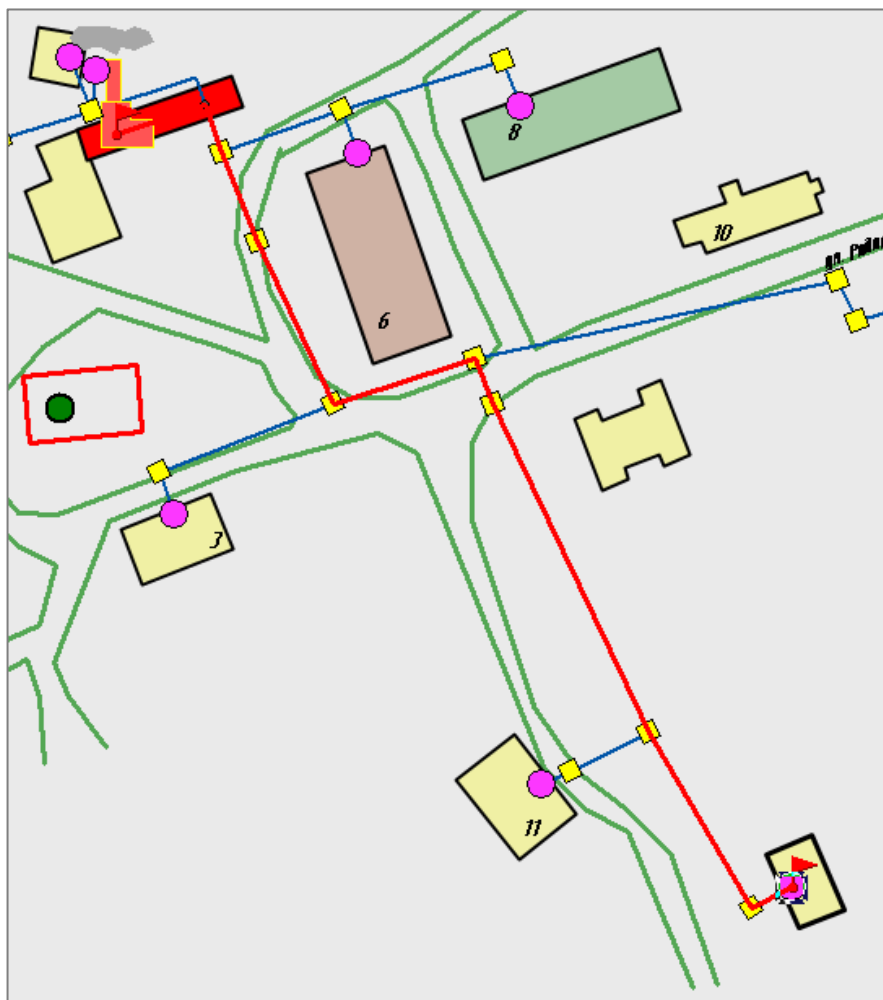
Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 13 – ТК – 2531» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,83$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине.

#### 4. Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей г. Магадан на 2028 год.

##### 4.1. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 44

###### 4.1.1 Участок «Котельная № 44 – ТК – 4310»

Данный участок начинается от Котельная № 44 и заканчивается камерой ТК – 4310 (см. рис. 4.1.1).



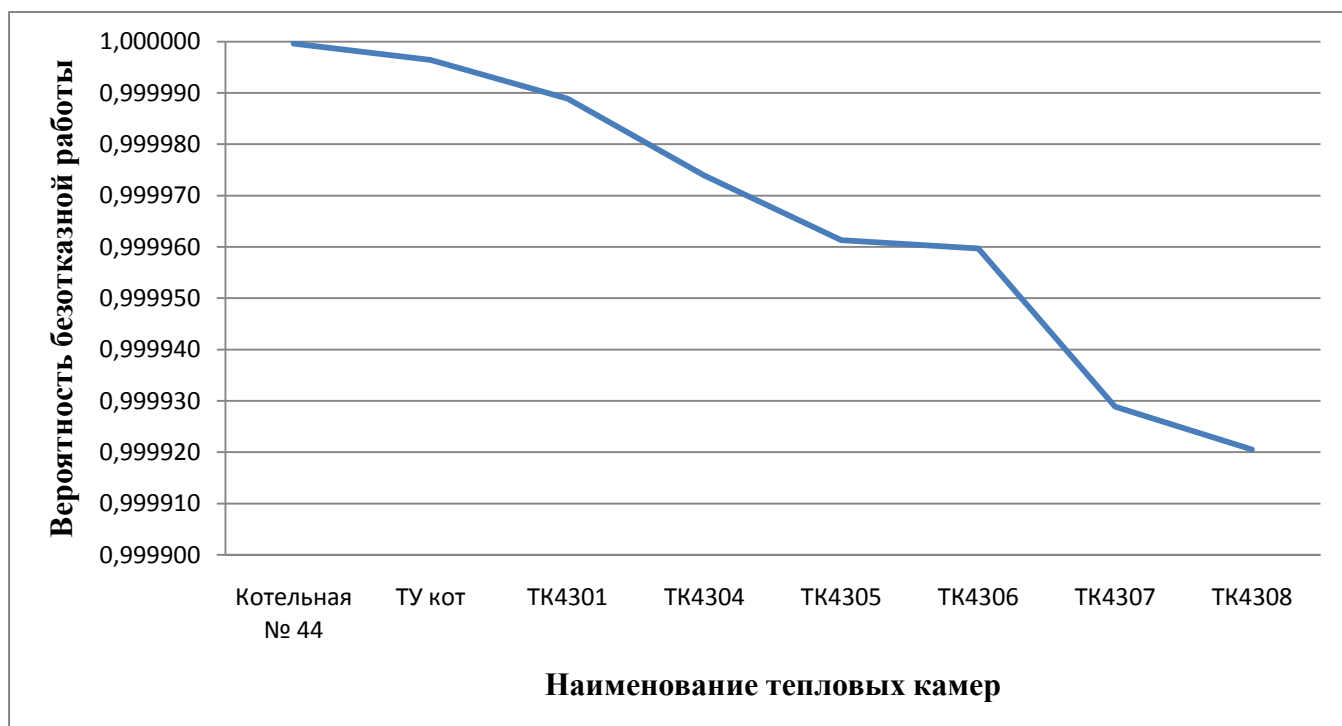
**Рисунок 4.1.1 Трассировка участка «Котельная № 44 – ТК – 4310»**

В табл. 4.1.1 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. 4.1.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.1.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 44 – ТК – 4310»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 44	ТУ кот	1	150	150	39	9,1	0,0003943	0,0000004	0,0000004	1,0000000
2	ТУ кот	ТК4301	8	125	125	43	7,9	0,0003943	0,0000032	0,0000036	0,999996
3	ТК4301	ТК4304	19	125	125	43	7,9	0,0003943	0,0000075	0,0000111	0,999989
4	ТК4304	ТК4305	38	100	100	43	6,7	0,0003943	0,0000150	0,0000261	0,999974
5	ТК4305	ТК4306	32	100	100	43	6,7	0,0003943	0,0000126	0,0000387	0,999961
6	ТК4306	ТК4307	4	50	50	43	4,6	0,0003943	0,0000016	0,0000403	0,999960
7	ТК4307	ТК4308	78	50	50	43	4,6	0,0003943	0,0000308	0,0000711	0,999929
8	ТК4308	ТК4310	42	50	50	21	4,6	0,0002738	0,0000115	0,0000826	0,999917



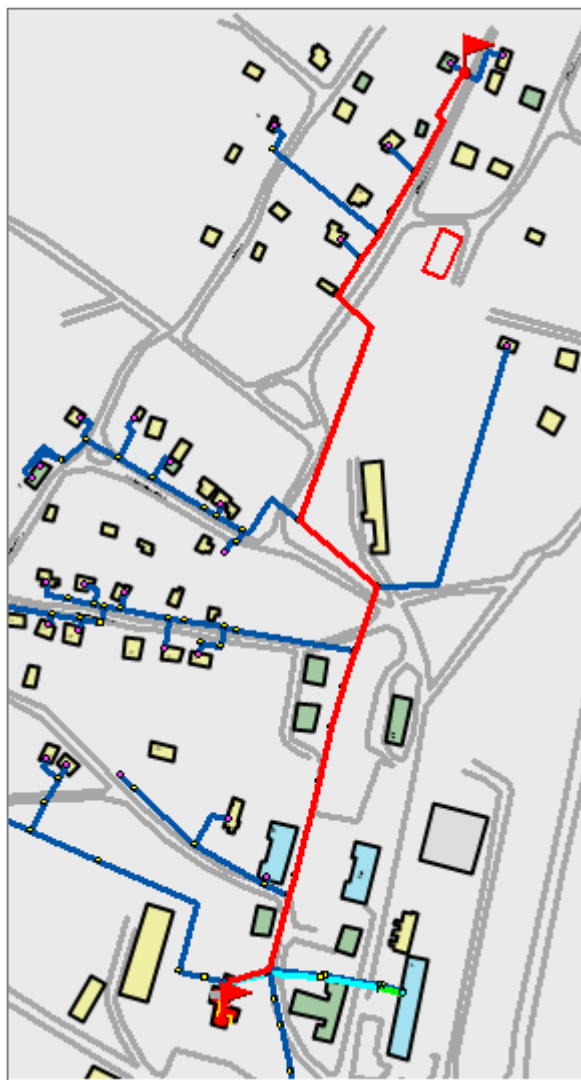
**Рисунок 4.1.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 44 – ТК – 4310»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 44 – ТК – 4310» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9992$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

## 4.2. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 43

### 4.2.1 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Данный участок начинается от Котельная № 43 и заканчивается камерой ТК – 5329 (см. рис. 4.2.1).



**Рисунок 4.2.1 Трассировка участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

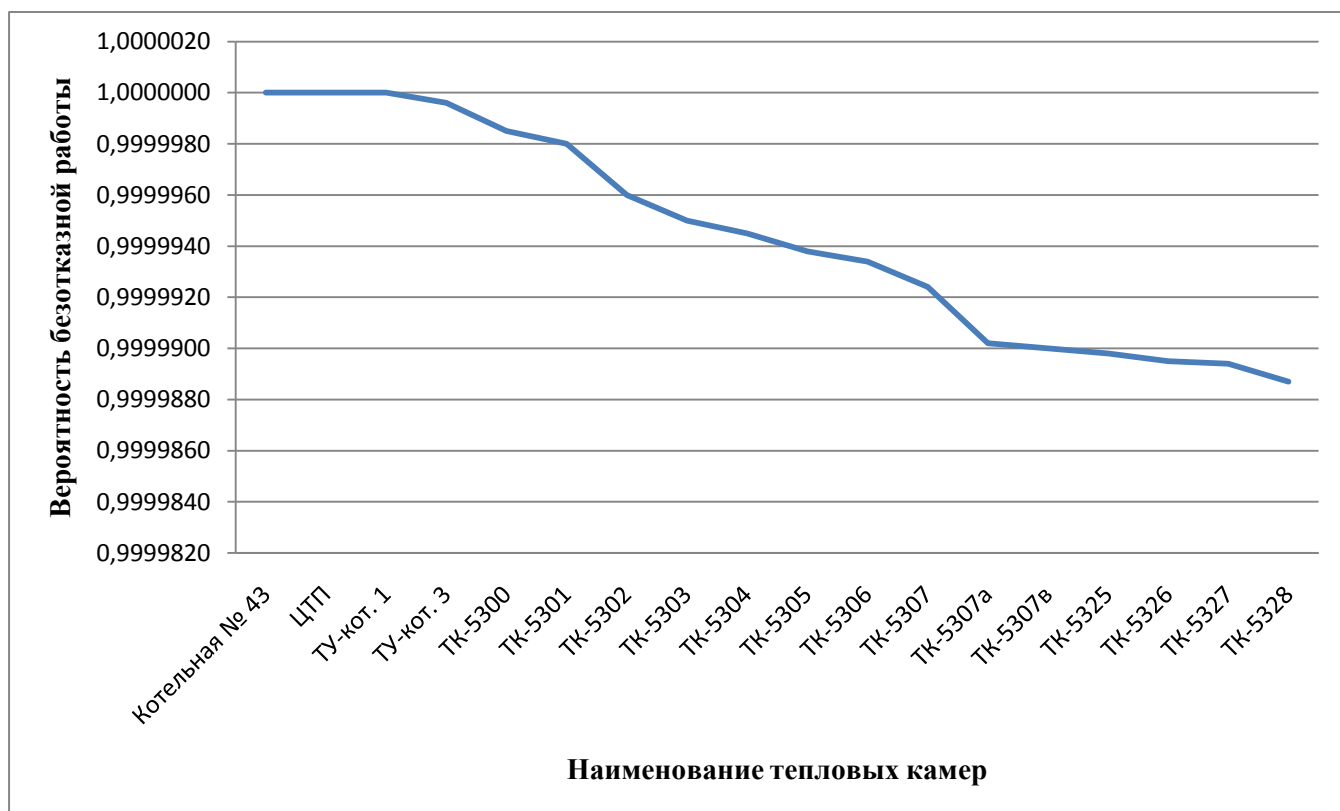
В табл. 4.2.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.2.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.2.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 43	ЦТП	1	200	200	19	11,9	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
2	ЦТП	ТУ-кот. 1	1	200	200	19	12,0	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
3	ТУ-кот. 1	ТУ-кот. 3	2	150	150	19	9,0	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
4	ТУ-кот. 3	ТК-5300	30	150	150	19	9,0	0,000014	0,0000004	0,0000004	0,9999996
5	ТК-5300	ТК-5301	50	150	150	38	9,0	0,000023	0,0000011	0,0000015	0,9999985
6	ТК-5301	ТК-5302	20	150	150	38	9,0	0,000023	0,0000005	0,0000020	0,9999980
7	ТК-5302	ТК-5303	88	125	125	38	7,8	0,000023	0,0000020	0,0000040	0,9999960
8	ТК-5303	ТК-5304	44	125	125	38	7,8	0,000023	0,0000010	0,0000050	0,9999950
9	ТК-5304	ТК-5305	24	100	100	38	6,6	0,000023	0,0000005	0,0000055	0,9999945
10	ТК-5305	ТК-5306	50	100	100	19	6,6	0,000014	0,0000007	0,0000062	0,9999938
11	ТК-5306	ТК-5307	32	100	100	19	6,6	0,000014	0,0000004	0,0000066	0,9999934
12	ТК-5307	ТК-5307a	69	100	100	19	6,6	0,000014	0,0000010	0,0000076	0,9999924
13	ТК-5307a	ТК-5307B	156	50	50	19	4,5	0,000014	0,0000022	0,0000098	0,9999902

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-5307В	ТК-5325	11	50	50	19	4,5	0,000014	0,0000002	0,0000100	0,9999900
15	ТК-5325	ТК-5326	11	50	50	19	4,5	0,000014	0,0000002	0,0000102	0,9999898
16	ТК-5326	ТК-5327	19	50	50	19	4,5	0,000014	0,0000003	0,0000105	0,9999895
17	ТК-5327	ТК-5328	6	50	50	19	4,5	0,000014	0,0000001	0,0000106	0,9999894
18	ТК-5328	ТК-5329	50	32	32	19	3,9	0,000014	0,0000007	0,0000113	0,9999887

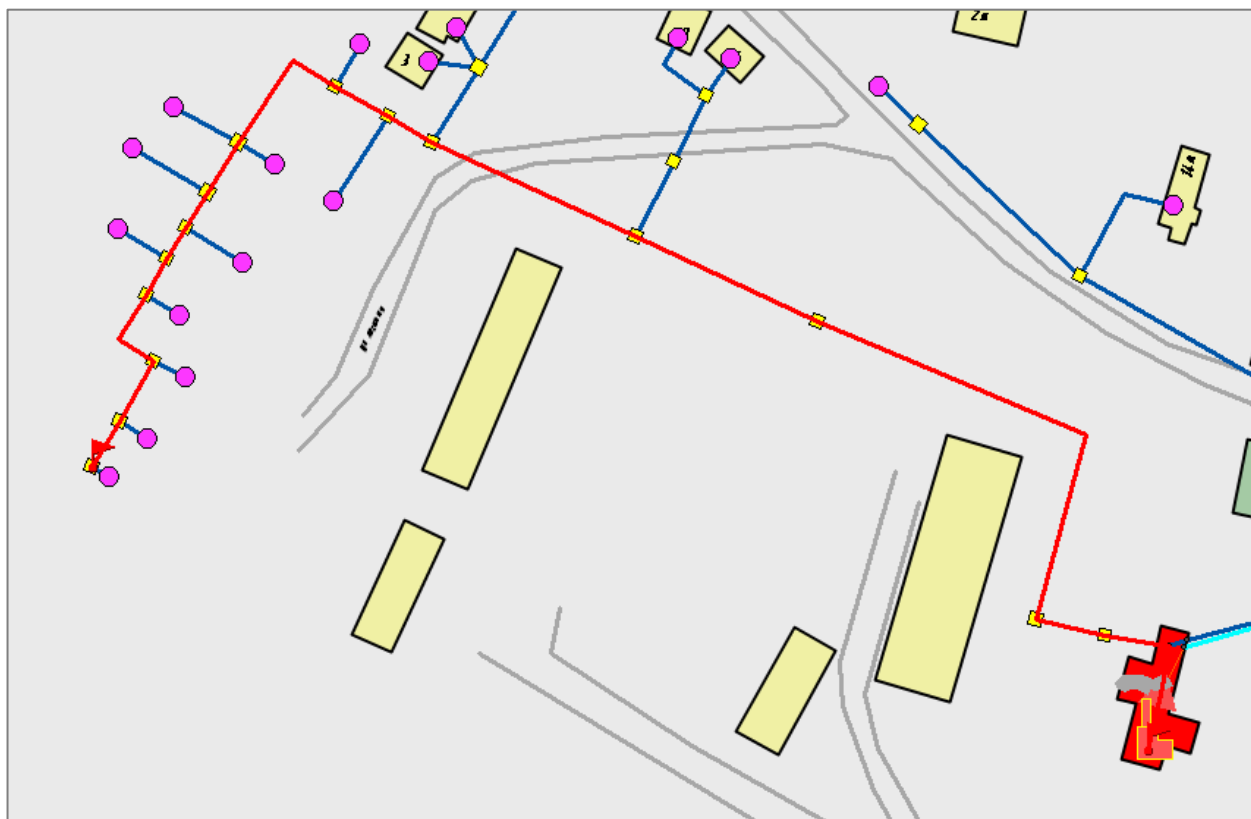


**Рисунок 4.2.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 43 – ТК – 5329» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.2.2 Участок «Котельная № 43 – ТК – 5360а»

Данный участок начинается от Котельная № 43 и заканчивается камерой ТК – 5360а (см. рис. 4.2.3).



**Рисунок 4.2.3 Трассировка участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

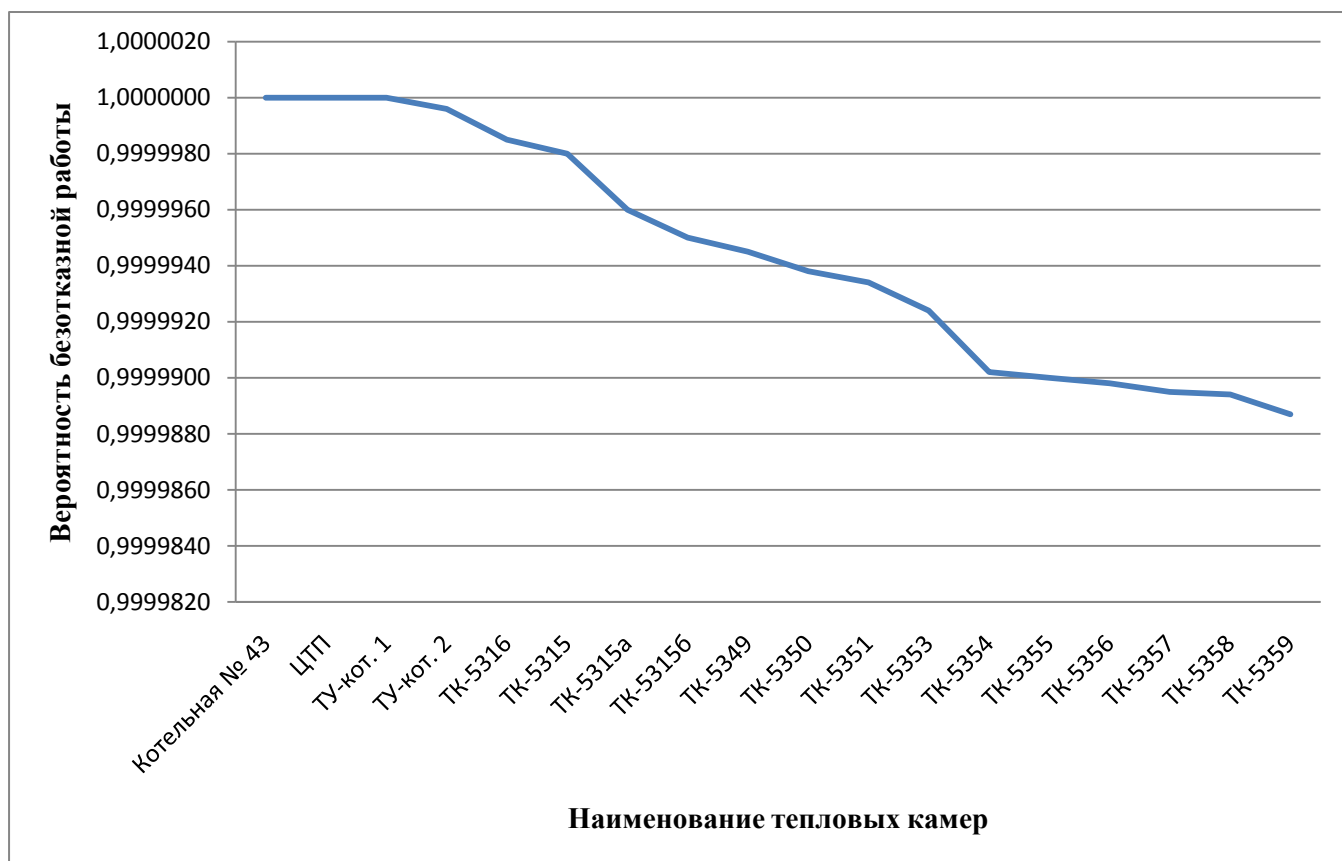
В табл. 4.2.2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.2.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.2.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 43	ЦТП	1	200	200	19	11,9	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
2	ЦТП	ТУ-кот. 1	1	200	200	19	12,0	0,000014	0,0000000	0,0000000	1,0000000
3	ТУ-кот. 1	ТУ-кот. 2	2	100	100	45	6,6	0,000028	0,0000001	0,0000001	0,9999999
4	ТУ-кот. 2	ТК-5316	11	100	100	45	6,6	0,000028	0,0000003	0,0000004	0,9999996
5	ТК-5316	ТК-5315	21	100	100	32	6,6	0,000014	0,0000003	0,0000007	0,9999993
6	ТК-5315	ТК-5315а	100	100	100	32	6,6	0,000014	0,0000014	0,0000021	0,9999979
7	ТК-5315а	ТК-5315б	52	100	100	32	6,6	0,000014	0,0000007	0,0000028	0,9999972
8	ТК-5315б	ТК-5349	103	100	100	32	6,6	0,000014	0,0000014	0,0000042	0,9999958
9	ТК-5349	ТК-5350	16	70	70	32	5,3	0,000014	0,0000002	0,0000044	0,9999956
10	ТК-5350	ТК-5351	18,5	70	70	32	5,3	0,000014	0,0000003	0,0000047	0,9999953
11	ТК-5351	ТК-5353	45,5	70	70	32	5,3	0,000014	0,0000006	0,0000053	0,9999947
12	ТК-5353	ТК-5354	18	70	70	32	5,3	0,000014	0,0000003	0,0000056	0,9999944
13	ТК-5354	ТК-5355	12	70	70	32	5,3	0,000014	0,0000002	0,0000058	0,9999942

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-5355	ТК-5356	12	50	50	32	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000060	0,9999940
15	ТК-5356	ТК-5357	13	50	50	32	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000062	0,9999938
16	ТК-5357	ТК-5358	30	50	50	32	4,6	0,000014	0,0000004	0,0000066	0,9999934
17	ТК-5358	ТК-5359	21	50	50	32	4,6	0,000014	0,0000003	0,0000069	0,9999931
18	ТК-5359	ТК-5360а	17	50	50	32	4,6	0,000014	0,0000002	0,0000071	0,9999929



**Рисунок 4.2.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 43 – ТК – 5329»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 44 – ТК – 4310» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9998$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

### 4.3. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 45

#### 4.3.1 Участок «Котельная № 45 – ТК – 1954»

Данный участок начинается от Котельная № 45 и заканчивается камерой ТК – 1954 (см. рис. 4.3.1).



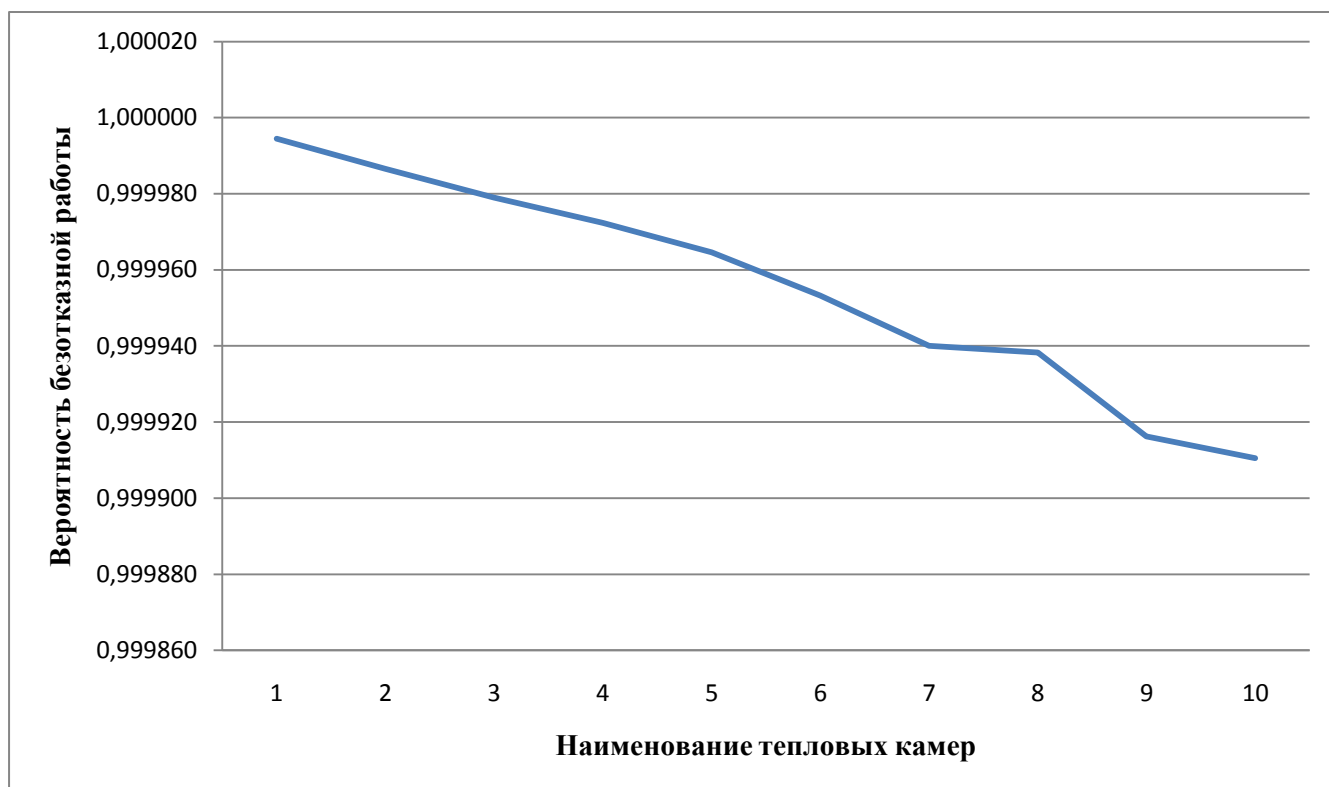
**Рисунок 4.3.1 Трассировка участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»**

В табл. 4.3.1 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. 4.3.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.3.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №45	ТК-1931	42	150	150	20	8,7	0,0001303	0,0000055	0,0000055	0,999995
2	ТК-1931	ТК-1932	61	150	150	20	8,7	0,0001303	0,0000079	0,0000134	0,999987
3	ТК-1932	ТК-1933	58	150	150	20	8,7	0,0001303	0,0000076	0,0000210	0,999979
4	ТК-1933	ТК-1934	51,5	150	150	20	8,7	0,0001303	0,0000067	0,0000277	0,999972
5	ТК-1934	ТК-1934а	59,1	150	150	20	8,7	0,0001303	0,0000077	0,0000354	0,999965
6	ТК-1934а	ТК-1949	81,6	150	150	21	8,7	0,0001397	0,0000114	0,0000468	0,999953
7	ТК-1949	ТК-1950	94,5	150	150	21	8,7	0,0001397	0,0000132	0,0000600	0,999940
8	ТК-1950	ТК-1950а	15	150	150	18	8,7	0,0001163	0,0000017	0,0000617	0,999938
9	ТК-1950а	ТК-1953	190	150	150	18	8,7	0,0001163	0,0000221	0,0000838	0,999916
10	ТК-1953	ТК-1954	56	80	80	15	5,9	0,0001016	0,0000057	0,0000895	0,999911



**Рисунок 4.3.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 45 – ТК – 1954»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 45 – ТК – 1954» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,9996$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.4. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 46

##### 4.4.1 Участок «Котельная № 46 – УТ – 10»

Данный участок начинается от Котельная № 46 и заканчивается камерой УТ – 10 (см. рис. 4.4.1).



**Рисунок 4.4.1 Трассировка участка «Котельная № 46 – УТ – 10»**

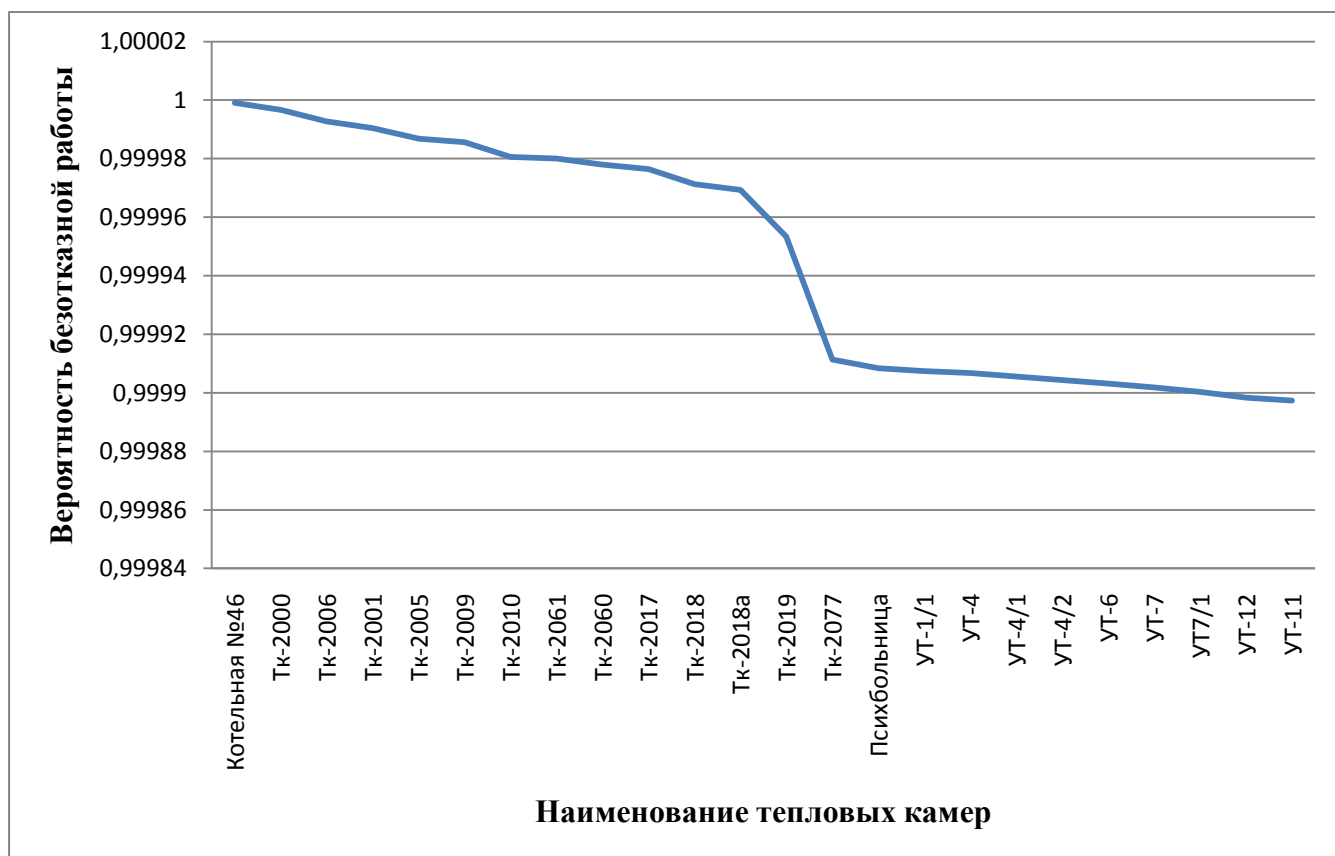
В табл. 4.4.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.4.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.4.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 46 – УТ – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №46	Тк-2000	19,5	250	250	19	14,7	0,0000483	0,0000009	0,0000009	0,999999
2	Тк-2000	Тк-2006	49	250	250	19	14,7	0,0000483	0,0000024	0,0000033	0,999997
3	Тк-2006	Тк-2001	50	250	250	51	14,7	0,0000792	0,0000040	0,0000073	0,999993
4	Тк-2001	Тк-2005	48	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000023	0,0000096	0,99999
5	Тк-2005	Тк-2009	74,5	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000036	0,0000132	0,999987
6	Тк-2009	Тк-2010	30	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000012	0,0000144	0,999986
7	Тк-2010	Тк-2061	124	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000050	0,0000194	0,999981
8	Тк-2061	Тк-2060	15	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000006	0,0000200	0,99998
9	Тк-2060	Тк-2017	51	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000020	0,0000220	0,999978
10	Тк-2017	Тк-2018	40	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000016	0,0000236	0,999976
11	Тк-2018	Тк-2018а	127	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000051	0,0000287	0,999971
12	Тк-2018а	Тк-2019	50	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000020	0,0000307	0,999969
13	Тк-2019	Тк-2077	401	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000160	0,0000467	0,999953
14	Тк-2077	Психбольница	1048	200	200	16	11,2	0,0000400	0,0000419	0,0000886	0,999911
15	Психбольница	УТ-1/1	75	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000030	0,0000916	0,999908

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	УТ-1/1	УТ-4	25	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000010	0,0000926	0,999907
17	УТ-4	УТ-4/1	15	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000006	0,0000932	0,999907
18	УТ-4/1	УТ-4/2	30	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000012	0,0000944	0,999906
19	УТ-4/2	УТ-6	30	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000012	0,0000956	0,999904
20	УТ-6	УТ-7	30	150	150	16	9,0	0,0000400	0,0000012	0,0000968	0,999903
21	УТ-7	УТ7/1	36	100	100	16	6,7	0,0000400	0,0000014	0,0000982	0,999902
22	УТ7/1	УТ-12	19	100	100	39	6,7	0,0000792	0,0000015	0,0000997	0,9999
23	УТ-12	УТ-11	50	100	100	16	6,7	0,0000400	0,0000020	0,0001017	0,999898
24	УТ-11	УТ-10	25	100	80	16	6,7	0,0000400	0,0000010	0,0001027	0,999897



**Рисунок 4.4.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 46 – УТ – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 46 – УТ – 10» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.4.2 Участок «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

Данный участок начинается от Котельная № 46 и заканчивается камерой ТК – 2052г (см. рис. 4.4.3).



