



Сельское поселение Дороховское Рузского муниципального района  
Московской области

---

Схема теплоснабжения  
сельского поселения Дороховское  
Рузского муниципального района  
Московской области на период до 2030 г.  
(актуализация)

---

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

КНИГА 10. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Сведений, составляющих государственную тайну в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 № 1203 «Об утверждении перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», не содержится.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>10</b>	<b>ГЛАВА. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ .....</b>	<b>3</b>
10.1	МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ .....	7
10.1.1	<i>Методические положения.....</i>	<i>7</i>
10.2	КЛАССИФИКАЦИЯ .....	12
10.3	СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ .....	12
10.3.1	<i>Надежность .....</i>	<i>12</i>
10.3.2	<i>Резервирование .....</i>	<i>14</i>
10.3.3	<i>Принятые допущения .....</i>	<i>14</i>
10.4.1	<i>Среднее время до восстановления ЗРА .....</i>	<i>17</i>
10.6	КОТЕЛЬНЫЕ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ДОРОХОВСКОЕ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ ООО «РУЗКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» .....	24
10.6.1	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б.....</i>	<i>24</i>
10.6.2	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8, стр.1 .....</i>	<i>31</i>
10.6.3	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4 .....</i>	<i>43</i>
10.6.4	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3 .....</i>	<i>50</i>
10.6.5	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Космодемьянский.....</i>	<i>57</i>
10.6.6	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Колодкино.....</i>	<i>66</i>
10.6.7	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной с. Богородское .....</i>	<i>73</i>
10.6.8	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной Дорохово-1.....</i>	<i>80</i>
10.7	Выводы по обеспечению нормативной надежности и безопасности теплоснабжения.....	88

## 10 ГЛАВА. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### СОКРАЩЕНИЯ

АВС – аварийно-восстановительная служба;

ИТ – источник теплоты;

ПН – показатель надежности;

СЦТ – система централизованного теплоснабжения;

СЗ – секционирующая задвижка;

ТС – тепловая сеть;

ЗРА – запорно-регулирующая арматура.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
Надежность	Свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования. Это комплексное свойство, включающее единичные свойства безотказности, восстанавливаемости, долговечности, сохраняемости, живучести и ряд других.
Надежность СЦТ, ТС	Свойство системы (СЦТ, ТС) снабжать потребителей теплотой в необходимом количестве требуемого качества и не допускать ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.
Надежность теплоснабжения	Аспект системной надежности ТС (СЦТ), отражающий требования со стороны потребителей в бесперебойном снабжении тепловой энергией.
Полностью рабочее состояние ТС	Рабочее состояние ТС, при котором обеспечивается нормальный режим подачи теплоты всем потребителям.
Частично рабочее состояние ТС	Рабочее состояние ТС, при котором теплоснабжение одного или части потребителей ниже расчетного.
Нормальный режим	Рабочее состояние ТС, при котором обеспечиваются заданные параметры режима работы в установленных пределах.
Послеаварийный режим	Режим, который устанавливается в ТС после отключения отказавшего элемента на время его восстановления.
Отказ технологический ТС	Вынужденное отключение или ограничение работоспособности оборудования ТС, приведшее к нарушению процесса передачи тепловой энергии потребителям, если оно не содержит признаков аварии.
Отказ функционирования ТС	Событие, заключающееся в переходе ТС с одного относительного уровня функционирования на другой, более низкий.
Авария	Событие, заключающееся, как правило, во внезапном переходе ТС с одного относительного уровня функционирования на другой, существенно более низкий с крупным нарушением режима работы, разрушением ТС и неконтролируемым выбросом теплоносителя.
Резервирование ТС	Способ повышения надежности ТС введением избыточности в схему сети (дополнительные связи) и увеличением диаметров теплопроводов сверх минимально необходимых для снабжения потребителей тепловой энергией в нормальных режимах.
Структурный элемент	Неделимый при расчете надежности объект.
Элемент линейной части тепловой сети	Участок теплопровода между двумя секционирующими задвижками, отключающими его при отказе.
Элемент оборудования	Запорная и регулирующая арматура, насосные станции и тепловые пункты в целом, баки аккумуляторы и т.п.
Путь снабжения потребителя	Последовательность элементов, доставляющая теплоноситель от источника тепловой энергии к узлу потребления.

## ВВЕДЕНИЕ

Надежность СЦТ определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – ИТ, ТС, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

В силу ряда как удаленных по времени, так и действующих сейчас причин положение в централизованном теплоснабжении характеризуется неудовлетворительным техническим уровнем и низкой экономической эффективностью систем теплоснабжения, изношенностью оборудования, недостаточной надежностью теплоснабжения, неудовлетворительным уровнем комфорта в зданиях, большими потерями тепловой энергии.

Наиболее ненадежным звеном СЦТ являются ТС, особенно при их подземной прокладке. Это, в первую очередь, обусловлено низким качеством применяемых ранее конструкций теплопроводов, тепловой изоляции, запорной арматуры, недостаточным уровнем автоматического регулирования процессов передачи, распределения и потребления тепловой энергии, а также все увеличивающимся моральным и физическим старением ТС из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура ТС в крупных системах не соответствует их масштабам.

Вместе с тем сфера теплоснабжения в нашей стране имеет высокую социальную и экономическую значимость, поскольку играет ключевую роль в жизнеобеспечении населения и потребляет около 40% первичных топливных ресурсов, более 60% которых составляет природный газ.

В последние годы Правительством страны принимаются меры по устранению негативных тенденций и улучшению положения в тепловом хозяйстве страны.

27 июля 2010 г. вступил в силу Федеральный закон № 190-ФЗ «О теплоснабжении» [7], который первым принципом организации отношений и основ государственной политики в сфере теплоснабжения определяет «обеспечение надежности теплоснабжения в соответствии с техническими регламентами».

Закон обязывает развитие систем теплоснабжения населенных пунктов осуществлять на основании разработки схем теплоснабжения, решения которых должны обеспечивать необходимые санитарно-гигиенические условия и требования к надежности теплоснабжения каждого из потребителей. В статье 23 закона № 190-ФЗ обеспечение надежности и безопасности теплоснабжения потребителей путем резервирования и достижения бесперебойной работы источников тепла, тепловых сетей и системы в целом формулируется как обязательный критерий принятия решений.

Разработанные в свете реализации этого закона документы [8, 9] регламентируют расчет вероятностных показателей надежности теплоснабжения потребителей и определение объемов необходимого резервирования на ИТ и в ТС.

Однако при оценке надежности теплоснабжения потребителей, особенно в крупных системах с многоконтурными ТС, возникают методические трудности.

Методическую и нормативную основу для расчета надежности системы теплоснабжения составили:

1. ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения» [1].
2. Надежность систем энергетики. Терминология [2].
3. Надежность систем энергетики (Сборник рекомендуемых терминов) [3].
4. СП 124.13330-2012. «Тепловые сети» [4], содержащие нормативные положения и показатели для расчета надежности теплоснабжения потребителей.
5. Справочник «Надежность систем теплоснабжения» [5] – 4 том четырехтомного справочника «Надежность систем энергетики и их оборудования» под ред. Ю.Н. Руденко, в котором представлены методические подходы и алгоритмы для оценки вероятностных ПН теплоснабжения потребителей в системах с многоконтурными ТС и для построения систем с требуемым уровнем надежности на основе резервирования ТС.
6. Методические рекомендации по разработке схем теплоснабжения, утвержденные совместным приказом Минэнерго и Минрегионразвития РФ от 29 декабря 2012 г. № 565/667 [9].
7. Труды Соколова Е.Я., в которых предложены аналитические зависимости для расчета времени восстановления теплопроводов, а также нестационарного температурного режима в помещениях, ставшие основой для оценки требуемых норм аварийной подачи тепла и учета временного резерва в расчетах надежности [10] и другие.

## **10.1 Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов**

### **10.1.1 Методические положения**

Объект исследования – ТС и подключенные к ним узлы потребления тепла.

Цели расчета – количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей в ТС систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности для каждого потребителя.

Методика решения этих задач определяется технологическими особенностями процессов теплоснабжения и свойствами ТС как объектов исследования надежности.

ТС в СЦТ являются пространственными нелинейными сетевыми структурами с произвольной топологией и большим числом узлов-потребителей, имеющих разнородную тепловую нагрузку (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, низкотемпературных технологических процессов) и предъявляющих различные требования к надежности теплоснабжения.

Важным свойством ТС является малая вероятность полного отказа системы. Для ТС с большим количеством элементов характерны частичные отказы, приводящие к отключению или снижению уровня теплоснабжения одного или части потребителей.

Для того, чтобы обеспечить выполнение основной функции ТС – надежную подачу тепловой энергии потребителям, рассредоточенным по узлам сети, в соответствии с их индивидуальными требованиями, надежность ТС необходимо оценивать узловыми показателями.

Интегральные показатели, оценивающие надежность системы в целом (например, суммарный часовой или годовой недоотпуск теплоты, средняя производительность системы и др.) мало информативны, а в задачах построения надежных систем «неработоспособны» и имеют вспомогательное значение. Показатели типа вероятностей безотказной работы, коэффициентов готовности и т.п. для системы в целом вообще не имеют смысла.

Социальный характер систем также требует рассматривать проблему надежности со стороны потребителей, отражая их требования к бесперебойности теплоснабжения, и оценивать не надежность системы, а надежность теплоснабжения потребителей.

Другая важная особенность ТС – наличие временного резерва, который создается аккумулирующей способностью отапливаемых зданий, а также возможностью некоторого снижения температуры воздуха в зданиях против расчетного значения во время восстановления теплоснабжения после отказа (при ограничении частоты отказов и их глубины в соответствии с физиологическими требованиями к температурному режиму в зданиях).

Временной резерв может быть увеличен резервированием ТС, позволяющим поддерживать в послеаварийных режимах некоторый (пониженный) уровень теплоснабжения потребителей.

Резервирование ТС, наряду с повышением качества и надежности конструкций, теплопроводов и оборудования, является основным средством обеспечения требуемого уровня надежности теплоснабжения.

При разработке схем теплоснабжения требуется решить два типа задач, связанных с расчетами надежности.

Во-первых, это расчет ПН теплоснабжения потребителей по характеристикам надежности элементов ТС для заданных схем и параметров сети (задачи анализа надежности).

Во-вторых, выбор (корректировка) схемы и параметров ТС на рассматриваемую перспективу с учетом нормативных требований к надежности теплоснабжения потребителей (задачи синтеза (построения) надежной сети).

Общие методические положения подходов к решению этих задач состоят в следующем.

1. Для решения задач составляется расчетная схема, в которой участки ТС отображаются ветвями расчетной схемы, местом расположения ИТ, потребителей и разветвлений участков сети – узлами схемы с притоками и отборами теплоносителя или без них. Элементы оборудования указываются соответствующими обозначениями (графическими примитивами).

Степень детализации расчетной схемы зависит от постановки задачи. Так, в качестве потребителей могут рассматриваться отдельные здания, группы зданий, городские микрорайоны или другие совокупности потребителей, подключенных к узлу расчетной схемы. Соответствующую детализацию будет иметь ТС.

Расчетная схема может отображать только подающие или только обратные линии ТС (однолинейная расчетная схема). Потребители и источники в такой схеме моделируются отборами или притоками теплоносителя.

В двухлинейной расчетной схеме отображаются теплоподготовительные установки источников, подающие и обратные линии ТС и потребители. Двухлинейные расчетные схемы используются для расчетов послеаварийных гидравлических режимов.

2. Рассматриваются два уровня теплоснабжения потребителей – расчетный и пониженный (аварийный). В соответствии со СП 124.13330-2012 пониженный уровень характеризуется подачей потребителям аварийной нормы тепла во время ликвидации отказов в резервируемой части ТС.



3. Понятия отказов функционирования, соответствующих расчетному и пониженному уровням теплоснабжения, формулируются с позиций потребителей как снижение температуры воздуха в зданиях ниже граничного значения.

Для расчетного уровня теплоснабжения это граничное значение соответствует расчетной температуре воздуха в здании, для пониженного уровня - нормам, установленным СП 124.13330-2012.

Пониженный уровень поддерживается во время ликвидации отказов в резервируемой части сети и характеризуется подачей резервной (аварийной) нормы тепла потребителям, нормируемой СП 124.13330-2012. Величина этой нормы определяет транспортный резерв сети.

4. Оценка надежности производится узловыми вероятностными показателями, определяемыми для потребителей, отнесенных к узлам расчетной схемы ТС. В связи с тем, что нарушения подачи теплоты на отопление и вентиляцию могут привести к катастрофическим последствиям, а ограничения нагрузки горячего водоснабжения лишь к временному снижению комфорта, ПН рассчитываются для отопительно-вентиляционной нагрузки.

Надежность расчетного уровня теплоснабжения потребителей оценивается коэффициентом готовности  $K_j$ , представляющим собой вероятность того, что в произвольный момент времени будет обеспечен расчетный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя (среднее значение доли отопительного сезона, в течение которой теплоснабжение  $j$ -го потребителя не нарушается).

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностью безотказной работы  $P_j$ , представляющей собой вероятность того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях  $j$ -го потребителя не опустится ниже граничного значения.

5. Для решения задач анализа (расчета ПН теплоснабжения потребителей) используются вероятностные модели функционирования системы и расчета узловых показателей, а также детерминированные модели нестационарного теплообмена в зданиях и расчета послеаварийных гидравлических режимов.

С помощью этих моделей вычисляются вероятностные меры возможных состояний ТС (рабочего и с отказом каждого из элементов), определяется количество теплоты, подаваемой каждому потребителю в этих состояниях, рассчитываются ПН теплоснабжения потребителей, учитывающие временной резерв потребителей и годовые графики регулирования отпуска тепла.

6. Определение вероятностей состояний ТС и расчет послеаварийных гидравлических режимов производится для временного сечения, соответствующего расчетной температуре наружного воздуха.

7. ПН рассчитываются за отопительный период с учетом зависимости тепловых нагрузок от температуры наружного воздуха и продолжительностей стояния температур в течение отопительного периода.

8. В задачах синтеза (построения надежных ТС на рассматриваемую перспективу) обоснование мероприятий, обеспечивающих выполнение требований СП 124.13330-2012 к надежности теплоснабжения, производится на основе достижения двух следующих условий.

8.1. Вероятностные ПН должны удовлетворять нормативным значениям:

$$K_j \geq K_r, j \in J \quad (1)$$

$$P_j \geq P_{tc}, j \in J \quad (2)$$

где  $K_r = 0,97$  – нормативное значение коэффициента готовности;

$P_{tc} = 0,9$  – нормативное значение вероятности температуры воздуха в зданиях  $j$ -го потребителя не опустится ниже граничного значения теплоснабжения потребителей;

$J$  – множество узлов расчетной схемы ТС, к которым подключены потребители тепловой энергии.

8.2. Потребители во время отказов участков резервируемой части сети должны получать аварийную норму тепла  $\varphi_n^{ab}$ , т.е. для  $j$ -го потребителя при отказе  $k$ -го элемента:

$$\bar{q}_{j,k} = \frac{q_{j,k}}{q_j^p} \geq \varphi_n^{ab}, j \in J, k \in F_j^k, n \in N \quad (3)$$

где  $F_j^k$  – множество участков кольцевой части ТС, гидравлически связанных с  $j$ -м потребителем;

$N$  – количество типоразмеров диаметров теплопроводов, для которых установлена норма аварийной подачи тепла.

Величина  $\varphi_n^{ab}$  нормирована в СП 124.13330-2012 в зависимости от диаметра теплопровода и расчетной температуры наружного воздуха.

Вероятностные ПН  $K_j$  и  $P_j$ , а также детерминированный показатель  $\varphi_n^{ab}$ , хорошо отражают специфику резервирования в ТС и позволяют организовать рациональный алгоритм построения структуры ТС, удовлетворяющей требованиям надежности.

В ТС без резервирования величина  $K_j$  имеет наибольшее значение по сравнению с резервированной сетью, а  $P_j$  наименьшее. Введение в сеть минимальной структурной избыточности и дальнейшее увеличение объема резервирования ведут к повышению надежности обеспечения пониженного уровня теплоснабжения (значение  $P_j$  растет), что обусловлено увеличением временного резерва потребителей при отказах элементов резервированной части сети.

Однако одновременно уменьшается надежность обеспечения расчетного уровня, т.е. значение  $K_j$  (при норме аварийной подачи тепла меньше единицы по отношению к расчетной, что чаще всего имеет место). Это связано с тем, что в резервированной сети расчетное теплоснабжение потребителя нарушается не только при отказах элементов, входящих в путь его теплоснабжения, но и элементов кольцевой части сети, гидравлически связанной с этим потребителем.

Таким образом, если в тупиковой сети значения  $P_j$  удовлетворяют нормативному значению, резервирования сети не требуется. В противном случае должен быть определен такой объем резервирования, при котором значения  $P_j$  удовлетворят своему нормативу, а значения  $K_j$  своего норматива не нарушат.

Если в сети без резервирования величина показателя  $K_j$  меньше нормативного значения, это значит, что масштабы системы завышены и необходимо уменьшить радиус действия и общую длину сети от данного источника.