Рисунок 4.4.3 Трассировка участка «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

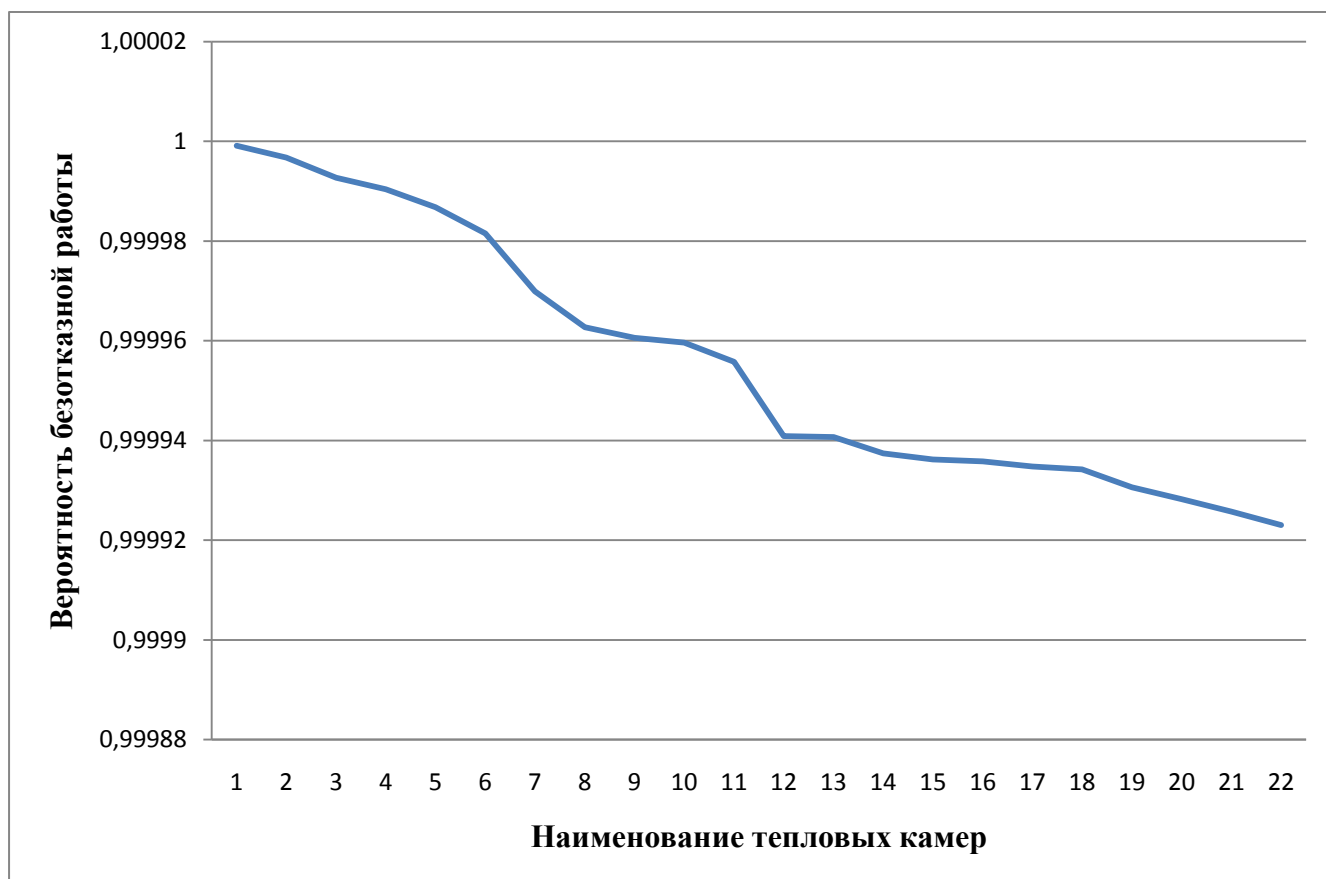
В табл. 4.4.2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.4.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.4.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 46 – ТК – 2052г»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №46	Тк-2000	19,5	250	250	19	14,7	0,0000483	0,0000009	0,0000009	0,999999
2	Тк-2000	Тк-2006	49	250	250	19	14,7	0,0000483	0,0000024	0,0000033	0,999997
3	Тк-2006	Тк-2001	50	250	250	51	14,7	0,0000792	0,0000040	0,0000073	0,999993
4	Тк-2001	Тк-2005	48	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000023	0,0000096	0,99999
5	Тк-2005	Тк-2009	74,5	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000036	0,0000132	0,999987
6	Тк-2009	ТК-2040	84	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000053	0,0000185	0,999982
7	ТК-2040	Тк-2043	156	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000116	0,0000301	0,99997
8	Тк-2043	Тк-2044	150	200	200	19	11,2	0,0000483	0,0000072	0,0000373	0,999963
9	Тк-2044	Тк-2045	38,5	125	125	21	7,9	0,0000550	0,0000021	0,0000394	0,999961
10	Тк-2045	Тк-2026	20	100	100	20	6,6	0,0000513	0,0000010	0,0000404	0,99996
11	Тк-2026	Тк-2024	74	100	100	20	6,6	0,0000513	0,0000038	0,0000442	0,999956
12	Тк-2024	Тк-2050	188	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000149	0,0000591	0,999941
13	Тк-2050	Тк-2050а	3	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000002	0,0000593	0,999941
14	Тк-2050а	Тк-2051	42	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000033	0,0000626	0,999937
15	Тк-2051	ТК-	15	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000012	0,0000638	0,999936

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
		2051a									
16	ТК-2051-2	ТК-2051-3	5	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000004	0,0000642	0,999936
17	ТК-2051-3	ТК-2051-4	12	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000010	0,0000652	0,999935
18	ТК-2051-4	Тк-2052	8	100	100	48	6,6	0,0000792	0,0000006	0,0000658	0,999934
19	Тк-2052	Тк-2052a	45	70	70	48	5,4	0,0000792	0,0000036	0,0000694	0,999931
20	Тк-2052a	Тк-2052б	30	70	70	48	5,4	0,0000792	0,0000024	0,0000718	0,999928
21	Тк-2052б	Тк-2052в	31	70	70	48	5,4	0,0000792	0,0000025	0,0000743	0,999926
22	Тк-2052в	Тк-2052г	34	70	70	48	5,4	0,0000792	0,0000027	0,0000770	0,999923



**Рисунок 4.4.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 46 – ТК – 2052Г»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 46 – ТК – 2052Г» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.5. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 21

##### 4.5.1 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4024»

Данный участок начинается от Котельная № 21 и заканчивается камерой ТК – 4024 (см. рис. 4.5.1).



Рисунок 4.5.1 Трассировка участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»

В табл. 4.5.1 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. 4.5.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.5.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 21	ТК-4000	10	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000024	0,0000024	0,999998
2	ТК-4000	ТК-4003	59	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000140	0,0000164	0,999984
3	ТК-4003	ТК-4008	58	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000138	0,0000302	0,999970
4	ТК-4008	ТК-4009	79	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000188	0,0000490	0,999951
5	ТК-4009	ТК-4010	45	150	150	28	8,8	0,0003167	0,0000143	0,0000633	0,999937
6	ТК-4010	ТК-4045	95	150	150	28	8,8	0,0003167	0,0000301	0,0000934	0,999907
7	ТК-4045	ТК-4030	117	150	150	30	8,8	0,0003167	0,0000371	0,0001305	0,999870
8	ТК-4030	ТУ-Рыбозаводская, 3	39	150	150	30	8,8	0,0003167	0,0000124	0,0001429	0,999857
9	ТУ-Рыбозаводская, 3	ТК-4017	77	150	150	30	8,8	0,0003167	0,0000244	0,0001673	0,999833
10	ТК-4017	ТК-4018	26	125	125	23	7,9	0,0002592	0,0000067	0,0001740	0,999826
11	ТК-4018	ТК-4021	25	125	125	23	7,9	0,0002592	0,0000065	0,0001805	0,999820
12	ТК-4021	ТК-4021a	30	125	125	23	7,9	0,0002592	0,0000078	0,0001883	0,999812
13	ТК-4021a	ТК-4022	22	125	125	23	7,9	0,0002592	0,0000057	0,0001940	0,999806
14	ТК-4022	ТК-4023	17	125	125	23	7,9	0,0002592	0,0000044	0,0001984	0,999802
15	ТК-4023	ТК-4024	6	100	100	23	6,7	0,0002592	0,0000016	0,0002000	0,999800



**Рисунок 4.5.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 21 – ТК – 4024»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 21 – ТК – 4024» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,996$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.5.2 Участок «Котельная № 21 – ТК – 4401»

Данный участок начинается от Котельная № 21 и заканчивается камерой ТК – 4421 (см. рис. 4.4.3).



Рисунок 4.5.3 Трассировка участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»

В табл. 4.5.2 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. 4.5.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.5.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная № 21	ТК-4000	10	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000024	0,0000024	0,999998
2	ТК-4000	ТК-4004	34	150	150	22	8,8	0,0002377	0,0000081	0,0000105	0,999990
3	ТК-4004	ТК-4004а	28	125	125	22	7,9	0,0002377	0,0000067	0,0000172	0,999983
4	ТК-4004	ТК-4005	57	100	100	22	6,7	0,0002377	0,0000135	0,0000307	0,999969
5	ТК-4004а	ТК-4006	86,2	125	125	22	7,9	0,0002377	0,0000205	0,0000512	0,999949
6	ТК-4006	3-ТК-4409	1	80	80	20	5,9	0,0002052	0,0000002	0,0000514	0,999949
7	3-ТК-4409	ТК-4409	54	80	80	20	5,9	0,0002052	0,0000111	0,0000625	0,999938
8	ТК-4409	ТК-4408	52	80	80	20	5,9	0,0002052	0,0000107	0,0000732	0,999927
9	ТК-4408	ТК-4407	82	100	100	22	6,7	0,0002377	0,0000195	0,0000927	0,999907
10	ТК-4407	ТК-4406	5	100	100	22	6,7	0,0002377	0,0000012	0,0000939	0,999906
11	ТК-4406	ТК-4405	36	100	100	22	6,7	0,0002377	0,0000086	0,0001025	0,999898
12	ТК-4405	ТК-4402	58	200	200	41	11,9	0,0003167	0,0000184	0,0001209	0,999879
13	ТК-4402	ТК-4401	20	200	200	41	11,9	0,0003167	0,0000063	0,0001272	0,999873



**Рисунок 4.5.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 21 – ТК – 4401»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 21 – ТК – 4401» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,995$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.6. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 47

##### 4.6.1 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4739»

Данный участок начинается от Котельная № 47 и заканчивается камерой ТК – 4739 (см. рис. 4.6.1).



**Рисунок 4.6.1 Трассировка участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»**

В табл. 4.6.1 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. 4.6.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.6.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №47	ТК4700	21	250	250	18	14,7	0,0000481	0,0000010	0,0000010	0,999999
2	ТК4700	ТК4701	140	250	250	18	14,7	0,0000481	0,0000067	0,0000077	0,999992
3	ТК4701	ТУ4701	20	200	200	18	11,8	0,0000481	0,0000010	0,0000087	0,999991
4	ТУ4701	ТК4764	12,2	200	200	18	11,8	0,0000481	0,0000006	0,0000093	0,999991
5	ТК4764	ТК4765	138	200	200	23	11,8	0,0000680	0,0000094	0,0000187	0,999981
6	ТК4765	ТК4766	110	200	200	18	11,8	0,0000481	0,0000053	0,0000240	0,999976
7	ТК4766	ТК4712	21,2	200	200	18	11,8	0,0000481	0,0000010	0,0000250	0,999975
8	ТК4712	ТК4711	63	250	250	50	14,6	0,0000831	0,0000052	0,0000302	0,999970
9	ТК4711	ТК4710	75	250	250	50	14,6	0,0000831	0,0000062	0,0000364	0,999964
10	ТК4710	ТК4709	43	250	250	50	14,6	0,0000831	0,0000036	0,0000400	0,999960
11	ТК4709	ТК4708	16	200	200	19	11,8	0,0000507	0,0000008	0,0000408	0,999959
12	ТК4708	ТК4707	36	200	200	21	11,8	0,0000577	0,0000021	0,0000429	0,999957
13	ТК4707	ТК4706	60	200	200	21	11,8	0,0000577	0,0000035	0,0000464	0,999954
14	ТК4706	ТК4705	26	200	200	21	11,8	0,0000577	0,0000015	0,0000479	0,999952
15	ТК4705	ТК4741	71	125	125	21	7,9	0,0000577	0,0000041	0,0000520	0,999948
16	ТК4741	ТК4742	15	125	125	21	7,9	0,0000577	0,0000009	0,0000529	0,999947

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК4742	ТК4743	13	125	125	21	7,9	0,0000577	0,0000008	0,0000537	0,999946
18	ТК4743	ТК4744	127	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000073	0,0000610	0,999939
19	ТК4744	ТК4745	24	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000014	0,0000624	0,999938
20	ТК4745	ТК4746	65	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000038	0,0000662	0,999934
21	ТК4746	ТК4747	26	100	100	21	6,7	0,0000577	0,0000015	0,0000677	0,999932
22	ТК4747	ТК4748	19	80	80	21	5,9	0,0000577	0,0000011	0,0000688	0,999931
23	ТК4748	ТК4737	27	80	80	21	5,9	0,0000577	0,0000016	0,0000704	0,999930
24	ТК4737	ТК4738	49,2	80	80	19	5,9	0,0000507	0,0000025	0,0000729	0,999927
25	ТК4738	ТК4739	32	80	80	19	5,9	0,0000507	0,0000016	0,0000745	0,999926

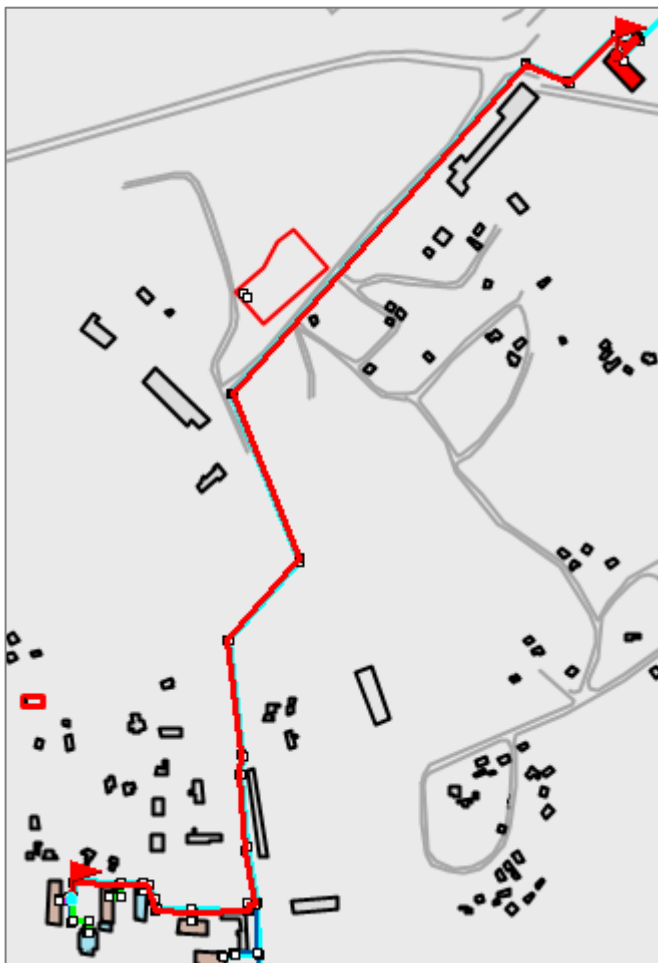


**Рисунок 4.6.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 47 – ТК – 4739»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 47 – ТК – 4739» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.6.2 Участок «Котельная № 47 – ТК – 4789»

Данный участок начинается от Котельная № 47 и заканчивается камерой ТК – 4789 (см. рис. 4.6.3).



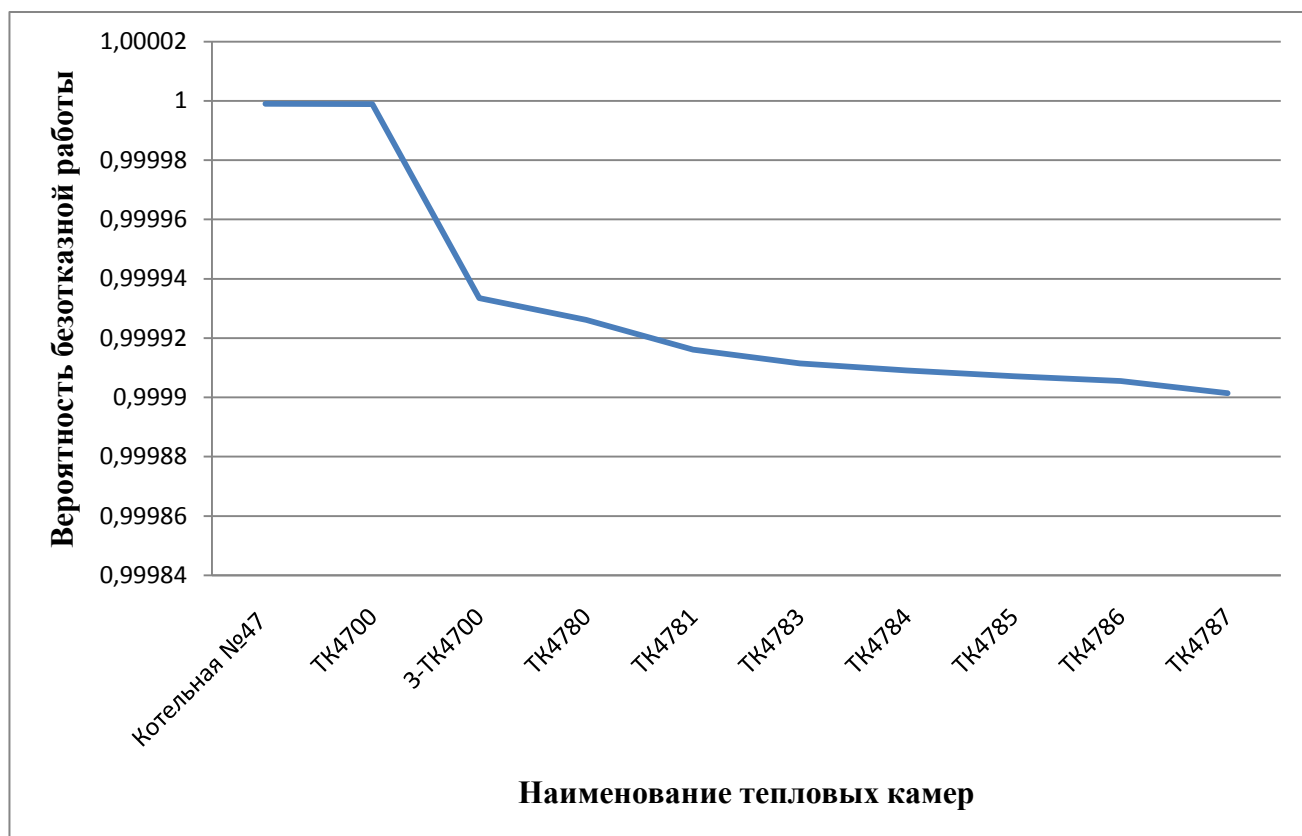
**Рисунок 4.6.3 Трассировка участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»**

В табл. 4.6.2 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. 4.6.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 4.6.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №47	ТК4700	21	250	250	18	14,7	0,0000481	0,0000010	0,0000010	0,999999
2	ТК4700	3-ТК4700	1	200	200	21	12,0	0,0000577	0,0000001	0,0000011	0,999999
3	3-ТК4700	ТК4780	1132	200	200	21	11,2	0,0000577	0,0000654	0,0000665	0,999934
4	ТК4780	ТК4781	146	150	150	19	8,9	0,0000507	0,0000074	0,0000739	0,999926
5	ТК4781	ТК4783	197	150	150	19	8,9	0,0000507	0,0000100	0,0000839	0,999916
6	ТК4783	ТК4784	85	125	125	20	7,9	0,0000539	0,0000046	0,0000885	0,999912
7	ТК4784	ТК4785	45	125	125	20	7,9	0,0000539	0,0000024	0,0000909	0,999909
8	ТК4785	ТК4786	39	100	100	19	6,7	0,0000507	0,0000020	0,0000929	0,999907
9	ТК4786	ТК4787	30	100	100	20	6,7	0,0000539	0,0000016	0,0000945	0,999906
10	ТК4787	ТК4789	77	80	80	20	5,9	0,0000539	0,0000041	0,0000986	0,999901



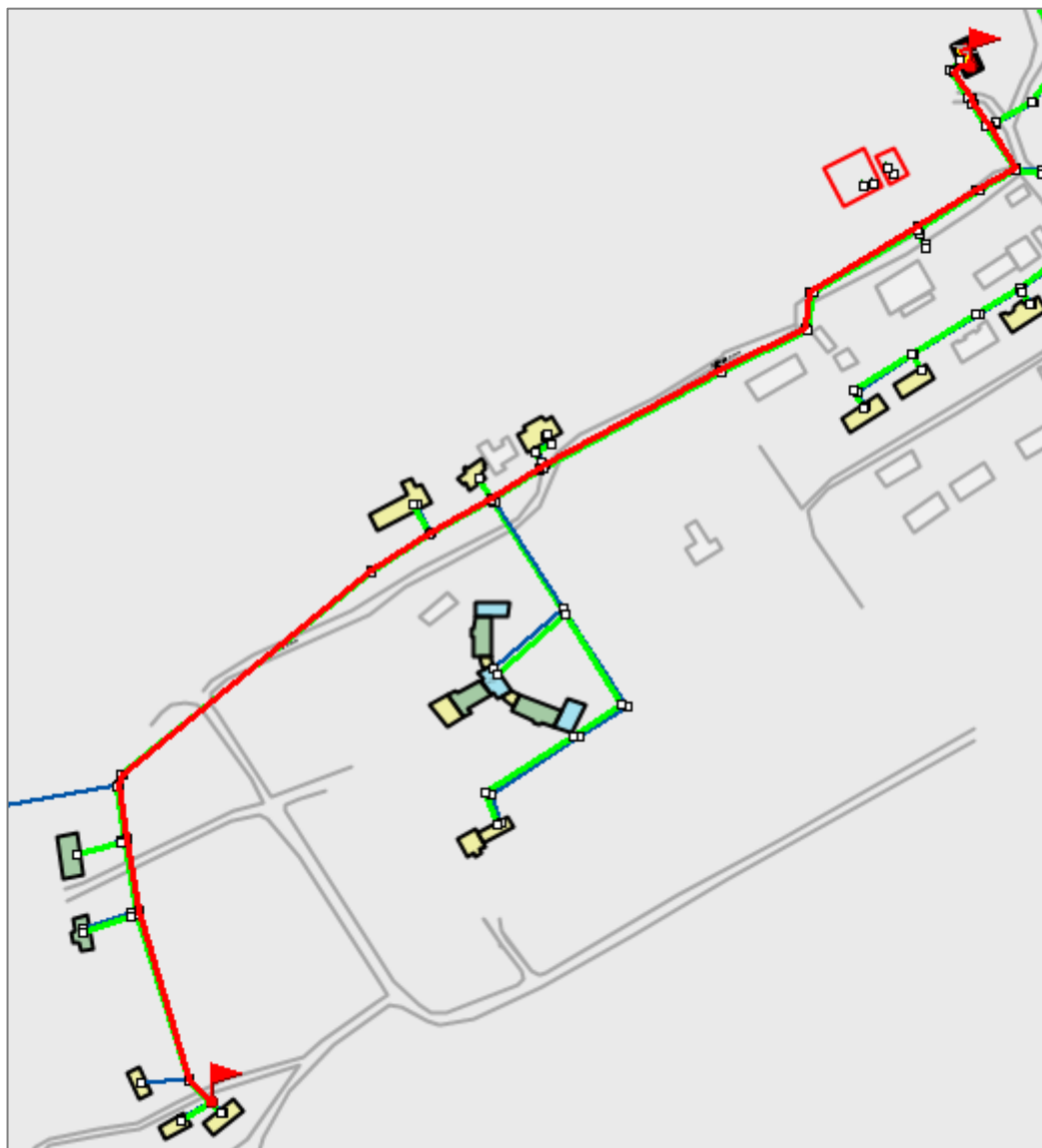
**Рисунок 4.6.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 47 – ТК – 4789»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 47 – ТК – 4789» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.7. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 62

##### 4.7.1 Участок «Котельная № 62 – ТК – 5020а»

Данный участок начинается от Котельная № 62 и заканчивается камерой ТК – 5020а (см. рис. 3.7.1).



**Рисунок 4.7.1 Трассировка участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»**

В табл. 4.7.1 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. 4.7.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 4.7.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, $1/ч$	Поток отказов накопленным итогом, $1/ч$	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №62	ТК-5001	33	300	300	41	17,7	0,0000831	0,0000027	0,0000027	0,999997
2	ТК-5001	3-ТК-5001	1	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000001	0,0000028	0,999997
3	3-ТК-5001	ТК-5001а	24,5	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000020	0,0000048	0,999995
4	ТК-5001а	ТК-5003	38	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000032	0,0000080	0,999992
5	ТК-5003	ТК-5004	32	200	200	40	11,6	0,0000831	0,0000027	0,0000107	0,999989
6	ТК-5004	ТК-5005	48	200	200	40	11,6	0,0000831	0,0000040	0,0000147	0,999985
7	ТК-5005	ТК-5006	124	200	200	40	11,6	0,0000831	0,0000103	0,0000250	0,999975
8	ТК-5006	ТК-5007	70	200	200	40	11,6	0,0000831	0,0000058	0,0000308	0,999969
9	ТК-5007	ТК-5010	150	200	200	40	11,6	0,0000831	0,0000125	0,0000433	0,999957
10	ТК-5010	3-ТК-5010	1	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000001	0,0000434	0,999957
11	3-ТК-5010	ТК-5011	45	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000037	0,0000471	0,999953
12	ТК-5011	ТК-5013	54	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000045	0,0000516	0,999948
13	ТК-5013	ТК-5013а	44	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000037	0,0000553	0,999945

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-5013а	ТК-5015	260	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000216	0,0000769	0,999923
15	ТК-5015	ТК-5019	40	150	150	40	8,9	0,0000831	0,0000033	0,0000802	0,99992
16	ТК-5019	ТК-5020	54	100	100	40	6,7	0,0000831	0,0000045	0,0000847	0,999915
17	ТК-5020	ТУ-ТК-5020а	140	100	100	39	6,7	0,0000831	0,0000116	0,0000963	0,999904
18	ТУ-ТК-5020а	ТК-5020а	20	100	100	39	6,7	0,0000831	0,0000017	0,0000980	0,999902



**Рисунок 4.7.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 62 – ТК – 5020а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 62 – ТК – 5020а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.



Таблица 4.7.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 62 – ТК – 5052»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №62	ТК-5001	33	300	300	41	17,7	0,0000831	0,0000027	0,0000027	0,999997
2	ТК-5001	3-ТК-5001	1	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000001	0,0000028	0,999997
3	3-ТК-5001	ТК-5001a	24,5	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000020	0,0000048	0,999995
4	ТК-5001a	ТК-5003	38	300	300	41	17,6	0,0000831	0,0000032	0,0000080	0,999992
5	ТК-5003	ТК-5033a	66	300	300	39	17,6	0,0000831	0,0000055	0,0000135	0,999987
6	ТК-5033a	ТК-5033	26	250	250	52	14,5	0,0000831	0,0000022	0,0000157	0,999984
7	ТК-5033	ТК-5038	54	250	250	52	14,5	0,0000831	0,0000045	0,0000202	0,99998
8	ТК-5038	ТК-5040	32	250	250	52	14,5	0,0000831	0,0000027	0,0000229	0,999977
9	ТК-5040	ТК-5041	24	250	250	52	14,5	0,0000831	0,0000020	0,0000249	0,999975
10	ТК-5041	ТК-5043	40	125	125	52	7,8	0,0000831	0,0000033	0,0000282	0,999972
11	ТК-5043	ТК-5043б	65	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000031	0,0000313	0,999969
12	ТК-5043б	ТК-5044	40	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000019	0,0000332	0,999967

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
13	TK-5044	TK-5044a	13	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000006	0,0000338	0,999966
14	TK-5044a	TK-5055	43,1	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000021	0,0000359	0,999964
15	TK-5055	TK-5055a	24	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000012	0,0000371	0,999963
16	TK-5055a	TK-5054	20	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000010	0,0000381	0,999962
17	TK-5054	TK-5056	42	125	125	18	7,8	0,0000481	0,0000020	0,0000401	0,99996
18	TK-5056	TK-5053	68	80	80	36	5,9	0,0000831	0,0000057	0,0000458	0,999954
19	TK-5053	3-TK-5053	1	100	100	36	6,7	0,0000831	0,0000001	0,0000459	0,999954
20	3-TK-5053	T-Z	79	100	100	36	6,7	0,0000831	0,0000066	0,0000525	0,999948
21	T-Z	TK-5052	20	80	80	52	5,9	0,0000831	0,0000017	0,0000542	0,999946



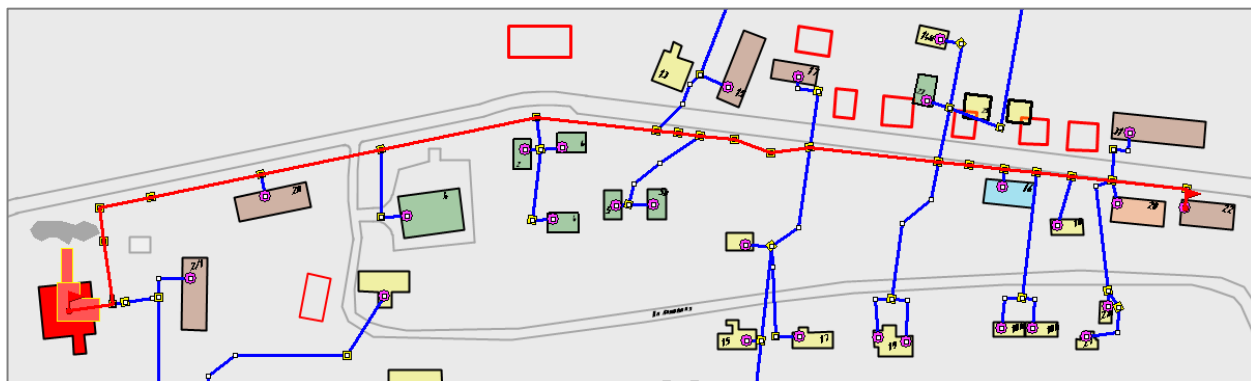
**Рисунок 4.7.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 62 – ТК – 5052»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 62 – ТК – 5052» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,997$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.8. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 2

##### 4.8.1 Участок «Котельная № 2 – ТК – 3520а»

Данный участок начинается от Котельная № 2 и заканчивается камерой ТК – 3520а (см. рис. 4.8.1).



**Рисунок 4.8.1 Трассировка участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»**

В табл. 4.8.1 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. 4.8.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.8.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №2	ТК3500а	11	250	250	26	14,8	0,0002771	0,0000030	0,0000030	0,999997
2	ТК3500а	3-ТК3500а	1	250	300	32	14,8	0,0002771	0,0000003	0,0000033	0,999997
3	3-ТК3500а	ТК3501	30	250	300	32	14,8	0,0002771	0,0000083	0,0000116	0,999988
4	ТК3501	ТК3502	9	250	300	19	14,8	0,0001690	0,0000015	0,0000131	0,999987
5	ТК3502	ТК3503	47	200	200	19	12,0	0,0001690	0,0000079	0,0000210	0,999979
6	ТК3503	ТК3504	53,5	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000148	0,0000358	0,999964
7	ТК3504	ТК3505	64	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000177	0,0000535	0,999947
8	ТК3505	ТК3506	87	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000241	0,0000776	0,999922
9	ТК3506	ТК3507	85	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000236	0,0001012	0,999899
10	ТК3507	ТК3508	7,5	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000021	0,0001033	0,999897
11	ТК3508	ТК3509	7	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000019	0,0001052	0,999895
12	ТК3509	ТК3510	25	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000069	0,0001121	0,999888
13	ТК3510	ТК3511	35	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000097	0,0001218	0,999878
14	ТК3511	ТК3512	35	250	250	41	14,4	0,0002771	0,0000097	0,0001315	0,999869
15	ТК3512	ТК3515	70	100	250	20	6,7	0,0001796	0,0000126	0,0001441	0,999856
16	ТК3515	ТК3516	15	200	200	41	11,9	0,0002771	0,0000042	0,0001483	0,999852
17	ТК3516	ТК3517	21	200	200	34	11,9	0,0002771	0,0000058	0,0001541	0,999846
18	ТК3517	ТК3518	27	200	200	34	11,9	0,0002771	0,0000075	0,0001616	0,999838
19	ТК3518	ТК3519	18	200	200	34	11,9	0,0002771	0,0000050	0,0001666	0,999833
20	ТК3519	ТК3520	46,5	200	200	34	11,9	0,0002771	0,0000129	0,0001795	0,999821
21	ТК3520	ТК3520а	55	70	70	17	5,4	0,0001400	0,0000077	0,0001872	0,999813



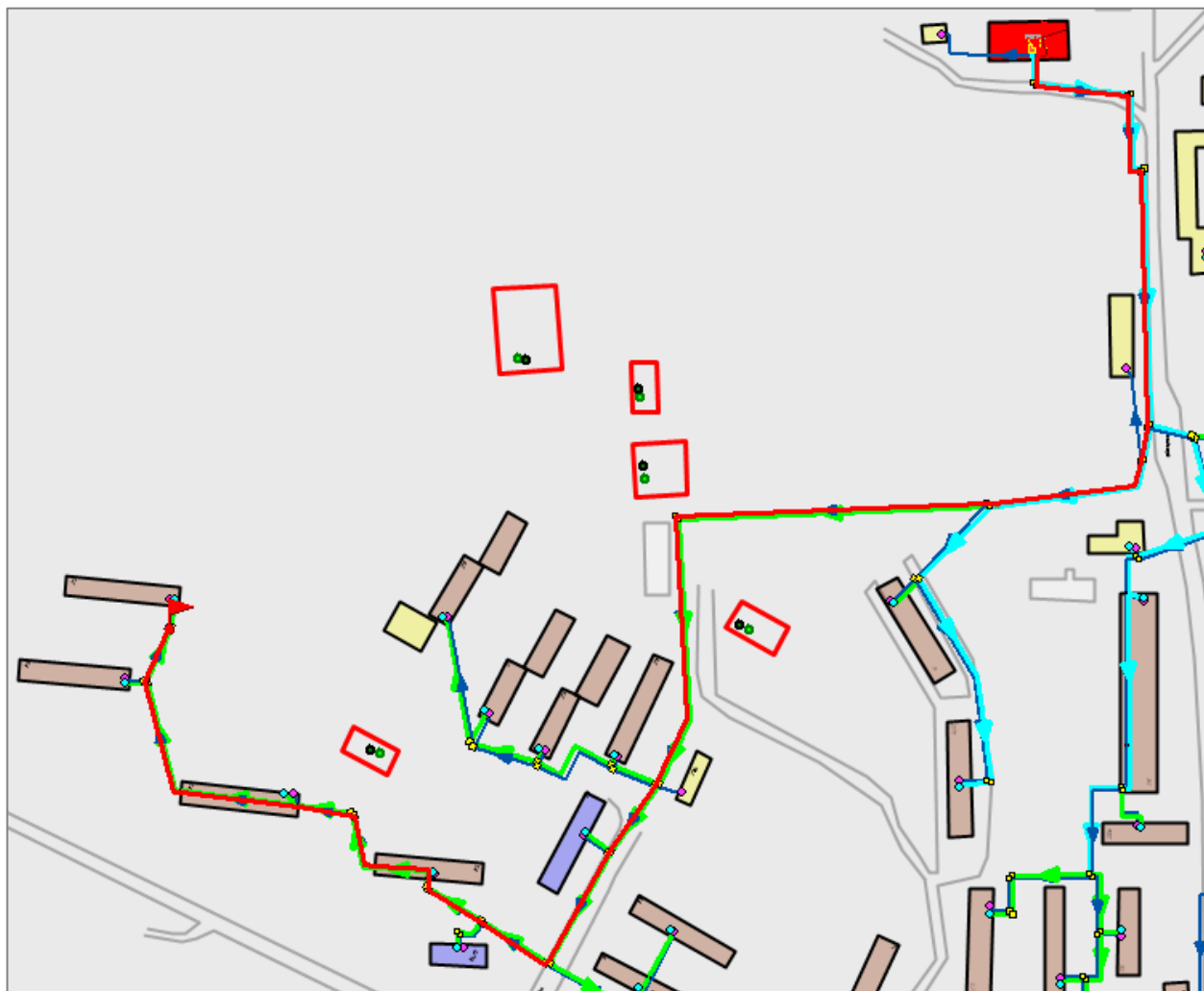
**Рисунок 4.8.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 2 – ТК – 3520а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 2 – ТК – 3520а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,995$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.9. Вероятность безотказной работы последовательных участков Котельной № 56

##### 4.9.1 Участок «Котельная № 56 – ТК – 4641»

Данный участок начинается от Котельная № 56 и заканчивается камерой ТК – 4641 (см. рис. 4.9.1).



**Рисунок 4.9.1 Трассировка участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»**

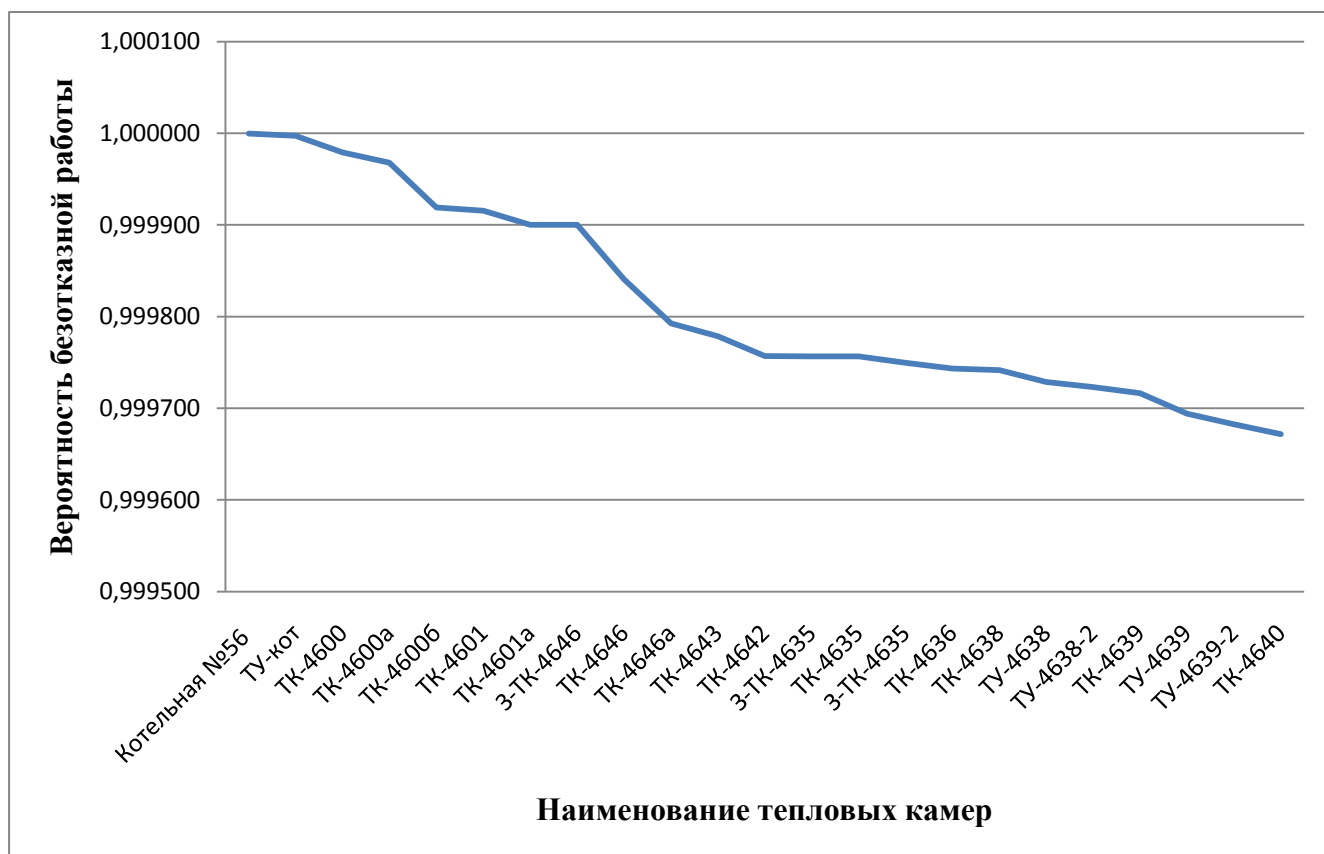
В табл. 4.9.1 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплотрассы по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.9.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплотрассы относительно тепловых камер, входящих в состав теплотрассы, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 4.9.1 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №56	ТУ-кот	1	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000003	0,0000003	1,000000
2	ТУ-кот	ТК-4600	10	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000026	0,0000029	0,999997
3	ТК-4600	ТК-4600a	70	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000180	0,0000209	0,999979
4	ТК-4600a	ТК-4600б	64	400	400	21	23,0	0,0001787	0,0000114	0,0000323	0,999968
5	ТК-4600б	ТК-4601	190	400	400	39	23,0	0,0002573	0,0000489	0,0000812	0,999919
6	ТК-4601	ТК-4601a	25	200	200	17	11,9	0,0001300	0,0000032	0,0000844	0,999916
7	ТК-4601a	3-ТК-4646	119	200	200	17	11,4	0,0001300	0,0000155	0,0000999	0,999900
8	3-ТК-4646	ТК-4646	1	200	200	17	11,4	0,0001300	0,0000001	0,0001000	0,999900
9	ТК-4646	ТК-4646a	230	200	200	49	11,5	0,0002573	0,0000592	0,0001592	0,999841
10	ТК-4646a	ТК-4643	208	200	200	24	11,5	0,0002317	0,0000482	0,0002074	0,999793
11	ТК-4643	ТК-4642	60	200	200	24	11,5	0,0002317	0,0000139	0,0002213	0,999779
12	ТК-4642	3-ТК-	94	200	200	24	11,5	0,0002317	0,0000218	0,0002431	0,999757

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
		4635									
13	3-ТК-4635	ТК-4635	1	200	200	24	12,0	0,0002317	0,0000002	0,0002433	0,999757
14	ТК-4635	3-ТК-4635	1	200	200	16	11,9	0,0001300	0,0000001	0,0002434	0,999757
15	3-ТК-4635	ТК-4636	55	200	200	16	11,9	0,0001300	0,0000071	0,0002505	0,999750
16	ТК-4636	ТК-4638	47	150	150	15	9,0	0,0001300	0,0000061	0,0002566	0,999743
17	ТК-4638	ТУ-4638	14	150	150	15	9,0	0,0001300	0,0000018	0,0002584	0,999742
18	ТУ-4638	ТУ-4638-2	50	150	150	48	9,0	0,0002573	0,0000129	0,0002713	0,999729
19	ТУ-4638-2	ТК-4639	43	150	150	16	9,0	0,0001300	0,0000056	0,0002769	0,999723
20	ТК-4639	ТУ-4639	46	150	150	18	9,0	0,0001488	0,0000068	0,0002837	0,999716
21	ТУ-4639	ТУ-4639-2	87	125	125	39	7,9	0,0002573	0,0000224	0,0003061	0,999694
22	ТУ-4639-2	ТК-4640	88	125	125	15	7,9	0,0001300	0,0000114	0,0003175	0,999683
23	ТК-4640	ТК-4641	42	100	100	46	6,7	0,0002573	0,0000108	0,0003283	0,999672

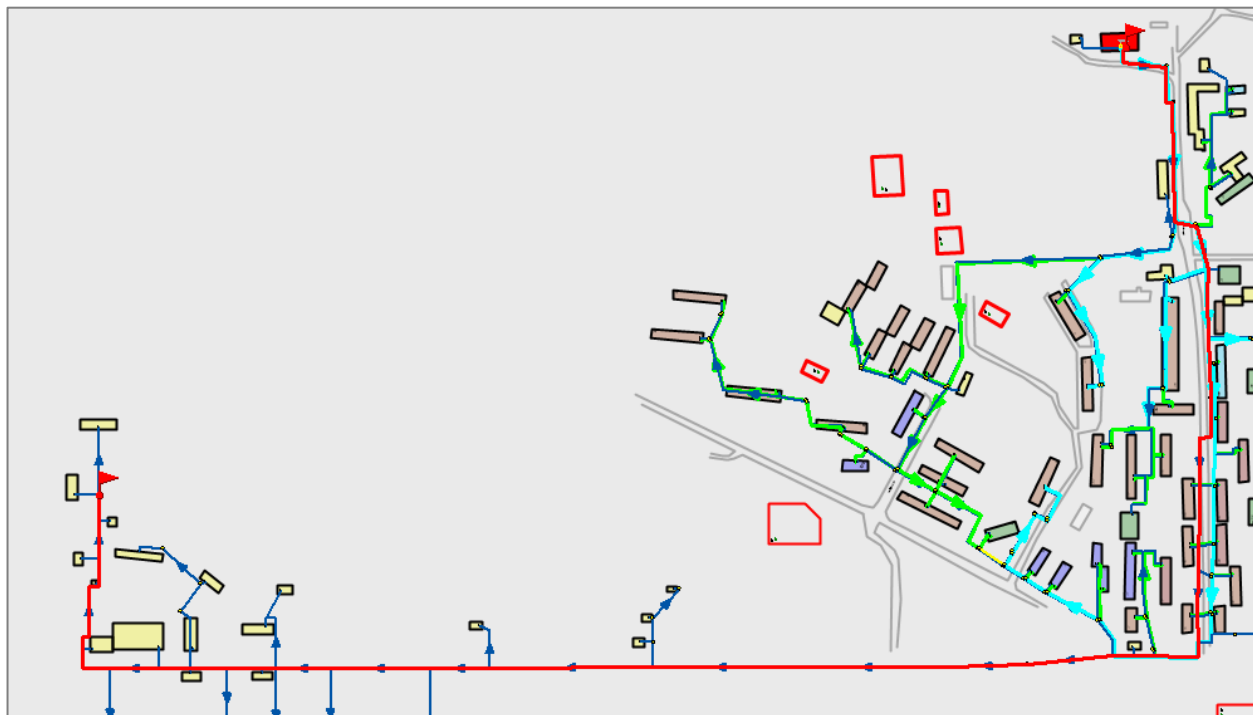


**Рисунок 4.9.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 56 – ТК – 4641»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 56 – ТК – 4641» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,984$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.9.2 Участок «Котельная № 56 – АТК – 38»

Данный участок начинается от Котельная № 56 и заканчивается камерой АТК – 38 (см. рис. 4.9.3).



**Рисунок 4.9.3 Трассировка участка «Котельная № 56 – АТК – 38»**

В табл. 4.9.2 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. 4.9.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.9.2 Результаты расчета ВБР участка «Котельная № 56 – АТК – 38»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	Котельная №56	ТУ-кот	1	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000003	0,0000003	1,000000
2	ТУ-кот	ТК-4600	10	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000026	0,0000029	0,999997
3	ТК-4600	ТК-4600а	70	400	400	45	23,0	0,0002573	0,0000180	0,0000209	0,999979
4	ТК-4600а	ТК-4600б	64	400	400	21	23,0	0,0001787	0,0000114	0,0000323	0,999968
5	ТК-4600б	ТК-4601	190	400	400	39	23,0	0,0002573	0,0000489	0,0000812	0,999919
6	ТК-4601	3-ТК-4602	36	400	400	45	21,7	0,0002573	0,0000093	0,0000905	0,999910
7	3-ТК-4602	ТК-4602	1	400	400	45	21,7	0,0002573	0,0000003	0,0000908	0,999909
8	ТК-4602	ТК-4603	69	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000178	0,0001086	0,999891
9	ТК-4603	ТК-4604	41	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000106	0,0001192	0,999881
10	ТК-4604	ТК-4605	65	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000167	0,0001359	0,999864
11	ТК-4605	ТК-4606	42	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000108	0,0001467	0,999853
12	ТК-4606	ТК-4607	50	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000129	0,0001596	0,999840
13	ТК-4607	ТК-4608	32	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000082	0,0001678	0,999832
14	ТК-4608	ТК-4609	123	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000317	0,0001995	0,999801

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-4609	ТК-4610	38	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000098	0,0002093	0,999791
16	ТК-4610	ТК-4611	20	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000051	0,0002144	0,999786
17	ТК-4611	ТК-4612	38	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000098	0,0002242	0,999776
18	ТК-4612	ТК-4613	40	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000103	0,0002345	0,999766
19	ТК-4613	ТК-4614	73	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000188	0,0002533	0,999747
20	ТК-4614	3-ТК-4615	40	400	400	45	22,4	0,0002573	0,0000103	0,0002636	0,999736
21	3-ТК-4615	ТК-4615	1	400	400	45	23,7	0,0002573	0,0000003	0,0002639	0,999736
22	ТК-4615	ТК-4616	41	300	300	22	17,6	0,0001931	0,0000079	0,0002718	0,999728
23	ТК-4616	ТК-4617	43	300	300	22	17,6	0,0001931	0,0000083	0,0002801	0,999720
24	ТК-4617	ТК-4618	35	300	300	22	17,6	0,0001931	0,0000068	0,0002869	0,999713
25	ТК-4618	ТК-4619	34	300	300	22	17,6	0,0001931	0,0000066	0,0002935	0,999707
26	ТК-4619	ТК-4620	137	200	200	18	11,5	0,0001488	0,0000204	0,0003139	0,999686
27	ТК-4620	ТК-4621	126	250	250	56	14,7	0,0002573	0,0000324	0,0003463	0,999654
28	ТК-4621	3-ТК-4621	1	250	250	56	13,8	0,0002573	0,0000003	0,0003466	0,999653
29	3-ТК-4621	ТК-4622	251	250	250	56	13,8	0,0002573	0,0000646	0,0004112	0,999589
30	ТК-4622	АТК-23	227	250	250	39	13,8	0,0002573	0,0000584	0,0004696	0,999531
31	АТК-23	АТК-24	262	250	250	39	13,8	0,0002573	0,0000674	0,0005370	0,999463

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
32	АТК-24	АТК-25	95	250	250	39	13,8	0,0002573	0,0000244	0,0005614	0,999439
33	АТК-25	АТК-26	160	250	250	39	13,8	0,0002573	0,0000412	0,0006026	0,999398
34	АТК-26	АТК-27	88	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000226	0,0006252	0,999375
35	АТК-27	АТК-28	22	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000057	0,0006309	0,999369
36	АТК-28	АТК-29	56	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000144	0,0006453	0,999355
37	АТК-29	АТК-30	58	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000149	0,0006602	0,999340
38	АТК-30	АТК-31	51	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000131	0,0006733	0,999327
39	АТК-31	АТК-32	78	200	200	39	11,7	0,0002573	0,0000201	0,0006934	0,999307
40	АТК-32	АТК-33	43	150	150	39	9,1	0,0002573	0,0000111	0,0007045	0,999296
41	АТК-33	АТК-34	30	150	150	39	9,1	0,0002573	0,0000077	0,0007122	0,999288
42	АТК-34	АТК-35	121	100	100	39	6,7	0,0002573	0,0000311	0,0007433	0,999257
43	АТК-35	АТК-36	55	100	100	39	6,7	0,0002573	0,0000142	0,0007575	0,999243
44	АТК-36	АТК-37	59	100	100	39	6,7	0,0002573	0,0000152	0,0007727	0,999228
45	АТК-37	АТК-38	42	100	100	39	6,7	0,0002573	0,0000108	0,0007835	0,999217



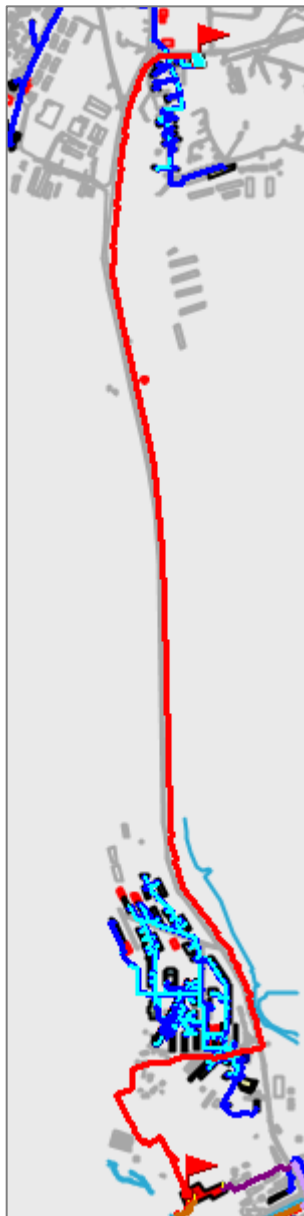
**Рисунок 4.9.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «Котельная № 56 – АТК – 38»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «Котельная № 56 – АТК – 38» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,984$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.10. Вероятность безотказной работы последовательных участков МТЭЦ

##### 4.10.1 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 10»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 10 (см. рис. 4.10.1).



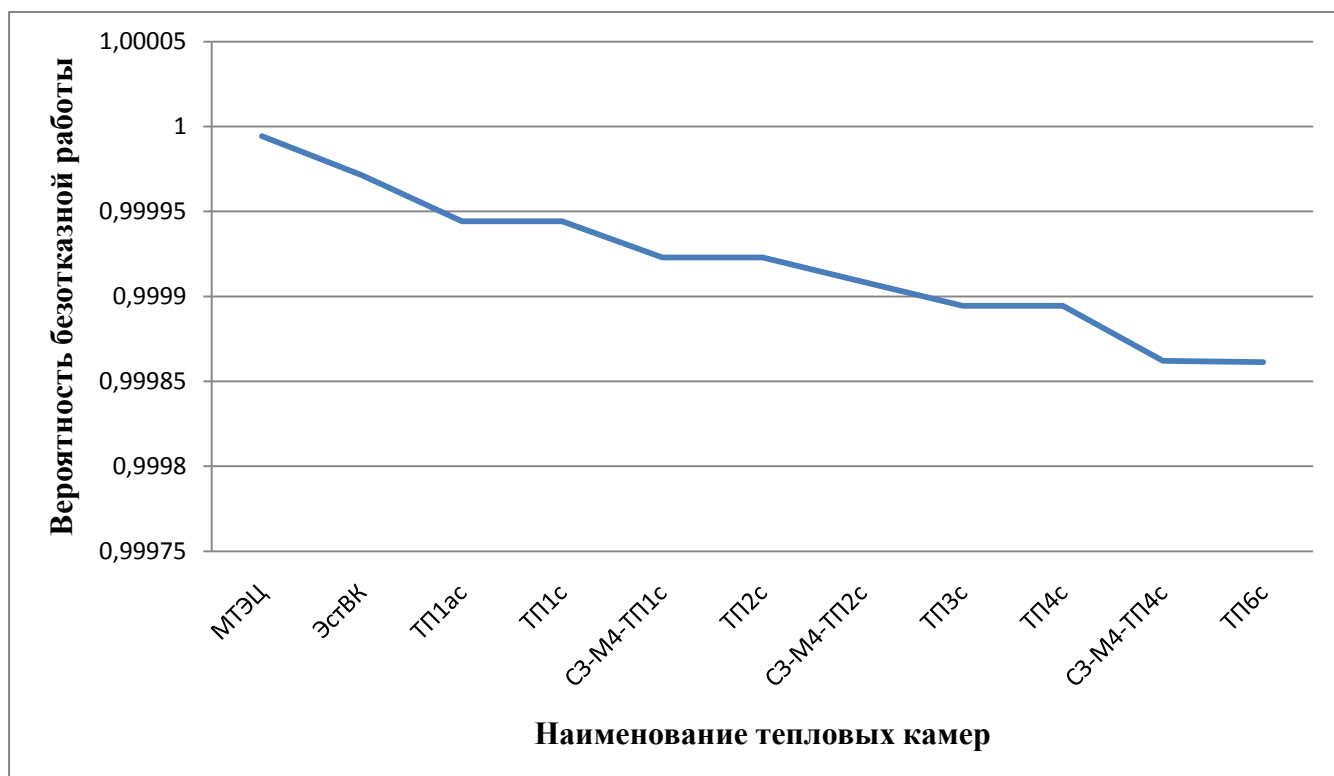
**Рисунок 4.10.1 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»**

В табл. 4.10.1 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. 4.10.2 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.1 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ЭстБК	250	700	700	45	33,8	0,0000226	0,0000056	0,0000056	0,999994
2	ЭстБК	ТП1ас	1025	700	700	45	33,8	0,0000226	0,0000231	0,0000287	0,999971
3	ТП1ас	ТП1с	1200	700	700	45	33,8	0,0000226	0,0000271	0,0000558	0,999944
4	ТП1с	С3-М4-ТП1с	1	700	700	43	33,8	0,0000226	0,0000000	0,0000558	0,999944
5	С3-М4-ТП1с	ТП2с	946	700	700	43	39,3	0,0000226	0,0000213	0,0000771	0,999923
6	ТП2с	С3-М4-ТП2с	1	700	700	43	39,3	0,0000226	0,0000000	0,0000771	0,999923
7	С3-М4-ТП2с	ТП3с	638	700	700	43	38,2	0,0000226	0,0000144	0,0000915	0,999909
8	ТП3с	ТП4с	620	700	700	43	38,2	0,0000226	0,0000140	0,0001055	0,999895
9	ТП4с	С3-М4-ТП4с	1	700	700	43	38,2	0,0000226	0,0000000	0,0001055	0,999895
10	С3-М4-ТП4с	ТП6с	1441	700	700	43	37,5	0,0000226	0,0000325	0,0001380	0,999862
11	ТП6с	ЦТП-10	30	200	200	28	12,0	0,0000226	0,0000007	0,0001387	0,999861

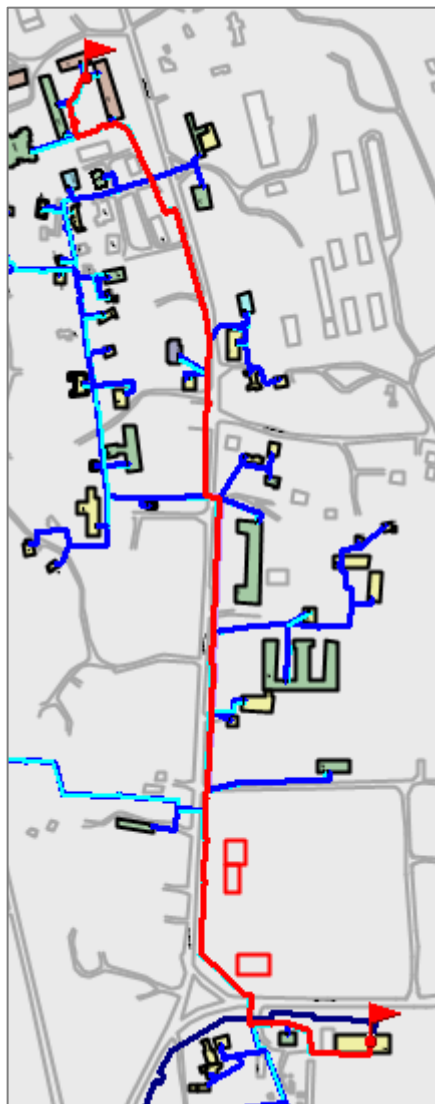


**Рисунок 4.10.2 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 10» 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.

#### 4.10.2 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»

Данный участок начинается от ЦТП – 10 и заканчивается камерой ТК – 1840а (см. рис. 4.10.3).



**Рисунок 4.10.3 Трассировка участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»**

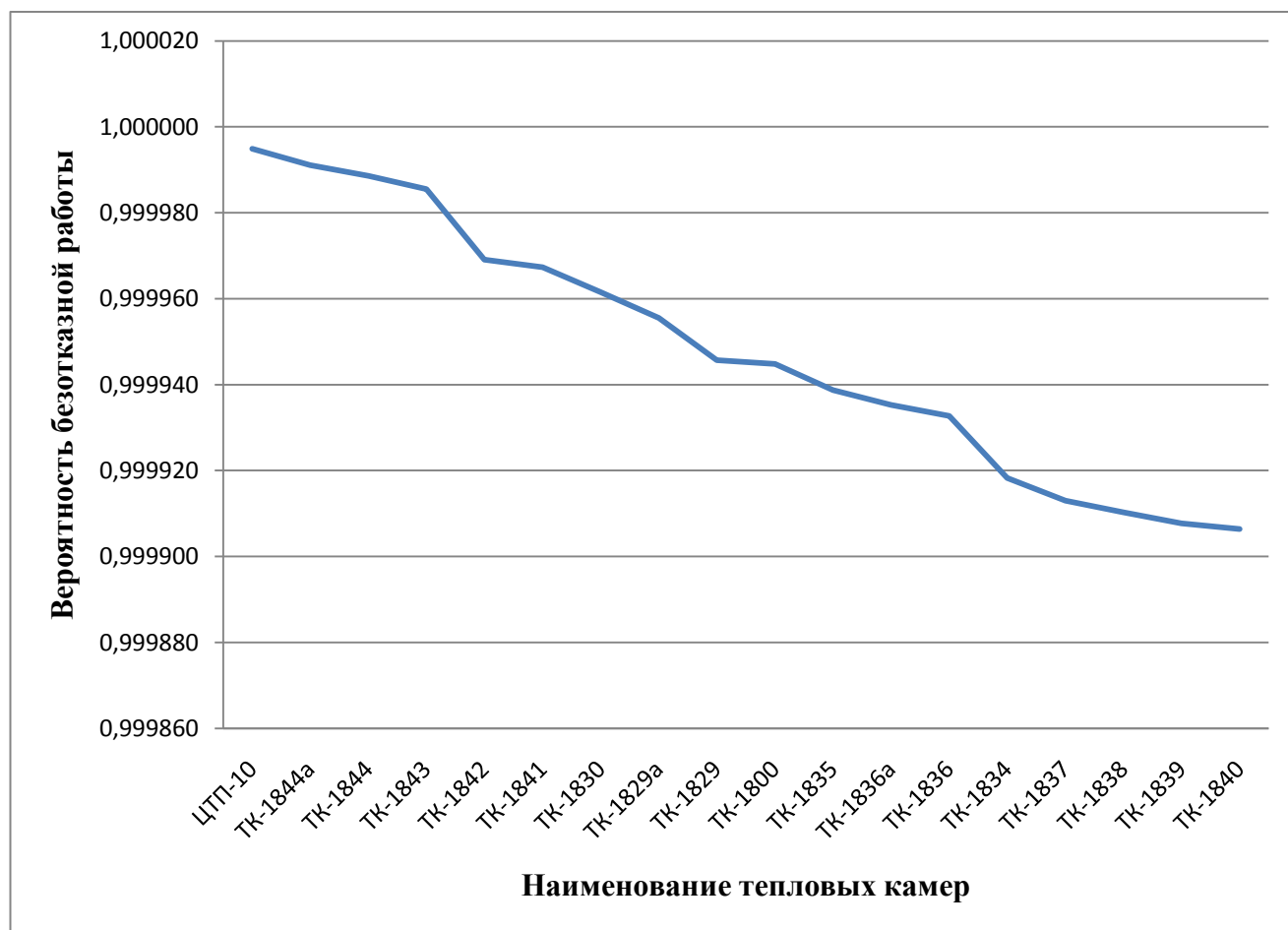
В табл. 4.10.2 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.4 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.2 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-10	ТК-1844а	71	300	300	28	17,1	0,0000713	0,0000051	0,0000051	0,999995
2	ТК-1844а	ТК-1844	53,5	300	300	28	17,1	0,0000713	0,0000038	0,0000089	0,999991
3	ТК-1844	ТК-1843	35	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000025	0,0000114	0,999989
4	ТК-1843	ТК-1842	43	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000031	0,0000145	0,999986
5	ТК-1842	ТК-1841	230	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000164	0,0000309	0,999969
6	ТК-1841	ТК-1830	25	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000018	0,0000327	0,999967
7	ТК-1830	ТК-1829а	82	200	300	51	11,4	0,0000713	0,0000058	0,0000385	0,999962
8	ТК-1829а	ТК-1829	84	200	300	52	11,4	0,0000713	0,0000060	0,0000445	0,999956
9	ТК-1829	ТК-1800	138	200	300	52	11,4	0,0000713	0,0000098	0,0000543	0,999946
10	ТК-1800	ТК-1835	12	200	300	47	11,4	0,0000713	0,0000009	0,0000552	0,999945
11	ТК-1835	ТК-1836а	85	200	200	53	11,4	0,0000713	0,0000061	0,0000613	0,999939
12	ТК-	ТК-1836	48	200	200	53	11,4	0,0000713	0,0000034	0,0000647	0,999935

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
	1836a										
13	ТК-1836	ТК-1834	36	200	200	53	11,4	0,0000713	0,0000026	0,0000673	0,999933
14	ТК-1834	ТК-1837	202	200	200	53	11,4	0,0000713	0,0000144	0,0000817	0,999918
15	ТК-1837	ТК-1838	75	300	300	39	17,6	0,0000713	0,0000053	0,0000870	0,999913
16	ТК-1838	ТК-1839	38	300	300	53	17,6	0,0000713	0,0000027	0,0000897	0,999910
17	ТК-1839	ТК-1840	37	125	125	53	7,9	0,0000713	0,0000026	0,0000923	0,999908
18	ТК-1840	ТК-1840a	35	100	100	17	6,7	0,0000360	0,0000013	0,0000936	0,999906

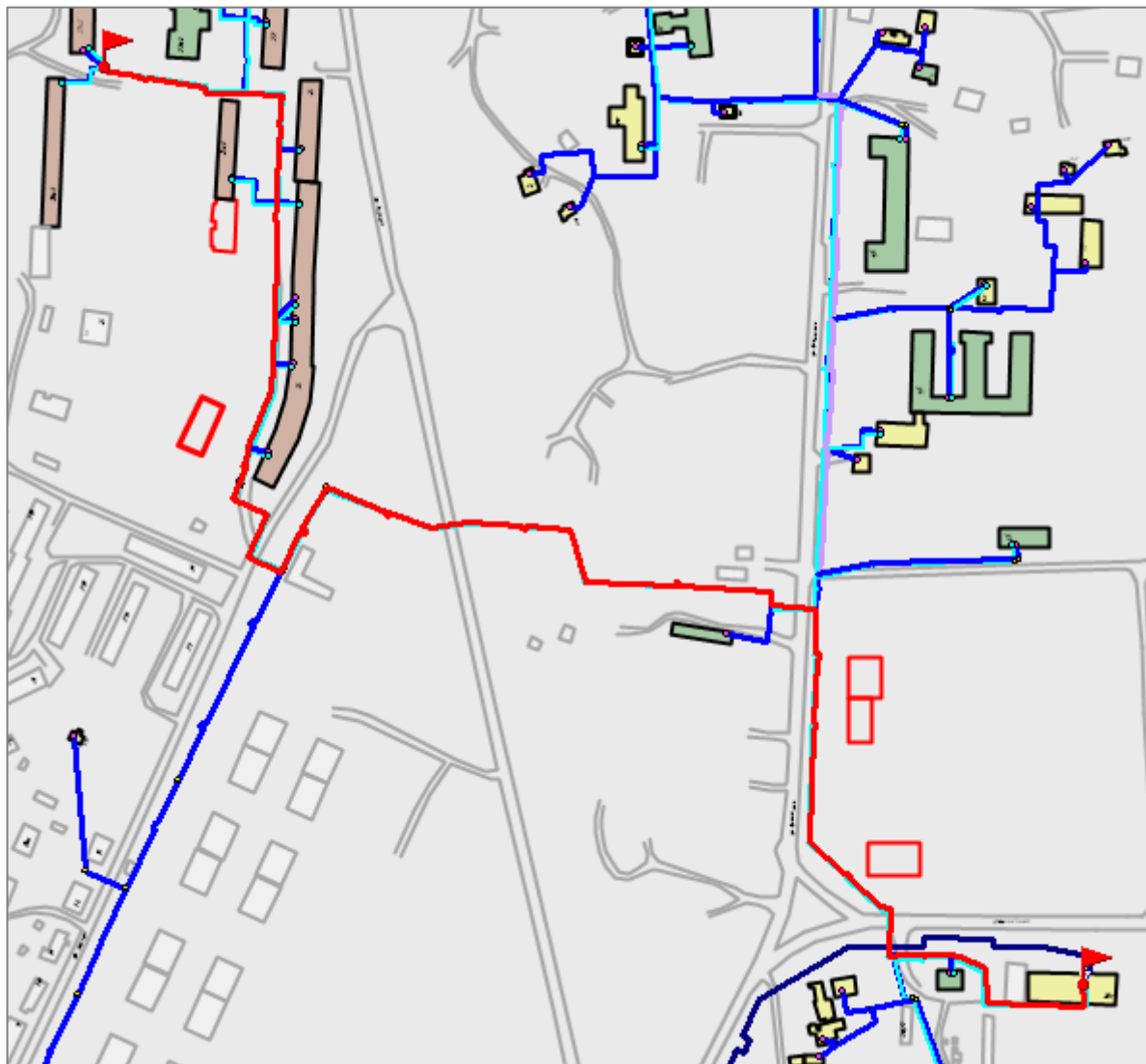


**Рисунок 4.10.4 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 10 – ТК – 1840а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 10 – ТК – 1840а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.10.3 Участок «ЦТП – 10 – ТК – 1852»

Данный участок начинается от ЦТП – 10 и заканчивается камерой ТК – 1852 (см. рис. 4.10.5).