То же самое необходимо сделать, если при увеличении объема резервирования ТС величина показателя  $K_j$  становится меньше нормативного значения, а показатель  $P_j$  еще не достиг своего нормативного значения.

На основе расчета вероятностных показателей надежности теплоснабжения потребителей ТС делится на резервируемую и нерезервируемую части. В местах их сопряжения могут предусматриваться автоматизированные узлы управления потоками теплоносителя.

Показатель  $\Phi_n^{ab}$  определяет величину транспортного резерва ТС – диаметры участков резервированной части сети должны быть рассчитаны таким образом, чтобы подача тепла потребителям во время ликвидации отказов на участках этой части сети была не менее аварийной нормы  $\Phi_n^{ab}$ .

Затраты на резервирование могут быть снижены, если в системах есть возможность отключения нагрузки горячего водоснабжения во время ликвидации аварийных ситуаций. Неотключаемая по каким-либо причинам часть нагрузки горячего водоснабжения должна учитываться при расчете резервирования.

Данный методический подход обеспечен нормативными положениями, регламентами и показателями, включенными в СП 124.13330-2012.

## **10.2 Классификация**

Потребители по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

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

Вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч.

К ним относятся жилые и общественные здания – снижение до 12 °С; промышленные здания – снижение до 8 °С.

Третья категория – остальные потребители.

## **10.3 Схемы теплоснабжения и тепловых сетей**

В составе СЦТ должны предусматриваться: АВС, численность персонала и техническая оснащенность которых должны обеспечивать полное восстановление теплоснабжения при отказах на ТС в сроки, указанные в таблице 2.

### **10.3.1 Надежность**

Способность действующих и проектируемых ТС обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [Р], коэффициенту готовности [K<sub>г</sub>], живучести [Ж]. Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя.

Таблица 10.1 - Показатели восстановления теплоснабжения

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

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  $R_{СЦТ} = 0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$ .

Заказчик вправе устанавливать в техническом задании на проектирование более высокие показатели.

Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе  $K_T$  принимается 0,97.

Рекомендуется определять:

- места соединения радиальных теплопроводов резервными связями;
- достаточность диаметров реконструируемых и новых теплопроводов для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах;
- конкретные участки для замены конструкций ТС и теплопроводов на более надежные, а также переход на надземную или тоннельную прокладку;
- очередность ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью выработавших свой ресурс;
- необходимость работ по дополнительному утеплению зданий.

### 10.3.2 Резервирование

При подземной прокладке тепловых сетей в непроходных каналах и бесканальной прокладке величина подачи теплоты (%) для обеспечения внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях не ниже  $12^{\circ}\text{C}$  в течение ремонтно-восстановительного периода после отказа должна приниматься по таблице 2.

### 10.3.3 Принятые допущения

1. Рассматривается стационарный процесс смены состояний ТС с простым пуассоновским распределением потока отказов [11].

2. Вероятность одновременного возникновения двух отказов не учитывается, так как она пренебрежимо мала (на три-четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа).

3. Принимается, что при восстановлении отказавшего элемента ТС отказы других элементов ТС не происходят.

4. Интенсивность отказов теплопроводов  $\lambda$  определяется на основе статистической обработки данных об отказах – если такие данные имеются. Для получения обоснованных результатов выборки должны обладать соответствующей однородностью, полнотой и значимостью [12].

5. Если статистические данные по отказам не используются, расчет интенсивности отказов теплопроводов  $\lambda$  с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла [13] при начальной интенсивности отказов 1 км однолинейного теплопровода  $\lambda^{\text{нач}}$  равной  $5,7 \cdot 10^{-6}$  1/(км·ч) или 0,05 1/(км·год) [5]. Начальная интенсивность отказов соответствует периоду нормальной эксплуатации нового теплопровода после периода приработки.

Средняя интенсивность отказов единицы ЗРА (например, задвижки) принимается равной  $2,28 \cdot 10^{-7}$  1/ч или 0,002 1/год.

6. Среднее время восстановления при отказах участков ТС в зависимости от их диаметра определяется на основе статистической обработки эксплуатационных данных о восстановлении отказавших элементов (если такие данные имеются). Для получения обоснованных результатов выборки должны обладать соответствующей однородностью, полнотой и значимостью.

7. Если статистические данные о времени восстановления не используются, расчет среднего времени восстановления участков ТС в зависимости от их диаметра и расстояния между СЗ производится в соответствии с (8).

8. Для схем теплоснабжения городов и городских округов с общим количеством жителей более 100 тыс. человек расчет ПН выполняется для узлов с обобщенными потребителями. Коэффициент тепловой аккумуляции зданий в этом случае принимается пользователем либо для представительных в данном узле категорий зданий, либо для здания с наилучшей теплоустойчивостью.

## 10.4 Основные расчетные зависимости

### 1. Интенсивность отказов элементов ТС

1.1. Интенсивность отказов теплопровода  $\lambda$  с учетом времени его эксплуатации [9]:

$$\lambda = \lambda^{\text{нач}} \cdot (0,1 \cdot \tau^{\text{экспл}})^{\alpha-1}, 1/(\text{км} \cdot \text{ч}), \quad (4)$$

где  $\lambda^{\text{нач}}$  – начальная интенсивность отказов теплопровода, соответствующая периоду нормальной эксплуатации,  $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$ ;

$\tau^{\text{экспл}}$  – продолжительность эксплуатации участка, лет;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка:

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau^{\text{пэ}} \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau^{\text{пэ}} \leq 17 \\ 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau^{\text{экспл}}}{20}\right)} & \text{при } \tau^{\text{пэ}} > 17 \end{cases} \quad (5)$$

1.2. Интенсивность отказов единицы запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) принимается равной:

$$\lambda_{\text{зра}} = 2,28 \cdot 10^{-7}, 1/\text{ч}$$

2. Параметр потока отказов элементов ТС:

2.1. Параметр потока отказов участков ТС:

$$\omega = \lambda \cdot L, 1/\text{ч}, \quad (6)$$

где  $L$  – длина участка ТС, км;

2.2. Параметр потока отказов ЗРА:

$$\omega_{\text{зра}} = \lambda_{\text{зра}} = 2,28 \cdot 10^{-7}, 1/\text{ч} \quad (7)$$

3. Среднее время до восстановления элементов ТС

3.1. Среднее время до восстановления участков ТС [10]:

$$z^B = a \cdot \left[ 1 + (b + c \cdot L_{\text{сз}}) \cdot d^{1,2} \right], \text{ч}, \quad (8)$$

где  $L_{\text{сз}}$  – расстояние между секционирующими задвижками, м;

$d$  – диаметр теплопровода, м.

Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  для формулы (8), приведенные в таблице 9.2, получены на основе численных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров, рекомендуемых СП 124.13330-2012.

Расстояния  $L_{сз}$  между СЗ должны соответствовать требованиям СП 124.13330-2012 и приниматься в соответствии с таблицей 10.3.

Таблица 10.2 - Значения коэффициентов

Способ прокладки теплопровода	$a^*$	$b^*$	$c^*$
В канале (без канала)	2.913	20.89	-1.88

\* - точные значения коэффициентов:

$a = 2.91256074780734$ ;

$b = 20.8877641154199$ ;

$c = -1.87928919400643$ .

Таблица 10.3 - Расстояния между СЗ в метрах и место их расположения

Диаметр теплопровода, м	Диаметр не изменяется		Диаметр изменяется	
	ответвлений нет	ответвления есть	ответвлений нет	ответвления есть
до 0,4	1000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м
от 0,4 до 0,6	1500	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 1500 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м
от 0,6 до 0,9	3000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 3000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром
Диаметр теплопровода, м	Диаметр не изменяется		Диаметр изменяется	
	ответвлений нет	ответвления есть	ответвлений нет	ответвления есть
более 0,9	5000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 5000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м, 3000 м)	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м, 3000 м)

Если в результате анализа выявляется несоответствие принятым условиям, то в расчете среднего времени восстановления количество секционирующих задвижек и расстояние



между ними условно принимается равным такому, при котором обеспечивается выполнение этих условий. Установка дополнительных задвижек включается в рекомендации.

#### 10.4.1 Среднее время до восстановления ЗРА

Время восстановления ЗРА принимается равным времени восстановления теплопровода, так как отказ ЗРА и отказ теплопровода одного и того же диаметра требуют сопоставимых временных затрат на их восстановление. В связи с этим расчет среднего времени до восстановления ЗРА выполняется по выражению (8).

Интенсивность восстановления элементов ТС:

$$\mu = \frac{1}{z^B}, 1/\text{ч}, \quad (9)$$

Стационарная вероятность рабочего состояния сети:

$$p_o = \left( 1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i} \right)^{-1}, \quad (10)$$

где  $N$  – число элементов ТС (участков и ЗРА).

Вероятность состояния сети, соответствующая отказу  $f$ -го элемента:

$$p_f = \frac{\omega_f}{\mu_f} \cdot p_o, \quad (11)$$

Температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя в конце периода восстановления  $f$ -го элемента:

$$t_{j,f}^B = t_{\text{нр}} + \frac{t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нр}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нр}})}{e^{\left(\frac{z_f^B}{\beta_f}\right)}} + \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нр}}), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (12)$$

где  $t_j^{\text{вп}}$  – расчетная температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$t^{\text{нр}}$  – расчетная для отопления температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$q_{j,f}$  – часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{нр}}$ ;

$q_j^{\text{р}}$  – расчетная часовая нагрузка  $j$ -го потребителя при  $t^{\text{нр}}$ , Гкал/ч;

$\bar{q}_{j,f} = \frac{q_{j,f}}{q_j^p}$  относительный часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го

элемента при  $t^{np}$ ;

$Z_f^B$  – время восстановления  $f$ -го элемента ТС, ч;

$\beta_j$  – коэффициент тепловой аккумуляции здания  $j$ -го потребителя, ч.

Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения  $j$ -го потребителя (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС):

$$K_j = p_0 + \sum_{f \in F_j} p_f, \quad (13)$$

где  $F_j$  – множество элементов ТС, выход которых в аварию не нарушает расчетный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя.

Вероятность безотказного теплоснабжения  $j$ -го потребителя – вероятность обеспечения в течение отопительного периода температуры воздуха в здании  $j$ -го потребителя не ниже минимально допустимого значения (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС):

$$P_j = e^{-[p_0 \cdot \sum f(\omega_f \cdot \tau_{j,f}^{pab})]}, \quad (14)$$

где  $\tau_{j,f}^{pab}$  – продолжительность (число часов) стояния в течение отопительного периода температуры наружного воздуха  $t_n$  ниже  $t_{j,f}^{pab}$  – температура наружного воздуха, при которой время восстановления  $f$ -го элемента  $Z_f^B$  равно временному резерву  $j$ -го потребителя, т.е. времени снижения температуры воздуха в здании  $j$ -го потребителя до минимально допустимого значения  $t_{j,min}^B$ .

С помощью величин  $t_{j,f}^{pab}$  и  $\tau_{j,f}^{pab}$  выделяется доля отопительного сезона, в течение которой выход в аварию  $f$ -го элемента влияет на величину  $P_j$ .

9.1. Температура наружного воздуха  $t_{j,f}^{pab}$ , при которой время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя

При  $\bar{q}_{j,f} = 0$  (j-ый потребитель при аварии на f-ом участке не получает тепло):

$$t_{j,f}^{\text{пав}} = \frac{t_j^{\text{вп}} - t_{j,\text{мин}}^{\text{в}} \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_f}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_f}\right)}}, \quad (15)$$

При  $\bar{q}_{j,f} > 0$ :

$$t_{j,f}^{\text{пав}} = \frac{t_j^{\text{вп}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нп}}) - \left(t_{j,\text{мин}}^{\text{в}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нп}})\right) \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_f}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_f}\right)}}, \quad (15a)$$

Здесь  $t_{j,\text{мин}}^{\text{в}}$  – минимально допустимая температура воздуха в здании j-го потребителя, °С.

Численные значения коэффициентов тепловой аккумуляции зданий различных типов принимаются в соответствии с рекомендациями МДС 41-6.2000 [14].

Расчетные температуры воздуха в зданиях принимаются в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.2.2645-10 [15],  $t_{j,\text{мин}}^{\text{в}}$  – по СП 124.13330-2012.

Продолжительности стояния температур наружного воздуха принимаются по СП 131.13330-2012 «Строительная климатология» [16].

9.2. Правила определения  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  – числа часов стояния температуры наружного воздуха ниже  $t_{j,f}^{\text{пав}}$

Если  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  оказывается равной или выше  $+8^{\circ}\text{C}$  (начало отопительного сезона), это означает, что отказ f-го элемента нарушает пониженный уровень теплоснабжения j-го потребителя при любой температуре наружного воздуха и в формуле (14) величина  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  берется равной продолжительности отопительного периода.

Если  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  оказывается равной  $t^{\text{нп}} + \delta$ , в формуле (13)  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  берется равной числу часов стояния температуре наружного воздуха ниже  $t^{\text{нп}}$ .

Если  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  оказывается ниже  $t^{\text{нп}} + \delta$ , отказ f-го элемента не влияет на теплоснабжение j-го потребителя и в формуле (13)  $\tau_{j,f}^{\text{пав}} = 0$ .

Если  $t_{\text{нп}} < t_{j,f}^{\text{пав}} < +8^{\circ}\text{C}$ , то  $0 < \tau_{j,f}^{\text{пав}} < \tau^{\text{от}}$  и значение  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  определяется по графику продолжительностей стояния температур (график Россандера) [17]:

$$\tau_{j,f}^{\text{рав}} = \tau^{\text{хол}} + (\tau^{\text{от}} - \tau^{\text{хол}}) \cdot \left( \frac{t_{j,f}^{\text{рав}} - t^{\text{нр}}}{8 - t^{\text{нр}}} \right)^{\frac{t^{\text{н ср}} - t^{\text{нр}}}{8 - t^{\text{н ср}}}}, \quad (16)$$

где  $\tau^{\text{хол}}$  – продолжительность стояния температуры наружного воздуха ниже расчетной для отопления, ч;  
 $\tau^{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, ч;  
 $t^{\text{н ср}}$  – средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С.

10. Средний суммарный недоотпуск теплоты j-му потребителю в течение отопительного периода:

$$Q_j = \left( q_j^p - \sum_{f \in I} p_f g_{j,f} \right) \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p) \cdot \frac{t_j^{\text{вп}} - t^{\text{н ср}}}{t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нр}}} \cdot \tau^{\text{от}} \cdot 10^{-3}, \frac{\text{Гкал}}{\text{от.период}}, \quad (17)$$

где  $q_j^p$  – расчетный при  $t^{\text{нр}}$  часовой расход теплоносителя у j-го потребителя, т/ч;  
 $q_{j,f}$  – часовой расход теплоносителя у j-го потребителя при отказе f-го элемента, т/ч;  
 $\tau_1^p$  и  $\tau_2^p$  – расчетные (при  $t^{\text{нр}}$ ) температуры воды в подающей и обратной магистралях ТС, °С.

### 10.5 Порядок расчета

Расчет показателей надежности теплоснабжения потребителей производится в следующем порядке.

1. При наличии статистических данных об отказах они заносятся в базы данных электронной модели схемы теплоснабжения, производится обработка статистики, на основе которой определяется интенсивность отказов теплопроводов  $\lambda$ .

2. Если статистические данные отсутствуют, по выражениям (4) и (5) определяется интенсивность отказов  $\lambda$  для теплопроводов и ЗРА, имеющих продолжительность эксплуатации до 25 лет. Значение  $\lambda^{\text{нач}}$  для теплопроводов принимается равным  $5,7 \cdot 10^{-6}$  1/(км·ч) или 0,05 1/(км·год). Значение  $\lambda^{\text{нач}}$  для ЗРА принимается равным  $2,28 \cdot 10^{-7}$  1/ч или 0,002 1/год.

Участки сети, работающие более 25 лет, выделяются в отдельную группу как потенциально ненадежные. На основе дополнительного анализа их состояния выбираются участки, требующие первоочередной перекладки.

Для дальнейших расчетов интенсивность отказов теплопроводов на этих участках  $\lambda$  принимается как для новых теплопроводов в период нормальной эксплуатации ( $5,7 \cdot 10^{-6}$  1/(км·ч) или 0,05 1/(км·год)), а для участков этой группы, не рекомендуемых к перекладке – соответствующей интенсивности отказов теплопроводов с продолжительностью эксплуатации 25 лет.

3. В соответствии с (6) и (7) определяются параметры потока отказов участков ТС и ЗРА, 1/ч.

4. При наличии статистических данных о времени восстановления теплоснабжения при отказах участков ТС они заносятся в базы данных электронной модели схемы теплоснабжения, производится обработка статистики, на основе которой определяется среднее время восстановления отказавших участков в зависимости от их диаметра.

Полученные значения сопоставляются с рекомендованными СП 124.13330-2012 сроками восстановления теплоснабжения. При не соблюдении этих рекомендаций разрабатываются предложения по снижению времени восстановления теплоснабжения при отказах (повышение технической оснащённости АВС, увеличение численности ремонтного персонала и др.).