**Рисунок 4.10.5 Трассировка участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»**

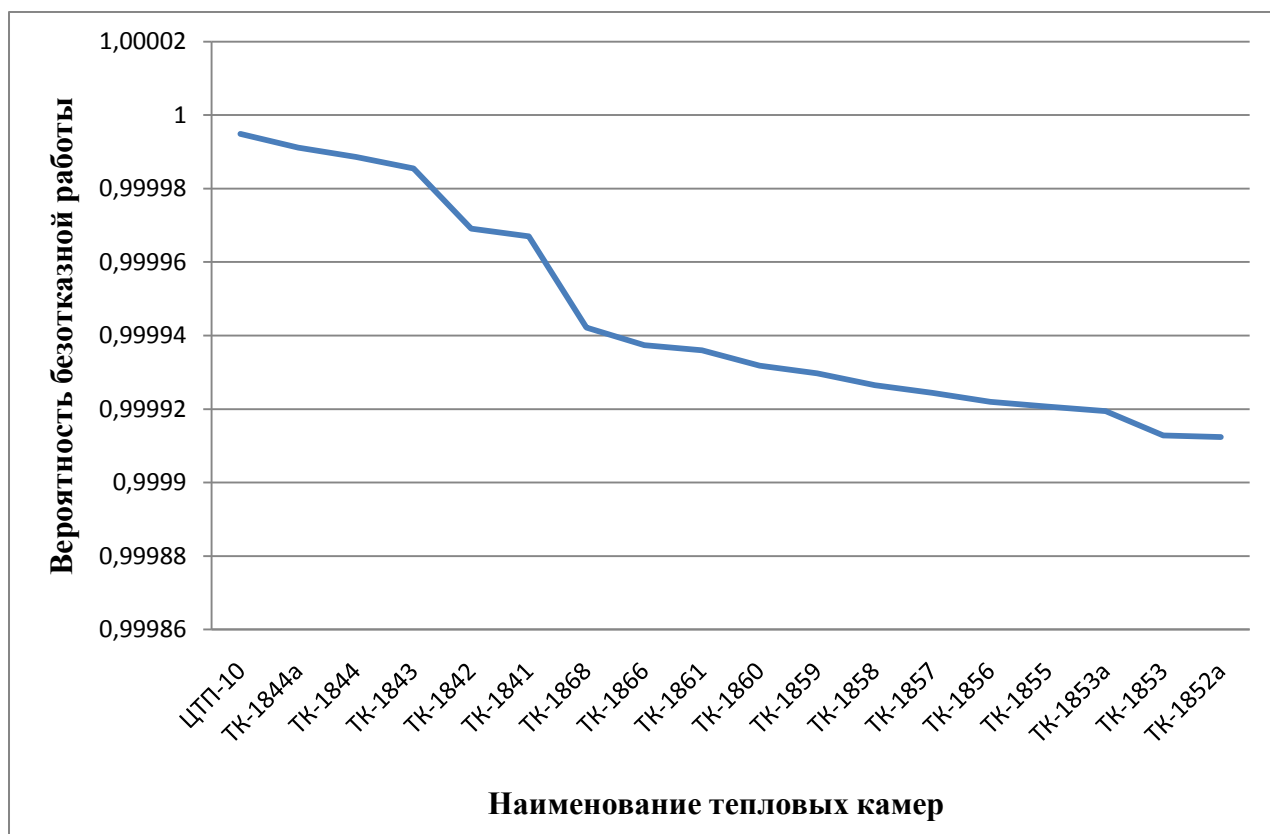
В табл. 4.10.3 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.6 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.3 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-10	ТК-1844а	71	300	300	28	17,1	0,0000713	0,0000051	0,0000051	0,999995
2	ТК-1844а	ТК-1844	53,5	300	300	28	17,1	0,0000713	0,0000038	0,0000089	0,999991
3	ТК-1844	ТК-1843	35	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000025	0,0000114	0,999989
4	ТК-1843	ТК-1842	43	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000031	0,0000145	0,999986
5	ТК-1842	ТК-1841	230	300	300	51	17,1	0,0000713	0,0000164	0,0000309	0,999969
6	ТК-1841	ТК-1868	30	300	300	41	17,1	0,0000713	0,0000021	0,0000330	0,999967
7	ТК-1868	ТК-1866	347,5	350	350	41	20,0	0,0000713	0,0000248	0,0000578	0,999942
8	ТК-1866	ТК-1862	67	350	350	41	20,0	0,0000713	0,0000048	0,0000626	0,999937
9	ТК-1861	ТК-1860	20	150	150	40	9,1	0,0000713	0,0000014	0,0000640	0,999936
10	ТК-1860	ТК-1859	58,5	200	200	40	11,8	0,0000713	0,0000042	0,0000682	0,999932
11	ТК-1859	ТК-1858	30	200	200	40	11,8	0,0000713	0,0000021	0,0000703	0,999930
12	ТК-1858	ТК-1857	45	200	200	40	11,8	0,0000713	0,0000032	0,0000735	0,999927
13	ТК-1857	ТК-1856	30	200	200	40	11,8	0,0000713	0,0000021	0,0000756	0,999924
14	ТК-1856	ТК-1855	34	200	200	40	11,8	0,0000713	0,0000024	0,0000780	0,999922
15	ТК-1855	ТК-1853а	35	150	150	15	9,1	0,0000360	0,0000013	0,0000793	0,999921

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-1853а	ТК-1853	35	150	150	15	9,1	0,0000360	0,0000013	0,0000806	0,999919
17	ТК-1853	ТК-1852а	92	125	125	34	7,9	0,0000713	0,0000066	0,0000872	0,999913
18	ТК-1852а	ТК-1852	5,5	125	125	36	7,9	0,0000713	0,0000004	0,0000876	0,999912

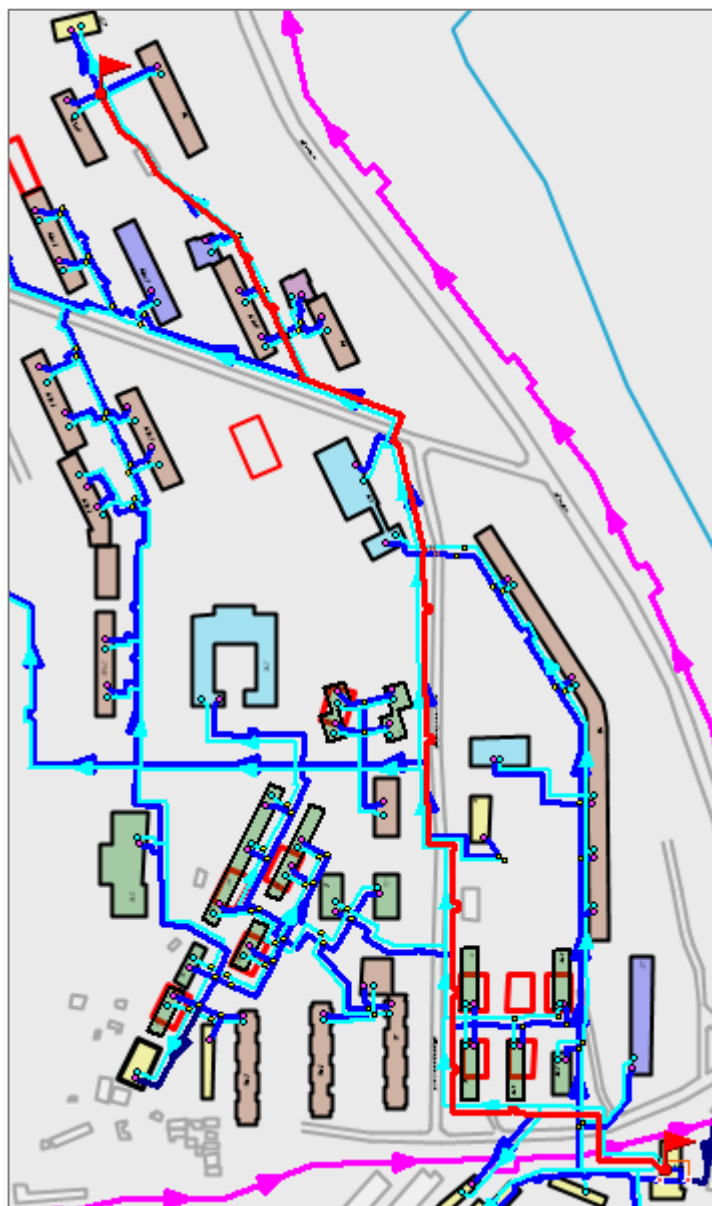


**Рисунок 4.10.6 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 10 – ТК – 1852»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 10 – ТК – 1852» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,991$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.10.4 Участок «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

Данный участок начинается от ЦТП – 7 и заканчивается камерой ТУ – ВЧ – 2 (см. рис. 4.10.7).



**Рисунок 4.10.7** Трассировка участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

В табл. 4.10.4 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. 4.10.8 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.4 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-7	ТБК-1	20	500	500	52	30,0	0,0000226	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТБК-1	ТБК-2	45	500	500	39	30,0	0,0000226	0,0000010	0,0000015	0,999999
3	ТБК-2	ТБК-4	39	500	500	52	30,0	0,0000226	0,0000009	0,0000024	0,999998
4	ТБК-4	ТБК-17	36	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000008	0,0000032	0,999997
5	ТБК-17	ТБК-16	53	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000012	0,0000044	0,999996
6	ТБК-16	ТБК-15	80	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000018	0,0000062	0,999994
7	ТБК-15	ТБК-14	54	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000012	0,0000074	0,999993
8	ТБК-14	ТБК-56	90	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000020	0,0000094	0,999991
9	ТБК-56	ТБК-13	20	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000005	0,0000099	0,999990
10	ТБК-13	УТ-1	64	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000014	0,0000113	0,999989
11	УТ-1	ТБК-12	83	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000019	0,0000132	0,999987
12	ТБК-12	ТБК-11	83	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000019	0,0000151	0,999985
13	ТБК-11	ТБК-18	75	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000017	0,0000168	0,999983
14	ТБК-18	ТБК-19	15	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000003	0,0000171	0,999983
15	ТБК-19	ТБК-20	73	400	400	52	22,3	0,0000226	0,0000016	0,0000187	0,999981
16	ТБК-20	ТБК-21	35	250	250	52	14,6	0,0000226	0,0000008	0,0000195	0,999981

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТВК-21	ТВК-22	40	250	250	45	14,6	0,0000226	0,0000009	0,0000204	0,999980
18	ТВК-22	ТВК-23	38	250	250	49	14,6	0,0000226	0,0000009	0,0000213	0,999979
19	ТВК-23	ТУ-ВЧ-1	76	250	250	39	14,6	0,0000226	0,0000017	0,0000230	0,999977
20	ТУ-ВЧ-1	ТУ-ВЧ-2	43	200	200	39	11,9	0,0000226	0,0000010	0,0000240	0,999976

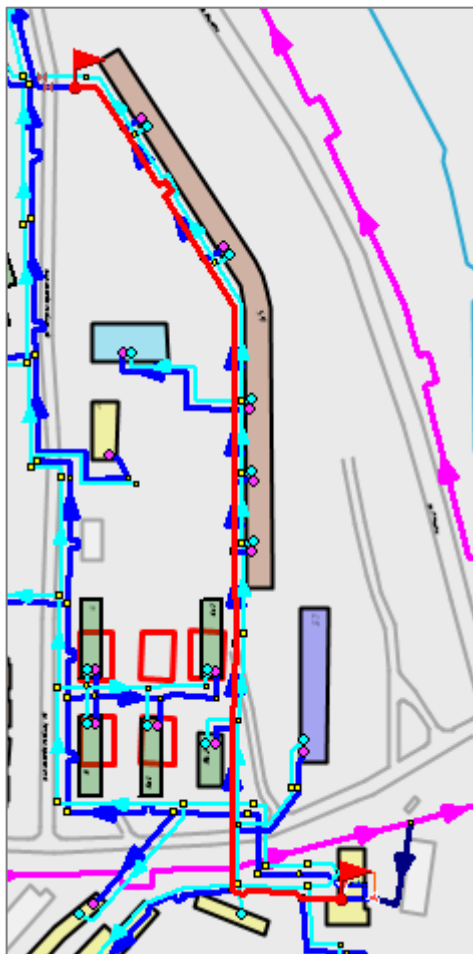


**Рисунок 4.10.8 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 7 – ТУ – ВЧ – 2» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.10.5 Участок «ЦТП – 7 – ТВК – 10»

Данный участок начинается от ЦТП – 7 и заканчивается камерой ТВК – 10 (см. рис. 4.10.9).



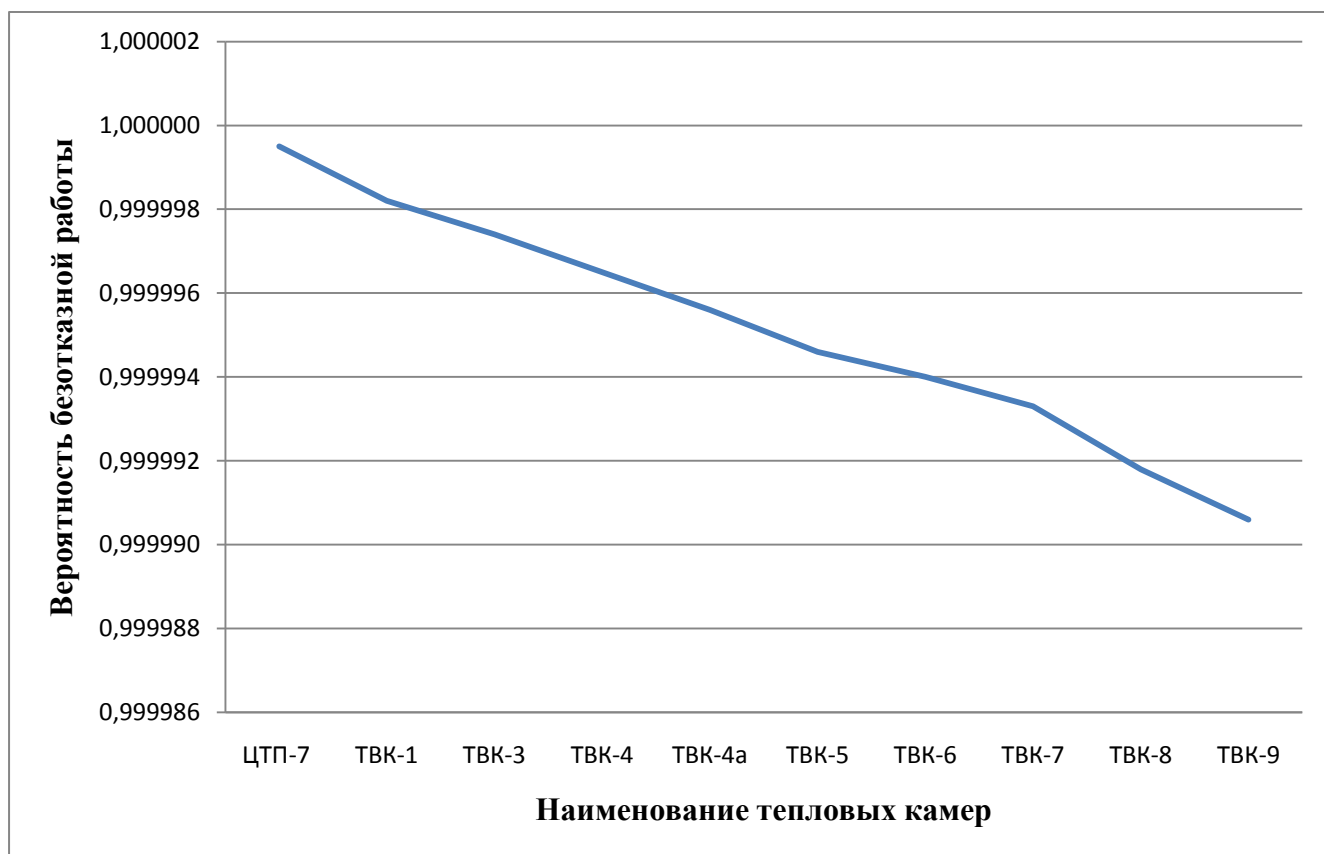
**Рисунок 4.10.9 Трассировка участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»**

В табл. 4.10.5 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. 4.10.10 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.5 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, $1/ч$	Поток отказов накопленным итогом, $1/ч$	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-7	ТВК-1	20	300	300	52	17,7	0,0000226	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТВК-1	ТВК-3	57	250	250	52	14,4	0,0000226	0,0000013	0,0000018	0,999998
3	ТВК-3	ТВК-4	36	300	300	52	17,7	0,0000226	0,0000008	0,0000026	0,999997
4	ТВК-4	ТВК-4а	40	250	250	52	14,7	0,0000226	0,0000009	0,0000035	0,999997
5	ТВК-4а	ТВК-5	40	250	250	52	14,7	0,0000226	0,0000009	0,0000044	0,999996
6	ТВК-5	ТВК-6	44	250	250	52	14,7	0,0000226	0,0000010	0,0000054	0,999995
7	ТВК-6	ТВК-7	34	150	150	23	9,1	0,0000185	0,0000006	0,0000060	0,999994
8	ТВК-7	ТВК-8	37	150	150	23	9,1	0,0000185	0,0000007	0,0000067	0,999993
9	ТВК-8	ТВК-9	80	80	80	23	5,9	0,0000185	0,0000015	0,0000082	0,999992
10	ТВК-9	ТВК-10	67	150	150	23	9,1	0,0000185	0,0000012	0,0000094	0,999991



**Рисунок 4.10.10 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 7 – ТВК – 10»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 7 – ТВК – 10» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,99$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ). Тем самым, обеспечивается надежная передача теплоносителя потребителям участка данной магистрали.

#### 4.10.6 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 11»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 11 (см. рис. 4.10.11).

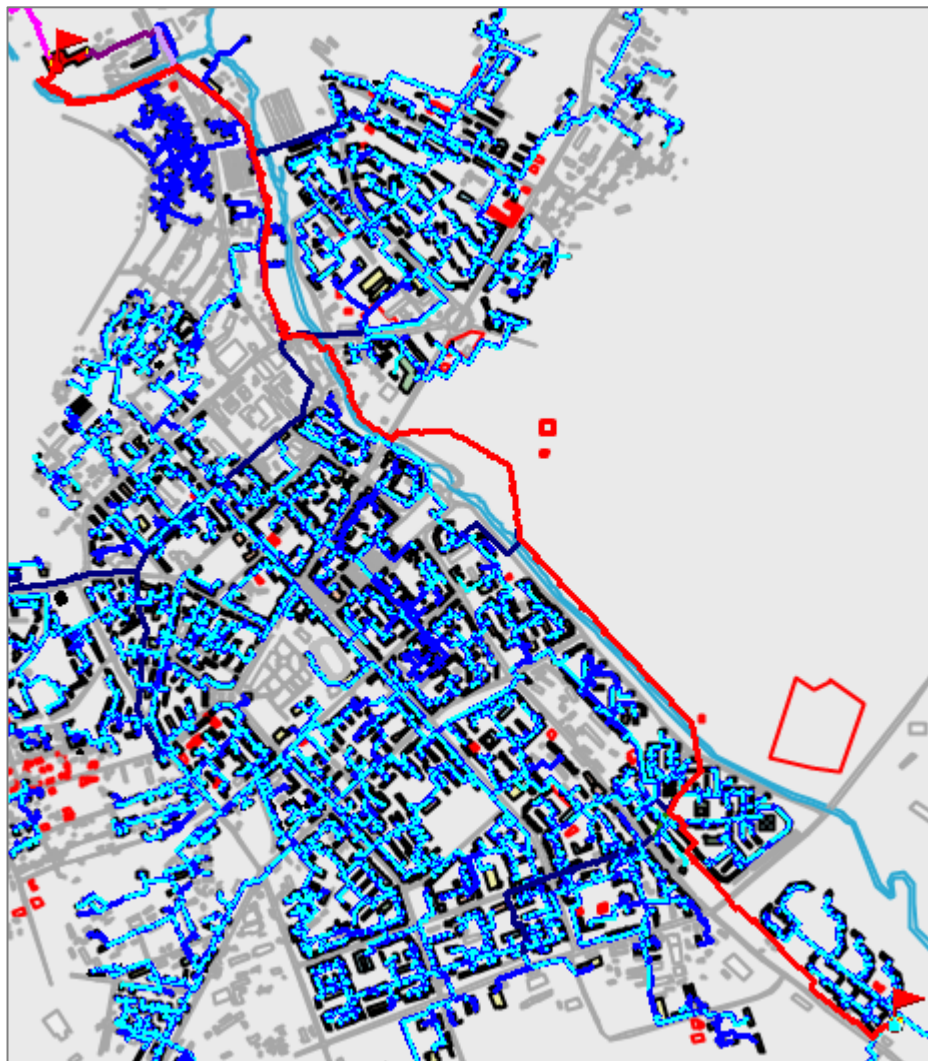


Рисунок 4.10.11 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»

В табл. 4.10.6 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплотрассы по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.12 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплотрассы относительно тепловых камер, входящих в состав теплотрассы, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.6 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ТП9а-М2	910	800	800	53	42,4	0,0000226	0,0000205	0,0000205	0,999980
2	ТП9а-М2	ТП6а	300	800	800	53	42,4	0,0000226	0,0000068	0,0000273	0,999973
3	ТП6а	СЗ-М2-ТП11	510	800	800	53	42,3	0,0000226	0,0000115	0,0000388	0,999961
4	СЗ-М2-ТП11	ТП11-М2	3	800	800	53	49,6	0,0000226	0,0000001	0,0000389	0,999961
5	ТП11-М2	СЗ-М3-ТП11	2	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000000	0,0000389	0,999961
6	СЗ-М3-ТП11	ПЗ/1-1	15,2	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000003	0,0000392	0,999961
7	ПЗ/1-1	ПЗ/1-2	117,6	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000027	0,0000419	0,999958
8	ПЗ/1-2	ПЗ/2	25,5	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000425	0,999958
9	ПЗ/2	ПЗ/3	46,5	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000010	0,0000435	0,999957
10	ПЗ/3	ПЗ/4	26,3	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000441	0,999956
11	ПЗ/4	ТК15	178	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000040	0,0000481	0,999952
12	ТК15	ТК16	208	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000047	0,0000528	0,999947
13	ТК16	ТК17	75,3	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000545	0,999946

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	TK17	У311	21,1	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000005	0,0000550	0,999945
15	У311	У312	34,3	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000008	0,0000558	0,999944
16	У312	TK17a (HO8)	36,6	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000008	0,0000566	0,999943
17	TK17a (HO8)	ТП14	270	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000061	0,0000627	0,999937
18	ТП14	СЗ-МЗ-ТП14	2	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000000	0,0000627	0,999937
19	СЗ-МЗ-ТП14	ТП15	418	500	500	48	28,0	0,0000226	0,0000094	0,0000721	0,999928
20	ТП15	ТП16	127	500	500	48	28,0	0,0000226	0,0000029	0,0000750	0,999925
21	ТП16	ТП17	376	500	500	48	28,0	0,0000226	0,0000085	0,0000835	0,999917
22	ТП17	СЗ-МЗ-ТП17	4,44	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000001	0,0000836	0,999916
23	СЗ-МЗ-ТП17	ТП18	565	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000127	0,0000963	0,999904
24	ТП18	ПЗ/15	223	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000050	0,0001013	0,999899
25	ПЗ/15	ТП19	334,42	500	500	48	27,8	0,0000226	0,0000075	0,0001088	0,999891
26	ТП19	ЦТП-11	1500	500	500	39	27,8	0,0000226	0,0000338	0,0001426	0,999857

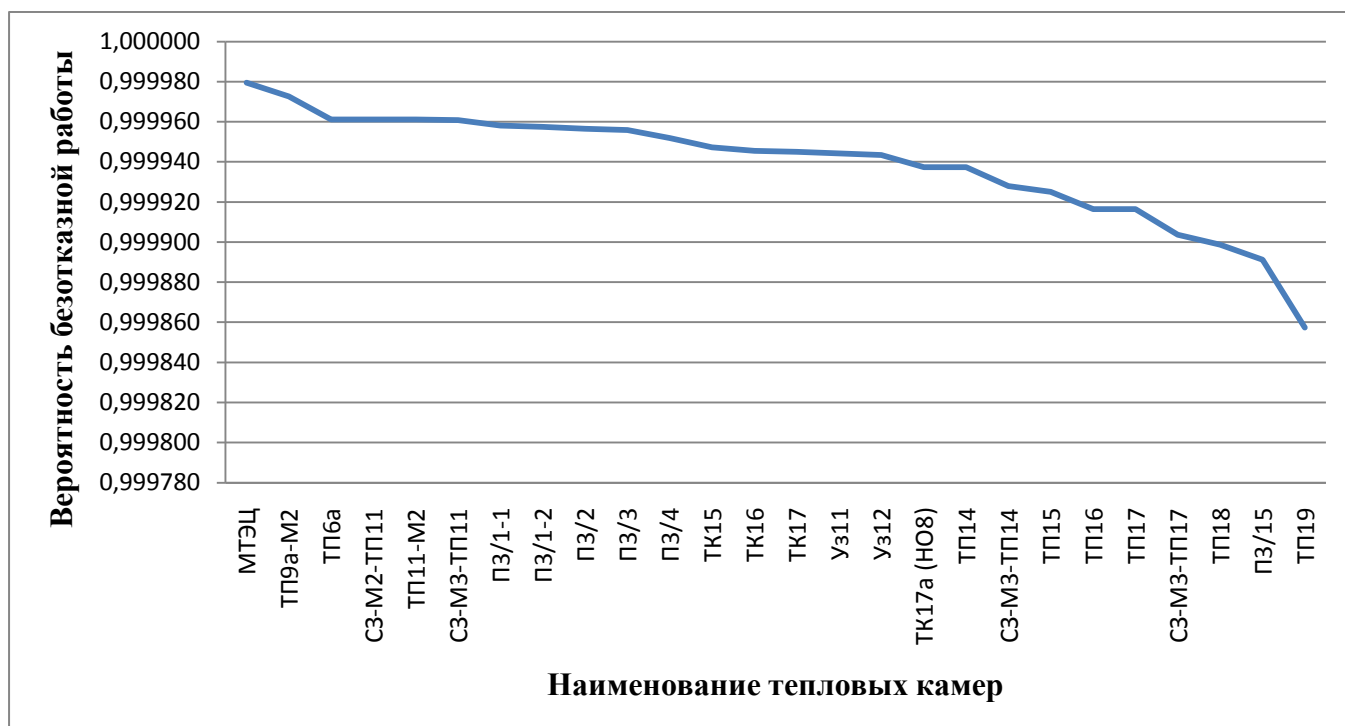


Рисунок 4.10.12 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 11»

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 11» 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.

#### 4.10.7 Участок «МТЭЦ – ЦТП – 2»

Данный участок начинается от МТЭЦ и заканчивается ЦТП – 2 (см. рис. 4.10.13).



**Рисунок 4.10.13 Трассировка участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»**

В табл. 4.10.7 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. 4.10.14 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.7 Результаты расчета ВБР участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	МТЭЦ	ТК 0	77	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000017	0,999998
2	ТК 0	ТК1	25,5	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000023	0,999998
3	ТК1	ТК2	25,6	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000006	0,0000029	0,999997
4	ТК2	ТК2а	19,4	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000004	0,0000033	0,999997
5	ТК2а	ТК3	78	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000018	0,0000051	0,999995
6	ТК3	ТП1	52	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000012	0,0000063	0,999994
7	ТП1	ТП2	64,9	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000015	0,0000078	0,999992
8	ТП2	П1/5-1	77,5	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000017	0,0000095	0,999991
9	П1/5-1	П1/5-2	98,5	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000022	0,0000117	0,999988
10	П1/5-2	НО8	38	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000009	0,0000126	0,999987
11	НО8	ТП3	112	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000025	0,0000151	0,999985
12	ТП3	ТП4-М1	258	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000058	0,0000209	0,999979
13	ТП4-М1	ТП9-М1	136	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000031	0,0000240	0,999976
14	ТП9-М1	НО14	205	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000046	0,0000286	0,999971
15	НО14	ТП6	100	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000023	0,0000309	0,999969
16	ТП6	НО17	190	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000043	0,0000352	0,999965

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	НО17	СЗ-М1-ТП11	330	500	500	65	27,8	0,0000226	0,0000074	0,0000426	0,999957
18	СЗ-М1-ТП11	ТП11-М1	10	500	500	65	28,2	0,0000226	0,0000002	0,0000428	0,999957
19	ТП11-М1	ТК4	21,4	500	500	52	28,2	0,0000226	0,0000005	0,0000433	0,999957
20	ТК4	ТК5	61,8	500	500	52	28,2	0,0000226	0,0000014	0,0000447	0,999955
21	ТК5	ТК6а	282,6	500	500	52	28,2	0,0000226	0,0000064	0,0000511	0,999949
22	ТК6а	ТК14	449,7	500	500	52	28,2	0,0000226	0,0000101	0,0000612	0,999939
23	ТК14	УТ-7	463	400	400	68	22,8	0,0000226	0,0000104	0,0000716	0,999928
24	УТ-7	ТК18	70	500	500	18	28,6	0,0000130	0,0000009	0,0000725	0,999928
25	ТК18	У-ЦТП2	830	400	400	22	22,1	0,0000169	0,0000141	0,0000866	0,999913
26	У-ЦТП2	ЦТП-2	1	400	400	22	22,1	0,0000169	0,0000000	0,0000866	0,999913

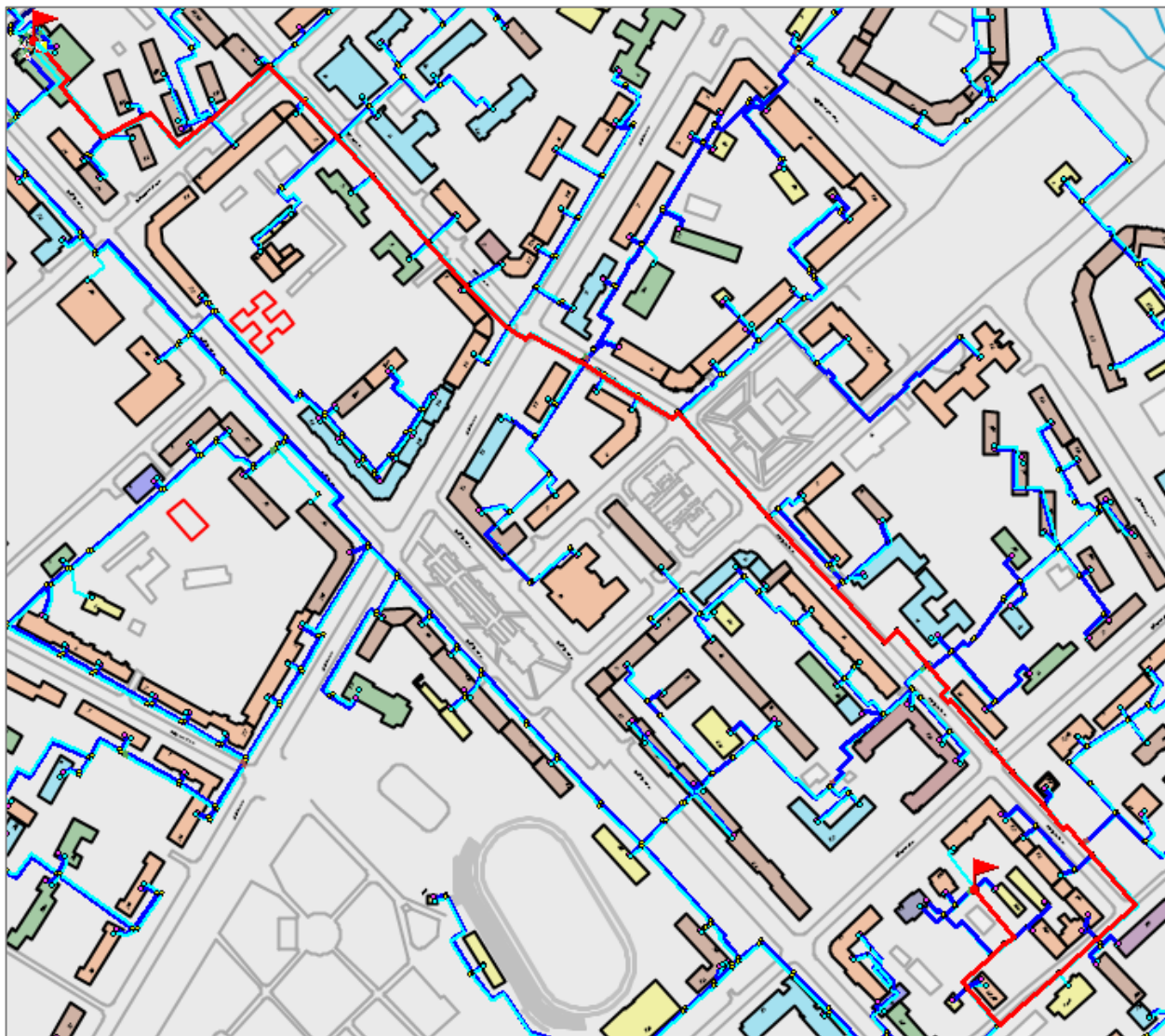


**Рисунок 4.10.14 - ВБР относительно тепловых камер участка «МТЭЦ – ЦТП – 2»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «МТЭЦ – ЦТП – 2» 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.

#### 4.10.8 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 289»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 289 (см. рис. 4.10.15).



**Рисунок 4.10.15 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»**

В табл. 4.10.8 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.

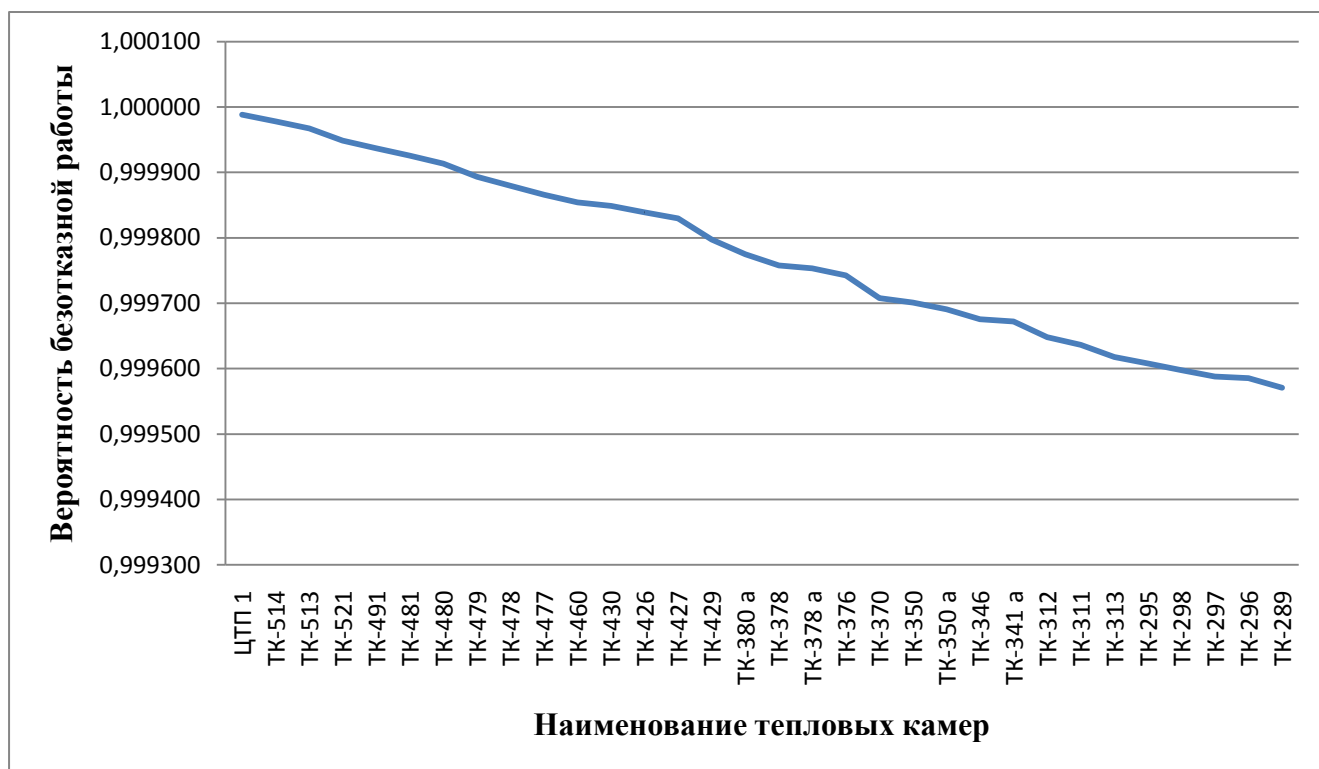
На рис. 4.10.16 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.8 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 1	ТК-514	40	400	400	73	23,1	0,0002930	0,0000117	0,0000117	0,999988
2	ТК-514	ТК-513	35	400	400	65	23,1	0,0002930	0,0000103	0,0000220	0,999978
3	ТК-513	ТК-521	75	400	400	15	23,1	0,0001480	0,0000111	0,0000331	0,999967
4	ТК-521	ТК-491	63	400	400	33	23,1	0,0002930	0,0000185	0,0000516	0,999948
5	ТК-491	ТК-481	39	400	400	68	23,1	0,0002930	0,0000114	0,0000630	0,999937
6	ТК-481	ТК-480	39	350	350	68	20,2	0,0002930	0,0000114	0,0000744	0,999926
7	ТК-480	ТК-479	42	350	350	60	20,2	0,0002930	0,0000123	0,0000867	0,999913
8	ТК-479	ТК-478	68,5	350	350	60	20,2	0,0002930	0,0000201	0,0001068	0,999893
9	ТК-478	ТК-477	47	350	350	60	20,2	0,0002930	0,0000138	0,0001206	0,999879
10	ТК-477	ТК-460	47	350	350	60	20,2	0,0002930	0,0000138	0,0001344	0,999866
11	ТК-460	ТК-430	68	350	350	18	20,2	0,0001694	0,0000115	0,0001459	0,999854
12	ТК-430	ТК-426	19	400	400	42	23,6	0,0002930	0,0000056	0,0001515	0,999849
13	ТК-426	ТК-427	32	350	350	60	20,6	0,0002930	0,0000094	0,0001609	0,999839
14	ТК-427	ТК-429	32	350	350	60	20,6	0,0002930	0,0000094	0,0001703	0,999830
15	ТК-429	ТК-380 а	110	300	300	33	17,1	0,0002930	0,0000322	0,0002025	0,999798
16	ТК-380 а	ТК-378	78	300	300	63	17,1	0,0002930	0,0000229	0,0002254	0,999775

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК-378	ТК-378 а	58,5	300	300	63	17,1	0,0002930	0,0000171	0,0002425	0,999758
18	ТК-378 а	ТК-376	14	300	300	60	17,1	0,0002930	0,0000041	0,0002466	0,999753
19	ТК-376	ТК-370	36,5	300	300	40	17,1	0,0002930	0,0000107	0,0002573	0,999743
20	ТК-370	ТК-350	119,5	300	300	33	17,1	0,0002930	0,0000350	0,0002923	0,999708
21	ТК-350	ТК-350 а	22,5	300	300	41	17,1	0,0002930	0,0000066	0,0002989	0,999701
22	ТК-350 а	ТК-346	35	300	300	41	17,1	0,0002930	0,0000103	0,0003092	0,999691
23	ТК-346	ТК-341 а	52,5	350	350	41	20,5	0,0002930	0,0000154	0,0003246	0,999675
24	ТК-341 а	ТК-312	12	350	350	41	20,5	0,0002930	0,0000035	0,0003281	0,999672
25	ТК-312	ТК-311	82	350	350	41	20,5	0,0002930	0,0000240	0,0003521	0,999648
26	ТК-311	ТК-313	40	250	250	48	14,7	0,0002930	0,0000117	0,0003638	0,999636
27	ТК-313	ТК-295	64	250	250	48	14,7	0,0002930	0,0000187	0,0003825	0,999618
28	ТК-295	ТК-298	37,5	200	200	24	12,0	0,0002638	0,0000099	0,0003924	0,999608
29	ТК-298	ТК-297	38,5	150	150	24	9,1	0,0002638	0,0000102	0,0004026	0,999597
30	ТК-297	ТК-296	32,2	100	100	79	6,7	0,0002930	0,0000094	0,0004120	0,999588

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
31	ТК-296	ТК-296 <sub>а</sub>	9,1	100	100	79	6,7	0,0002930	0,0000027	0,0004147	0,999585
32	ТК-289	ТК-296 <sub>а</sub>	50	100	100	79	6,7	0,0002930	0,0000146	0,0004293	0,999571

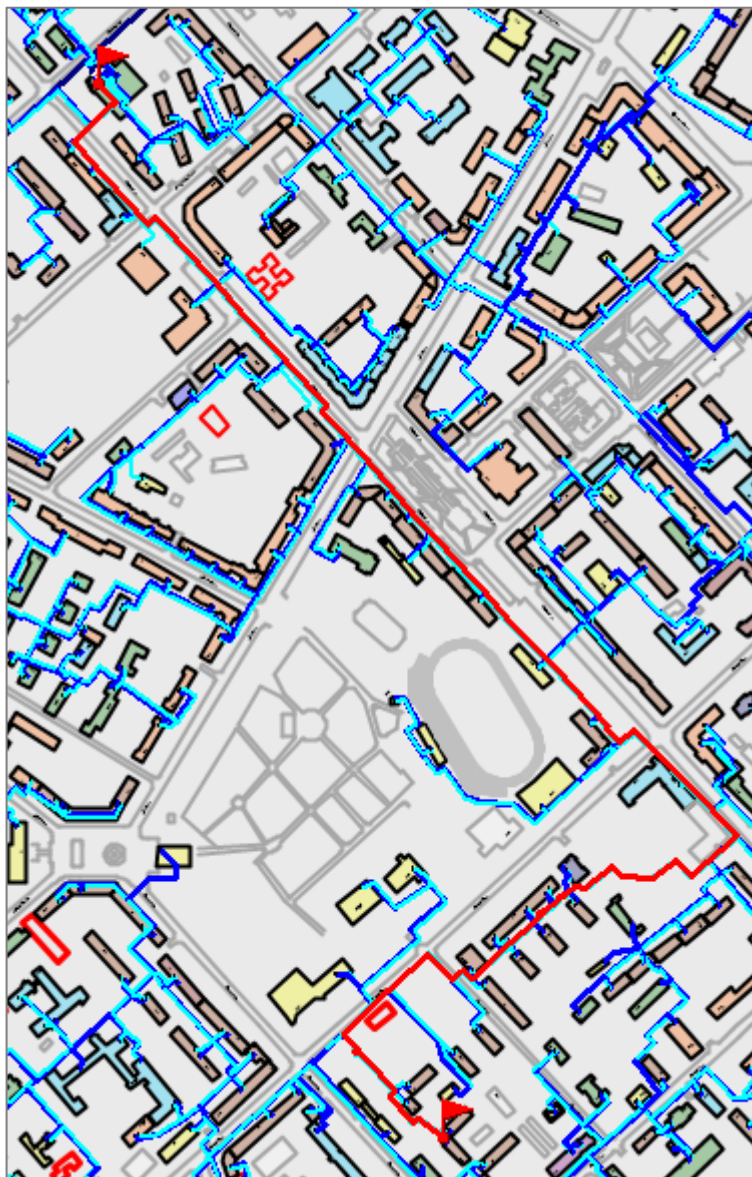


**Рисунок 4.10.16 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 289»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 289» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.9 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 735в»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 735в (см. рис. 4.10.17).



**Рисунок 4.10.17 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»**

В табл. 4.10.9 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) тепловпровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.18 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы тепловпровода относительно тепловых камер, входящих в состав тепловпровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.9 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-1	ТК-1	32	600	600	69	36,5	0,0002930	0,0000094	0,0000094	0,999991
2	ТК-1	3-ТК-1	1	400	400	69	23,6	0,0002930	0,0000003	0,0000097	0,999990
3	3-ТК-1	ТК-2а	34	400	400	69	23,6	0,0002930	0,0000100	0,0000197	0,999980
4	ТК-2а	ТК-2	30	500	500	69	30,0	0,0002930	0,0000088	0,0000285	0,999972
5	ТК-2	ТК-3	65	500	500	69	30,0	0,0002930	0,0000190	0,0000475	0,999953
6	ТК-3	ТК-21	20	500	500	30	30,0	0,0002930	0,0000059	0,0000534	0,999947
7	ТК-21	ТК-22	121	400	400	21	22,8	0,0002034	0,0000246	0,0000780	0,999922
8	ТК-22	ТК-23	39	400	400	24	22,8	0,0002638	0,0000103	0,0000883	0,999912
9	ТК-23	ТК-59а	73,5	400	400	24	22,8	0,0002638	0,0000194	0,0001077	0,999892
10	ТК-59а	ТК-56	116,5	400	400	24	22,8	0,0002638	0,0000307	0,0001384	0,999862
11	ТК-56	ТК-220	28	400	400	64	22,8	0,0002930	0,0000082	0,0001466	0,999853
12	ТК-220	ТК-225	40	400	400	64	22,8	0,0002930	0,0000117	0,0001583	0,999842
13	ТК-225	ТК-226	34	400	400	64	22,8	0,0002930	0,0000100	0,0001683	0,999832
14	ТК-226	ТК-229	27	350	350	64	20,4	0,0002930	0,0000079	0,0001762	0,999824
15	ТК-229	ТК-231	55,5	350	350	53	20,4	0,0002930	0,0000163	0,0001925	0,999808
16	ТК-231	ТК-233	36	350	350	53	20,4	0,0002930	0,0000105	0,0002030	0,999797
17	ТК-233	ТК-234	51	350	350	53	20,4	0,0002930	0,0000149	0,0002179	0,999782

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
18	ТК-234	ТК-235	45,5	400	400	53	23,6	0,0002930	0,0000133	0,0002312	0,999769
19	ТК-235	ТК-236	84	300	300	33	16,8	0,0002930	0,0000246	0,0002558	0,999744
20	ТК-236	ТК-237	38	300	300	33	16,8	0,0002930	0,0000111	0,0002669	0,999733
21	ТК-237	ТК-251	22	300	300	33	16,8	0,0002930	0,0000064	0,0002733	0,999727
22	ТК-251	ТК-252	36	300	300	33	16,8	0,0002930	0,0000105	0,0002838	0,999716
23	ТК-252	ТК-261	60	300	300	51	16,8	0,0002930	0,0000176	0,0003014	0,999699
24	ТК-261	ТК-258	39	300	300	39	16,8	0,0002930	0,0000114	0,0003128	0,999687
25	ТК-258	ТК-268	39	300	300	39	16,8	0,0002930	0,0000114	0,0003242	0,999676
26	ТК-268	ТК-242	89	300	300	39	16,8	0,0002930	0,0000261	0,0003503	0,999650
27	ТК-242	ТК-245	64	300	300	39	16,8	0,0002930	0,0000187	0,0003690	0,999631
28	ТК-245	3-ТК-253	67,5	300	300	39	16,5	0,0002930	0,0000198	0,0003888	0,999611
29	3-ТК-253	ТК-253	1	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000003	0,0003891	0,999611
30	ТК-253	ТК-743	25	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000073	0,0003964	0,999604
31	ТК-743	ТК-742	31	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000091	0,0004055	0,999595
32	ТК-742	ТК-741	24	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000070	0,0004125	0,999588
33	ТК-741	ТК-740	58	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000170	0,0004295	0,999571
34	ТК-740	ТК-739	28	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000082	0,0004377	0,999562

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
35	ТК-739	ТК-738	63	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000185	0,0004562	0,999544
36	ТК-738	ТК-737	32,5	300	300	39	17,4	0,0002930	0,0000095	0,0004657	0,999534
37	ТК-737	ТК-736	23,5	350	350	39	20,6	0,0002930	0,0000069	0,0004726	0,999528
38	ТК-736	3-ТК-735	45	350	350	39	20,6	0,0002930	0,0000132	0,0004858	0,999514
39	3-ТК-735	ТК-735	1	350	350	39	20,6	0,0002930	0,0000003	0,0004861	0,999514
40	ТК-735	ТК-735а	43	125	125	52	7,9	0,0002930	0,0000126	0,0004987	0,999501
41	ТК-735а	ТК-735 б	44	100	100	55	6,7	0,0002930	0,0000129	0,0005116	0,999489
42	ТК-735 б	ТК-735 в	87,7	100	100	55	6,7	0,0002930	0,0000257	0,0005373	0,999463



**Рисунок 4.10.18 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 735в»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 735в» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.10 Участок «ЦТП – 1 – ТК – 178г»

Данный участок начинается от ЦТП – 1 и заканчивается камерой ТК – 178г (см. рис. 4.10.19).

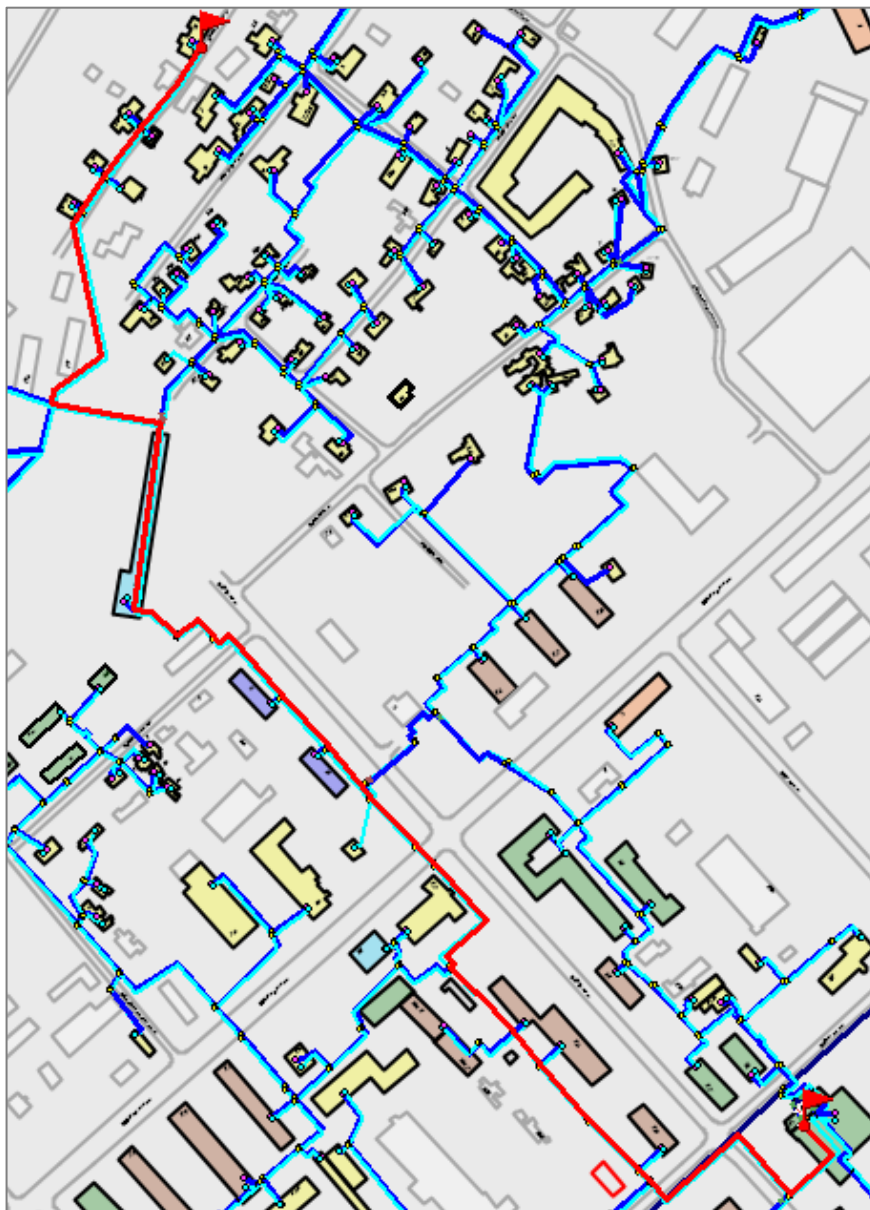


Рисунок 4.10.19 Трассировка участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»

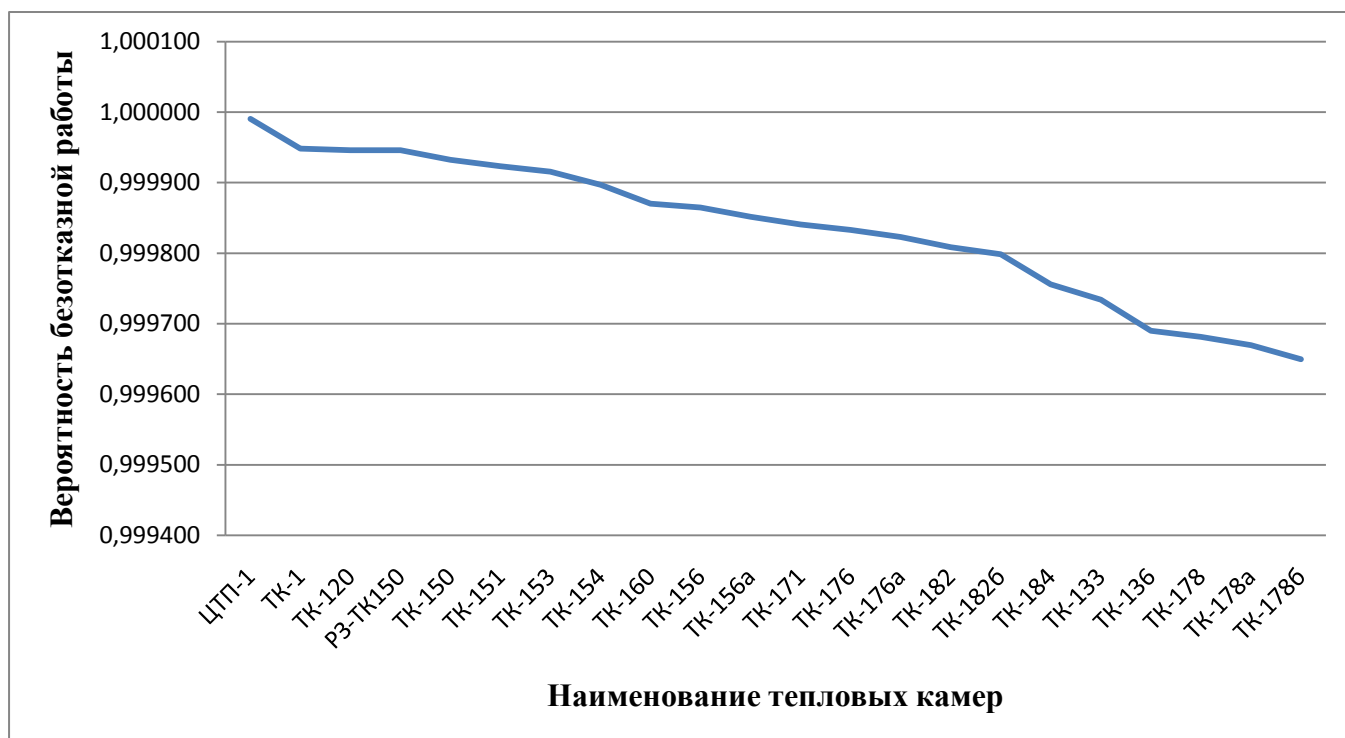
В табл. 4.10.10 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.20 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.10 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-1	ТК-1	32	600	600	69	36,5	0,000293	0,0000094	0,0000094	0,999991
2	ТК-1	ТК-120	144	300	300	67	17,6	0,000293	0,0000422	0,0000516	0,999948
3	ТК-120	РЗ-ТК150	8	350	350	63	20,6	0,000293	0,0000023	0,0000539	0,999946
4	РЗ-ТК150	ТК-150	1	350	350	63	20,6	0,000293	0,0000003	0,0000542	0,999946
5	ТК-150	ТК-151	46	350	350	39	20,6	0,000293	0,0000135	0,0000677	0,999932
6	ТК-151	ТК-153	61	250	250	16	14,8	0,000148	0,0000090	0,0000767	0,999923
7	ТК-153	ТК-154	26,5	350	350	43	20,6	0,000293	0,0000078	0,0000845	0,999916
8	ТК-154	ТК-160	63	350	350	38	20,6	0,000293	0,0000185	0,0001030	0,999897
9	ТК-160	ТК-156	92	300	300	33	17,7	0,000293	0,0000270	0,0001300	0,999870
10	ТК-156	ТК-156а	29	150	150	20	9,1	0,000190	0,0000055	0,0001355	0,999865
11	ТК-156а	ТК-171	44,5	200	200	58	12,0	0,000293	0,0000130	0,0001485	0,999852
12	ТК-171	ТК-176	45	150	150	23	9,0	0,000240	0,0000108	0,0001593	0,999841
13	ТК-176	ТК-176а	46	150	150	18	9,0	0,000169	0,0000078	0,0001671	0,999833
14	ТК-176а	ТК-182	68	150	150	16	9,0	0,000148	0,0000101	0,0001772	0,999823
15	ТК-182	ТК-182б	49	200	200	36	12,0	0,000293	0,0000144	0,0001916	0,999808

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-182б	ТК-184	34	150	150	63	9,0	0,000293	0,0000100	0,0002016	0,999798
17	ТК-184	ТК-133	145	150	150	63	9,0	0,000293	0,0000425	0,0002441	0,999756
18	ТК-133	ТК-136	75	100	100	54	6,7	0,000293	0,0000220	0,0002661	0,999734
19	ТК-136	ТК-178	151	50	50	39	4,6	0,000293	0,0000442	0,0003103	0,999690
20	ТК-178	ТК-178а	28	50	50	39	4,6	0,000293	0,0000082	0,0003185	0,999682
21	ТК-178а	ТК-178б	41	50	50	39	4,6	0,000293	0,0000120	0,0003305	0,999670
22	ТК-178б	ТК-178г	68	50	50	39	4,6	0,000293	0,0000199	0,0003504	0,999650

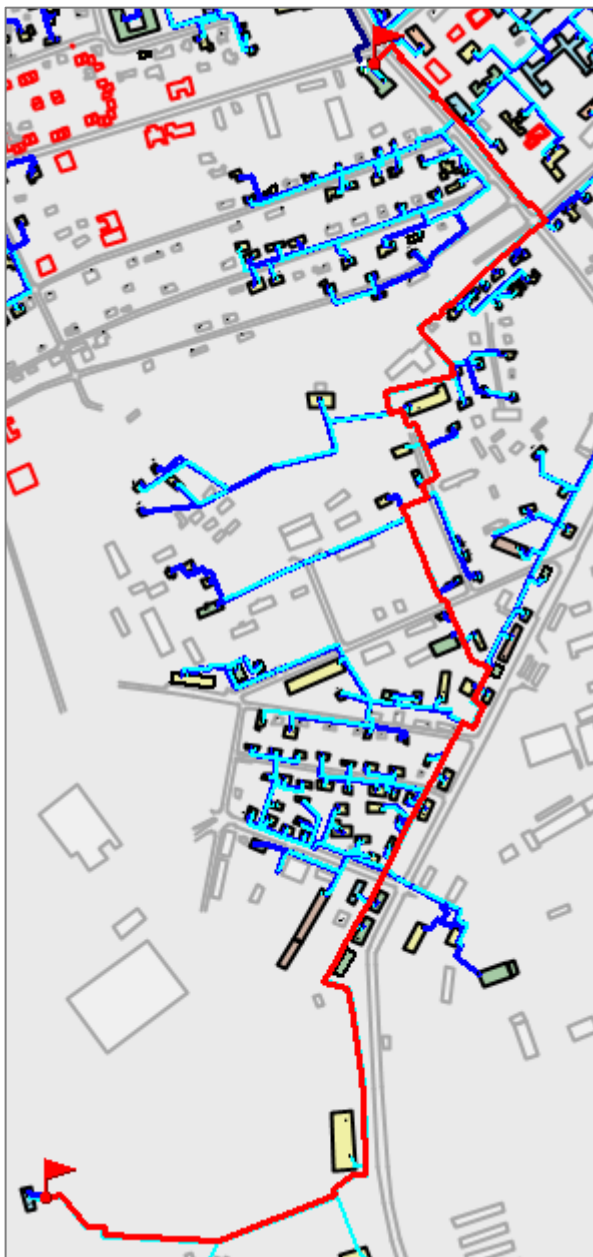


**Рисунок 4.10.20 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 1 – ТК – 178г»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 1 – ТК – 178г» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.11 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 911м»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 911м (см. рис. 4.10.21).



**Рисунок 4.10.21 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»**

В табл. 4.10.11 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. 4.10.22 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.11 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-2548	42,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000074	0,0000122	0,999988
4	ТК-2548	ТК-2549	92,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000161	0,0000283	0,999972
5	ТК-2549	ТК-2550	30	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000052	0,0000335	0,999967
6	ТК-2550	ТК-2552	150	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000261	0,0000596	0,999940
7	ТК-2552	ТК-2553	25	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000044	0,0000640	0,999936
8	ТК-2553	ТК-2605	25	300	300	49	17,7	0,0001742	0,0000044	0,0000684	0,999932
9	ТК-2605	ТК-2841	31	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000054	0,0000738	0,999926
10	ТК-2841	ТК-2843	50	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000087	0,0000825	0,999918
11	ТК-2843	ТК-2842	24	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000042	0,0000867	0,999913
12	ТК-2842	ТУ-2606	40	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0000937	0,999906
13	ТУ-2606	ТК-2606	21	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000037	0,0000974	0,999903
14	ТК-2606	ТК-2607	66	250	250	49	14,6	0,0001742	0,0000115	0,0001089	0,999891
15	ТК-2607	3-ТК-2607	1	150	150	21	8,9	0,0001210	0,0000001	0,0001090	0,999891
16	3-ТК-	ТК-2608	65	150	150	21	8,9	0,0001210	0,0000079	0,0001169	0,999883

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
	2607										
17	ТК-2608	ТК-945	115	150	150	49	8,9	0,0001742	0,0000200	0,0001369	0,999863
18	ТК-945	ТК-945a	15	150	150	49	8,9	0,0001742	0,0000026	0,0001395	0,999861
19	ТК-945a	ТК-943	67	150	150	21	8,9	0,0001210	0,0000081	0,0001476	0,999852
20	ТК-943	ТК-942	5	150	150	42	8,9	0,0001742	0,0000009	0,0001485	0,999852
21	ТК-942	ТК-941	28	150	150	42	8,9	0,0001742	0,0000049	0,0001534	0,999847
22	ТК-941	ТК-940a	20	150	150	42	8,9	0,0001742	0,0000035	0,0001569	0,999843
23	ТК-940a	ТК-940	25	150	150	42	8,9	0,0001742	0,0000044	0,0001613	0,999839
24	ТК-940	3-ТК-940	1	150	150	42	8,6	0,0001742	0,0000002	0,0001615	0,999839
25	3-ТК-940	ТК-939	16	150	150	42	8,6	0,0001742	0,0000028	0,0001643	0,999836
26	ТК-939	ТК-938a	37,5	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000065	0,0001708	0,999829
27	ТК-938a	ТК-938	15	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000026	0,0001734	0,999827
28	ТК-938	ТК-937	14	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000024	0,0001758	0,999824
29	ТК-937	ТК-936	26	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000045	0,0001803	0,999820
30	ТК-936	ТК-935	10	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000017	0,0001820	0,999818
31	ТК-935	ТК-934	12	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000021	0,0001841	0,999816
32	ТК-934	ТК-933	19	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000033	0,0001874	0,999813
33	ТК-933	ТК-932	47,5	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000083	0,0001957	0,999804
34	ТК-932	ТК-931	42,5	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000074	0,0002031	0,999797

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
35	ТК-931	ТК-930	22	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000038	0,0002069	0,999793
36	ТК-930	ТК-929	6	150	150	54	8,8	0,0001742	0,0000010	0,0002079	0,999792
37	ТК-929	ТК-921	58	150	150	17	8,8	0,0000880	0,0000051	0,0002130	0,999787
38	ТК-921	ТК-920	33	250	250	15	13,8	0,0000880	0,0000029	0,0002159	0,999784
39	ТК-920	ТК-917	80	250	250	16	13,8	0,0000880	0,0000070	0,0002229	0,999777
40	ТК-917	3-ТК-917	60	250	250	54	13,8	0,0001742	0,0000105	0,0002334	0,999767
41	3-ТК-917	ТК-916	60	250	250	54	13,8	0,0001742	0,0000105	0,0002439	0,999756
42	ТК-916	ТК-915	30	250	250	54	14,6	0,0001742	0,0000052	0,0002491	0,999751
43	ТК-915	ТК-914	50	250	250	54	14,6	0,0001742	0,0000087	0,0002578	0,999742
44	ТК-914	ТК-913	40	250	250	54	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0002648	0,999735
45	ТК-913	ТК-912	40	250	250	54	14,6	0,0001742	0,0000070	0,0002718	0,999728
46	ТК-912	ТК-911	20	250	250	54	14,6	0,0001742	0,0000035	0,0002753	0,999725
47	ТК-911	ТК911-а	52,5	200	200	54	11,8	0,0001742	0,0000091	0,0002844	0,999716
48	ТК911-а	ТК-911б	40	200	200	54	11,8	0,0001742	0,0000070	0,0002914	0,999709
49	ТК-911б	ТК-911в	56	200	200	54	11,8	0,0001742	0,0000098	0,0003012	0,999699
50	ТК-911в	ТК-911ва	78	200	200	31	11,8	0,0001742	0,0000136	0,0003148	0,999685
51	ТК-911ва	ТК-911г	25	150	150	18	9,1	0,0001007	0,0000025	0,0003173	0,999683
52	ТК-911г	ТК-911г-В	100	200	200	31	11,9	0,0001742	0,0000174	0,0003347	0,999665

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
53	ТК-911Г-В	ТК-911к	35	150	150	31	9,0	0,0001742	0,0000061	0,0003408	0,999659
54	ТК-911к	ТК-911н	18	150	150	17	9,0	0,0000880	0,0000016	0,0003424	0,999658
55	ТК-911н	ТК-911з	75	150	150	31	9,0	0,0001742	0,0000131	0,0003555	0,999645
56	ТК-911з	ТК-911о	13	150	150	16	9,0	0,0000880	0,0000011	0,0003566	0,999643
57	ТК-911о	ТК-911и	51,5	150	150	31	9,0	0,0001742	0,0000090	0,0003656	0,999634
58	ТК-911и	ТК-911д	10	150	150	31	9,0	0,0001742	0,0000017	0,0003673	0,999633
59	ТК-911д	ТК-911е	180	125	125	31	7,8	0,0001742	0,0000314	0,0003987	0,999601



**Рисунок 4.10.22 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 911м»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 911м» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.12 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 2702»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 2702 (см. рис. 4.10.23).



**Рисунок 4.10.23 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»**

В табл. 4.10.12 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. 4.10.24 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.12 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, $1/ч$	Поток отказов накопленным итогом, $1/ч$	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-2548	42,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000074	0,0000122	0,999988
4	ТК-2548	ТК-2549	92,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000161	0,0000283	0,999972
5	ТК-2549	ТК-2550	30	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000052	0,0000335	0,999967
6	ТК-2550	ТК-2552	150	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000261	0,0000596	0,999940
7	ТК-2552	ТК-2553	25	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000044	0,0000640	0,999936
8	ТК-2553	ТУ-2553	27,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000048	0,0000688	0,999931
9	ТУ-2553	ТУ-729	33,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000058	0,0000746	0,999925
10	ТУ-729	ТК-729	44	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000077	0,0000823	0,999918
11	ТК-729	ТК-730	90	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000157	0,0000980	0,999902
12	ТК-730	ТК-730а	65	400	400	56	23,0	0,0001742	0,0000113	0,0001093	0,999891
13	ТК-730а	ТК-730в	31	400	400	50	23,0	0,0001742	0,0000054	0,0001147	0,999885
14	ТК-730в	ТК-731	47,5	400	400	50	23,0	0,0001742	0,0000083	0,0001230	0,999877
15	ТК-731	ТК-732	17,5	400	400	56	23,0	0,0001742	0,0000030	0,0001260	0,999874
16	ТК-732	ТК-733	25	400	400	56	23,0	0,0001742	0,0000044	0,0001304	0,999870

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	TK-733	TK-753	60,5	400	400	60	23,0	0,0001742	0,0000105	0,0001409	0,999859
18	TK-753	TK-755	56	400	400	60	23,0	0,0001742	0,0000098	0,0001507	0,999849
19	TK-755	TK-756	60	400	400	60	23,0	0,0001742	0,0000105	0,0001612	0,999839
20	TK-756	TK-757	29	350	350	60	20,5	0,0001742	0,0000051	0,0001663	0,999834
21	TK-757	TK-758	40,5	350	350	60	20,5	0,0001742	0,0000071	0,0001734	0,999827
22	TK-758	TK-759	41	350	350	57	20,5	0,0001742	0,0000071	0,0001805	0,999820
23	TK-759	TK-760	16	300	300	58	17,6	0,0001742	0,0000028	0,0001833	0,999817
24	TK-760	TK-761a	90	300	300	58	17,6	0,0001742	0,0000157	0,0001990	0,999801
25	TK-761a	3-TK-761	12	300	300	58	17,4	0,0001742	0,0000021	0,0002011	0,999799
26	3-TK-761	TK-761	1	300	300	58	17,6	0,0001742	0,0000002	0,0002013	0,999799
27	TK-761	TK-761д	62,5	300	300	58	17,6	0,0001742	0,0000109	0,0002122	0,999788
28	TK-761д	TK-2500	72,5	300	300	58	17,6	0,0001742	0,0000126	0,0002248	0,999775
29	TK-2500	TK-2501	35	200	200	57	11,6	0,0001742	0,0000061	0,0002309	0,999769
30	TK-2501	TK-2706	69	200	200	53	11,6	0,0001742	0,0000120	0,0002429	0,999757
31	TK-2706	TK-2705	65,8	200	200	53	11,6	0,0001742	0,0000115	0,0002544	0,999746
32	TK-2705	TK-2704	40	250	250	39	14,7	0,0001742	0,0000070	0,0002614	0,999739

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
33	ТК-2704	ТК-2703	30	250	250	39	14,7	0,0001742	0,0000052	0,0002666	0,999733
34	ТК-2703	ТК-2707	30	250	250	39	14,7	0,0001742	0,0000052	0,0002718	0,999728
35	ТК-2707	ТК-2709	50	200	200	49	11,9	0,0001742	0,0000087	0,0002805	0,999720
36	ТК-2709	ТК-2702	49,5	200	200	49	11,9	0,0001742	0,0000086	0,0002891	0,999711



**Рисунок 4.10.24 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 2702»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 2702» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.13 Участок «ЦТП – 2 – ТК – 316»

Данный участок начинается от ЦТП – 2 и заканчивается камерой ТК – 316 (см. рис. 4.10.25).