5. При отсутствии статистических данных о времени восстановления теплоснабжения при отказах участков ТС с помощью формулы (8) и таблицы 1 определяется среднее время до восстановления участков ТС – в зависимости от их диаметров и расстояний между СЗ.

6. По выражению (9) рассчитываются интенсивности восстановления элементов ТС (участков и задвижек).

7. В соответствии с (10) и (11) определяются: вероятность рабочего состояния ТС и вероятности ее состояний, соответствующие отказам элементов.

8. Для расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей вычисленным вероятностям состояний сети необходимо поставить в соответствие количество тепловой энергии, подаваемой каждому потребителю в этих состояниях, т.е. определить подачу теплоносителя и подачу теплоты (абсолютные и относительные) каждому потребителю при выходе в аварию каждого из элементов ТС.

Если ТС тупиковая (не имеет кольцевой части), очевидно, что при выходе из строя одного из элементов ТС полностью прекращается теплоснабжение потребителей, расположенных за этим элементом. Теплоснабжение остальных потребителей не нарушается.

В ТС, имеющих кольцевую часть, каждому состоянию, характеризующему выходом из строя того или иного элемента кольцевой части сети, соответствует свой уровень подачи

тепловой энергии потребителям. Этот уровень может быть определен только на основе расчетов соответствующих послеаварийных гидравлических режимов.

9. Расчеты послеаварийных гидравлических режимов производятся для двухлинейной расчетной схемы, ветви которой отображают подающие и обратные линии ТС, схемы установок потребителей и водоподогревательной установки ИТ.

Расчеты выполняются с помощью математических моделей потокораспределения, реализованных в соответствующих геоинформационных системах и программно-расчетных комплексах (например, ГИС Zulu и ППК ZuluThermo). Моделирование послеаварийных ситуаций производится путем автоматического поочередного исключения элементов из расчетной схемы ТС.

10. На основе расчетов послеаварийных гидравлических режимов составляются матрицы относительных расходов теплоносителя у потребителей в этих режимах (по отношению к расчетному) и соответствующих им температуры воздуха в зданиях в конце периода восстановления теплоснабжения ( $t_{j,f}^B$ ), вычисляемых по зависимости (12).

11. По полученным данным определяются элементы ТС, выход которых в аварию нарушает расчетный уровень теплоснабжения каждого потребителя, и формируются множества  $F_j$  для выражений (13).

12. По зависимости (13) определяются коэффициенты готовности системы к обеспечению расчетного теплоснабжения каждого потребителя.

13. В соответствии с (14) рассчитываются вероятности безотказного теплоснабжения потребителей в течение отопительного периода.

Предварительно по формулам (15) или (15а) определяются температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^H$ , при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя и определяется число часов стояния этих температур (по зависимости (16) и правилам, изложенным в п. 9.3 предыдущего раздела).

14. Проверяется выполнение требований (1) – (3) к надежности теплоснабжения потребителей и, если они удовлетворяются, задача решена.

15. Если при соблюдении ограничений (1) все или часть ограничений (2) не выполняются, то необходимо разработать мероприятия по повышению надежности теплоснабжения, основными из которых являются следующие:

15.1. Дополнительная перекладка участков сети с высокими значениями параметра потока отказов, которая моделируется в электронной модели схемы теплоснабжения

путем изменения характеристик трубопроводов «критических» участков на характеристики «новых» трубопроводов. Необходимо иметь в виду, что техническое несовершенство систем недопустимо компенсировать резервированием.

15.2. Введение или увеличение объема резервирования тепловой сети путем устройства аварийных перемычек, дублирования участков сети, увеличения диаметров теплопроводов, увеличения располагаемого напора на коллекторах источника. При этом сначала следует резервировать головные участки ТС, при необходимости наращивая объем резервирования к периферии. Диаметры перемычек следует выбирать по наибольшему диаметру смежных участков сети.

Для вариантов резервирования моделируются и рассчитываются послеаварийные гидравлические режимы, соответствующие отказам элементов кольцевой части сети, и проверяется, обеспечиваются ли потребители во время ликвидации отказов нормой аварийной подачи тепла  $\varphi_n^{ab}$  (см. выражение (3)).

Выполнение ограничений (3) означает, что диаметры реконструируемых существующих и новых проектируемых участков ТС и располагаемый напор на коллекторах ИТ достаточны.

Если выполняются не все ограничения (3), необходимо увеличение диаметров на некоторых участках кольцевой части сети и, возможно, располагаемого напора на источнике.

Для «перекладки» в первую очередь выбираются участки с максимальными удельными потерями давления.

15.3. Снижение времени восстановления теплоснабжения после отказов.

При необходимости могут быть разработаны рекомендации по организации АВС с более высоким уровнем технической оснащенности и увеличенной численностью персонала.

16. Если не соблюдаются ограничения (1), это означает, что необходимо уменьшить радиус действия и общую длину сети от данного источника.

17. Проверка эффективности планируемых к реализации мероприятий по обеспечению надежного теплоснабжения потребителей осуществляется путем моделирования выполнения этих мероприятий, расчета новых значений ПН и их сопоставления с ПН предыдущих вариантов и с нормативными значениями ПН.

18. После получения варианта, в котором выполняются ограничения (1) – (3) по выражению (17) рассчитывается средний суммарный недоотпуск теплоты потребителям в течение отопительного периода.

## 10.6 Котельные сельского поселения Дороховское, эксплуатируемые ООО «Русская тепловая компания»

### 10.6.1 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

Таблица 10.4 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Стеклозаводская д.21б - УТ-1	72	0,207	9	0,0000114	0,0000008	11,768017	0,084976	0,0000097
2) УТ-1 - Детский комплекс	27	0,051	9	0,0000114	0,0000003	4,619409	0,216478	0,0000014
3) УТ-1 - УТ-2	105	0,207	9	0,0000114	0,0000012	11,768017	0,084976	0,0000141
4) УТ-2 - Дом культуры	10	0,04	9	0,0000114	0,0000001	4,189729	0,238679	0,0000005
5) УТ-2 - УТ-3	40	0,207	9	0,0000114	0,0000005	11,768017	0,084976	0,0000054
6) УТ-3 - ул. Стеклозаводская 20а	16	0,082	9	0,0000114	0,0000002	5,933333	0,168539	0,0000011
7) УТ-3 - УТ-4	53	0,207	9	0,0000114	0,0000006	11,768017	0,084976	0,0000071
8) УТ-4 - ул. Вискне 20	8	0,082	9	0,0000114	0,0000001	5,93551	0,168478	0,0000005
9) УТ-4 - УТ-5	50	0,207	9	0,0000114	0,0000006	11,768017	0,084976	0,0000067
10) УТ-5 - ул. Вискне 18	10	0,051	9	0,0000114	0,0000001	4,622026	0,216355	0,0000005
11) УТ-5 - УТ-6	85	0,207	9	0,0000114	0,0000001	11,768017	0,084976	0,0000114
12) УТ-6 - УТ-9	180	0,125	9	0,0000114	0,0000021	7,848481	0,127413	0,0000161
13) УТ-6 - УТ-7	59	0,15	9	0,0000114	0,0000007	9,070801	0,110244	0,0000061
14) УТ-7 - ул. Вискне 16	30	0,082	9	0,0000114	0,0000003	5,929522	0,168648	0,0000002
15) УТ-7 - УТ-8	94	0,15	9	0,0000114	0,0000011	9,070801	0,110244	0,0000097
16) УТ-8 - ул. Вискне 14	10	0,082	9	0,0000114	0,0000001	5,85032	0,170931	0,0000007
17) УТ-8 - ул. Вискне 2а	311	0,082	9	0,0000114	0,0000035	5,85032	0,170931	0,0000207
18) Кот. Стеклозаводская д.21б - Кот. Стеклозаводская д.21б	5	0,15	9	0,0000114	0,0000001	9,153947	0,109242	0,0000005



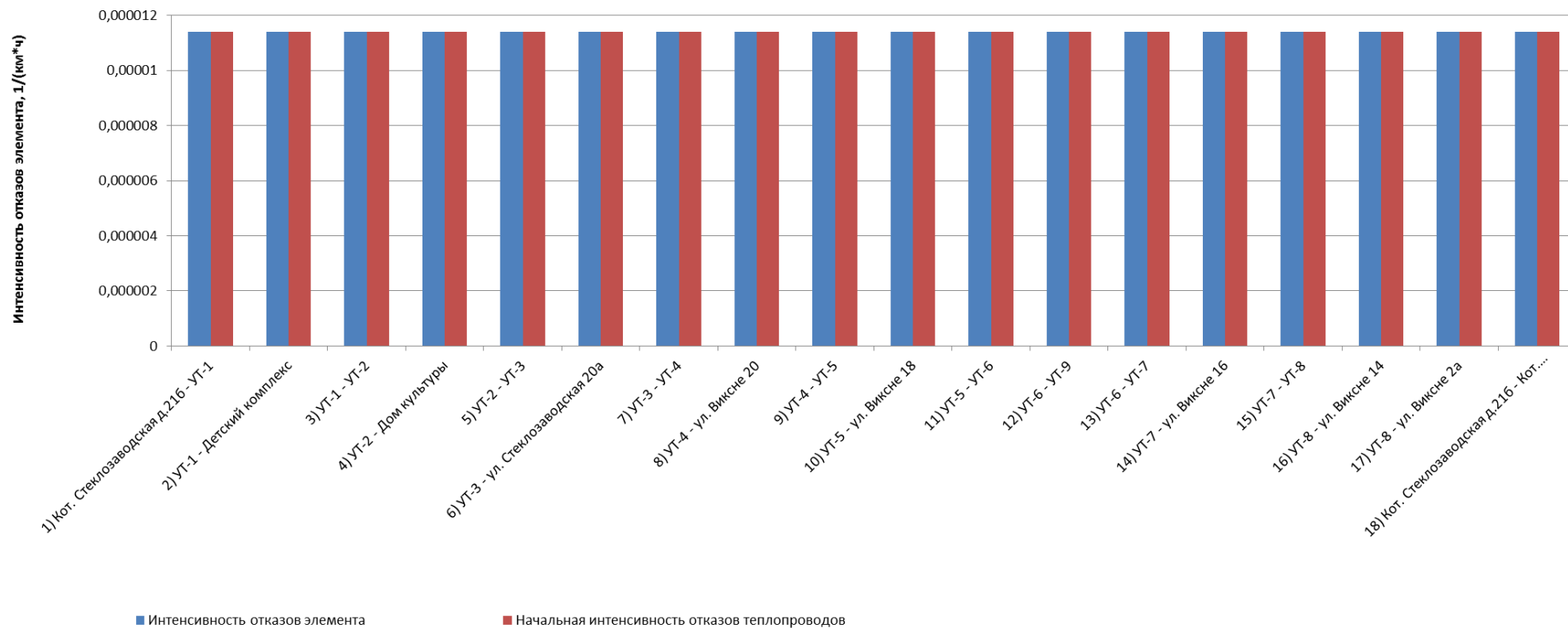


Рисунок 10.1 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

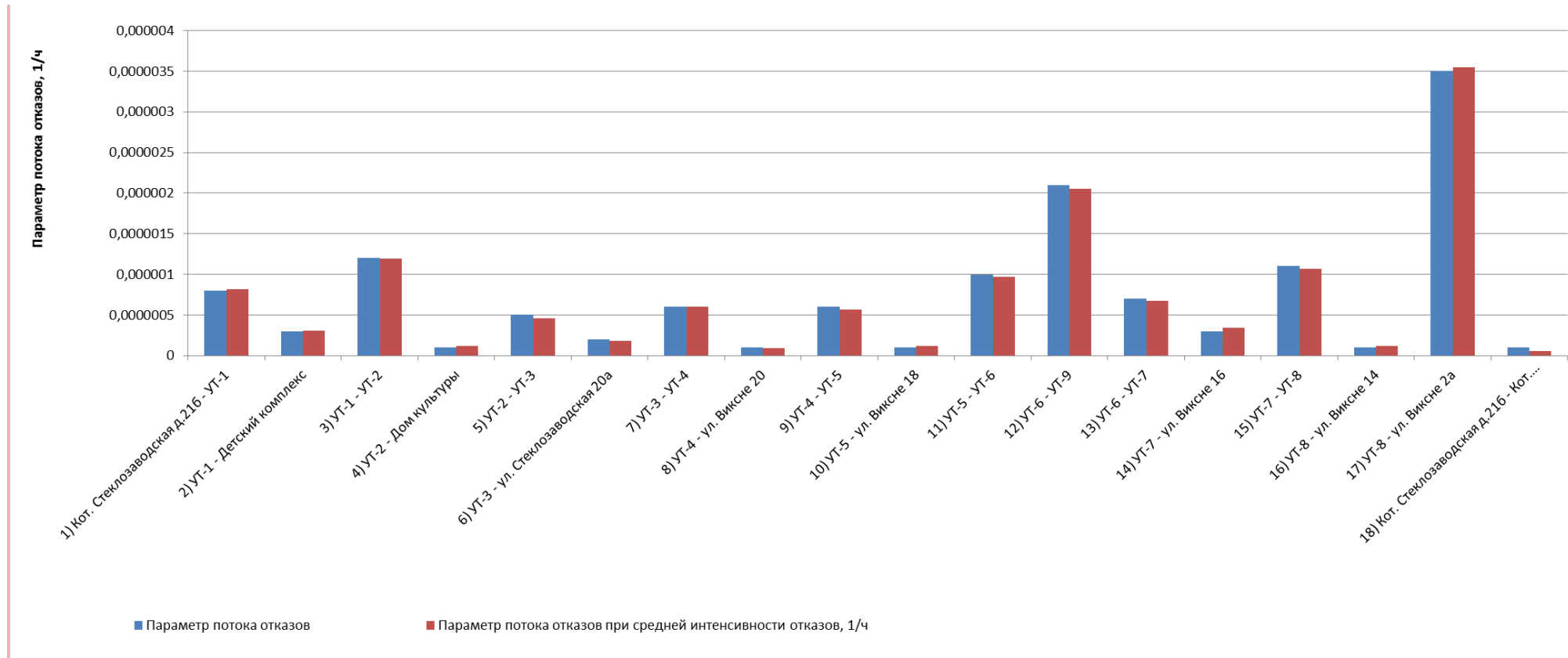


Рисунок 10.2 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

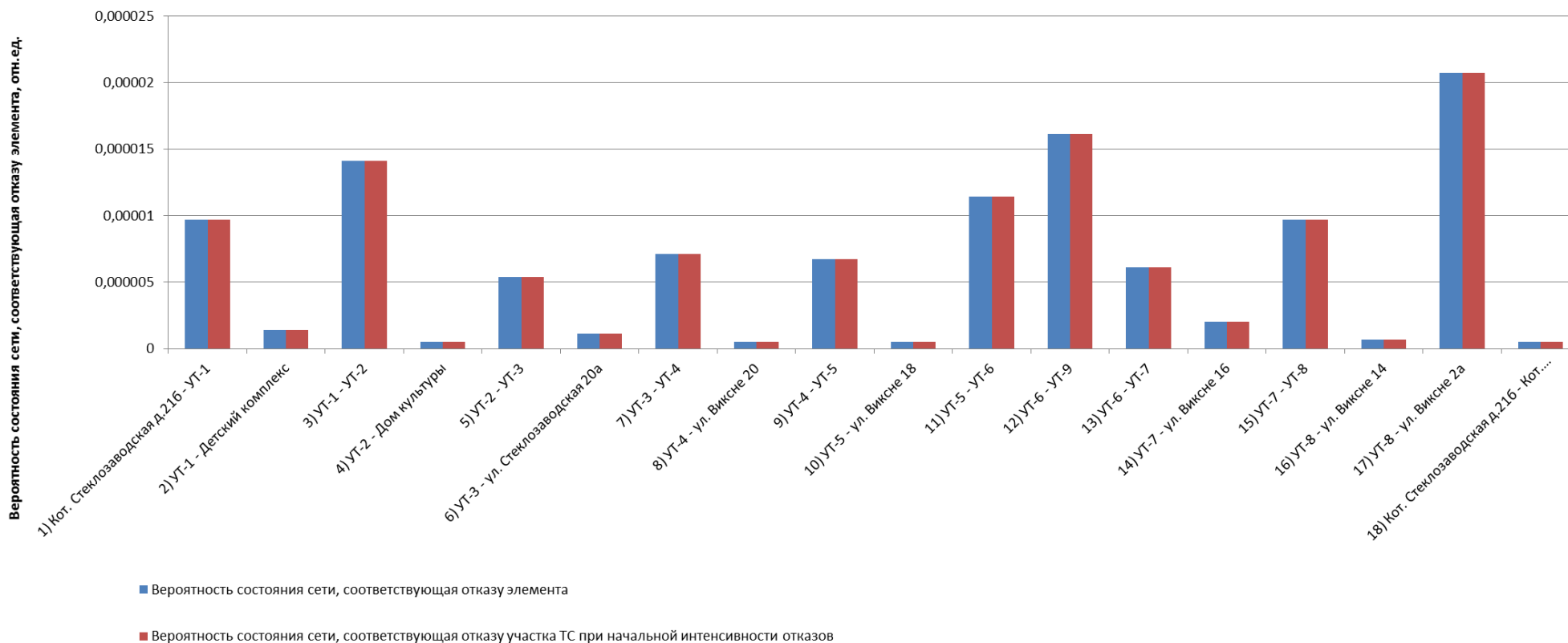


Рисунок 10.3 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

Таблица 10.5 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой ак- кумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Козф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) Детский комплекс ( - )	0,159	0	60	12	0,999901	0,999887	0,0376
2) Дом культуры ( - )	0,142	0	60	12	0,999756	0,999886	0,0336
3) ул. Стеклозаводская 20а (ул. Стеклозаводская 20а)	0,173	0	60	12	0,999701	0,999886	0,0409
4) ул. Вискне 20 (ул. Вискне 20)	0,247	0	60	12	0,999628	0,999886	0,0584
5) ул. Вискне 18 (ул. Вискне 18)	0,311	0	60	12	0,999559	0,999886	0,0735
6) ул. Спортивная 22 (ул. Спортивная 22)	0,257	0	60	12	0,999442	0,999902	0,0608
7) ул. Вискне 16 (ул. Вискне 16)	0,335	0	60	12	0,999424	0,999887	0,0792
8) ул. Вискне 14 (ул. Вискне 14)	0,284	0	60	12	0,999395	0,999886	0,0671
9) ул. Вискне 2а (ул. Вискне 2а)	0,285	0	60	12	0,999395	0,999906	0,0674