**Рисунок 4.10.25 Трассировка участка «ЦТП – 2 – ТК – 316»**

В табл. 4.10.13 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. 4.10.26 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 4.10.13 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 2 – ТК – 316»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-2	ТК-684	8	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000014	0,0000014	0,999999
2	ТК-684	ТК-2547	19,5	600	600	56	35,0	0,0001742	0,0000034	0,0000048	0,999995
3	ТК-2547	ТК-685	27,5	500	500	41	30,2	0,0001742	0,0000048	0,0000096	0,999990
4	ТК-685	3-ТК-685	1	400	400	66	23,0	0,0001742	0,0000002	0,0000098	0,999990
5	3-ТК-685	ТК-655	14	400	400	66	23,0	0,0001742	0,0000024	0,0000122	0,999988
6	ТК-655	ТК-689	102	400	400	60	23,0	0,0001742	0,0000178	0,0000300	0,999970
7	ТК-689	ТК-700	44	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000077	0,0000377	0,999962
8	ТК-700	ТК-701	83	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000145	0,0000522	0,999948
9	ТК-701	ТК-702	84	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000146	0,0000668	0,999933
10	ТК-702	3-ТК-704	29	400	400	41	23,0	0,0001742	0,0000051	0,0000719	0,999928
11	3-ТК-704	ТК-704	1	400	400	41	23,7	0,0001742	0,0000002	0,0000721	0,999928
12	ТК-704	3-ТК-704-2	1	400	400	41	23,3	0,0001742	0,0000002	0,0000723	0,999928

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
13	3-ТК-704-2	ТК-704б	49	400	400	41	23,3	0,0001742	0,0000085	0,0000808	0,999919
14	ТК-704б	ТК-98а	28	400	400	63	23,3	0,0001742	0,0000049	0,0000857	0,999914
15	ТК-98а	ТК-98	28,5	400	400	38	23,3	0,0001742	0,0000050	0,0000907	0,999909
16	ТК-98	ТК-97	45	400	400	38	23,3	0,0001742	0,0000078	0,0000985	0,999902
17	ТК-97	ТК-97а	27,5	400	400	38	23,3	0,0001742	0,0000048	0,0001033	0,999897
18	ТК-97а	ТК-95	57,5	300	300	67	17,6	0,0001742	0,0000100	0,0001133	0,999887
19	ТК-95	ТК-94	29,5	300	300	67	17,6	0,0001742	0,0000051	0,0001184	0,999882
20	ТК-94	ТК-32	45	300	300	67	17,6	0,0001742	0,0000078	0,0001262	0,999874
21	ТК-32	ТК-31	35	300	300	66	17,6	0,0001742	0,0000061	0,0001323	0,999868
22	ТК-31	ТУ-31	8	100	100	65	6,7	0,0001742	0,0000014	0,0001337	0,999866
23	ТУ-31	ТУ-31а	13	100	100	65	6,7	0,0001742	0,0000023	0,0001360	0,999864
24	ТУ-31а	ТК-31а	94	100	100	65	6,7	0,0001742	0,0000164	0,0001524	0,999848
25	ТК-31а	ТК-31б	37,5	70	70	65	5,4	0,0001742	0,0000065	0,0001589	0,999841



**Рисунок 4.10.26 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 2 – ТК – 31б»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 2 – ТК – 31б» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.14 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 3080»

Данный участок начинается от ЦТП – 4 и заканчивается камерой ТК – 3080 (см. рис. 4.10.27).



**Рисунок 4.10.27 Трассировка участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

В табл. 4.10.14 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.

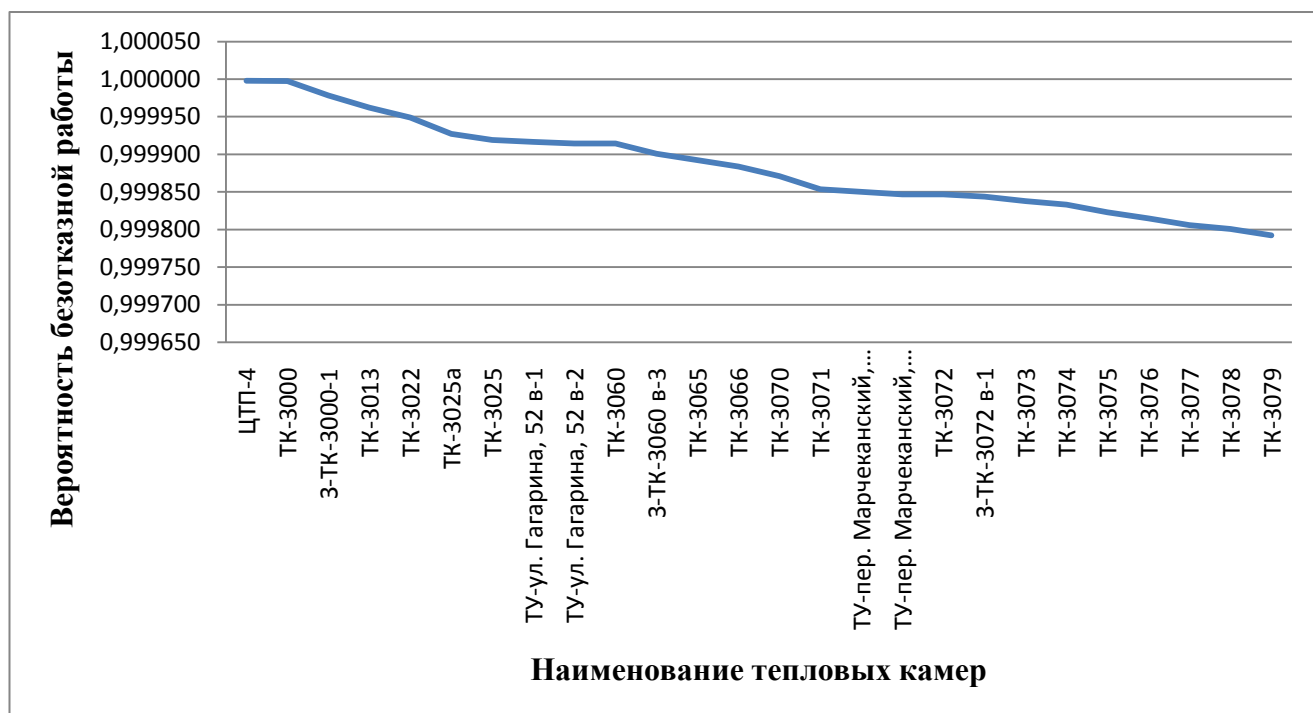
На рис. 4.10.28 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

**Таблица 4.10.14 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-4	ТК-3000	10	600	600	42	36,5	0,0002177	0,0000022	0,0000022	0,999998
2	ТК-3000	3-ТК-3000-1	1	500	500	52	30,1	0,0002177	0,0000002	0,0000024	0,999998
3	3-ТК-3000-1	ТК-3013	89	500	500	52	30,1	0,0002177	0,0000194	0,0000218	0,999978
4	ТК-3013	ТК-3022	74	400	400	52	23,2	0,0002177	0,0000161	0,0000379	0,999962
5	ТК-3022	ТК-3025а	60	400	400	52	23,2	0,0002177	0,0000131	0,0000510	0,999949
6	ТК-3025а	ТК-3025	100	400	400	52	23,2	0,0002177	0,0000218	0,0000728	0,999927
7	ТК-3025	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-1	37	300	300	52	17,7	0,0002177	0,0000081	0,0000809	0,999919
8	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-1	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-2	12	300	300	52	17,7	0,0002177	0,0000026	0,0000835	0,999917
9	ТУ-ул. Гагарина, 52 в-2	ТК-3060	8,5	300	300	52	17,7	0,0002177	0,0000019	0,0000854	0,999915
10	ТК-3060	3-ТК-3060 в-3	1	300	300	52	17,6	0,0002177	0,0000002	0,0000856	0,999914
11	3-ТК-3060 в-3	ТК-3065	63,5	300	300	52	17,6	0,0002177	0,0000138	0,0000994	0,999901

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
12	ТК-3065	ТК-3066	37	300	300	52	17,6	0,0002177	0,0000081	0,0001075	0,999893
13	ТК-3066	ТК-3070	40,8	250	250	52	14,6	0,0002177	0,0000089	0,0001164	0,999884
14	ТК-3070	ТК-3071	58,2	250	250	52	14,6	0,0002177	0,0000127	0,0001291	0,999871
15	ТК-3071	ТУ-пер. Марчеканский, 17в в-1	80,2	250	250	52	14,6	0,0002177	0,0000175	0,0001466	0,999853
16	ТУ-пер. Марчеканский, 17в в-1	ТУ-пер. Марчеканский, 17в в-2	14,1	250	250	52	14,6	0,0002177	0,0000031	0,0001497	0,999850
17	ТУ-пер. Марчеканский, 17в в-2	ТК-3072	15,4	250	250	52	14,6	0,0002177	0,0000034	0,0001531	0,999847
18	ТК-3072	3-ТК-3072 в-1	1	200	200	52	11,9	0,0002177	0,0000002	0,0001533	0,999847
19	3-ТК-3072 в-1	ТК-3073	13,7	200	200	52	11,9	0,0002177	0,0000030	0,0001563	0,999844
20	ТК-3073	ТК-3074	27,5	200	200	50	11,9	0,0002177	0,0000060	0,0001623	0,999838
21	ТК-3074	ТК-3075	21,3	200	200	50	11,9	0,0002177	0,0000046	0,0001669	0,999833
22	ТК-3075	ТК-3076	46,3	150	150	50	9,1	0,0002177	0,0000101	0,0001770	0,999823
23	ТК-3076	ТК-3077	37,9	125	125	50	7,9	0,0002177	0,0000083	0,0001853	0,999815

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
24	ТК-3077	ТК-3078	39,8	100	100	50	6,7	0,0002177	0,0000087	0,0001940	0,999806
25	ТК-3078	ТК-3079	23,5	100	100	50	6,7	0,0002177	0,0000051	0,0001991	0,999801
26	ТК-3079	ТК-3080	39,3	80	80	50	5,9	0,0002177	0,0000086	0,0002077	0,999792

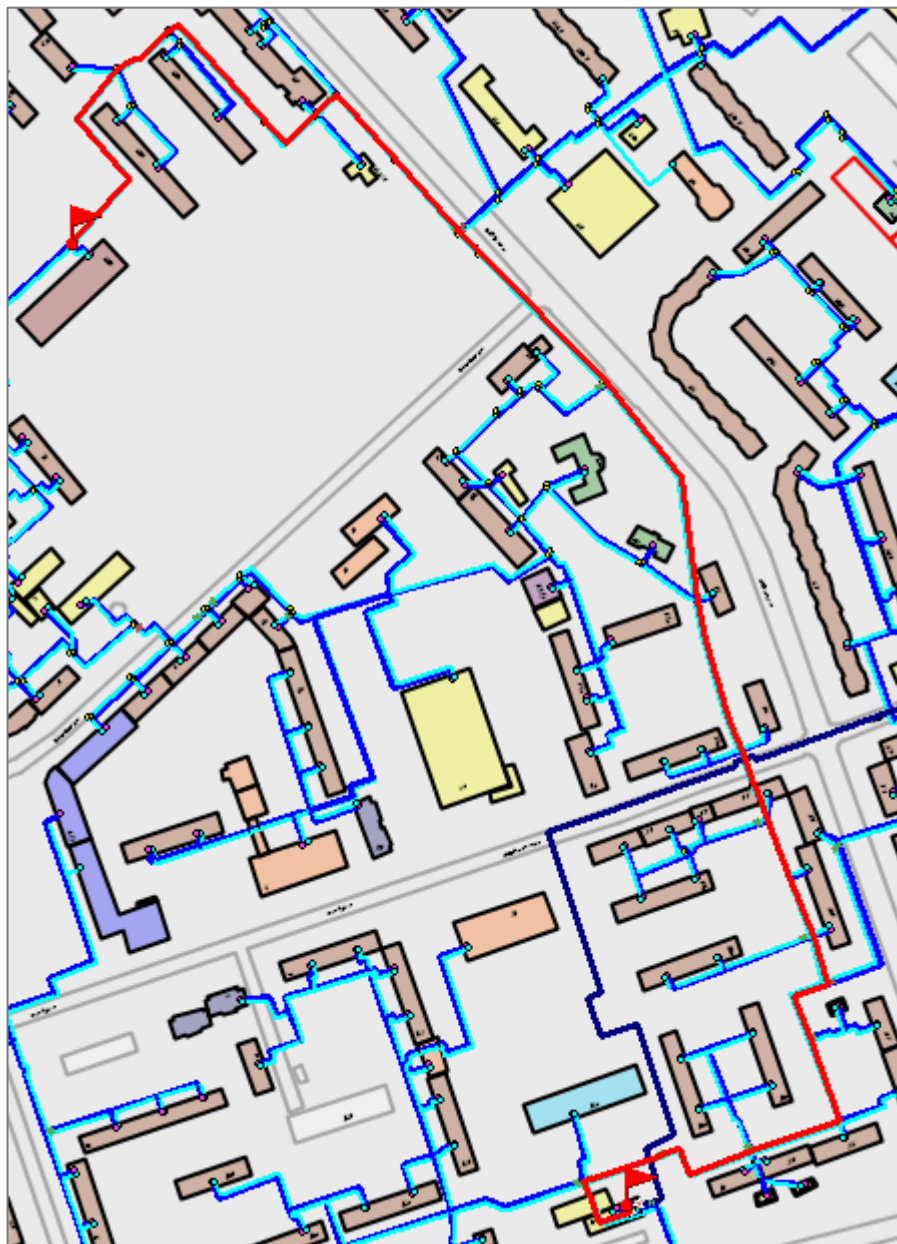


**Рисунок 4.10.28 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 4 – ТК – 3080»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 4 – ТК – 3080» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.15 Участок «ЦТП – 4 – ТК – 2573»

Данный участок начинается от ЦТП – 4 и заканчивается камерой ТК – 2573 (см. рис. 4.10.29).



**Рисунок 4.10.29 Трассировка участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»**

В табл. 4.10.15 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.

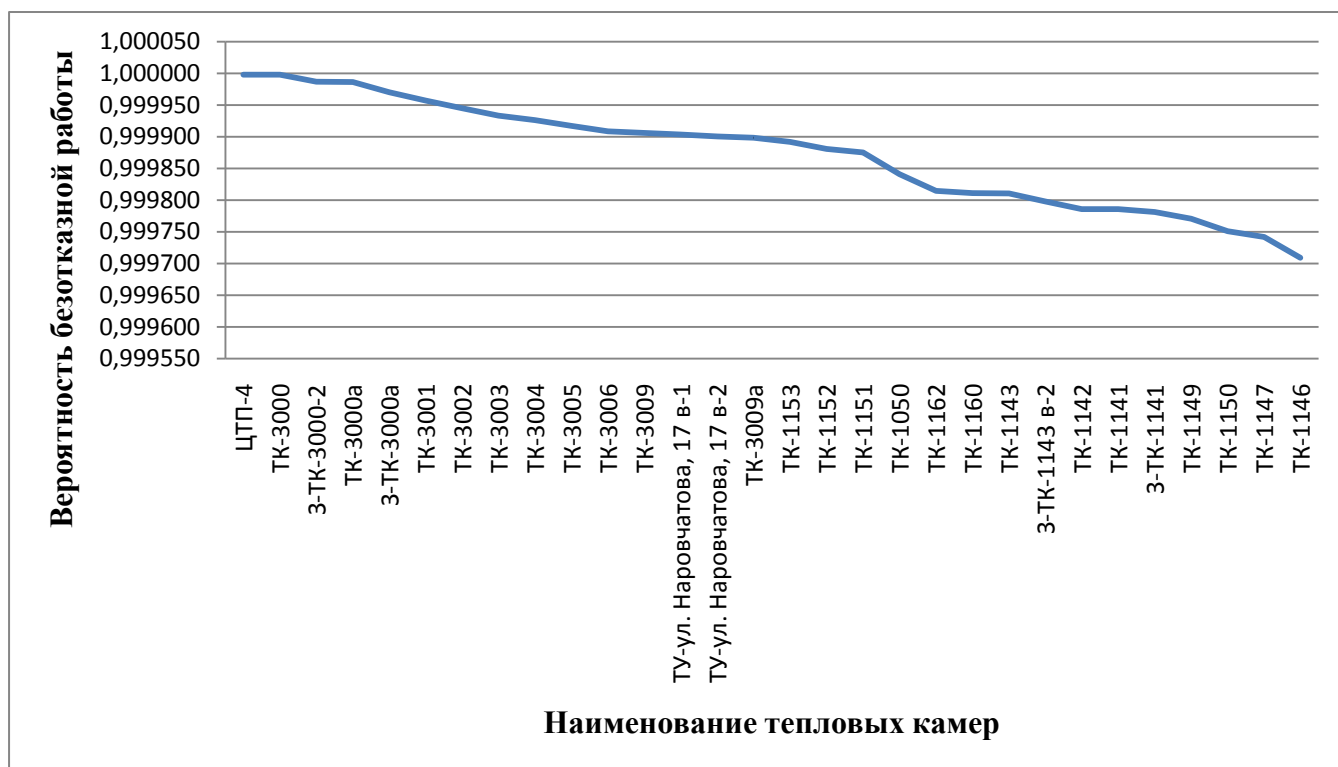
На рис. 4.10.30 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.15 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-4	ТК-3000	10	600	600	42	36,5	0,0002177	0,0000022	0,0000022	0,999998
2	ТК-3000	3-ТК-3000-2	1	400	400	53	23,6	0,0002177	0,0000002	0,0000024	0,999998
3	3-ТК-3000-2	ТК-3000а	51	400	400	53	23,6	0,0002177	0,0000111	0,0000135	0,999987
4	ТК-3000а	3-ТК-3000а	1	400	400	53	23,0	0,0002177	0,0000002	0,0000137	0,999986
5	3-ТК-3000а	ТК-3001	74	400	400	53	23,0	0,0002177	0,0000161	0,0000298	0,999970
6	ТК-3001	ТК-3002	60	400	400	53	23,1	0,0002177	0,0000131	0,0000429	0,999957
7	ТК-3002	ТК-3003	57,5	400	400	53	23,1	0,0002177	0,0000125	0,0000554	0,999945
8	ТК-3003	ТК-3004	52,5	400	400	53	23,1	0,0002177	0,0000114	0,0000668	0,999933
9	ТК-3004	ТК-3005	32,5	400	400	53	23,1	0,0002177	0,0000071	0,0000739	0,999926
10	ТК-3005	ТК-3006	41	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000089	0,0000828	0,999917
11	ТК-3006	ТК-3009	39,5	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000086	0,0000914	0,999909
12	ТК-3009	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-1	12,5	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000941	0,999906

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
13	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-1	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-2	12,5	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000968	0,999903
14	ТУ-ул. Наровчатова, 17 в-2	ТК-3009а	12,5	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000027	0,0000995	0,999901
15	ТК-3009а	ТК-1153	10	350	350	49	20,5	0,0002177	0,0000022	0,0001017	0,999898
16	ТК-1153	ТК-1152	30	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000065	0,0001082	0,999892
17	ТК-1152	ТК-1151	52	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000113	0,0001195	0,999881
18	ТК-1151	ТК-1050	25	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000054	0,0001249	0,999875
19	ТК-1050	ТК-1162	157,5	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000343	0,0001592	0,999841
20	ТК-1162	ТК-1160	120	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000261	0,0001853	0,999815
21	ТК-1160	ТК-1143	17,5	300	300	49	17,2	0,0002177	0,0000038	0,0001891	0,999811
22	ТК-1143	3-ТК-1143 в-2	1	300	300	48	16,9	0,0002177	0,0000002	0,0001893	0,999811
23	3-ТК-1143 в-2	ТК-1142	59	300	300	48	17,5	0,0002177	0,0000128	0,0002021	0,999798
24	ТК-1142	ТК-1141	56	300	300	48	17,5	0,0002177	0,0000122	0,0002143	0,999786
25	ТК-1141	3-ТК-1141	1	200	200	25	11,7	0,0002177	0,0000002	0,0002145	0,999786

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
26	3-ТК-1141	ТК-1149	19	200	200	25	11,7	0,0002177	0,0000041	0,0002186	0,999781
27	ТК-1149	ТК-1150	50	200	200	49	11,7	0,0002177	0,0000109	0,0002295	0,999771
28	ТК-1150	ТК-1147	90	200	200	49	11,7	0,0002177	0,0000196	0,0002491	0,999751
29	ТК-1147	ТК-1146	42	200	200	25	11,7	0,0002177	0,0000091	0,0002582	0,999742
30	ТК-1146	ТК-2573	150	200	200	49	11,7	0,0002177	0,0000327	0,0002909	0,999709



**Рисунок 4.10.30 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 4 – ТК – 2573»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 4 – ТК – 2573» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,822$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.16 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1444»

Данный участок начинается от ЦТП – 5 и заканчивается камерой ТК – 1444 (см. рис. 4.10.31).



**Рисунок 4.10.31 Трассировка участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»**

В табл. 4.10.16 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. 4.10.32 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.16 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-5	ТК-1200	5	500	500	38	29,0	0,0001148	0,0000006	0,0000006	0,999999
2	ТК-1200	3-ТК-1200	1	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000001	0,0000007	0,999999
3	3-ТК-1200	ТК-1201	59	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000068	0,0000075	0,999993
4	ТК-1201	ТК-1202	87	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000100	0,0000175	0,999983
5	ТК-1202	ТК-1202а	54,5	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000063	0,0000238	0,999976
6	ТК-1202а	ТК-1203	45	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000052	0,0000290	0,999971
7	ТК-1203	3-ТК-1203	1	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000001	0,0000291	0,999971
8	3-ТК-1203	ТК-1204	22	150	150	39	8,9	0,0001148	0,0000025	0,0000316	0,999968
9	ТК-1204	ТК-1206	65	300	300	41	17,3	0,0001148	0,0000075	0,0000391	0,999961
10	ТК-1206	ТК-1207	57	300	300	41	17,3	0,0001148	0,0000065	0,0000456	0,999954
11	ТК-1207	ТК-1211	147	300	300	41	17,3	0,0001148	0,0000169	0,0000625	0,999938
12	ТК-1211	ТК-1209	32,5	300	300	41	17,3	0,0001148	0,0000037	0,0000662	0,999934
13	ТК-1209	ТК-1210	40	300	300	41	17,3	0,0001148	0,0000046	0,0000708	0,999929
14	ТК-1210	ТК-1223	22	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000025	0,0000733	0,999927
15	ТК-1223	ТК-1224	41	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000047	0,0000780	0,999922

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-1224	ТК-т.1224	13,7	200	200	17	11,6	0,0000580	0,0000008	0,0000788	0,999921
17	ТК-т.1224	ТК-1225	51,3	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000059	0,0000847	0,999915
18	ТК-1225	ТК-1226	51	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000059	0,0000906	0,999909
19	ТК-1226	ТК-1226б	18	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000021	0,0000927	0,999907
20	ТК-1226б	ТК-1226а	40	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000046	0,0000973	0,999903
21	ТК-1226а	ТК-1227	38	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000044	0,0001017	0,999898
22	ТК-1227	ТК-1228	41	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000047	0,0001064	0,999894
23	ТК-1228	ТК-1229	40	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000046	0,0001110	0,999889
24	ТК-1229	ТК-1222	49	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000056	0,0001166	0,999883
25	ТК-1222	ТК-1369	71,5	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000082	0,0001248	0,999875
26	ТК-1369	ТК-1368	30	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000034	0,0001282	0,999872
27	ТК-1368	ТК-1367	31,5	200	200	43	11,6	0,0001148	0,0000036	0,0001318	0,999868
28	ТК-1367	ТК-1367а	71	250	250	43	14,6	0,0001148	0,0000082	0,0001400	0,999860
29	ТК-1367а	ТК-1440а	50	250	250	41	14,6	0,0001148	0,0000057	0,0001457	0,999854
30	ТК-1440а	3-ТК-1440	61	250	250	39	14,6	0,0001148	0,0000070	0,0001527	0,999847
31	3-ТК-	ТК-1440	1	250	250	39	14,6	0,0001148	0,0000001	0,0001528	0,999847

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
	1440										
32	ТК-1440	ТК-1441	25	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000029	0,0001557	0,999844
33	ТК-1441	ТК-1442	34	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000039	0,0001596	0,999840
34	ТК-1442	ТК-1443	40	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000046	0,0001642	0,999836
35	ТК-1443	ТК-1444	34	200	200	44	11,9	0,0001148	0,0000039	0,0001681	0,999832



**Рисунок 4.10.32 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 5 – ТК – 1444»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 5 – ТК – 1444» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.17 Участок «ЦТП – 5 – ТК – 1380»

Данный участок начинается от ЦТП – 5 и заканчивается камерой ТК – 1380 (см. рис. 4.10.33).



**Рисунок 4.10.33 Трассировка участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»**

В табл. 4.10.17 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. 4.10.34 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.17 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-5	ТК-1200	5	500	500	38	29,0	0,0001148	0,0000006	0,0000006	0,999999
2	ТК-1200	ТК-1300	32	500	500	68	29,0	0,0001148	0,0000037	0,0000043	0,999996
3	ТК-1300	ТК-1301	336	500	500	68	29,0	0,0001148	0,0000386	0,0000429	0,999957
4	ТК-1301	ТК-1302	10	500	500	68	29,0	0,0001148	0,0000011	0,0000440	0,999956
5	ТК-1302	ТК-1302a	35	500	500	32	29,0	0,0001148	0,0000040	0,0000480	0,999952
6	ТК-1302a	ТК-1303	93	500	500	32	29,0	0,0001148	0,0000107	0,0000587	0,999941
7	ТК-1303	ТК-1304	36	400	400	34	23,3	0,0001148	0,0000041	0,0000628	0,999937
8	ТК-1304	ТК-1304a	50	400	400	68	23,3	0,0001148	0,0000057	0,0000685	0,999932
9	ТК-1304a	ТК-1305	45	400	400	68	23,3	0,0001148	0,0000052	0,0000737	0,999926
10	ТК-1305	ТК-1306	59	400	400	68	23,3	0,0001148	0,0000068	0,0000805	0,999920
11	ТК-1306	ТК-1307	25	350	350	64	20,5	0,0001148	0,0000029	0,0000834	0,999917
12	ТК-1307	ТК-1308	37	350	350	64	20,5	0,0001148	0,0000042	0,0000876	0,999912
13	ТК-1308	ТК-1309	45	350	350	64	20,5	0,0001148	0,0000052	0,0000928	0,999907
14	ТК-1309	ТК-1311	115	300	300	60	17,3	0,0001148	0,0000132	0,0001060	0,999894

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
15	ТК-1311	ТК-1312	20	250	250	60	14,7	0,0001148	0,0000023	0,0001083	0,999892
16	ТК-1312	ТК-1313	53,5	250	250	60	14,7	0,0001148	0,0000061	0,0001144	0,999886
17	ТК-1313	ТК-1310	59	200	200	60	11,9	0,0001148	0,0000068	0,0001212	0,999879
18	ТК-1310	ТК-1372	27,5	200	200	59	11,9	0,0001148	0,0000032	0,0001244	0,999876
19	ТК-1372	ТК-1373	32	200	200	59	11,9	0,0001148	0,0000037	0,0001281	0,999872
20	ТК-1373	ТК-1374	36	200	200	57	11,9	0,0001148	0,0000041	0,0001322	0,999868
21	ТК-1374	ТК-1971	70	150	150	57	9,0	0,0001148	0,0000080	0,0001402	0,999860
22	ТК-1971	ТК-1376	51,5	150	150	57	9,0	0,0001148	0,0000059	0,0001461	0,999854
23	ТК-1376	ТК-1377	22	150	150	57	9,0	0,0001148	0,0000025	0,0001486	0,999851
24	ТК-1377	ТК-1378	21	80	80	18	5,9	0,0000664	0,0000014	0,0001500	0,999850
25	ТК-1378	ТК-1380	57,5	150	150	57	9,1	0,0001148	0,0000066	0,0001566	0,999843

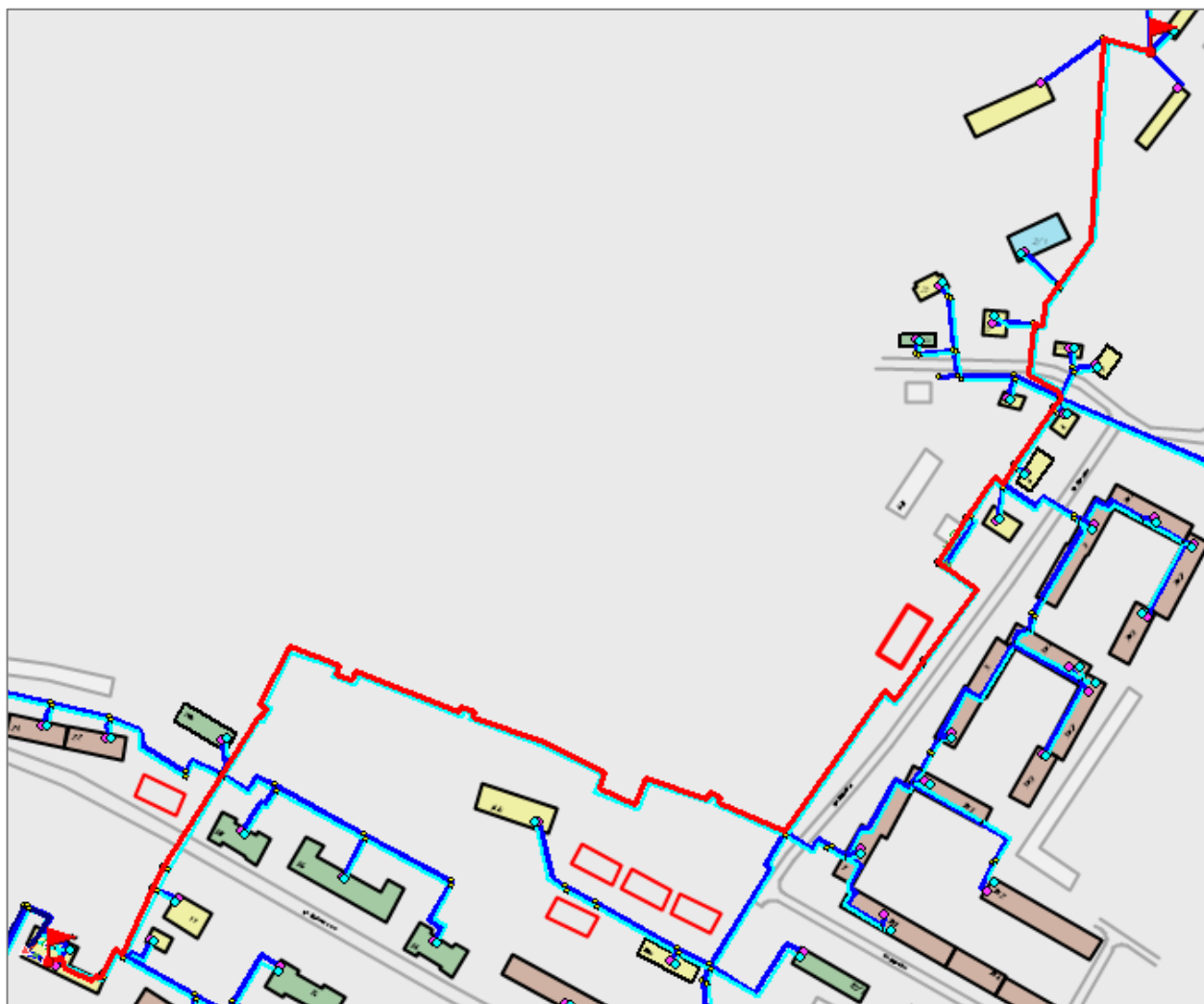


**Рисунок 4.10.34 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 5 – ТК – 1380»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 5 – ТК – 1380» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.18 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»

Данный участок начинается от ЦТП – 6 и заканчивается камерой ТК – 1414а (см. рис. 4.10.35).



**Рисунок 4.10.35 Трассировка участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»**

В табл. 4.10.18 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. 4.10.36 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.18 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-6	ТК-1450	3,5	300	300	44	17,7	0,0002059	0,00000007	0,00000007	0,999999
2	ТК-1450	ТК-1451	20	300	300	53	17,7	0,0002059	0,0000041	0,0000048	0,999995
3	ТК-1451	ТК-1457	42	300	300	45	17,7	0,0002059	0,0000086	0,0000134	0,999987
4	ТК-1457	ТК-1457а	13	500	500	53	29,1	0,0002059	0,0000027	0,0000161	0,999984
5	ТК-1457а	ТК-1459	60	500	500	53	29,1	0,0002059	0,0000124	0,0000285	0,999972
6	ТК-1459	ТК-1419	403	500	500	39	29,1	0,0002059	0,0000830	0,0001115	0,999889
7	ТК-1419	ТК-1417	130	150	150	53	9,0	0,0002059	0,0000268	0,0001383	0,999862
8	ТК-1417	ТК-1400	76	150	150	53	9,0	0,0002059	0,0000156	0,0001539	0,999846
9	ТК-1400	3-ПНС цтп-6	11	150	150	41	9,0	0,0002059	0,0000023	0,0001562	0,999844
10	3-ПНС цтп-6	ПНС цтп-6	1	150	150	41	9,0	0,0002059	0,0000002	0,0001564	0,999844
11	ПНС цтп-6	ТК-1401	12	300	300	41	17,3	0,0002059	0,0000025	0,0001589	0,999841
12	ТК-1401	ТК-1402	35	300	300	48	17,3	0,0002059	0,0000072	0,0001661	0,999834
13	ТК-1402	ТК-1403	12	300	300	48	17,3	0,0002059	0,0000025	0,0001686	0,999831

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-1403	ТК-1404	39	300	300	48	17,3	0,0002059	0,0000080	0,0001766	0,999823
15	ТК-1404	ТК-1405	6,5	300	300	48	17,3	0,0002059	0,0000013	0,0001779	0,999822
16	ТК-1405	ТК-1413	104	300	300	48	17,3	0,0002059	0,0000214	0,0001993	0,999801
17	ТК-1413	ТК-1413а	35	300	300	52	17,3	0,0002059	0,0000072	0,0002065	0,999794
18	ТК-1413а	ТК-1414	144	300	300	39	17,3	0,0002059	0,0000296	0,0002361	0,999764
19	ТК-1414	ТК-1414а	26,5	80	80	39	5,9	0,0002059	0,0000055	0,0002416	0,999758



**Рисунок 4.10.36 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 6 – ТК – 1414а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 6 – ТК – 1414а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.19 Участок «ЦТП – 6 – ТК – 1532»

Данный участок начинается от ЦТП – 6 и заканчивается камерой ТК – 1532 (см. рис. 4.10.37).