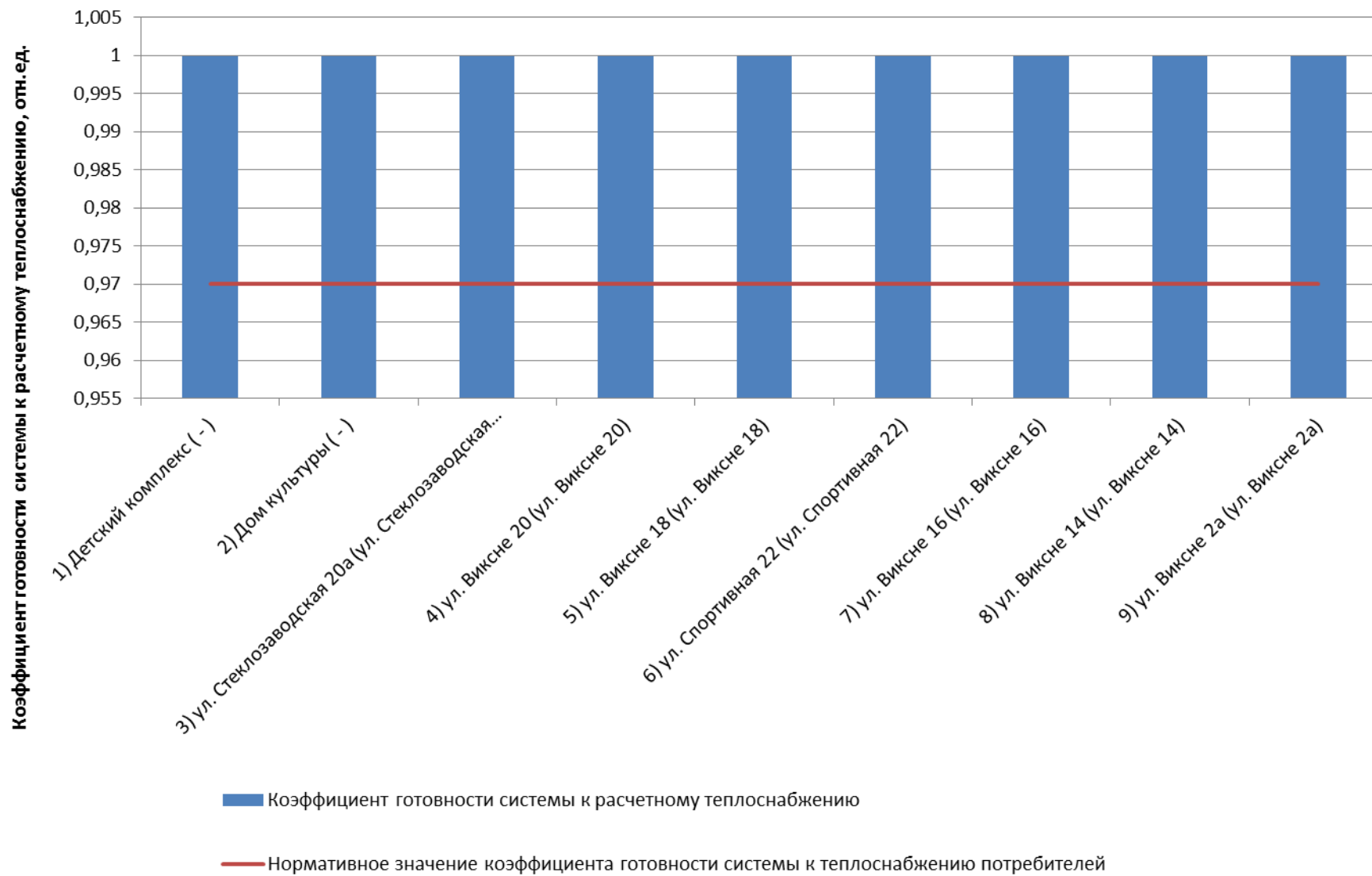


Рисунок 10.4 - Сопоставление коoeffициентов готовности с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

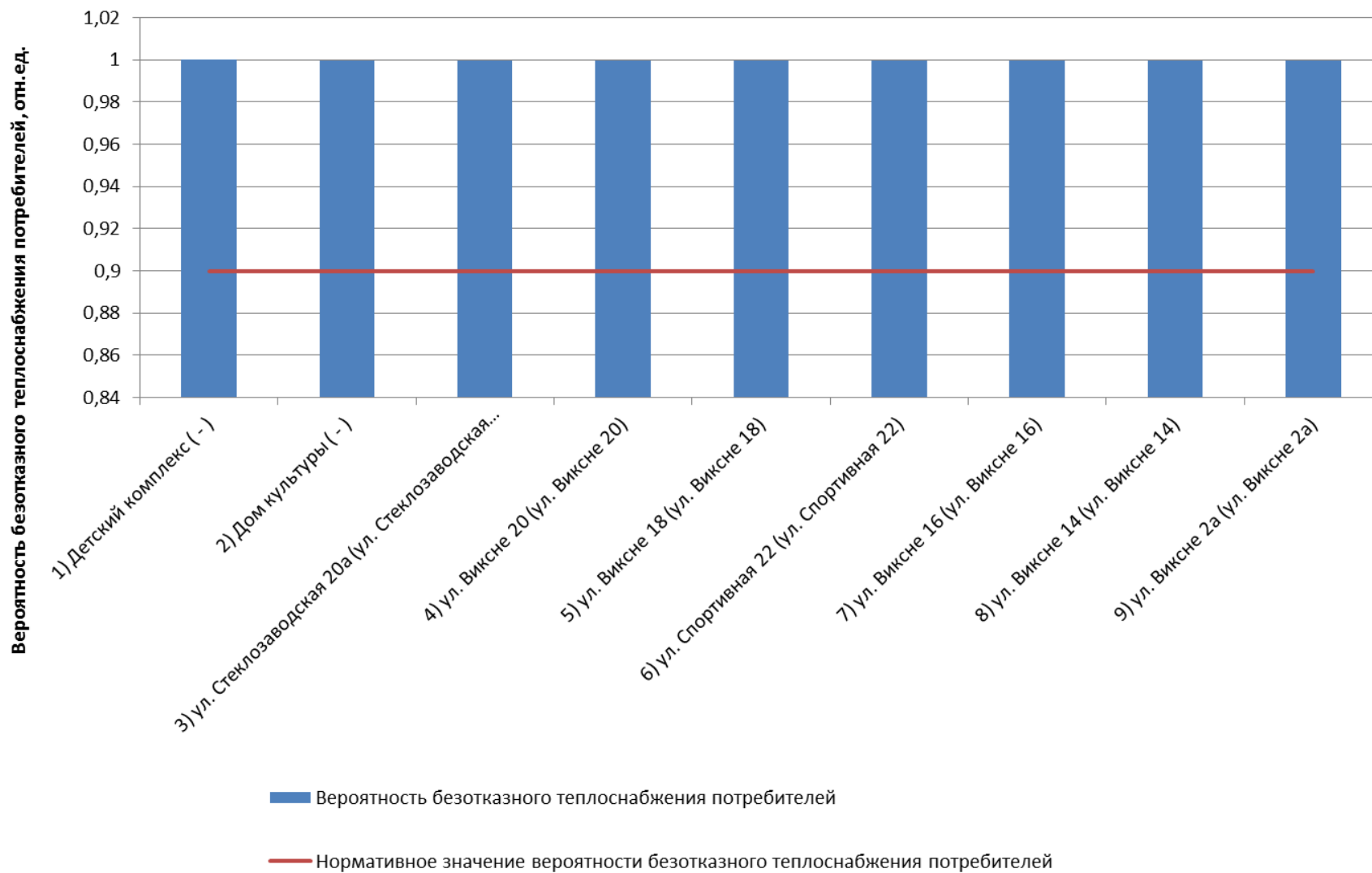


Рисунок 10.5 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Стеклозаводская, д.21Б

### 10.6.2 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8,стр.1

Таблица 10.6 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8,стр.1

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. ОМЗ Московская, д.8 - Собств.нужды	13,25	0,051	16	0,0000114	0,0000002	4,621526	0,216379	0,0000007
2) Кот. ОМЗ Московская, д.8 - УТ-2	76,36	0,175	16	0,0000114	0,0000009	10,373932	0,096395	0,000009
3) УТ-2 - УТ-39	15,73	0,082	17	0,0000114	0,0000002	5,930829	0,16861	0,0000011
4) УТ-39 - Склад	24,86	0,051	17	0,0000114	0,0000003	4,619738	0,216462	0,0000013
5) УТ-39 - Эл. цех (старый)	9,47	0,082	17	0,0000114	0,0000001	5,930829	0,16861	0,0000006
6) УТ-2 - УТ-5	26,76	0,15	17	0,0000114	0,0000003	9,141722	0,109389	0,0000028
7) УТ-5 - УТ-19	8,14	0,1	17	0,0000114	0,0000001	6,748297	0,148186	0,0000006
8) УТ-19 - УТ-17	13,54	0,07	17	0,0000114	0,0000002	5,398387	0,185241	0,0000008
9) УТ-19 - РМЦ	5,11	0,07	17	0,0000114	0,0000001	5,398387	0,185241	0,0000003
10) УТ-17 - РМЦ	3,13	0,07	17	0,0000114	0	5,398387	0,185241	0,0000002
11) УТ-19 - РМЦ	50	0,07	17	0,0000114	0,0000006	5,398387	0,185241	0,0000031
12) УТ-5 - УТ-16	45	0,125	17	0,0000114	0,0000005	7,909419	0,126432	0,0000041
13) УТ-16 - УТ-15	8	0,1	17	0,0000114	0,0000001	6,736258	0,14845	0,0000006
14) УТ-15 - Компрессорная	5	0,082	17	0,0000114	0,0000001	5,934966	0,168493	0,0000003
15) УТ-15 - Компрессорная	5	0,082	17	0,0000114	0,0000001	5,934966	0,168493	0,0000003
16) УТ-16 - УТ-3	35	0,1	17	0,0000114	0,0000004	6,736258	0,14845	0,0000027
17) УТ-3 - Заводоуправление	80	0,05	17	0,0000114	0,0000009	4,57136	0,218753	0,0000042
18) УТ-3 - УТ-11	8	0,082	17	0,0000114	0,0000001	5,93551	0,168478	0,0000005
19) УТ-11 - УТ-41	25	0,07	17	0,0000114	0,0000003	5,398788	0,185227	0,0000015
20) УТ-41 - Эл. цех (новый)	25	0,07	17	0,0000114	0,0000003	5,398788	0,185227	0,0000015
21) УТ-41 - Туалет	50	0,05	17	0,0000114	0,0000006	4,575869	0,218538	0,0000026
22) Кот. ОМЗ Московская, д.8 - УТ-40	15	0,15	26	0,0000226	0,0000003	8,91406	0,112182	0,000003

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр тросопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
23) УТ-40 - УТ-38	20	0,15	26	0,0000226	0,0000005	8,91406	0,112182	0,000004
24) УТ-38 - УТ-4	40	0,082	16	0,0000114	0,0000005	5,926801	0,168725	0,0000027
25) УТ-4 - Заготовительный участок	20	0,051	16	0,0000114	0,0000002	4,605862	0,217115	0,000001
26) УТ-4 - Заготовительный участок	15	0,051	16	0,0000114	0,0000002	4,605862	0,217115	0,0000008
27) УТ-4 - Заготовительный участок	30	0,051	16	0,0000114	0,0000003	4,605862	0,217115	0,0000016
28) УТ-4 - Гараж	50	0,051	16	0,0000114	0,0000006	4,605862	0,217115	0,0000026
29) УТ-38 - УТ-22	80	0,15	26	0,0000226	0,0000018	8,91406	0,112182	0,0000161
30) УТ-22 - УТ-23	227	0,15	9	0,0000114	0,0000026	8,91406	0,112182	0,0000231
31) УТ-23 - ул. Московская 10	30	0,051	9	0,0000114	0,0000003	4,618947	0,2165	0,0000016
32) УТ-23 - УТ-24	26	0,1	35	0,0000226	0,0000006	6,678238	0,14974	0,0000039
33) УТ-24 - ул. Московская 12А	4	0,082	26	0,0000226	0,0000001	5,936599	0,168447	0,0000005
34) УТ-24 - УТ-9	26	0,1	9	0,0000114	0,0000003	6,678238	0,14974	0,000002
35) УТ-25 - УТ-26	34	0,082	9	0,0000114	0,0000004	5,928434	0,168679	0,0000023
36) УТ-26 - ул. Московская 49	11	0,051	26	0,0000226	0,0000002	4,607401	0,217042	0,0000011
37) УТ-26 - ул. Московская 47А	94	0,051	26	0,0000226	0,0000021	4,607401	0,217042	0,0000098
38) УТ-25 - УТ-27	82	0,1	9	0,0000114	0,0000009	6,678238	0,14974	0,0000062
39) УТ-27 - ул. Московская 49Д	16	0,04	9	0,0000114	0,0000002	4,189039	0,238718	0,0000008
40) УТ-27 - УТ-28	117	0,082	9	0,0000114	0,0000013	5,799151	0,172439	0,0000077
41) УТ-28 - ул. Московская 44А	2	0,051	9	0,0000114	0	4,623257	0,216298	0,0000001
42) УТ-28 - УТ-29	89	0,082	9	0,0000114	0,000001	5,799151	0,172439	0,0000059
43) УТ-29 - пер. Большой 13	9	0,051	9	0,0000114	0,0000001	4,62218	0,216348	0,0000005
44) УТ-29 - УТ-42	223	0,082	9	0,0000114	0,0000025	5,799151	0,172439	0,0000147
45) УТ-42 - УТ-37	77	0,1	9	0,0000114	0,0000009	6,724516	0,14871	0,0000059
46) УТ-42 - УТ-18	80	0,082	9	0,0000114	0,0000009	5,799151	0,172439	0,0000053



Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
47) УТ-40 - УТ-31	70	0,07	26	0,0000226	0,0000016	5,288036	0,189106	0,0000084
48) УТ-31 - УТ-21	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036
49) УТ-21 - УТ-33	50	0,07	26	0,0000226	0,0000011	5,288036	0,189106	0,000006
50) УТ-33 - УТ-34	20	0,07	26	0,0000226	0,0000005	5,288036	0,189106	0,0000024
51) УТ-21 - ул. Дачная 1	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
52) УТ-33 - ул. Дачная 3	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
53) УТ-34 - ул. Дачная 5	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
54) УТ-34 - УТ-35	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036
55) УТ-35 - ул. Дачная 5А	20	0,051	26	0,0000226	0,0000005	4,620486	0,216427	0,0000021
56) УТ-35 - УТ-36	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036
57) УТ-36 - душ	13,33	0,04	26	0,0000226	0,0000003	4,189346	0,238701	0,0000013
58) УТ-36 - УТ-32	10	0,07	26	0,0000226	0,0000002	5,288036	0,189106	0,0000012
59) УТ-32 - ул. Дачная 7	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
60) УТ-32 - ул. Дачная 9	50	0,07	26	0,0000226	0,0000011	5,288036	0,189106	0,000006
61) УТ-31 - УТ-6	60	0,07	26	0,0000226	0,0000014	5,288036	0,189106	0,0000072
62) УТ-6 - ул. Дачная 2А	110	0,051	26	0,0000226	0,0000025	4,606632	0,217078	0,0000114
63) УТ-6 - УТ-7	52	0,07	26	0,0000226	0,0000012	5,288036	0,189106	0,0000062
64) УТ-7 - УТ-8	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,638652	0,274827	0,0000003
65) УТ-8 - ул. Дачная 2	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,638652	0,274827	0,0000003
66) УТ-8 - ул. Дачная 4А	10	0,025	26	0,0000226	0,0000002	3,638652	0,274827	0,0000008
67) УТ-7 - УТ-20	70	0,07	26	0,0000226	0,0000016	5,288036	0,189106	0,0000084
68) УТ-20 - УТ-10	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036
69) УТ-10 - ул. Дачная 6	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
70) УТ-10 - УТ-1	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
71) УТ-1 - ул. Дачная 8	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
72) УТ-1 - УТ-12	30	0,07	26	0,0000226	0,0000007	5,288036	0,189106	0,0000036
73) УТ-12 - ул. Дачная 10	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
74) УТ-12 - УТ-13	20	0,051	26	0,0000226	0,0000005	4,617408	0,216572	0,0000021
75) УТ-13 - ул. Дачная 10А	30	0,025	26	0,0000226	0,0000007	3,637867	0,274886	0,0000025
76) УТ-13 - ул. Дачная 10Б	20	0,051	26	0,0000226	0,0000005	4,617408	0,216572	0,0000021
77) УТ-22 - УТ-14	190	0,04	26	0,0000226	0,0000043	4,166973	0,239982	0,0000179
78) УТ-14 - ул. Дачная 11	17	0,025	26	0,0000226	0,0000004	3,638717	0,274822	0,0000014
79) УТ-14 - УТ-30	17,86	0,04	26	0,0000226	0,0000004	4,166973	0,239982	0,0000017
80) УТ-11 - Спортивный зал	20	0,07	17	0,0000114	0,0000002	5,398788	0,185227	0,0000012
81) УТ-20 - ул. Дачная 4	4	0,025	26	0,0000226	0,0000001	3,639568	0,274758	0,0000003
82) УТ-24 - ул. Московская 14	15	0,051	26	0,0000226	0,0000003	4,621256	0,216391	0,0000016
83) УТ-9 - УТ-25	77	0,1	9	0,0000114	0,0000009	6,678238	0,14974	0,0000059
84) УТ-9 - ул. Московская 16	20	0,051	26	0,0000226	0,0000005	4,620486	0,216427	0,0000021
85) УТ-30 - ул. Дачная 11А	17	0,025	26	0,0000226	0,0000004	3,637605	0,274906	0,0000014
86) УТ-30 - ул. Дачная 11Б	17	0,025	26	0,0000226	0,0000004	3,637605	0,274906	0,0000014
87) УТ-37 - пер. Большой 8	11	0,051	9	0,0000114	0,0000001	4,621872	0,216363	0,0000006
88) УТ-18 - пер. Большой 6	30	0,025	9	0,0000114	0,0000003	3,637867	0,274886	0,0000012
89) УТ-38 - УТ-41	20	0,15	26	0,0000226	0,0000005	8,91406	0,112182	0,000004
90) УТ-41 - Новый склад-ангар 1	15	0,15	26	0,0000226	0,0000003	8,91406	0,112182	0,000003
91) УТ-41 - УТ-41	20	0,15	26	0,0000226	0,0000005	8,91406	0,112182	0,000004
92) УТ-41 - Новый склад-ангар 2	15	0,15	26	0,0000226	0,0000003	8,91406	0,112182	0,000003
93) УТ-41 - Новый склад-ангар 3	20	0,15	26	0,0000226	0,0000005	8,91406	0,112182	0,000004

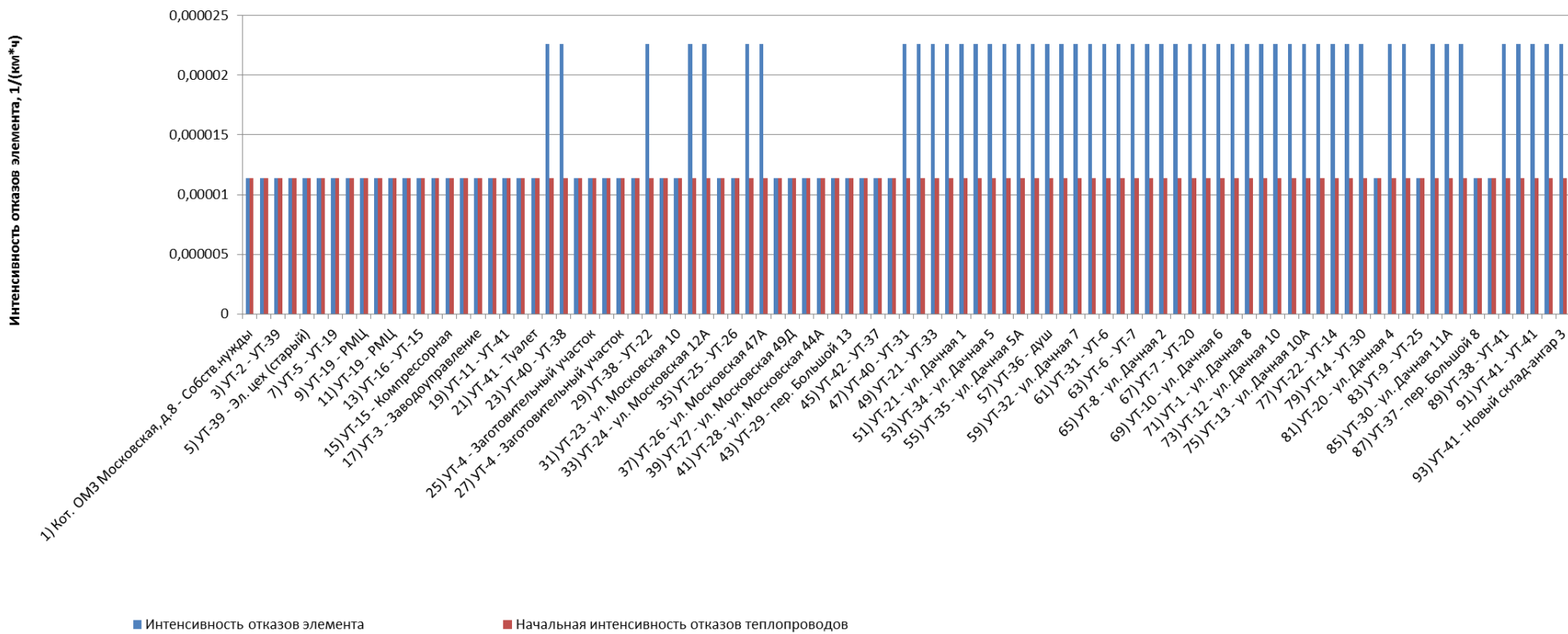


Рисунок 10.6 - Интенси́вность отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8, стр.1

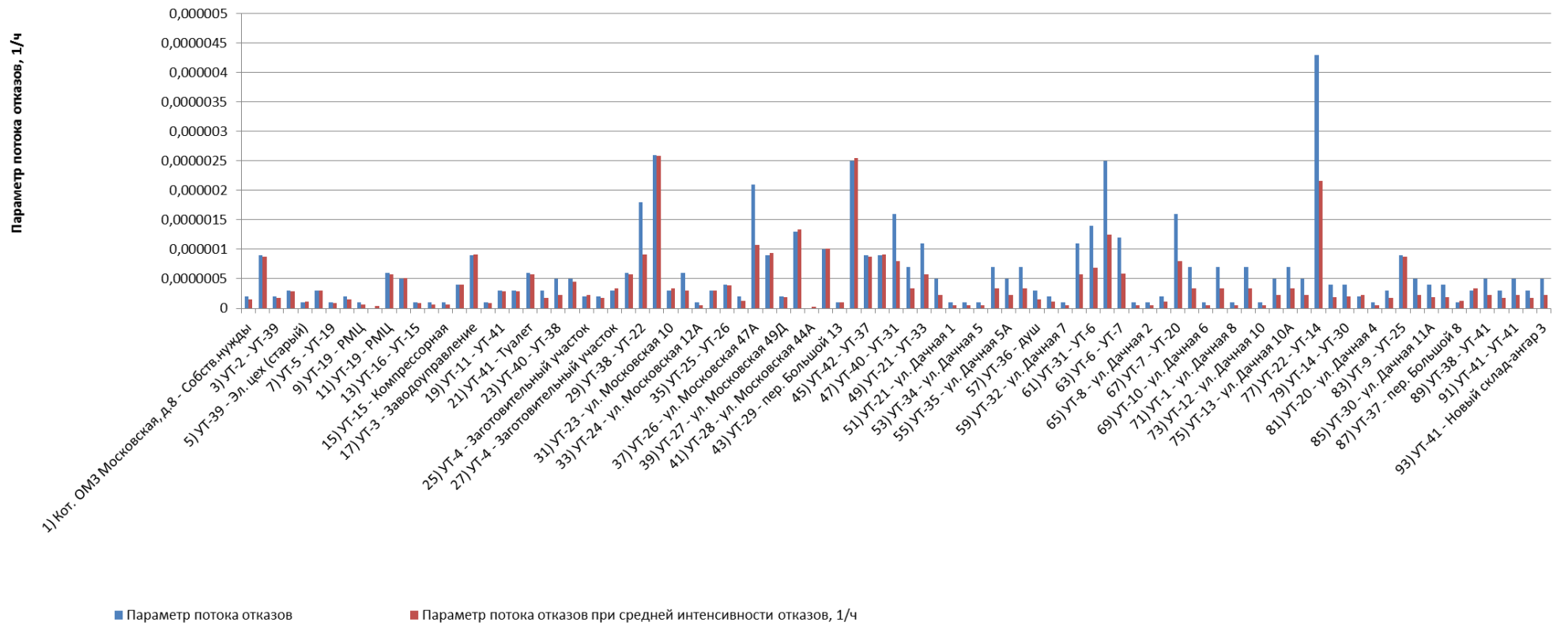


Рисунок 10.7 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8,стр.1

Вероятность состояния сети, соответствующая отказу элемента, отн.ед.

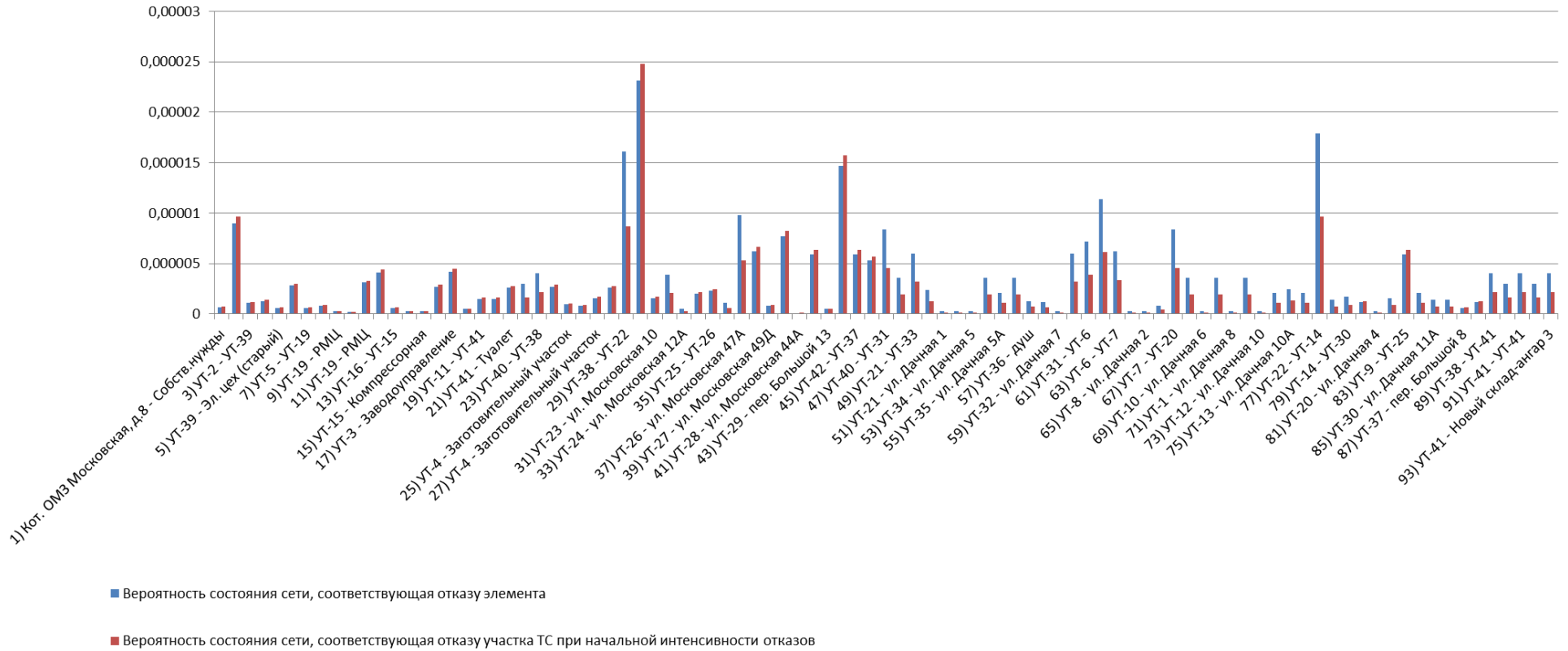


Рисунок 10.8 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8,стр.1

Таблица 10.7 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8,стр.1

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепло- вой аккумуля- ции, ч	Мини- мально до- пустимая темпера- тура, °С	Вероят- ность безот- казной ра- боты	Коэффици- ент готов- ности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
1) Собств.нужды (Собств.нужды)	0,0315	0	60	12	1	0,999692	0,0201
2) Склад ( - )	0,077	0	30	5	1	0,999702	0,049
3) Эл. цех (старый) ( - )	0,2	0	30	5	1	0,999702	0,1274
4) РМЦ ( - )	0,152	0	30	5	1	0,999704	0,0968
5) РМЦ ( - )	0,152	0	30	5	1	0,999704	0,0968
6) РМЦ ( - )	0,152	0	30	5	1	0,999706	0,0968
7) Компрессорная ( - )	0,2325	0	30	5	1	0,999708	0,1481
8) Компрессорная ( - )	0,2325	0	30	5	1	0,999708	0,1481
9) Заводоуправление ( - )	0,047	0	30	5	1	0,999714	0,0299
10) Эл. цех (новый) ( - )	0,107	0	30	5	1	0,999713	0,0681
11) Туалет ( - )	0,003	0	30	5	1	0,999714	0,0019
12) Заготовительный участок ( - )	0,035666667	0	30	5	1	0,999702	0,0227
13) Заготовительный участок ( - )	0,035666667	0	30	5	1	0,999701	0,0227
14) Заготовительный участок ( - )	0,035666667	0	30	5	1	0,999702	0,0227
15) Гараж ( - )	0,034	0	20	5	0,99995	0,999696	0,0217
16) ул. Московская 10 (ул. Московская 10)	0,032	0	60	12	1	0,999739	0,0204
17) ул. Московская 12А (ул. Московская 12А)	0,158	0	60	12	1	0,999741	0,1006
18) ул. Московская 49 (ул. Московская 49)	0,082	0	60	12	1	0,999752	0,0522
19) ул. Московская 47А (ул. Московская 47А)	0,075	0	60	12	1	0,999761	0,0478
20) ул. Московская 49Д (ул. Московская 49Д)	0,033	0	60	12	1	0,999756	0,021
21) ул. Московская 44А (ул. Московская 44А)	0,082	0	60	12	1	0,999763	0,0522
22) пер. Большой 13 (пер. Большой 13)	0,082	0	60	12	1	0,999769	0,0522
23) пер. Большой 8 (пер. Большой 8)	0,142	0	60	12	1	0,99979	0,0904

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепло- вой аккумуля- ляции, ч	Мини- мально до- пустимая темпера- тура, °С	Вероят- ность безот- казной ра- боты	Коэффици- ент готов- ности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
24) пер. Большой 6 (пер. Большой 6)	0,004	0	60	12	1	0,99979	0,0025
25) ул. Дачная 1 (ул. Дачная 1)	0,017	0	60	12	1	0,999706	0,0108
26) ул. Дачная 3 (ул. Дачная 3)	0,015	0	60	12	1	0,999712	0,0096
27) ул. Дачная 5 (ул. Дачная 5)	0,017	0	60	12	1	0,999714	0,0108
28) ул. Дачная 5А (ул. Дачная 5А)	0,017	0	60	12	1	0,99972	0,0108
29) душ ( - )	0,003	0	30	5	1	0,999723	0,0019
30) ул. Дачная 7 (ул. Дачная 7)	0,01	0	60	12	1	0,999723	0,0064
31) ул. Дачная 9 (ул. Дачная 9)	0,009	0	60	12	1	0,999728	0,0057
32) ул. Дачная 2А (ул. Дачная 2А)	0,01	0	60	12	1	0,999721	0,0064
33) ул. Дачная 2 (ул. Дачная 2)	0,01	0	60	12	1	0,999716	0,0064
34) ул. Дачная 4А (ул. Дачная 4А)	0,022	0	60	12	1	0,999717	0,014
35) ул. Дачная 6 (ул. Дачная 6)	0,013	0	60	12	1	0,999728	0,0083
36) ул. Дачная 8 (ул. Дачная 8)	0,008	0	60	12	1	0,999731	0,0051
37) ул. Дачная 10 (ул. Дачная 10)	0,014	0	60	12	1	0,999735	0,0089
38) ул. Дачная 10А (ул. Дачная 10А)	0,008	0	60	12	1	0,999739	0,0051
39) ул. Дачная 10Б (ул. Дачная 10Б)	0,008	0	60	12	1	0,999739	0,0051
40) ул. Дачная 11 (ул. Дачная 11)	0,018	0	60	12	1	0,999733	0,0115
41) ул. Дачная 11А (ул. Дачная 11А)	0,015	0	60	12	1	0,999735	0,0096
42) Спортивный зал ( - )	0,147	0	30	5	1	0,999711	0,0936
43) ул. Дачная 4 (ул. Дачная 4)	0,008	0	60	12	1	0,999724	0,0051
44) ул. Московская 14 ( - )	0,015	0	60	12	1	0,999742	0,0096
45) ул. Московская 16 ( - )	0,01	0	60	12	1	0,999745	0,0064
46) ул. Дачная 11Б ( - )	0,013	0	60	12	1	0,999735	0,0083