**Рисунок 4.10.37 Трассировка участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»**

В табл. 4.10.19 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. 4.10.38 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.19 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-6	ТК-1450	3,5	300	300	44	17,7	0,0002059	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-1450	ТК-1451	20	300	300	53	17,7	0,0002059	0,0000041	0,0000048	0,999995
3	ТК-1451	ТК-1451a	43	250	250	25	14,4	0,0002059	0,0000089	0,0000137	0,999986
4	ТК-1451a	ТК-1452	33	250	250	59	14,4	0,0002059	0,0000068	0,0000205	0,999980
5	ТК-1452	ТК-1452a	40	250	250	59	14,4	0,0002059	0,0000082	0,0000287	0,999971
6	ТК-1452a	ТК-1453	73	250	250	59	14,4	0,0002059	0,0000150	0,0000437	0,999956
7	ТК-1453	ТК-1454	57	250	250	59	14,4	0,0002059	0,0000117	0,0000554	0,999945
8	ТК-1454	ТК-1455	37	250	250	59	14,4	0,0002059	0,0000076	0,0000630	0,999937
9	ТК-1455	ТК-1456	35	200	200	59	11,9	0,0002059	0,0000072	0,0000702	0,999930
10	ТК-1456	3-ТК-1421	77	300	300	45	16,7	0,0002059	0,0000159	0,0000861	0,999914
11	3-ТК-1421	ТК-1421	1	300	300	45	16,7	0,0002059	0,0000002	0,0000863	0,999914
12	ТК-1421	ТК-1422	94,5	300	300	45	16,8	0,0002059	0,0000195	0,0001058	0,999894
13	ТК-1422	ТК-1423	40	300	300	45	16,8	0,0002059	0,0000082	0,0001140	0,999886

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-1423	ТК-1425	165	300	300	40	16,8	0,0002059	0,0000340	0,0001480	0,999852
15	ТК-1425	ТК-NK	25	300	300	24	16,8	0,0001854	0,0000046	0,0001526	0,999847
16	ТК-NK	ТК-1430	33	300	300	40	16,8	0,0002059	0,0000068	0,0001594	0,999841
17	ТК-1430	ТК-1431	60	300	300	40	16,8	0,0002059	0,0000124	0,0001718	0,999828
18	ТК-1431	ТК-1432	47,5	300	300	40	16,8	0,0002059	0,0000098	0,0001816	0,999818
19	ТК-1432	ТК-1433	49	300	300	40	16,8	0,0002059	0,0000101	0,0001917	0,999808
20	ТК-1433	ТК-1434	27,5	250	250	40	14,8	0,0002059	0,0000057	0,0001974	0,999803
21	ТК-1434	ТК-1428	280	200	200	30	11,7	0,0002059	0,0000576	0,0002550	0,999745
22	ТК-1428	ТК-1429a	7	300	300	25	17,8	0,0002059	0,0000014	0,0002564	0,999744
23	ТК-1429a	ТК-1429	31,5	200	200	49	11,6	0,0002059	0,0000065	0,0002629	0,999737
24	ТК-1429	ТК-1521б	123	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000253	0,0002882	0,999712
25	ТК-1521б	ТК-1521	33	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000068	0,0002950	0,999705
26	ТК-1521	ТК-1519	28	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000058	0,0003008	0,999699
27	ТК-1519	ТК-1518	31	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000064	0,0003072	0,999693
28	ТК-1518	ТК-1518a	31	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000064	0,0003136	0,999686
29	ТК-	ТК-1532	42	200	200	54	11,6	0,0002059	0,0000086	0,0003222	0,999678

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
	1518a										
30	ТК-1532	ТК-1513	9	150	150	60	8,9	0,0002059	0,0000019	0,0003241	0,999676
31	ТК-1513	ТК-1512	30	150	150	60	8,9	0,0002059	0,0000062	0,0003303	0,999670
32	ТК-1512	ТК-1512a	60	150	150	60	8,9	0,0002059	0,0000124	0,0003427	0,999657
33	ТК-1512a	ТК-1512б	117,5	150	150	60	8,9	0,0002059	0,0000242	0,0003669	0,999633
34	ТК-1512б	ТК-1510	77,5	150	150	60	8,9	0,0002059	0,0000160	0,0003829	0,999617
35	ТК-1510	ТК-1526	55	100	100	56	6,7	0,0002059	0,0000113	0,0003942	0,999606
36	ТК-1526	ТК-1540	40	70	70	29	5,4	0,0002059	0,0000082	0,0004024	0,999598
37	ТК-1540	ТК-1527	22	70	70	60	5,4	0,0002059	0,0000045	0,0004069	0,999593
38	ТК-1527	ТК-1527a	31,5	70	70	60	5,4	0,0002059	0,0000065	0,0004134	0,999587
39	ТК-1527a	ТК-1528	35	70	70	60	5,4	0,0002059	0,0000072	0,0004206	0,999579
40	ТК-1528	ТК-1529	42	70	70	39	5,4	0,0002059	0,0000086	0,0004292	0,999571
41	ТК-1529	ТК-1530	9	50	50	39	4,6	0,0002059	0,0000019	0,0004311	0,999569
42	ТК-1530	ТК-1532	14	50	50	39	4,6	0,0002059	0,0000029	0,0004340	0,999566



**Рисунок 4.10.38 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 6 – ТК – 1532»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 6 – ТК – 1532» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.20 Участок «ЦТП – 8 – ТК – 175а»

Данный участок начинается от ЦТП – 8 и заканчивается камерой ТК – 175а (см. рис. 4.10.39).

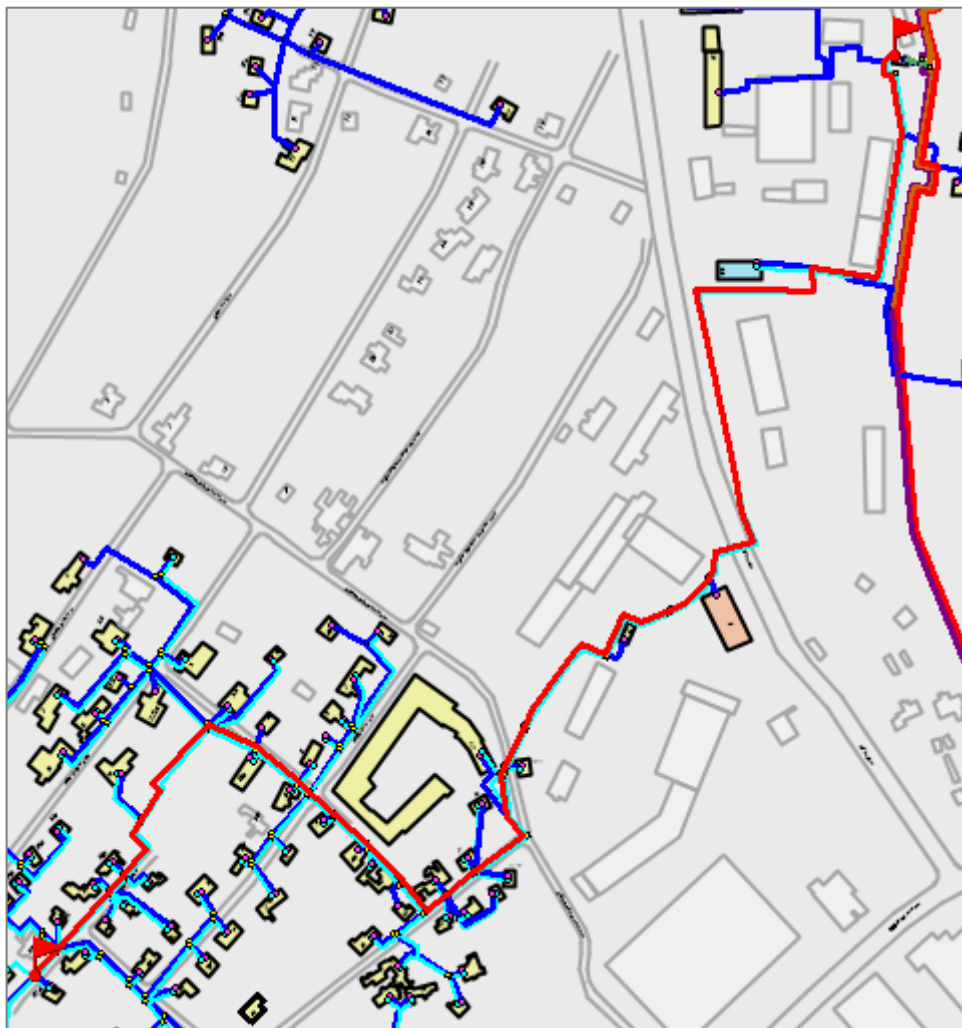


Рисунок 4.10.39 Трассировка участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»

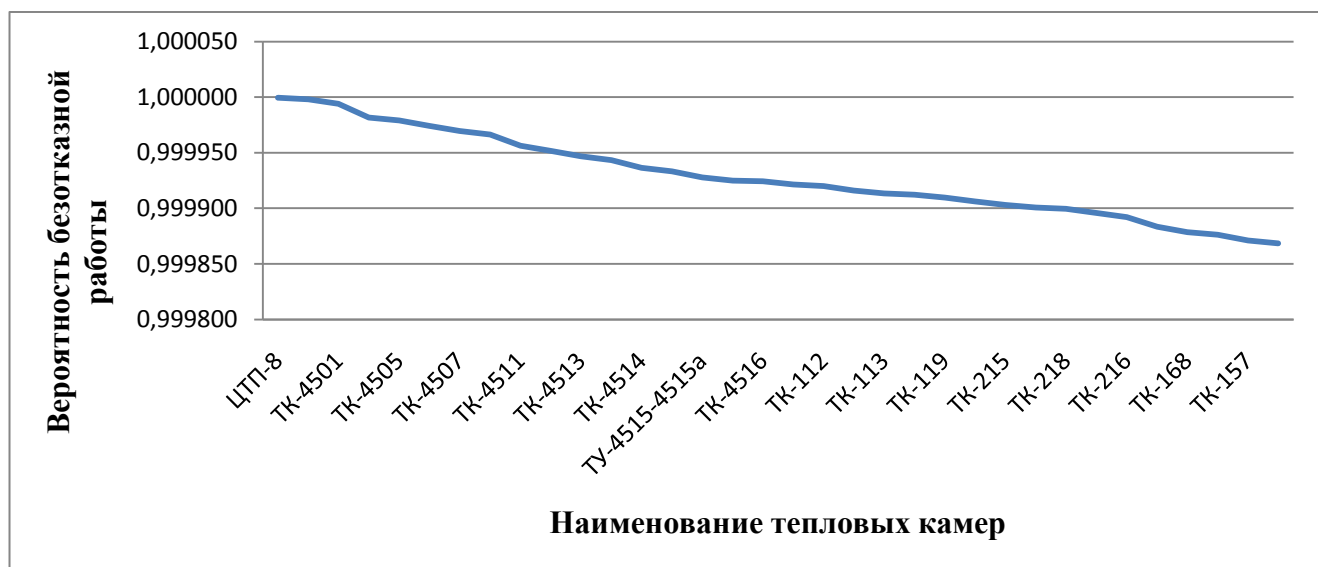
В табл. 4.10.20 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.40 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.20 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-8	ТК-4500	5	300	300	46	17,0	0,0001069	0,0000005	0,0000005	1,000000
2	ТК-4500	ТК-4501	15	300	300	46	17,0	0,0001069	0,0000016	0,0000021	0,999998
3	ТК-4501	ТК-4502	37	300	300	46	17,0	0,0001069	0,0000040	0,0000061	0,999994
4	ТК-4502	ТК-4505	114	300	300	46	17,0	0,0001069	0,0000122	0,0000183	0,999982
5	ТК-4505	ТК-4506	24	300	300	46	17,0	0,0001069	0,0000026	0,0000209	0,999979
6	ТК-4506	ТК-4507	48	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000051	0,0000260	0,999974
7	ТК-4507	ТК-4510	43	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000046	0,0000306	0,999969
8	ТК-4510	ТК-4511	29	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000031	0,0000337	0,999966
9	ТК-4511	ТК-4512	94	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000100	0,0000437	0,999956
10	ТК-4512	ТК-4513	44	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000047	0,0000484	0,999952
11	ТК-4513	ТК-4509	46	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000049	0,0000533	0,999947
12	ТК-4509	ТК-4514	33	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000035	0,0000568	0,999943
13	ТК-4514	ТК-4515	63	300	300	45	17,0	0,0001069	0,0000067	0,0000635	0,999937
14	ТК-4515	ТУ-4515-4515а	31	200	200	45	11,9	0,0001069	0,0000033	0,0000668	0,999933
15	ТУ-4515-4515а	ТК-4515а	50	200	200	45	11,9	0,0001069	0,0000053	0,0000721	0,999928
16	ТК-4515а	ТК-4516	28	150	150	44	9,1	0,0001069	0,0000030	0,0000751	0,999925

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТК-4516	ТК-111	7	200	200	44	12,0	0,0001069	0,0000007	0,0000758	0,999924
18	ТК-111	ТК-112	27,5	150	150	44	9,1	0,0001069	0,0000029	0,0000787	0,999921
19	ТК-112	ТК-112a	20	200	200	18	11,9	0,0000618	0,0000012	0,0000799	0,999920
20	ТК-112a	ТК-113	38	200	200	39	11,9	0,0001069	0,0000041	0,0000840	0,999916
21	ТК-113	ТК-114	25	200	200	39	11,9	0,0001069	0,0000027	0,0000867	0,999913
22	ТК-114	ТК-119	20,5	150	150	16	8,8	0,0000540	0,0000011	0,0000878	0,999912
23	ТК-119	ТК-215a	25	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000027	0,0000905	0,999910
24	ТК-215a	ТК-215	31	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000033	0,0000938	0,999906
25	ТК-215	ТК-219	30	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000032	0,0000970	0,999903
26	ТК-219	ТК-218	22	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000024	0,0000994	0,999901
27	ТК-218	ТК-217	9	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000010	0,0001004	0,999900
28	ТК-217	ТК-216	36,5	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000039	0,0001043	0,999896
29	ТК-216	ТК-169	35	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000037	0,0001080	0,999892
30	ТК-169	ТК-168	80	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000086	0,0001166	0,999883
31	ТК-168	ТК-168a	47	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000050	0,0001216	0,999878
32	ТК-168a	ТК-157	20	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000021	0,0001237	0,999876
33	ТК-157	ТК-175	50	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000053	0,0001290	0,999871
34	ТК-175	ТК-175a	23,5	150	150	37	8,8	0,0001069	0,0000025	0,0001315	0,999869

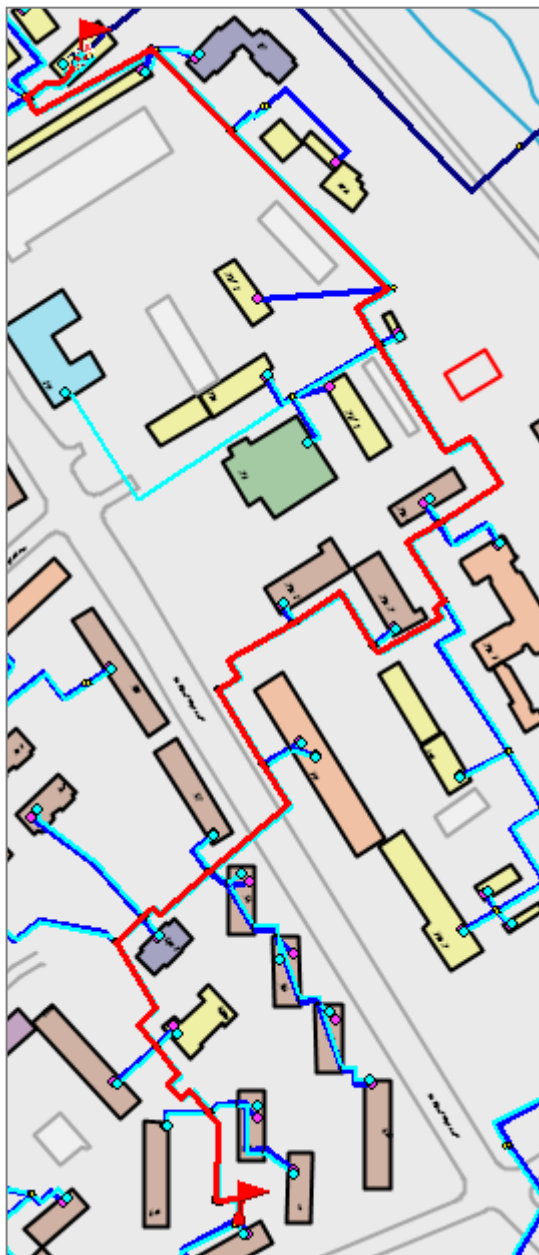


**Рисунок 4.10.40 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 8 – ТК – 175а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 8 – ТК – 175а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.21 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 320»

Данный участок начинается от ЦТП – 9 и заканчивается камерой ТК – 320 (см. рис. 4.10.41).



**Рисунок 4.10.41 Трассировка участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»**

В табл. 4.10.21 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. 4.10.42 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.21 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-9	ТК-410	12,3	400	400	49	22,8	0,0001425	0,0000018	0,0000018	0,999998
2	ТК-410	ТК-414	74	400	400	49	22,8	0,0001425	0,0000105	0,0000123	0,999988
3	ТК-414	ТК-414а	56	400	400	49	22,8	0,0001425	0,0000080	0,0000203	0,999980
4	ТК-414а	ТК-415	111	400	400	49	22,8	0,0001425	0,0000158	0,0000361	0,999964
5	ТК-415	ТК-416	40	400	400	24	22,8	0,0001283	0,0000051	0,0000412	0,999959
6	ТК-416	ТК-417	139	350	350	32	20,4	0,0001425	0,0000198	0,0000610	0,999939
7	ТК-417	ТК-418	53	350	350	32	20,4	0,0001425	0,0000076	0,0000686	0,999931
8	ТК-418	ТК-418а	35	250	250	48	14,6	0,0001425	0,0000050	0,0000736	0,999926
9	ТК-418а	ТК-329	60	250	250	48	14,6	0,0001425	0,0000086	0,0000822	0,999918
10	ТК-329	ТК-328	58	250	250	46	14,6	0,0001425	0,0000083	0,0000905	0,999910
11	ТК-328	ТК-327	43,5	250	250	46	14,6	0,0001425	0,0000062	0,0000967	0,999903
12	ТК-327	ТК-326	74,5	300	300	37	17,6	0,0001425	0,0000106	0,0001073	0,999893
13	ТК-326	ТК-325	43	300	300	41	17,6	0,0001425	0,0000061	0,0001134	0,999887
14	ТК-325	ТК-324	18	300	300	41	17,6	0,0001425	0,0000026	0,0001160	0,999884
15	ТК-324	ТК-324а	64	200	200	33	11,9	0,0001425	0,0000091	0,0001251	0,999875
16	ТК-324а	ТК-323	56	150	150	33	9,1	0,0001425	0,0000080	0,0001331	0,999867
17	ТК-323	ТК-321	45,5	80	80	17	5,9	0,0000720	0,0000033	0,0001364	0,999864
18	ТК-321	ТК-320	22	80	80	17	5,9	0,0000720	0,0000016	0,0001380	0,999862

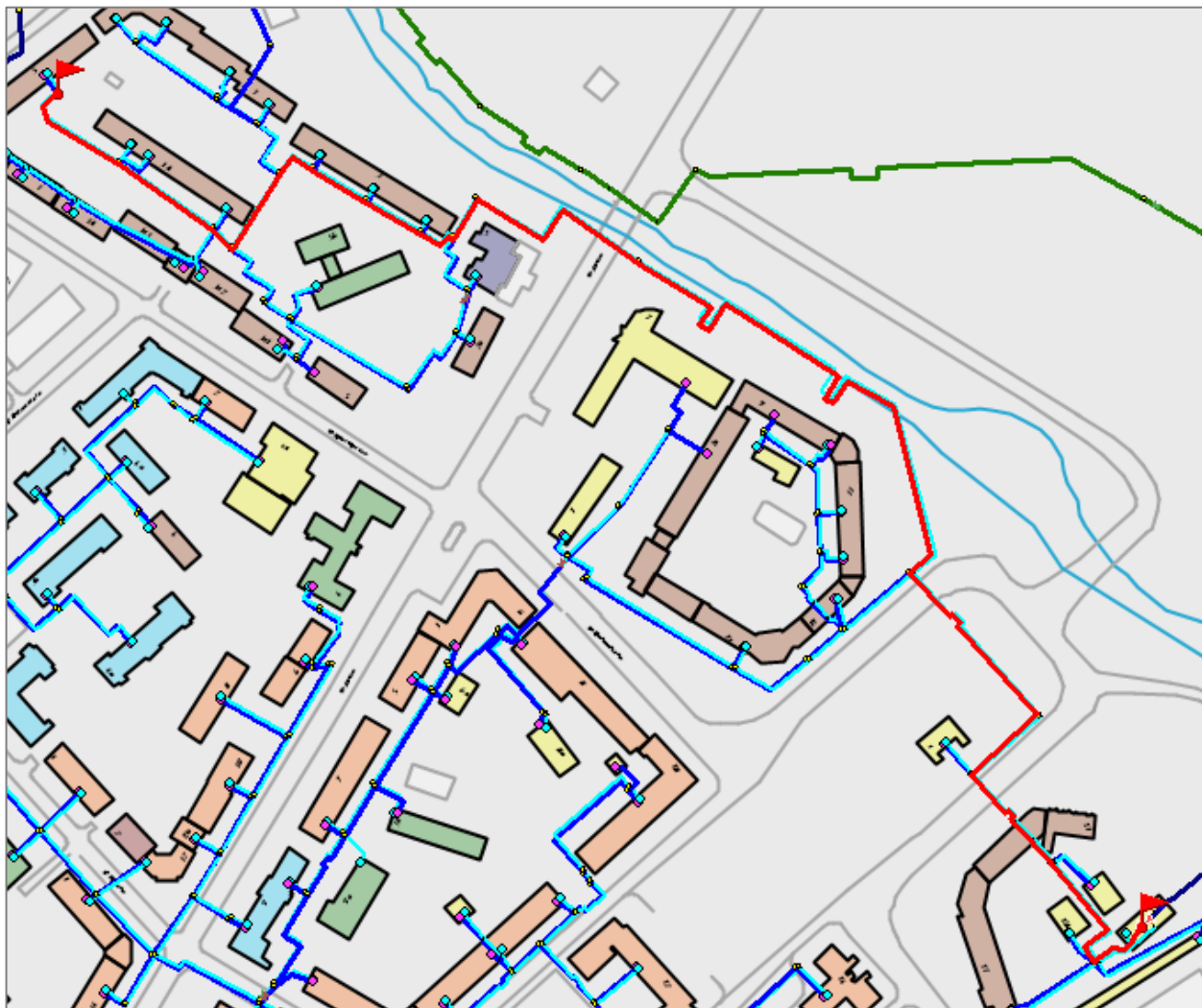


**Рисунок 4.10.42 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 9 – ТК – 320»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 9 – ТК – 320» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.22 Участок «ЦТП – 9 – ТК – 501д»

Данный участок начинается от ЦТП – 9 и заканчивается камерой ТК – 501д (см. рис. 4.10.43).



**Рисунок 4.10.43 Трассировка участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»**

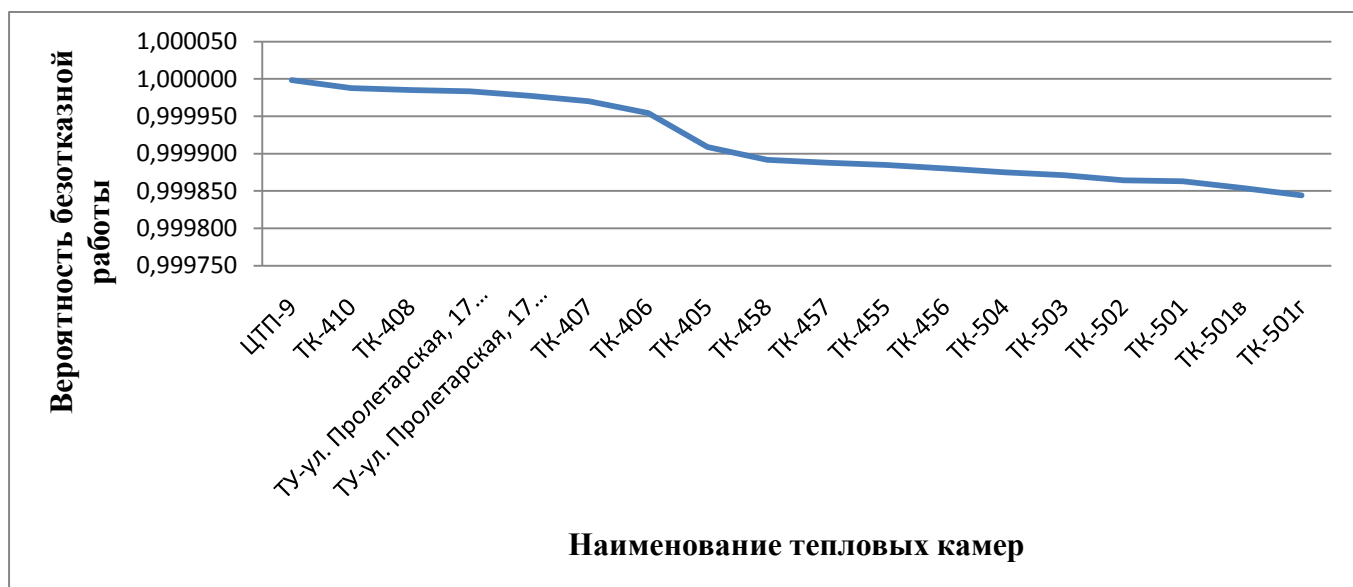
В табл. 4.10.22 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.44 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.22 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-9	ТК-410	12,3	400	400	49	22,8	0,0001425	0,0000018	0,0000018	0,999998
2	ТК-410	ТК-408	75	400	400	50	22,8	0,0001425	0,0000107	0,0000125	0,999988
3	ТК-408	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-1	16	400	400	50	22,8	0,0001425	0,0000023	0,0000148	0,999985
4	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-1	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-2	14	400	400	50	22,8	0,0001425	0,0000020	0,0000168	0,999983
5	ТУ-ул. Пролетарская, 17 в-2	ТК-407	42	400	400	50	22,8	0,0001425	0,0000060	0,0000228	0,999977
6	ТК-407	ТК-406	50	300	300	47	16,9	0,0001425	0,0000071	0,0000299	0,999970
7	ТК-406	ТК-405	110	300	300	47	16,9	0,0001425	0,0000157	0,0000456	0,999954
8	ТК-405	ТК-458	321	300	300	48	16,9	0,0001425	0,0000457	0,0000913	0,999909
9	ТК-458	ТК-457	120	300	300	48	16,9	0,0001425	0,0000171	0,0001084	0,999892
10	ТК-457	ТК-455	26	250	250	48	14,3	0,0001425	0,0000037	0,0001121	0,999888

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
11	ТК-455	ТК-456	20,5	250	250	48	14,3	0,0001425	0,0000029	0,0001150	0,999885
12	ТК-456	ТК-504	35	250	250	48	14,3	0,0001425	0,0000050	0,0001200	0,999880
13	ТК-504	ТК-503	35	250	250	48	14,3	0,0001425	0,0000050	0,0001250	0,999875
14	ТК-503	ТК-502	26	250	250	25	14,3	0,0001425	0,0000037	0,0001287	0,999871
15	ТК-502	ТК-501	50	250	250	48	14,3	0,0001425	0,0000071	0,0001358	0,999864
16	ТК-501	ТК-501В	15	250	250	15	14,3	0,0000720	0,0000011	0,0001369	0,999863
17	ТК-501В	ТК-501Г	65	200	200	53	11,9	0,0001425	0,0000093	0,0001462	0,999854
18	ТК-501Г	ТК-501Д	67	150	150	53	9,1	0,0001425	0,0000095	0,0001557	0,999844

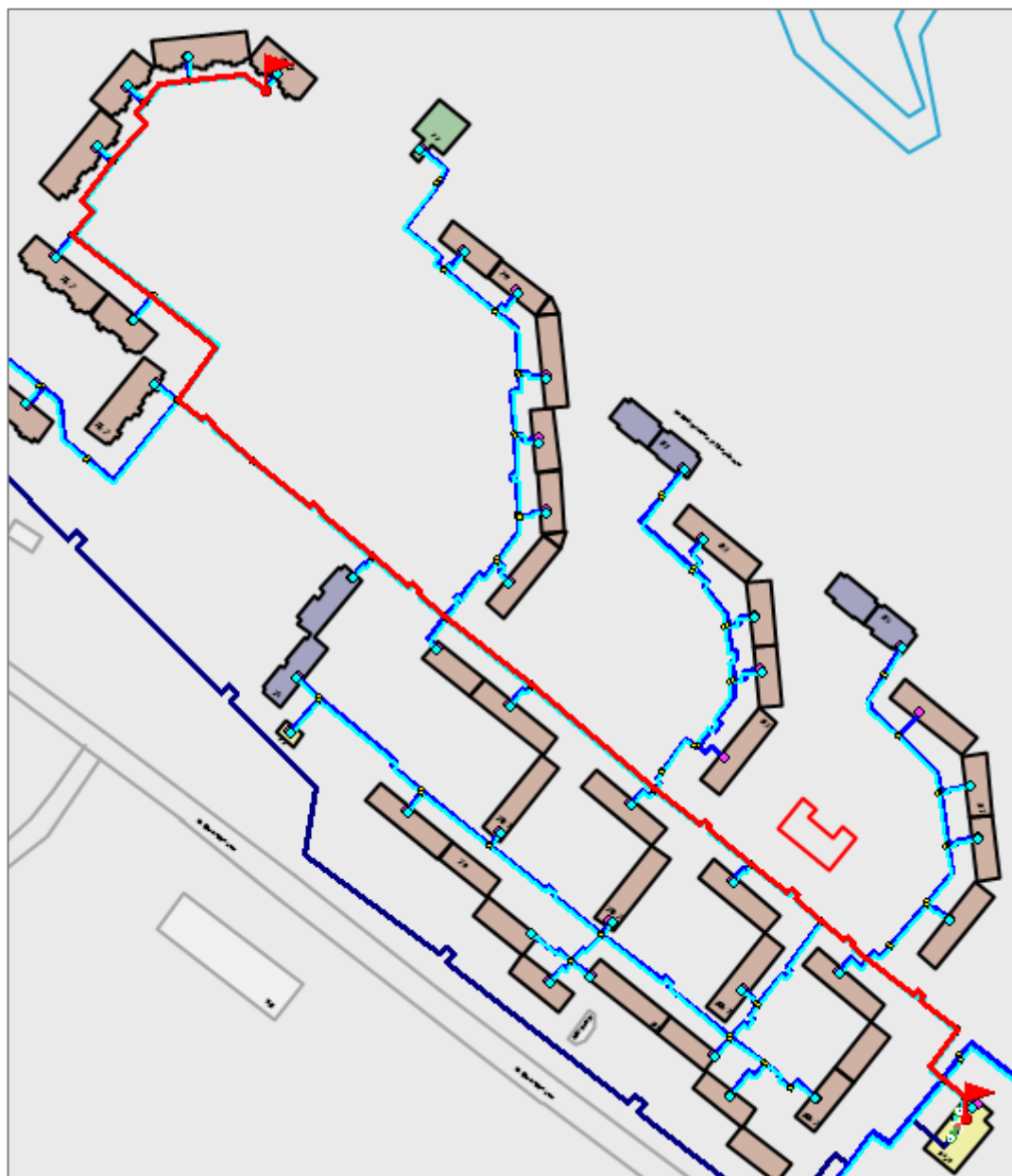


**Рисунок 4.10.44 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 9 – ТК – 501д»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 9 – ТК – 501д» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.23 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1735»

Данный участок начинается от ЦТП – 11 и заканчивается камерой ТК – 1735 (см. рис. 4.10.45).



**Рисунок 4.10.45 Трассировка участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»**

В табл. 4.10.23 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. 4.10.46 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.23 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 11	ТК-1700	17,5	500	500	35	30,1	0,0000396	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-1700	ТК-1702	37,5	500	500	35	30,1	0,0000396	0,0000015	0,0000022	0,999998
3	ТК-1702	ТК-1703	62,5	400	400	39	23,5	0,0000396	0,0000025	0,0000047	0,999995
4	ТК-1703	ТК-1704	30	350	350	39	20,2	0,0000396	0,0000012	0,0000059	0,999994
5	ТК-1704	ТК-1705	50	350	350	39	20,2	0,0000396	0,0000020	0,0000079	0,999992
6	ТК-1705	ТК-1706	65	350	350	39	20,2	0,0000396	0,0000026	0,0000105	0,999990
7	ТК-1706	ТК-1707	90	350	350	39	20,2	0,0000396	0,0000036	0,0000141	0,999986
8	ТК-1707	ТК-1708	52	350	350	39	20,2	0,0000396	0,0000021	0,0000162	0,999984
9	ТК-1708	ТК-1709	50	300	300	37	17,5	0,0000396	0,0000020	0,0000182	0,999982
10	ТК-1709	ТК-1710	81	300	300	36	17,5	0,0000396	0,0000032	0,0000214	0,999979
11	ТК-1710	ТК-1741	48,5	300	300	36	17,5	0,0000396	0,0000019	0,0000233	0,999977
12	ТК-1741	ТК-1740	81,8	250	250	35	14,7	0,0000396	0,0000032	0,0000265	0,999974
13	ТК-1740	ТК-1739	52,3	250	250	35	14,7	0,0000396	0,0000021	0,0000286	0,999971
14	ТК-1739	ТК-1738	47,6	125	125	35	7,9	0,0000396	0,0000019	0,0000305	0,999970
15	ТК-1738	ТК-1737	40,1	100	100	33	6,7	0,0000396	0,0000016	0,0000321	0,999968
16	ТК-1737	ТК-1736	26,5	100	100	33	6,7	0,0000396	0,0000010	0,0000331	0,999967
17	ТК-1736	ТК-1735	42,5	70	70	33	5,4	0,0000396	0,0000017	0,0000348	0,999965



**Рисунок 4.10.46 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 11 – ТК – 1735»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 11 – ТК – 1735» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.24 Участок «ЦТП – 11 – ТК – 1767»

Данный участок начинается от ЦТП – 11 и заканчивается камерой ТК – 1767 (см. рис. 4.10.47).



Рисунок 4.10.47 Трассировка участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»

В табл. 4.10.24 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. 4.10.48 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.24 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП 11	ТК-1700	17,5	500	500	35	30,1	0,0000396	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-1700	ТК-1747	224	250	250	30	14,6	0,0000396	0,0000089	0,0000096	0,999990
3	ТК-1747	ТК-1750	130	300	300	31	17,6	0,0000396	0,0000051	0,0000147	0,999985
4	ТК-1750	ТК-1751	206	200	200	30	11,8	0,0000396	0,0000082	0,0000229	0,999977
5	ТК-1751	ТК-1753	56	400	400	45	23,6	0,0000396	0,0000022	0,0000251	0,999975
6	ТК-1753	ТК-1754	46,8	200	200	17	11,8	0,0000200	0,0000009	0,0000260	0,999974
7	ТК-1754	ТК-1761	9	200	200	19	11,8	0,0000241	0,0000002	0,0000262	0,999974
8	ТК-1761	ТК-1762	143	200	200	44	11,8	0,0000396	0,0000057	0,0000319	0,999968
9	ТК-1762	ТК-1763	18,5	200	200	19	11,8	0,0000241	0,0000004	0,0000323	0,999968
10	ТК-1763	ТК-1764	20	200	200	44	11,8	0,0000396	0,0000008	0,0000331	0,999967
11	ТК-1764	ТК-1765	25	200	200	44	11,8	0,0000396	0,0000010	0,0000341	0,999966
12	ТК-1765	ТК-1766	20	200	200	26	11,8	0,0000396	0,0000008	0,0000349	0,999965
13	ТК-1766	ТК-1767	52	125	125	16	7,9	0,0000200	0,0000010	0,0000359	0,999964

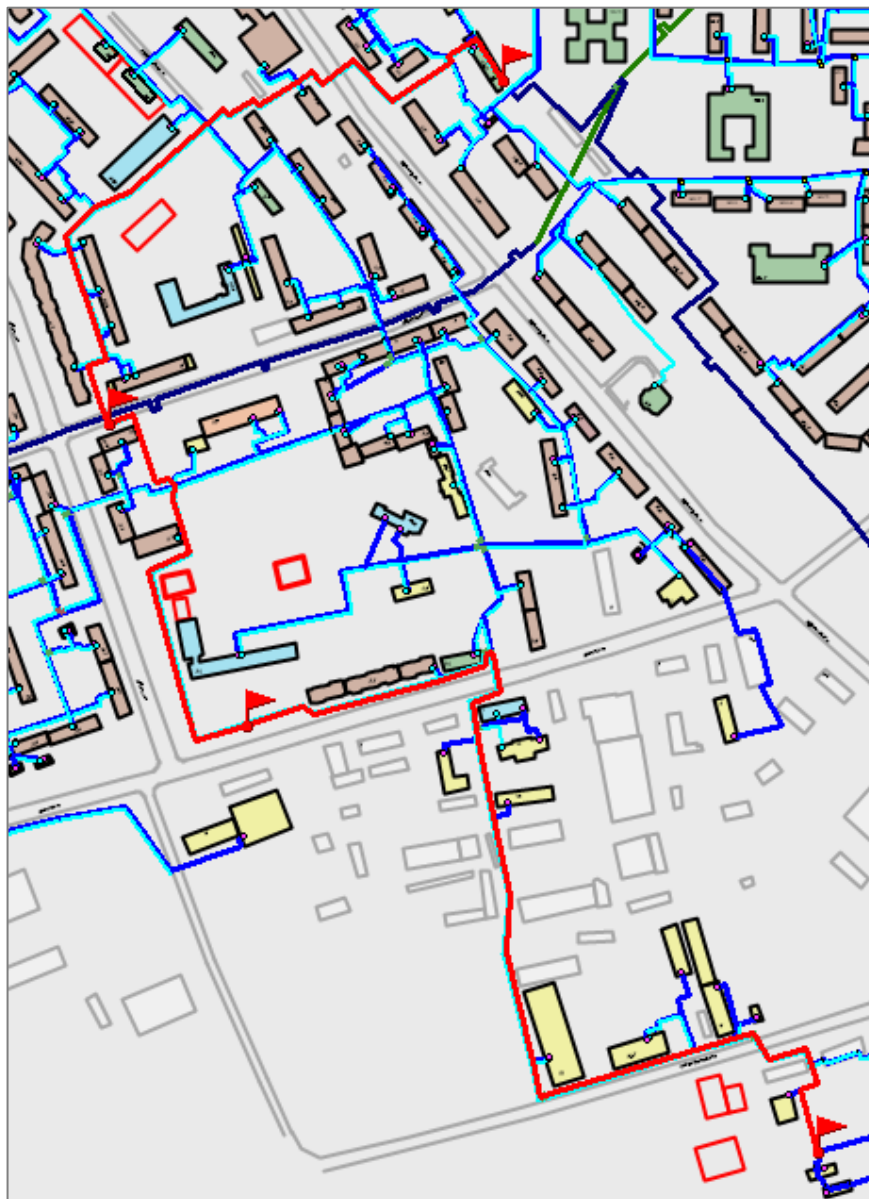


**Рисунок 4.10.48 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 11 – ТК – 1767»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 11 – ТК – 1767» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.25 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»

Данный участок начинается от ЦТП – 12 и заканчивается камерой ТК – 1088а (см. рис. 4.10.49).



**Рисунок 4.10.49 Трассировка участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»**

В табл. 4.10.25 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. 4.10.50 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.25 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-12	ТК-2615	28,6	700	700	42	42,4	0,0001584	0,0000045	0,0000045	0,999996
2	ТК-2615	ТК-1100	124	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000196	0,0000241	0,999976
3	ТК-1100	ТК-1079	36	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000057	0,0000298	0,999970
4	ТК-1079	ТК-1099	30	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000048	0,0000346	0,999965
5	ТК-1099	ТК-1078	100	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000158	0,0000504	0,999950
6	ТК-1078	ТК-1057а	90	250	250	47	14,2	0,0001584	0,0000143	0,0000647	0,999935
7	ТК-1057а	ТК-1057	32	250	250	47	14,2	0,0001584	0,0000051	0,0000698	0,999930
8	ТК-1057	ТК-1056	70	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000111	0,0000809	0,999919
9	ТК-1056	ТК-1055	42	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000067	0,0000876	0,999912
10	ТК-1055	ТК-1054	40	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000063	0,0000939	0,999906
11	ТК-1054	ТК-1053	20	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000032	0,0000971	0,999903
12	ТК-1053	ТК-1052	20	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000032	0,0001003	0,999900
13	ТК-1052	ТК-1023	47	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000074	0,0001077	0,999892
14	ТК-1023	ТК-1020	12	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000019	0,0001096	0,999890
15	ТК-1020	ТК-1019	107,5	250	250	48	14,2	0,0001584	0,0000170	0,0001266	0,999873

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-1019	ТК-1019б	44	300	300	43	17,5	0,0001584	0,0000070	0,0001336	0,999866
17	ТК-1019б	ТК-1036	190	300	300	43	17,5	0,0001584	0,0000301	0,0001637	0,999836
18	ТК-1036	3-ТК-1036	1	300	300	43	17,0	0,0001584	0,0000002	0,0001639	0,999836
19	3-ТК-1036	ТК-1035	69	300	300	43	17,4	0,0001584	0,0000109	0,0001748	0,999825
20	ТК-1035	ТК-1034	192	300	300	43	17,4	0,0001584	0,0000304	0,0002052	0,999795
21	ТК-1034	3-ТК-1033 В-2	55	300	300	43	17,4	0,0001584	0,0000087	0,0002139	0,999786
22	3-ТК-1033 В-2	ТК-1033	1	300	300	43	17,4	0,0001584	0,0000002	0,0002141	0,999786
23	ТК-1033	3-ТК-1033 В-1	1	200	200	24	11,9	0,0001426	0,0000001	0,0002142	0,999786
24	3-ТК-1033 В-1	ТК-1080	63	200	200	24	11,9	0,0001426	0,0000090	0,0002232	0,999777
25	ТК-1080	ТК-1081	22,5	300	300	45	17,5	0,0001584	0,0000036	0,0002268	0,999773
26	ТК-1081	ТК-1083	10	300	300	45	17,5	0,0001584	0,0000016	0,0002284	0,999772
27	ТК-1083	ТК-1084	70	300	300	45	17,5	0,0001584	0,0000111	0,0002395	0,999761

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
28	ТК-1084	ТК-1085	72	300	300	45	17,5	0,0001584	0,0000114	0,0002509	0,999749
29	ТК-1085	ТК-1086	50	200	200	54	11,8	0,0001584	0,0000079	0,0002588	0,999741
30	ТК-1086	ТК-1082	100	200	200	54	11,8	0,0001584	0,0000158	0,0002746	0,999725
31	ТК-1082	ТК-1087	32	200	200	54	11,8	0,0001584	0,0000051	0,0002797	0,999720
32	ТК-1087	3-ТК-1087	1	200	200	54	11,7	0,0001584	0,0000002	0,0002799	0,999720
33	3-ТК-1087	ТК-1095	140	200	200	54	11,7	0,0001584	0,0000222	0,0003021	0,999698
34	ТК-1095	ТК-1090	35	200	200	54	11,9	0,0001584	0,0000055	0,0003076	0,999692
35	ТК-1090	ТК-1089	20	250	250	36	14,8	0,0001584	0,0000032	0,0003108	0,999689
36	ТК-1089	3-ТК-1089	1	150	150	36	9,1	0,0001584	0,0000002	0,0003110	0,999689
37	3-ТК-1089	ТК-1091	26,5	150	150	36	9,1	0,0001584	0,0000042	0,0003152	0,999685
38	ТК-1091	ТК-1092	35	150	150	50	9,1	0,0001584	0,0000055	0,0003207	0,999679
39	ТК-1092	ТК-1093	15	150	150	30	9,1	0,0001584	0,0000024	0,0003231	0,999677
40	ТК-1093	ТК-1088	34	125	125	39	7,9	0,0001584	0,0000054	0,0003285	0,999672
41	ТК-1088	ТК-1088a	57	100	100	39	6,7	0,0001584	0,0000090	0,0003375	0,999663

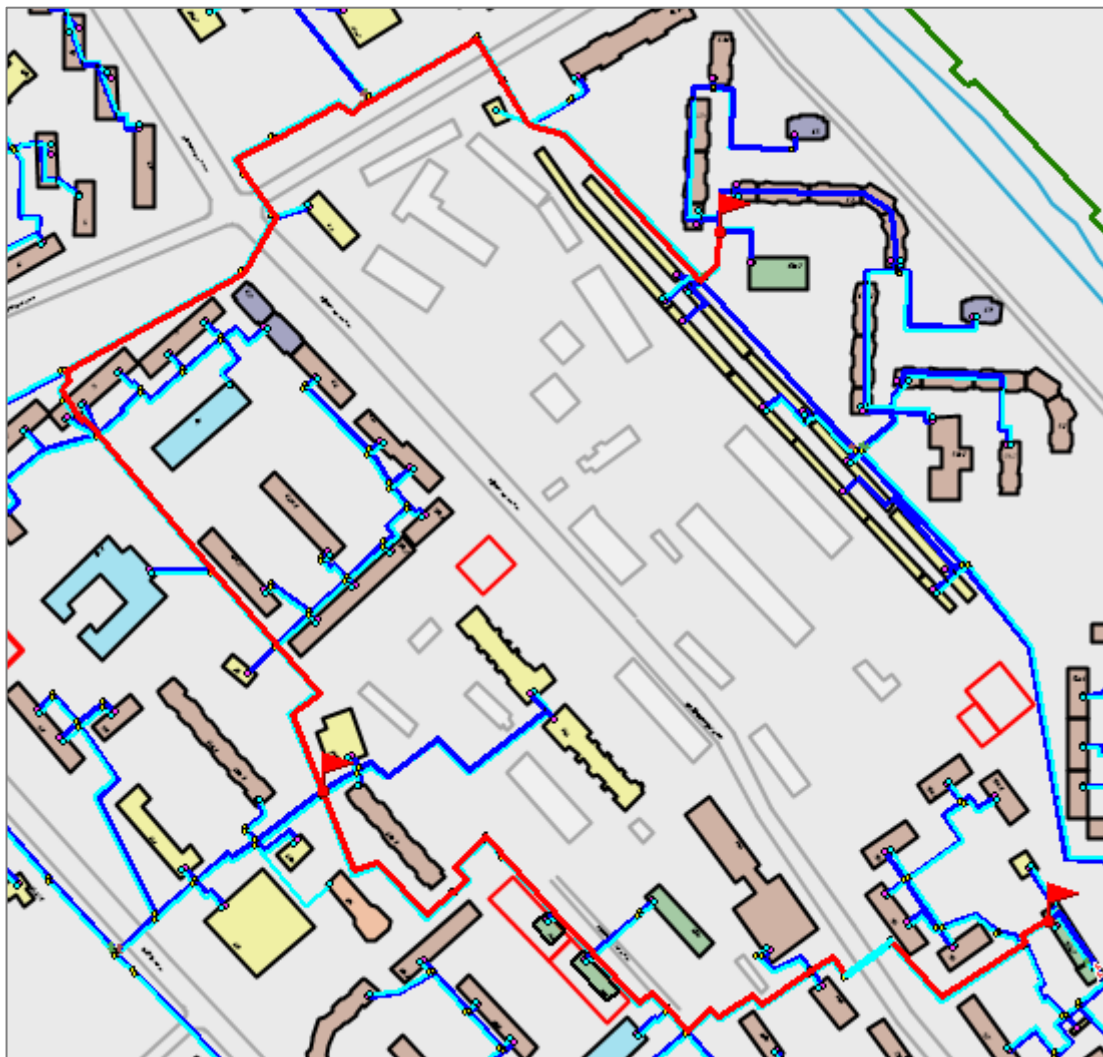


**Рисунок 4.10.50 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 12 – ТК – 1088а»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 12 – ТК – 1088а» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.26 Участок «ЦТП – 12 – ТК – 2664»

Данный участок начинается от ЦТП – 12 и заканчивается камерой ТК – 2664 (см. рис. 4.10.51).



**Рисунок 4.10.51 Трассировка участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»**

В табл. 4.10.26 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. 4.10.52 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.26 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-12	ТК-2615	28,6	700	700	42	42,4	0,0001584	0,0000045	0,0000045	0,999996
2	ТК-2615	ТК-1100	124	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000196	0,0000241	0,999976
3	ТК-1100	ТК-1079	36	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000057	0,0000298	0,999970
4	ТК-1079	ТК-1099	30	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000048	0,0000346	0,999965
5	ТК-1099	ТК-1078	100	500	500	42	29,6	0,0001584	0,0000158	0,0000504	0,999950
6	ТК-1078	ТК-1069	17,5	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000028	0,0000532	0,999947
7	ТК-1069	ТК-1066	70	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000111	0,0000643	0,999936
8	ТК-1066	ТК-1068	35	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000055	0,0000698	0,999930
9	ТК-1068	ТК-1070	52,5	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000083	0,0000781	0,999922
10	ТК-1070	ТК-1071	15	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000024	0,0000805	0,999920
11	ТК-1071	ТК-1074	52,5	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000083	0,0000888	0,999911
12	ТК-1074	ТК-1110	142,5	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000226	0,0001114	0,999889
13	ТК-1110	ТК-1171	120	300	300	46	16,4	0,0001584	0,0000190	0,0001304	0,999870
14	ТК-1171	ТК-1170	62	300	300	44	16,4	0,0001584	0,0000098	0,0001402	0,999860
15	ТК-1170	ТК-1165	115	300	300	46	16,4	0,0001584	0,0000182	0,0001584	0,999842
16	ТК-1165	ТУ-ул. Якутская, 5 в-1	21	300	300	49	16,4	0,0001584	0,0000033	0,0001617	0,999838

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
17	ТУ-ул. Якутская, 5 в-1	ТК-1165а	12	300	300	49	16,4	0,0001584	0,0000019	0,0001636	0,999836
18	ТК-1165а	ТК-1167	20	300	300	49	16,4	0,0001584	0,0000032	0,0001668	0,999833
19	ТК-1167	ТК-1181	172,6	300	300	48	16,4	0,0001584	0,0000273	0,0001941	0,999806
20	ТК-1181	ТК-1182	40	300	300	42	16,4	0,0001584	0,0000063	0,0002004	0,999800
21	ТК-1182	ТК-1183	32	300	300	47	16,4	0,0001584	0,0000051	0,0002055	0,999795
22	ТК-1183	ТК-1184	42	300	300	47	16,4	0,0001584	0,0000067	0,0002122	0,999788
23	ТК-1184	3-ТК-1185	69	300	300	47	16,4	0,0001584	0,0000109	0,0002231	0,999777
24	3-ТК-1185	ТК-1185	1	300	300	47	16,4	0,0001584	0,0000002	0,0002233	0,999777
25	ТК-1185	ТК-2674	80	300	300	42	17,4	0,0001584	0,0000127	0,0002360	0,999764
26	ТК-2674	ТК-2673	34	300	300	42	17,4	0,0001584	0,0000054	0,0002414	0,999759
27	ТК-2673	ТК-2672	32	300	300	42	17,4	0,0001584	0,0000051	0,0002465	0,999754
28	ТК-2672	3-ТК-2663 в-2	151	300	300	42	17,4	0,0001584	0,0000239	0,0002704	0,999730
29	3-ТК-2663 в-2	ТК-2663	1	300	300	42	17,8	0,0001584	0,0000002	0,0002706	0,999729
30	ТК-2663	3-ТК-2663 в-3	1	200	200	42	11,9	0,0001584	0,0000002	0,0002708	0,999729
31	3-ТК-2663 в-3	ТК-2664	36,5	200	200	42	11,9	0,0001584	0,0000058	0,0002766	0,999723

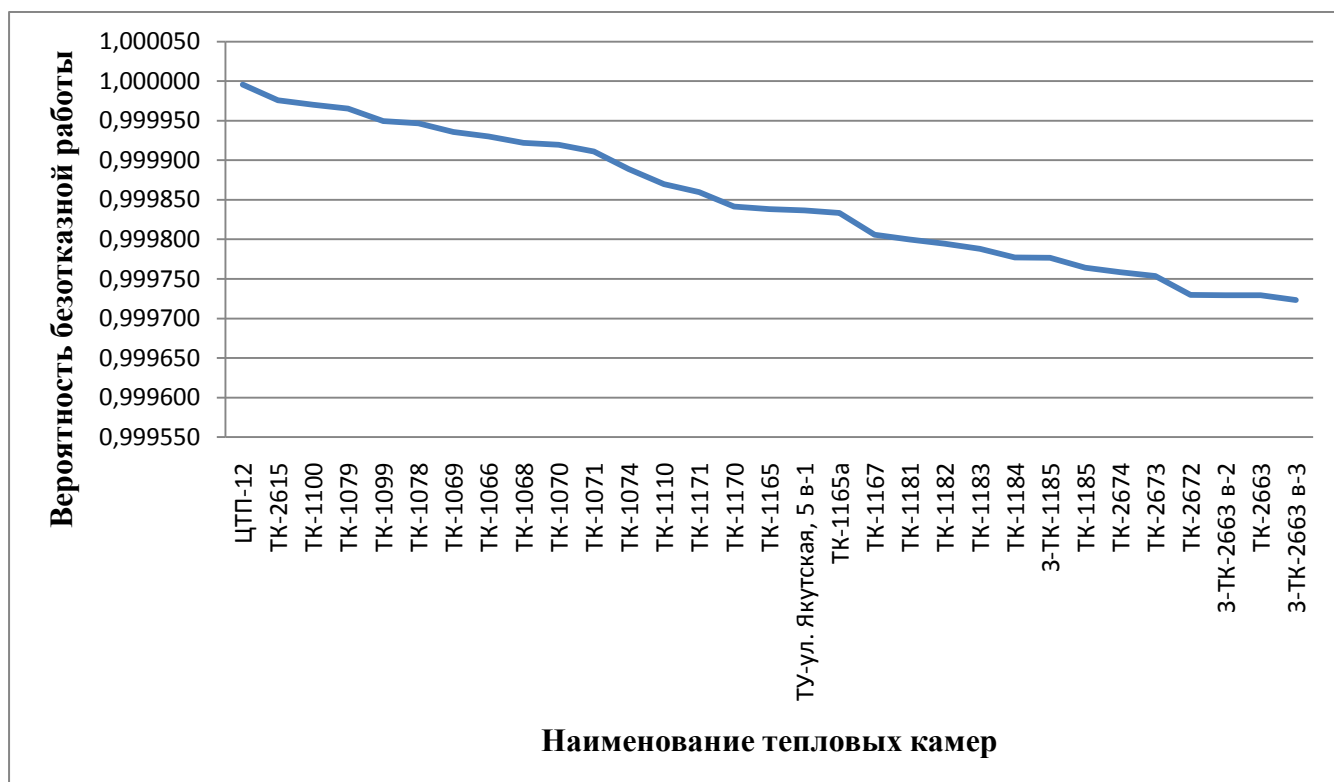


Рисунок 4.10.52 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 12 – ТК – 2664»

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 12 – ТК – 2664» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.27 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 607з»

Данный участок начинается от ЦТП – 13 и заканчивается камерой ТК – 607з (см. рис. 4.10.53).



**Рисунок 4.10.53 Трассировка участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»**

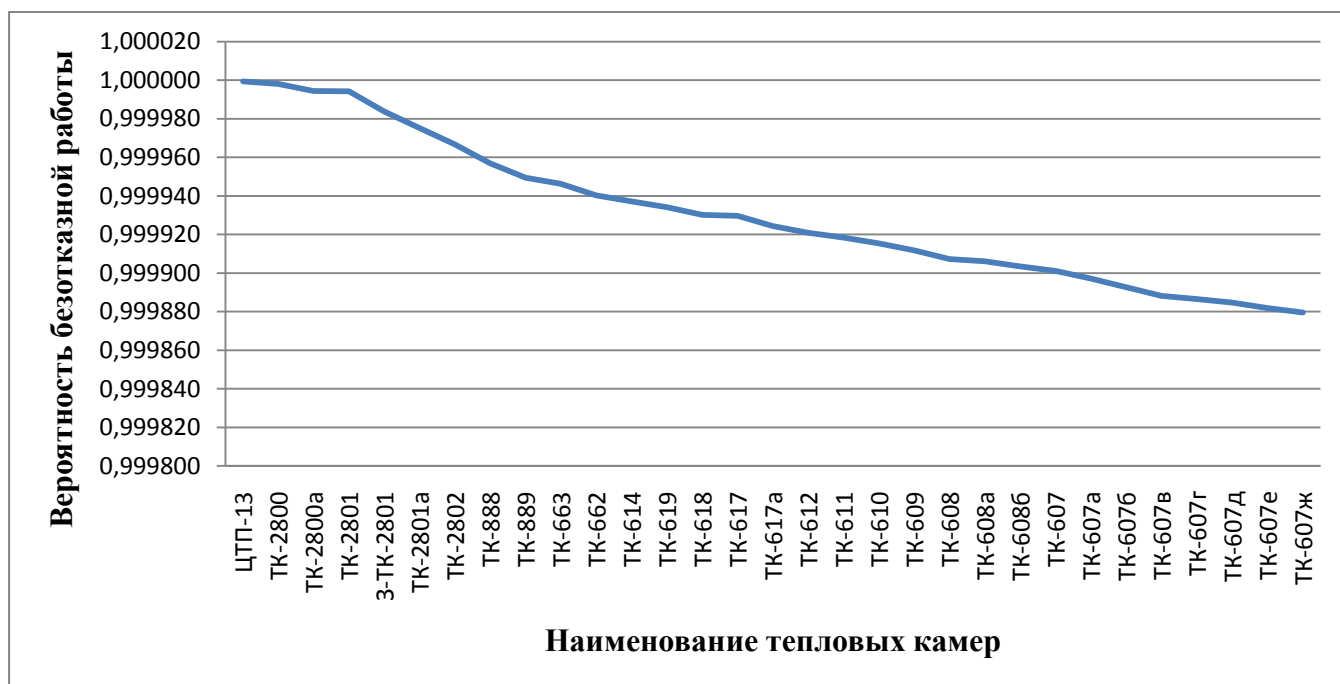
В табл. 4.10.27 приведены данные расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 настоящей книги.

На рис. 4.10.54 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.27 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-13	ТК-2800	10	500	500	49	30,2	0,0000673	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-2800	ТК-2800а	20	400	400	49	23,5	0,0000673	0,0000013	0,0000020	0,999998
3	ТК-2800а	ТК-2801	54,5	400	400	38	23,5	0,0000673	0,0000037	0,0000057	0,999994
4	ТК-2801	3-ТК-2801	1	300	300	40	16,4	0,0000673	0,0000001	0,0000058	0,999994
5	3-ТК-2801	ТК-2801а	155	300	300	40	16,4	0,0000673	0,0000104	0,0000162	0,999984
6	ТК-2801а	ТК-2802	130	300	300	40	16,7	0,0000673	0,0000087	0,0000249	0,999975
7	ТК-2802	ТК-888	126	300	300	38	16,7	0,0000673	0,0000085	0,0000334	0,999967
8	ТК-888	ТК-889	145	300	300	41	16,7	0,0000673	0,0000098	0,0000432	0,999957
9	ТК-889	ТК-663	110	300	300	41	16,7	0,0000673	0,0000074	0,0000506	0,999949
10	ТК-663	ТК-662	47	250	250	36	14,6	0,0000673	0,0000032	0,0000538	0,999946
11	ТК-662	ТК-614	88	250	250	41	14,6	0,0000673	0,0000059	0,0000597	0,999940
12	ТК-614	ТК-619	46	250	250	41	14,6	0,0000673	0,0000031	0,0000628	0,999937
13	ТК-619	ТК-618	45	150	150	65	9,0	0,0000673	0,0000030	0,0000658	0,999934

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
14	ТК-618	ТК-617	60	400	400	58	23,5	0,0000673	0,0000040	0,0000698	0,999930
15	ТК-617	ТК-617а	7	200	200	39	11,9	0,0000673	0,0000005	0,0000703	0,999930
16	ТК-617а	ТК-612	78,5	300	300	41	17,7	0,0000673	0,0000053	0,0000756	0,999924
17	ТК-612	ТК-611	52	200	200	39	12,0	0,0000673	0,0000035	0,0000791	0,999921
18	ТК-611	ТК-610	60	150	150	19	8,9	0,0000410	0,0000025	0,0000816	0,999918
19	ТК-610	ТК-609	46	150	150	65	8,9	0,0000673	0,0000031	0,0000847	0,999915
20	ТК-609	ТК-608	54	150	150	65	8,9	0,0000673	0,0000036	0,0000883	0,999912
21	ТК-608	ТК-608а	66	150	150	65	8,9	0,0000673	0,0000044	0,0000927	0,999907
22	ТК-608а	ТК-608б	18	150	150	65	8,9	0,0000673	0,0000012	0,0000939	0,999906
23	ТК-608б	ТК-607	40	100	100	65	6,7	0,0000673	0,0000027	0,0000966	0,999903
24	ТК-607	ТК-607а	34	100	100	65	6,7	0,0000673	0,0000023	0,0000989	0,999901
25	ТК-607а	ТК-607б	60	150	150	65	9,0	0,0000673	0,0000040	0,0001029	0,999897
26	ТК-607б	ТК-607в	67,5	150	150	39	9,0	0,0000673	0,0000045	0,0001074	0,999893
27	ТК-607в	ТК-607г	66	150	150	39	9,0	0,0000673	0,0000044	0,0001118	0,999888
28	ТК-607г	ТК-607д	26	50	50	39	4,6	0,0000673	0,0000017	0,0001135	0,999887
29	ТК-607д	ТК-607е	28	50	50	39	4,6	0,0000673	0,0000019	0,0001154	0,999885
30	ТК-607е	ТК-607ж	41,5	50	50	39	4,6	0,0000673	0,0000028	0,0001182	0,999882
31	ТК-607ж	ТК-607з	32	50	50	39	4,6	0,0000673	0,0000022	0,0001204	0,999880

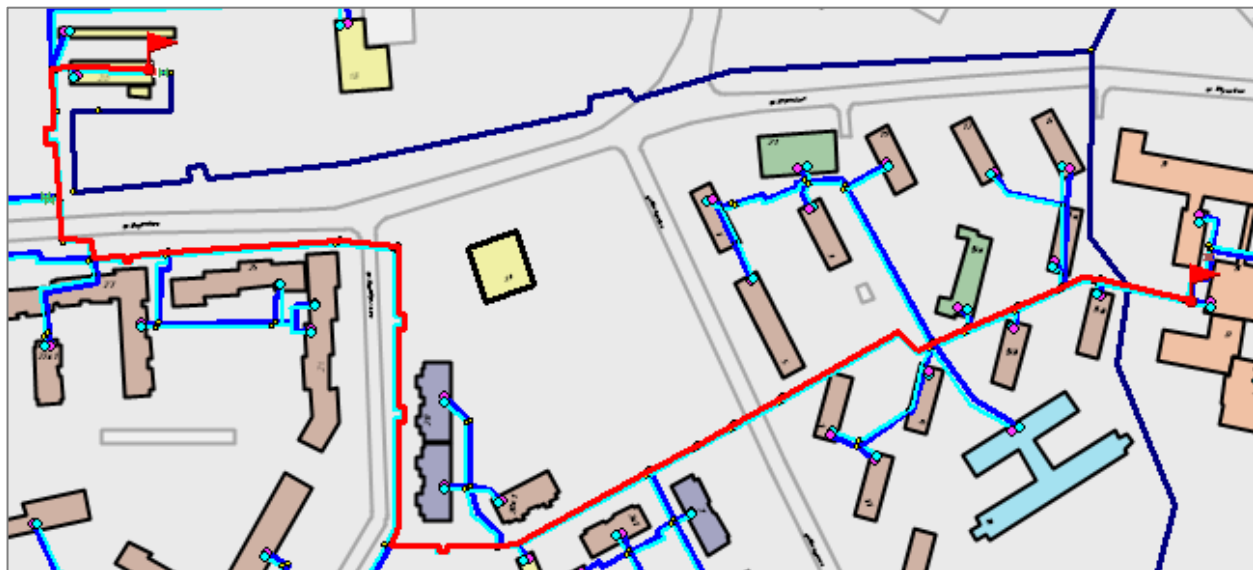


**Рисунок 4.10.54 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 13 – ТК – 607з»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 13 – ТК – 607з» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

#### 4.10.28 Участок «ЦТП – 13 – ТК – 2531»

Данный участок начинается от ЦТП – 13 и заканчивается камерой ТК – 2531 (см. рис. 4.10.55).



**Рисунок 4.10.55 Трассировка участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»**

В табл. 4.10.28 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. 4.10.56 представлена иллюстрация расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав теплопровода, которые формируют данные о ВБР.

Таблица 4.10.28 Результаты расчета ВБР участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
1	ЦТП-13	ТК-2800	10	500	500	49	30,2	0,0000673	0,0000007	0,0000007	0,999999
2	ТК-2800	ТК-2800а	20	400	400	49	23,5	0,0000673	0,0000013	0,0000020	0,999998
3	ТК-2800а	ТК-2801	54,5	400	400	38	23,5	0,0000673	0,0000037	0,0000057	0,999994
4	ТК-2801	ТК-877а	22	300	300	39	16,9	0,0000673	0,0000015	0,0000072	0,999993
5	ТК-877а	ТК-877	27	300	300	38	16,9	0,0000673	0,0000018	0,0000090	0,999991
6	ТК-877	ТК-876	37,5	300	300	38	16,9	0,0000673	0,0000025	0,0000115	0,999989
7	ТК-876	ТА	84	300	300	41	16,9	0,0000673	0,0000057	0,0000172	0,999983
8	ТА	ТК-870	28	300	300	41	16,9	0,0000673	0,0000019	0,0000191	0,999981
9	ТК-870	ТК-807	148	300	300	41	16,9	0,0000673	0,0000100	0,0000291	0,999971
10	ТК-807	ТК-808	56	250	250	15	14,5	0,0000340	0,0000019	0,0000310	0,999969
11	ТК-808	ТК-809	82,5	250	250	39	14,5	0,0000673	0,0000056	0,0000366	0,999963
12	ТК-809	ТК-810	20	250	250	39	14,5	0,0000673	0,0000013	0,0000379	0,999962
13	ТК-810	ТК-817	20	250	250	39	14,5	0,0000673	0,0000013	0,0000392	0,999961
14	ТК-817	ТК-819	24	250	250	39	14,5	0,0000673	0,0000016	0,0000408	0,999959
15	ТК-819	ТК-103	90	250	250	39	14,5	0,0000673	0,0000061	0,0000469	0,999953

Номер участка пути	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Условный диаметр подающего трубопровода, мм	Условный диаметр обратного трубопровода, мм	Период эксплуатации, лет	Время восстановления, ч	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Поток отказов накопленным итогом, 1/ч	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя
16	ТК-103	ТК-102а	19	200	200	62	11,9	0,0000673	0,0000013	0,0000482	0,999952
17	ТК-102а	ТК-102	22,5	200	200	62	11,9	0,0000673	0,0000015	0,0000497	0,999950
18	ТК-102	ТК-101	25	200	200	62	11,9	0,0000673	0,0000017	0,0000514	0,999949
19	ТК-101	ТК-100	22,5	200	200	62	11,9	0,0000673	0,0000015	0,0000529	0,999947
20	ТК-100	ТК-2531	47,5	200	200	62	11,9	0,0000673	0,0000032	0,0000561	0,999944



**Рисунок 4.10.56 - ВБР относительно тепловых камер участка «ЦТП – 13 – ТК – 2531»**

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей по пути теплоносителя, присоединенных к тепловым камерам на участке «ЦТП – 13 – ТК – 2531» не ниже нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже  $P_i \geq 0,9$ ). Коэффициент готовности к теплоснабжению конечного потребителя на данном участке  $K_r = 0,82$  (требуемая величина в СНиП 41-02-2003  $K_r = 0,97$ ), что не соответствует требуемой величине. После выполнения мероприятий, указанных в Книге 7, коэффициент готовности равен  $K_r = 0,97$ , что соответствует требованиям нормативных документов.

## **5. Выводы по тепловым сетям**

По результатам расчетов, приведенных выше, к концу рассматриваемого периода показатели вероятности безотказной работы сетей г. Магадана соответствуют нормативной величине, требуемой в СНиП 41-02-2003. Для повышения коэффициента готовности к теплоснабжению потребителя необходимо выполнить мероприятия, указанные в Книге 7.

Для увеличения надежности рекомендуем предусмотреть перспективную площадку под возможное строительство Магаданской ТЭЦ-2 на природном газе.