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепло- вой аккумуля- ляции, ч	Мини- мально до- пустимая темпера- тура, °С	Вероят- ность безот- казной ра- боты	Коэффици- ент готов- ности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
47) Новый склад-ангар 1 ( - )	0,2019	0	20	5	0,999901	0,999691	0,1286
48) Новый склад-ангар 2 ( - )	0,219	0	20	5	0,999872	0,999691	0,1395
49) Новый склад-ангар 3 ( - )	0,151	0	20	5	0,999865	0,999691	0,0962



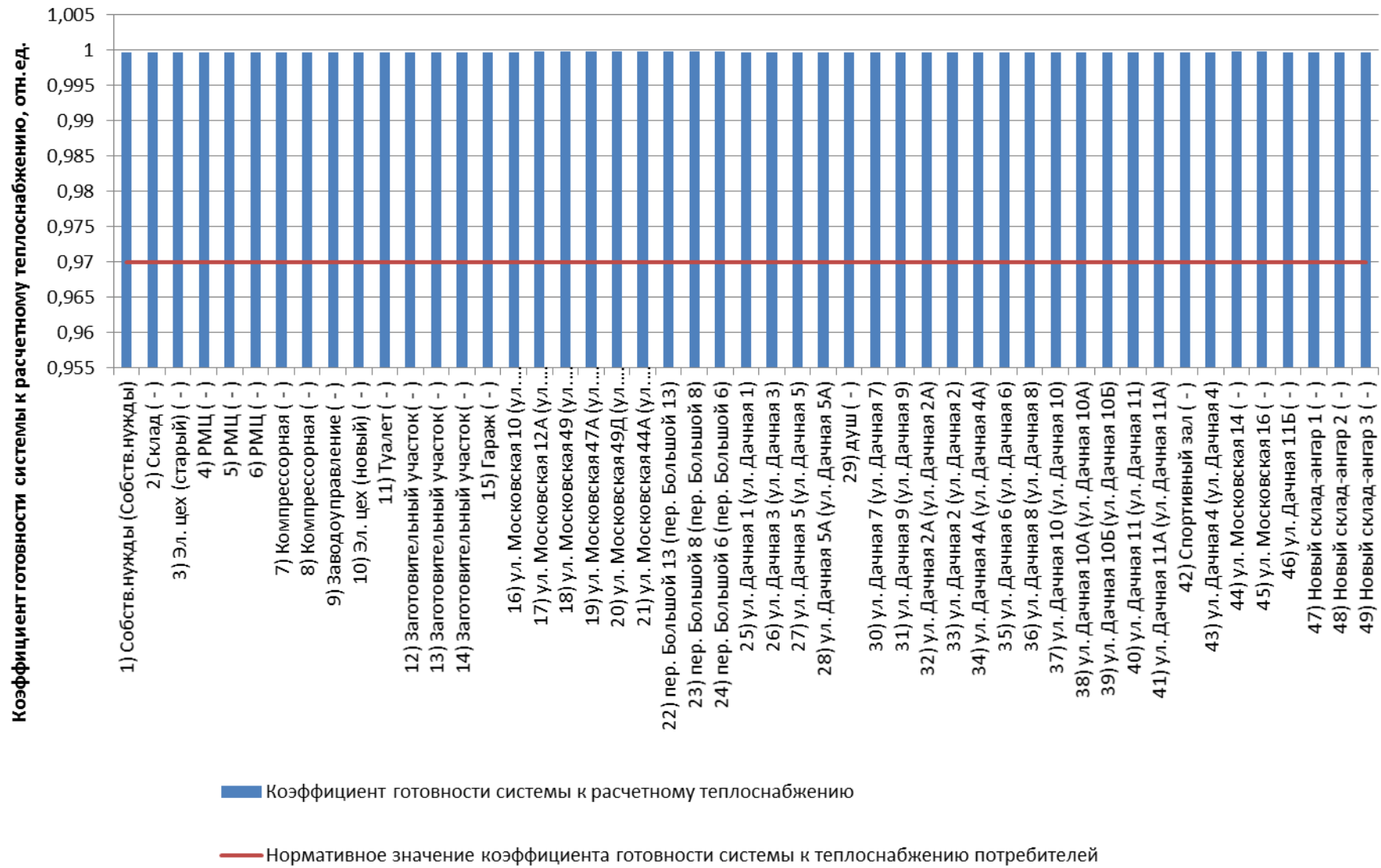


Рисунок 10.9 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8, стр.1

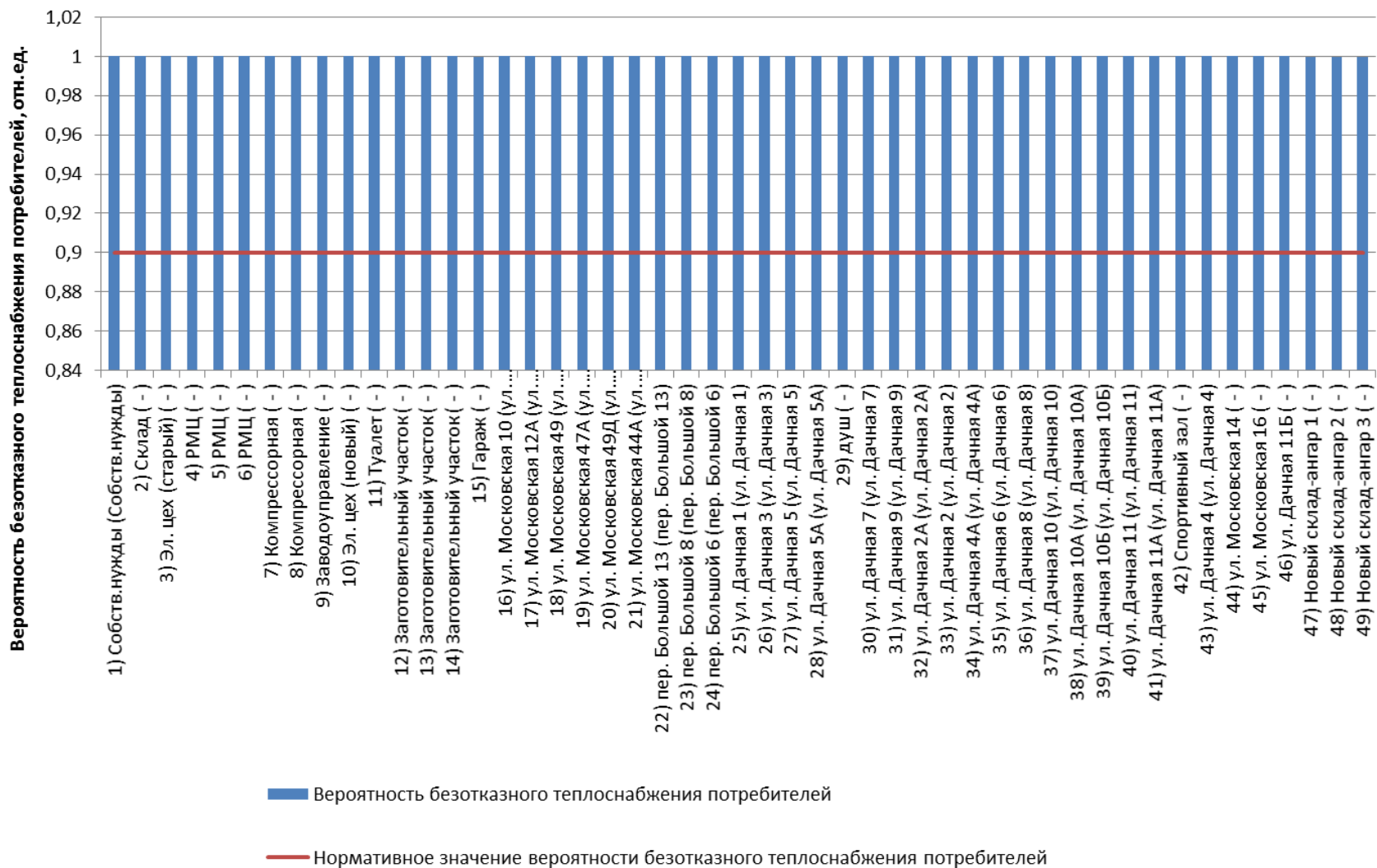


Рисунок 10.10 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Московская, д.8, стр.1

### 10.6.3 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

Таблица 10.8 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Пионерская д.4 - ул. 1-я Пионерская д. 2	36	0,025	9	0,0000114	0,0000004	3,632501	0,275292	0,0000015
2) Кот. Пионерская д.4 - ул. 1-я Пионерская д. 6	21	0,025	9	0,0000114	0,0000002	3,632501	0,275292	0,0000009
3) Кот. Пионерская д.4 - ул. 1-я Пионерская д. 6	55	0,025	9	0,0000114	0,0000006	3,632501	0,275292	0,0000023

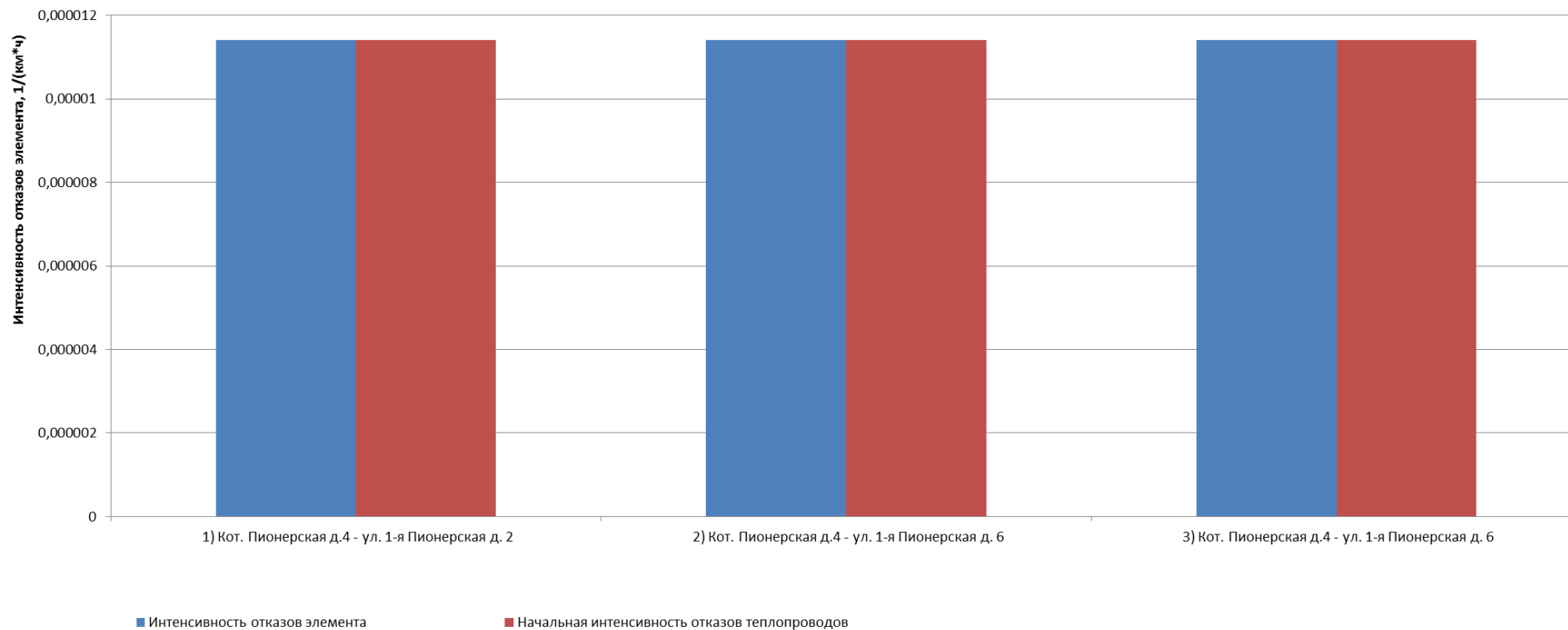


Рисунок 10.11 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

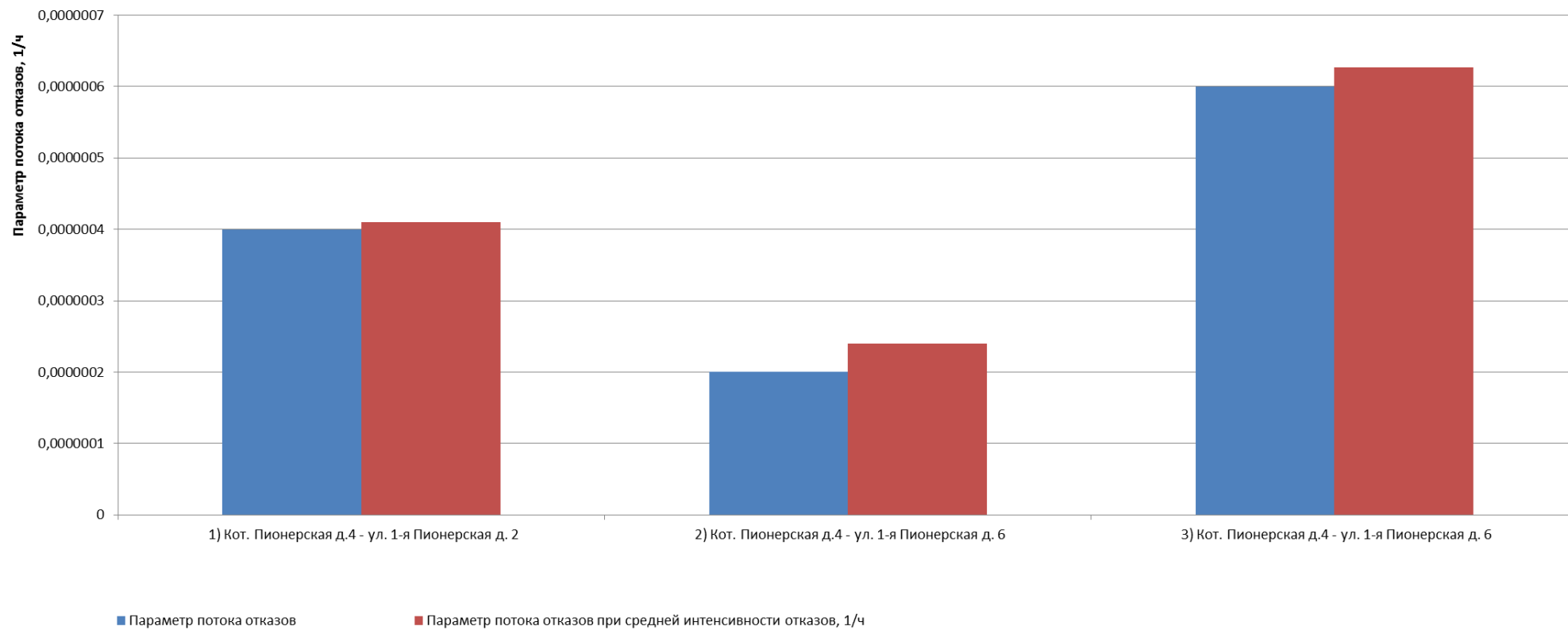


Рисунок 10.12 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

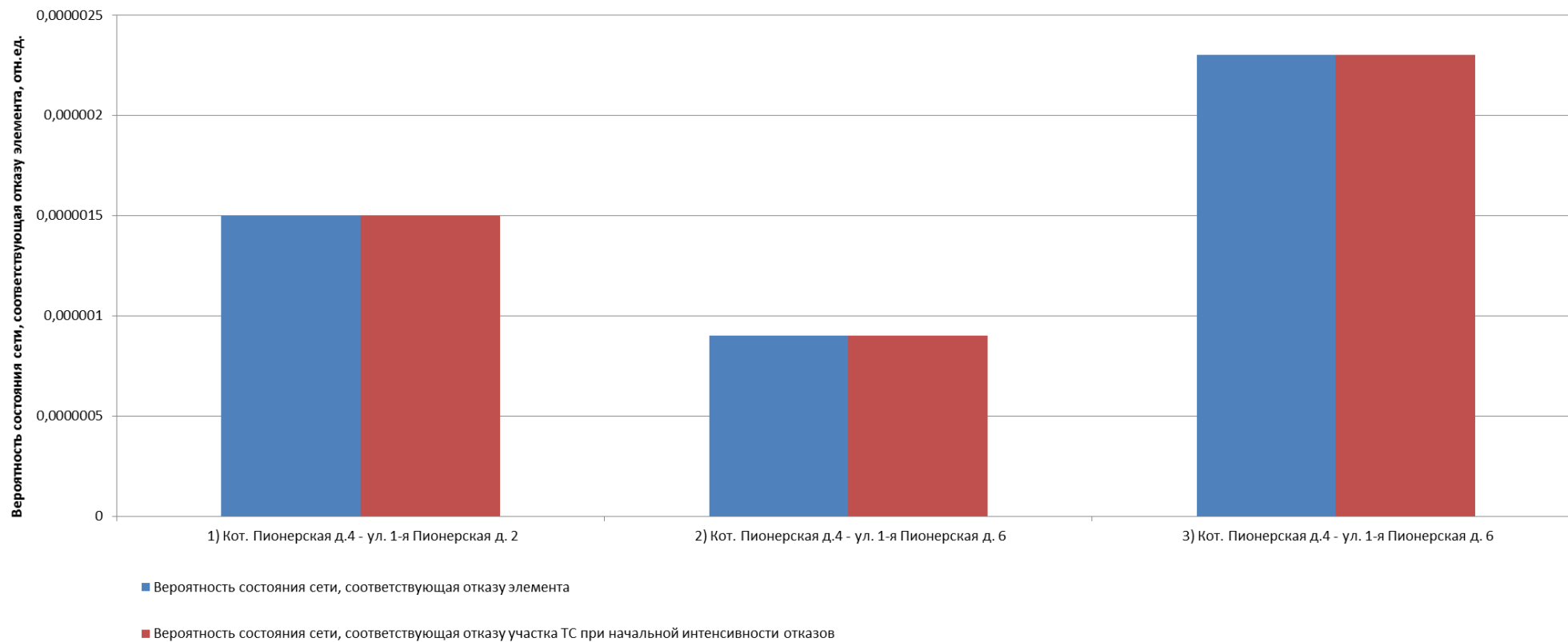


Рисунок 10.13 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

Таблица 10.9 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффици- ент тепловой аккумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний суммарный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ул. 1-я Пионерская д. 2 ( - )	0,0709758	0	60	12	1	0,999997	0,0007
2) ул. 1-я Пионерская д. 6 ( - )	0,0709758	0	60	12	1	0,999996	0,0007
3) ул. 1-я Пионерская д. 6 ( - )	0,0709758	0	60	12	1	0,999998	0,0007

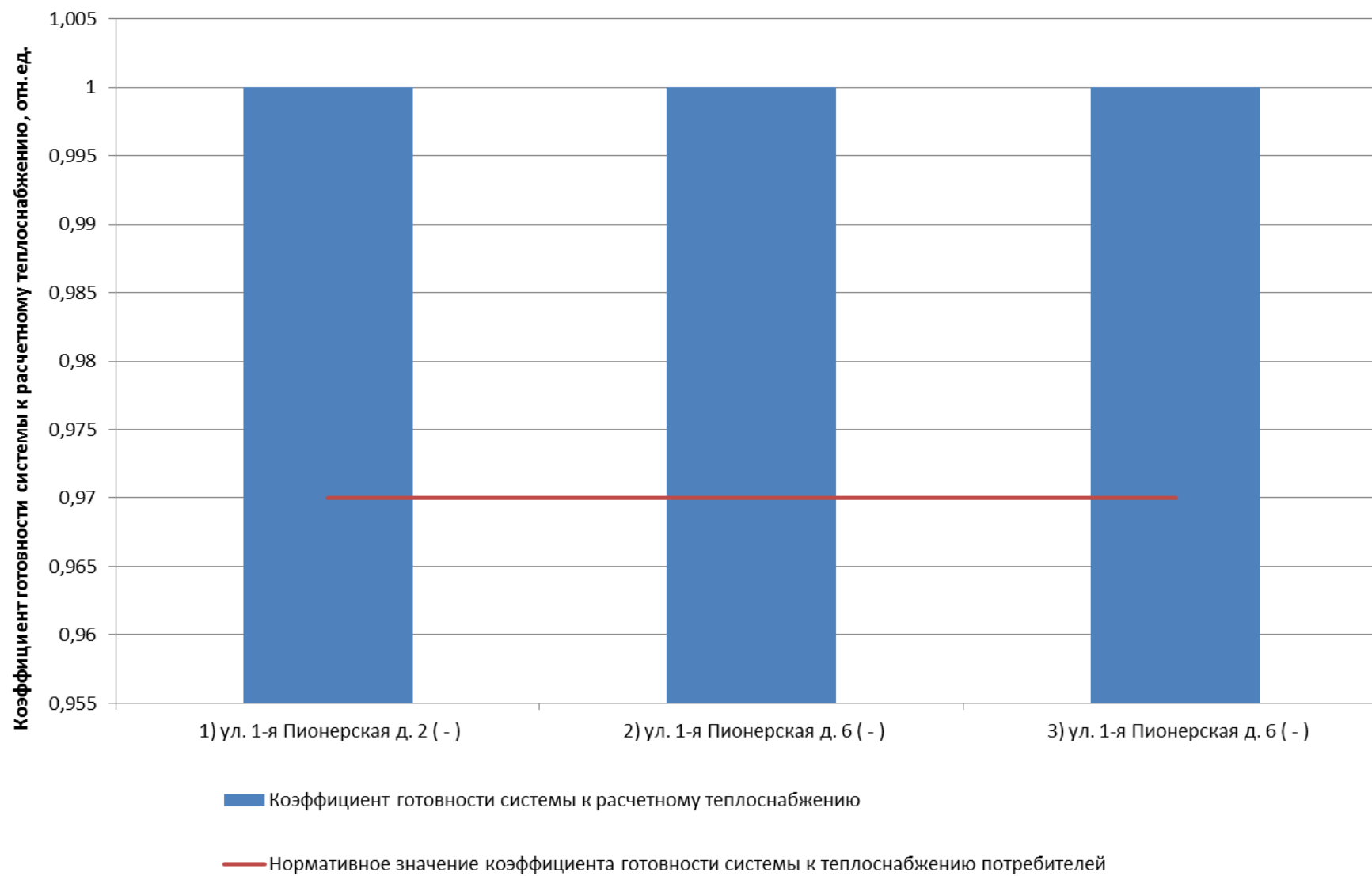


Рисунок 10.14 - Сопоставление кoeffициентов готовности с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4



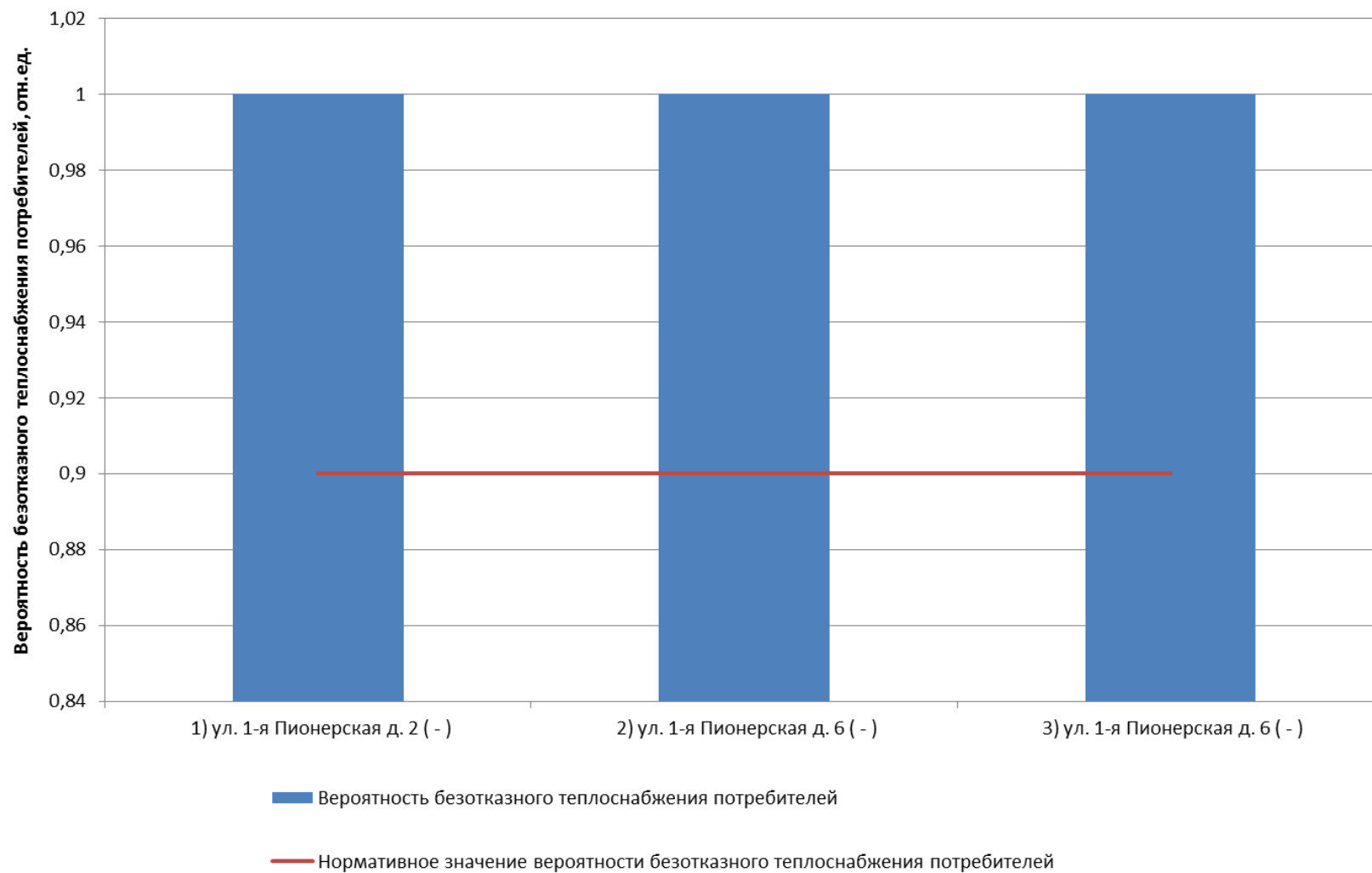


Рисунок 10.15 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. Пионерская, д.4

### 10.6.4 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

Таблица 10.10 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Поликлиника - ул. Рабочая д. 3	15	0,027	9	0,0000114	0,0000002	3,705889	0,269841	0,0000006
2) Кот. Поликлиника - Поликлиника	45	0,027	9	0,0000114	0,0000005	3,705889	0,269841	0,0000019

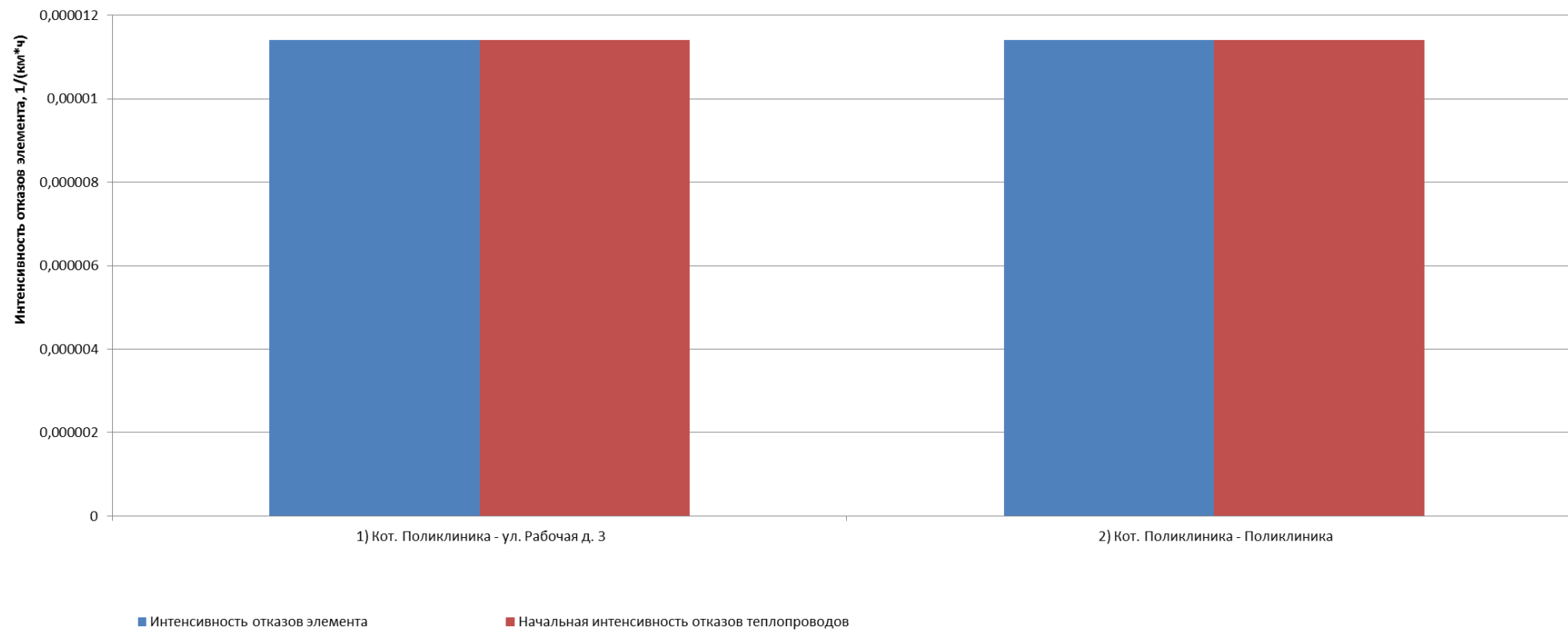


Рисунок 10.16 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

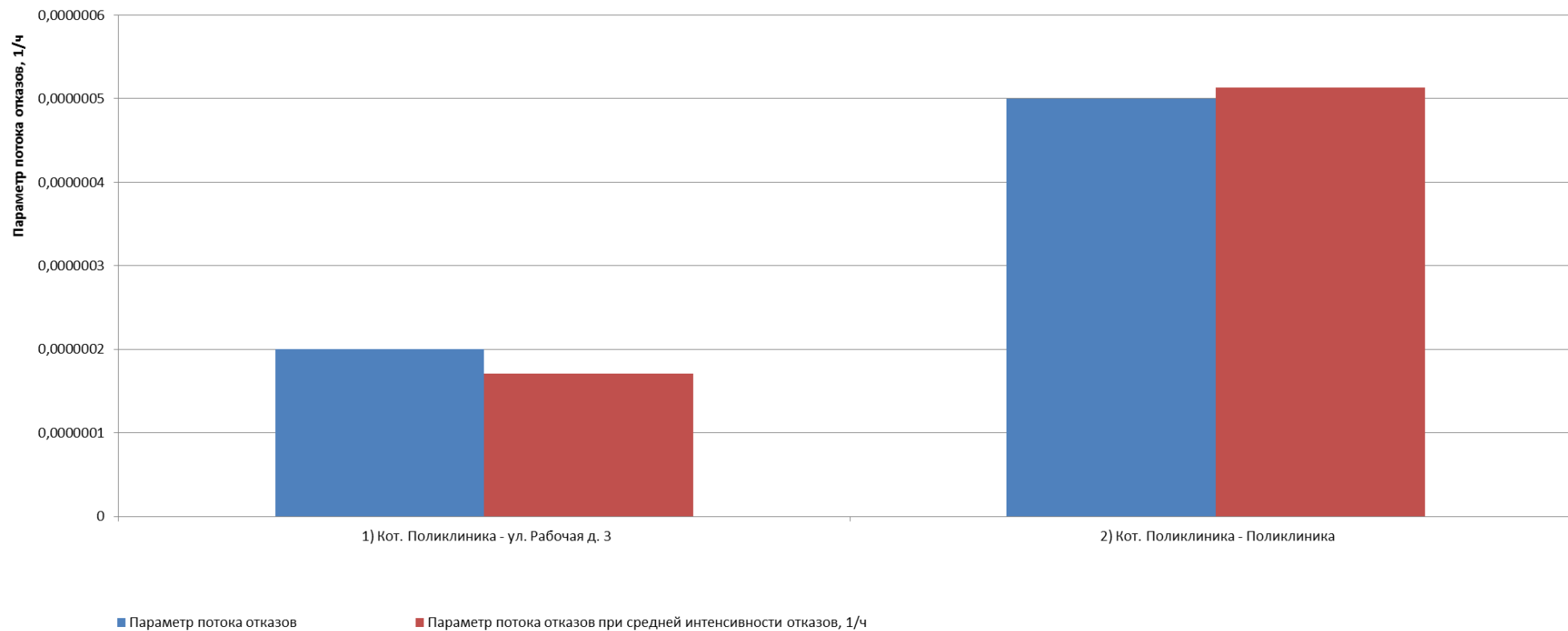


Рисунок 10.17 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

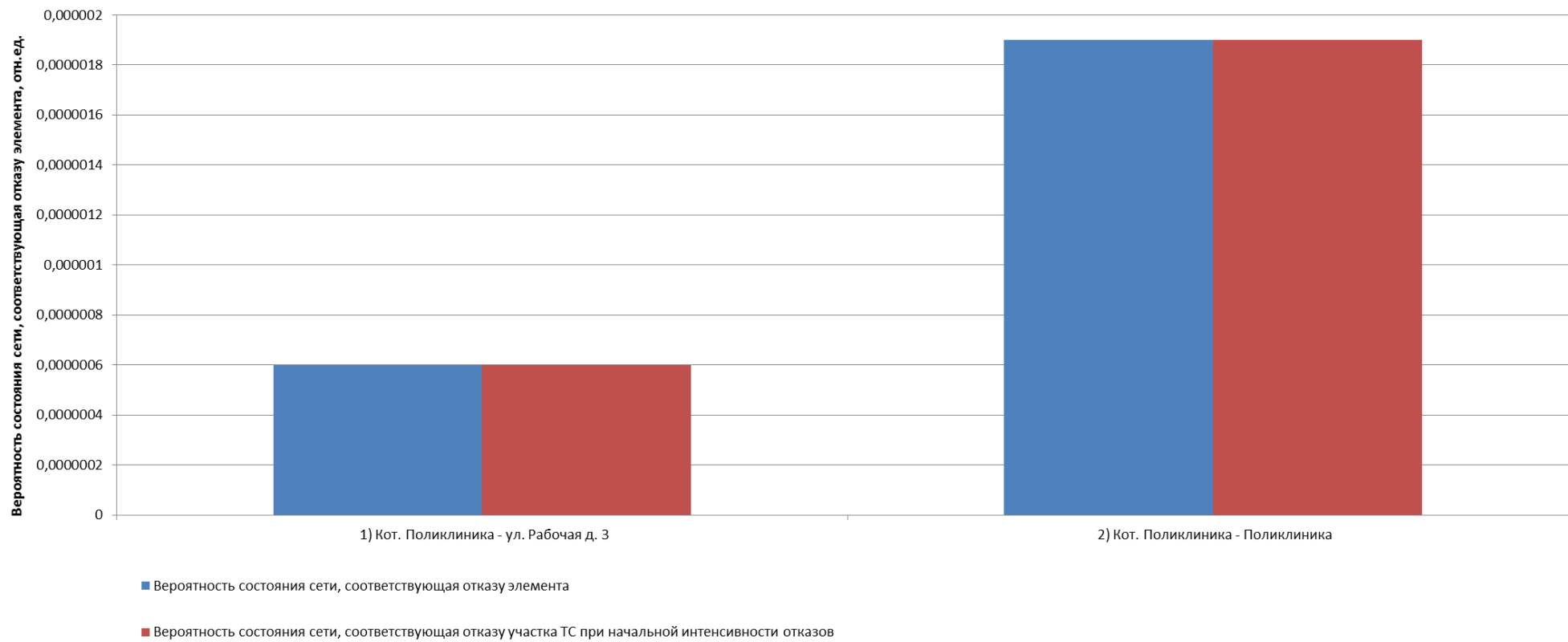


Рисунок 10.18 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

Таблица 10.11 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффици- ент тепловой аккумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний суммарный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ул. Рабочая д. 3 ( - )	0,005206464	0	60	12	1	0,999998	0
2) Поликлиника ( - )	0,0679104	0	60	12	1	0,999999	0,0004

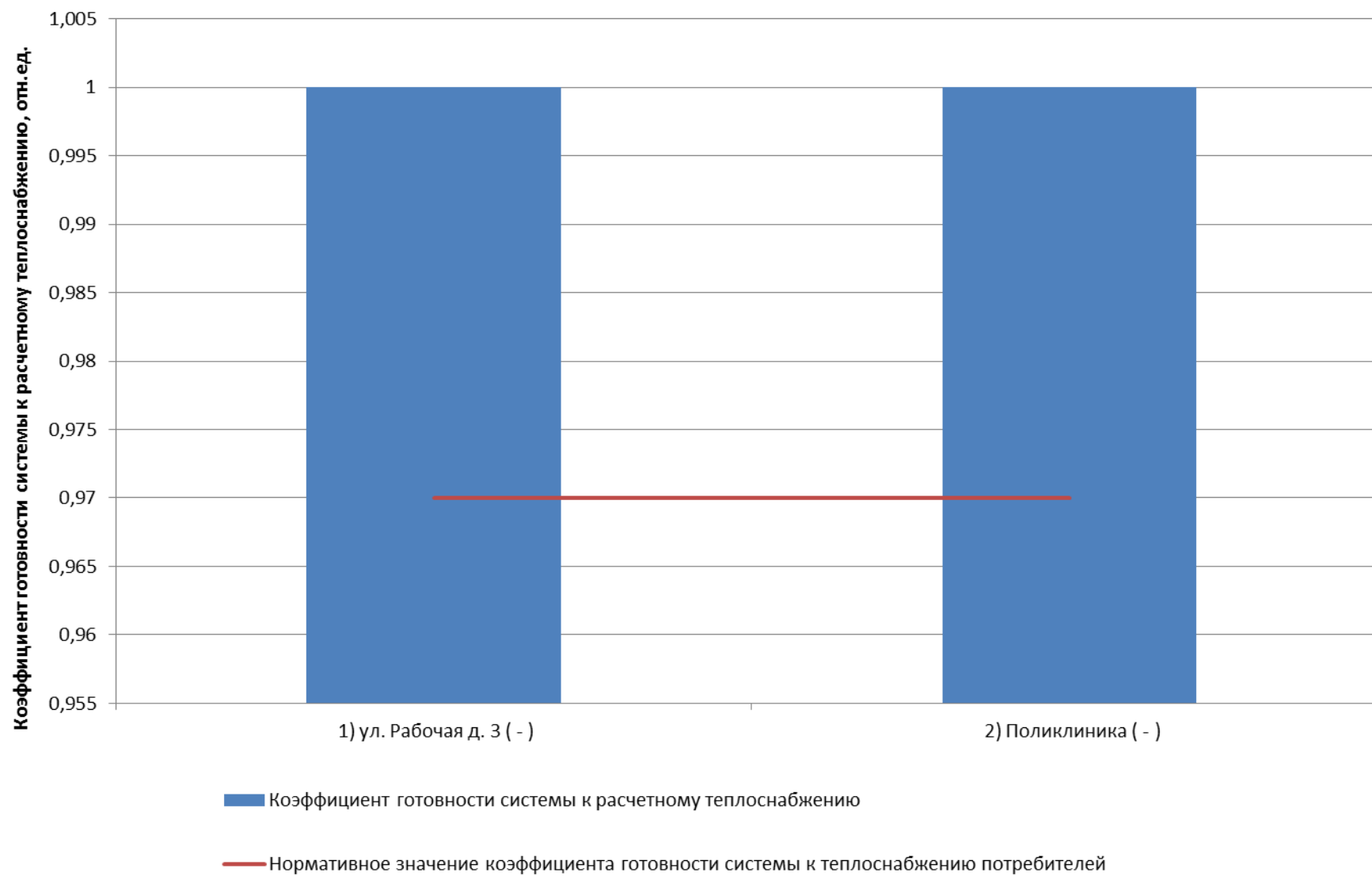


Рисунок 10.19 - Сопоставление коэффицентов готовности с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3

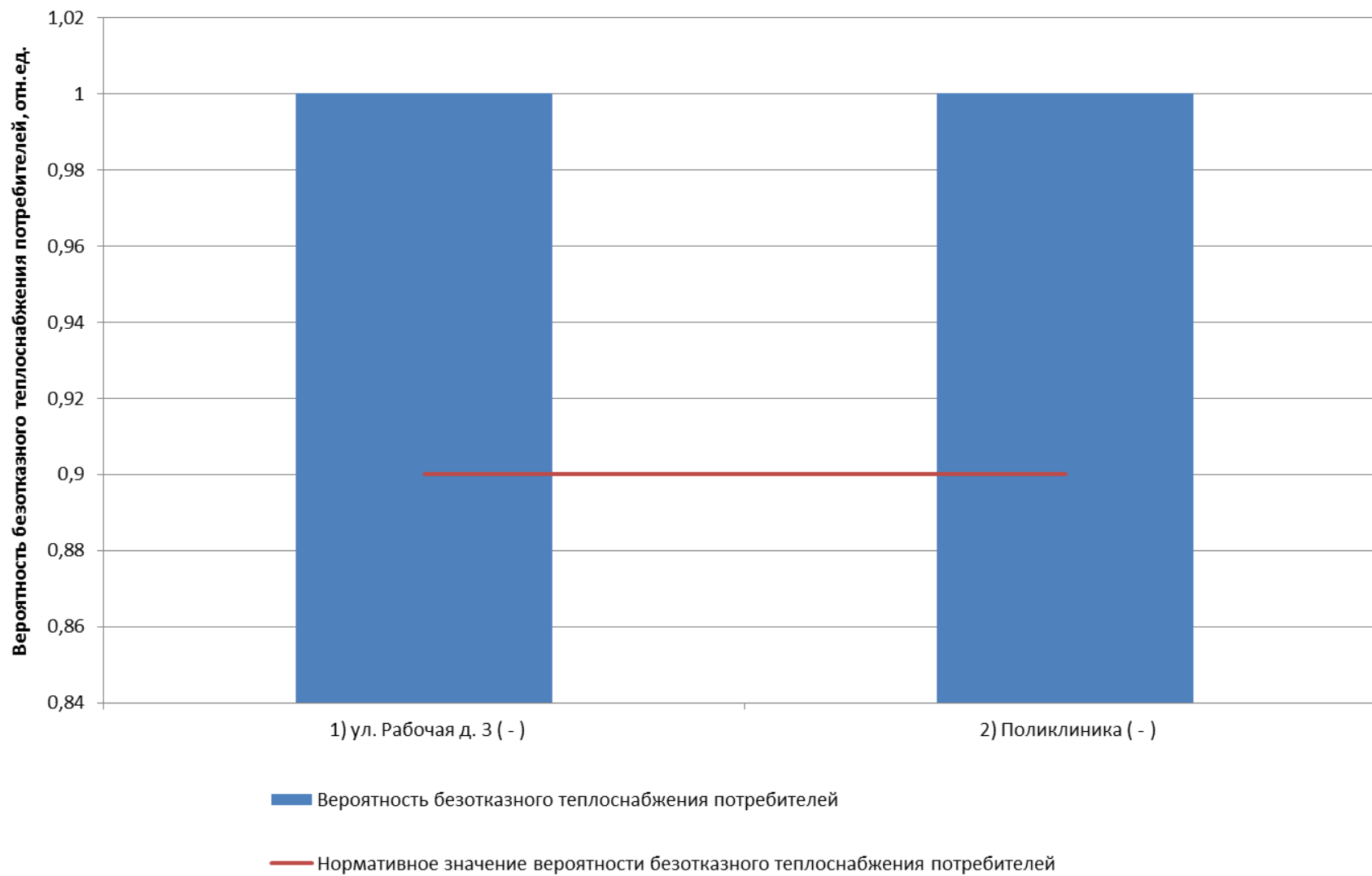


Рисунок 10.20 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Дорохово, ул. 1-ая Рабочая, д.3



### 10.6.5 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Космодемьянский

Таблица 10.12 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Космодемьянский

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Космодемьянский, д.49 - УТ-3	123	0,15	12	0,0000114	0,0000014	9,012436	0,110958	0,0000126
2) УТ-3 - ж/д №7	7,6	0,051	12	0,0000114	0,0000001	4,622395	0,216338	0,0000004
3) УТ-3 - УТ-4	18,66	0,15	12	0,0000114	0,0000002	9,012436	0,110958	0,0000019
4) УТ-4 - ж/д №6	13,7	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621456	0,216382	0,0000007
5) УТ-4 - УТ-5	33	0,15	12	0,0000114	0,0000004	9,012436	0,110958	0,0000034
6) УТ-5 - ж/д №15	50	0,051	12	0,0000114	0,0000006	4,615868	0,216644	0,0000026
7) УТ-5 - УТ-6	17	0,15	12	0,0000114	0,0000002	9,012436	0,110958	0,0000017
8) УТ-6 - УТ-1	53	0,082	12	0,0000114	0,0000006	5,91918	0,168942	0,0000036
9) УТ-1 - Сбербанк	60	0,051	12	0,0000114	0,0000007	4,614329	0,216716	0,0000032
10) УТ-1 - УТ-8	9	0,082	12	0,0000114	0,0000001	5,91918	0,168942	0,0000006
11) УТ-8 - ж/д №8	15	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621256	0,216391	0,0000008
12) УТ-8 - УТ-13	6	0,082	12	0,0000114	0,0000001	5,91918	0,168942	0,0000004
13) УТ-13 - Администрация	26	0,051	12	0,0000114	0,0000003	4,614791	0,216695	0,0000014
14) УТ-13 - Магазин РАЙПО	11	0,025	12	0,0000114	0,0000001	3,63911	0,274792	0,0000005
15) УТ-6 - УТ-14	35	0,15	12	0,0000114	0,0000004	9,012436	0,110958	0,0000036
16) УТ-14 - ж/д №3	73	0,051	12	0,0000114	0,0000008	4,612328	0,21681	0,0000038
17) УТ-14 - УТ-15	24	0,15	12	0,0000114	0,0000003	9,012436	0,110958	0,0000025
18) УТ-15 - ж/д №2	28	0,051	12	0,0000114	0,0000003	4,619255	0,216485	0,0000015
19) УТ-15 - УТ-16	40	0,125	12	0,0000114	0,0000005	7,714866	0,12962	0,0000035
20) УТ-16 - УТ-17	12	0,082	12	0,0000114	0,0000001	5,899311	0,169511	0,0000008
21) УТ-17 - ж/д №19	15	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621256	0,216391	0,0000008

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
22) УТ-17 - УТ-18	91	0,082	12	0,0000114	0,000001	5,899311	0,169511	0,0000061
23) УТ-18 - Космодемьянская амбулатория	26	0,051	12	0,0000114	0,0000003	4,619563	0,216471	0,0000014
24) УТ-18 - Адм. АПК "Космодемьянский"	38	0,082	12	0,0000114	0,0000004	5,899311	0,169511	0,0000026
25) УТ-16 - УТ-19	85	0,125	12	0,0000114	0,000001	7,714866	0,12962	0,0000075
26) УТ-19 - ж/д №24	47	0,051	12	0,0000114	0,0000005	4,61633	0,216622	0,0000025
27) УТ-19 - УТ-7	31	0,125	12	0,0000114	0,0000004	7,714866	0,12962	0,0000027
28) УТ-7 - ж/д №14	37	0,051	12	0,0000114	0,0000004	4,617869	0,21655	0,0000019
29) УТ-7 - УТ-20	95	0,125	12	0,0000114	0,0000011	7,714866	0,12962	0,0000084
30) УТ-20 - ж/д №20	16	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621102	0,216399	0,0000008
31) УТ-20 - УТ-2	49	0,125	12	0,0000114	0,0000006	7,714866	0,12962	0,0000043
32) УТ-2 - УТ-24	61	0,1	12	0,0000114	0,0000007	6,726934	0,148656	0,0000047
33) УТ-24 - Космодемьянская ср.школа	9	0,1	12	0,0000114	0,0000001	6,726934	0,148656	0,0000007
34) УТ-24 - УТ-10	58	0,082	12	0,0000114	0,0000007	5,921085	0,168888	0,0000039
35) УТ-2 - УТ-21	4	0,125	12	0,0000114	0	7,714866	0,12962	0,0000004
36) УТ-21 - ж/д №21	16	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621102	0,216399	0,0000008
37) УТ-21 - УТ-12	60	0,125	12	0,0000114	0,0000007	7,714866	0,12962	0,0000053
38) УТ-12 - УТ-23	13	0,051	12	0,0000114	0,0000001	4,611558	0,216846	0,0000007
39) УТ-23 - ж/д №5	14	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,611558	0,216846	0,0000007
40) УТ-23 - ж/д №4	51	0,051	12	0,0000114	0,0000006	4,611558	0,216846	0,0000027
41) УТ-12 - УТ-22	58	0,125	12	0,0000114	0,0000007	7,714866	0,12962	0,0000051
42) УТ-22 - ж/д №22	16	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621102	0,216399	0,0000008
43) УТ-22 - УТ-9	54	0,125	12	0,0000114	0,0000006	7,714866	0,12962	0,0000047
44) Кот. Космодемьянский, д.49 - Кот. Космодемьянский, д.49	6,23	0,15	12	0,0000114	0,0000001	9,012436	0,110958	0,0000006
45) УТ-13 - Почта	31	0,051	12	0,0000114	0,0000004	4,614791	0,216695	0,0000016

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
46) УТ-9 - ж/д №23	16	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,621102	0,216399	0,0000008
47) УТ-10 - УТ-11	3	0,082	12	0,0000114	0	5,921085	0,168888	0,0000002

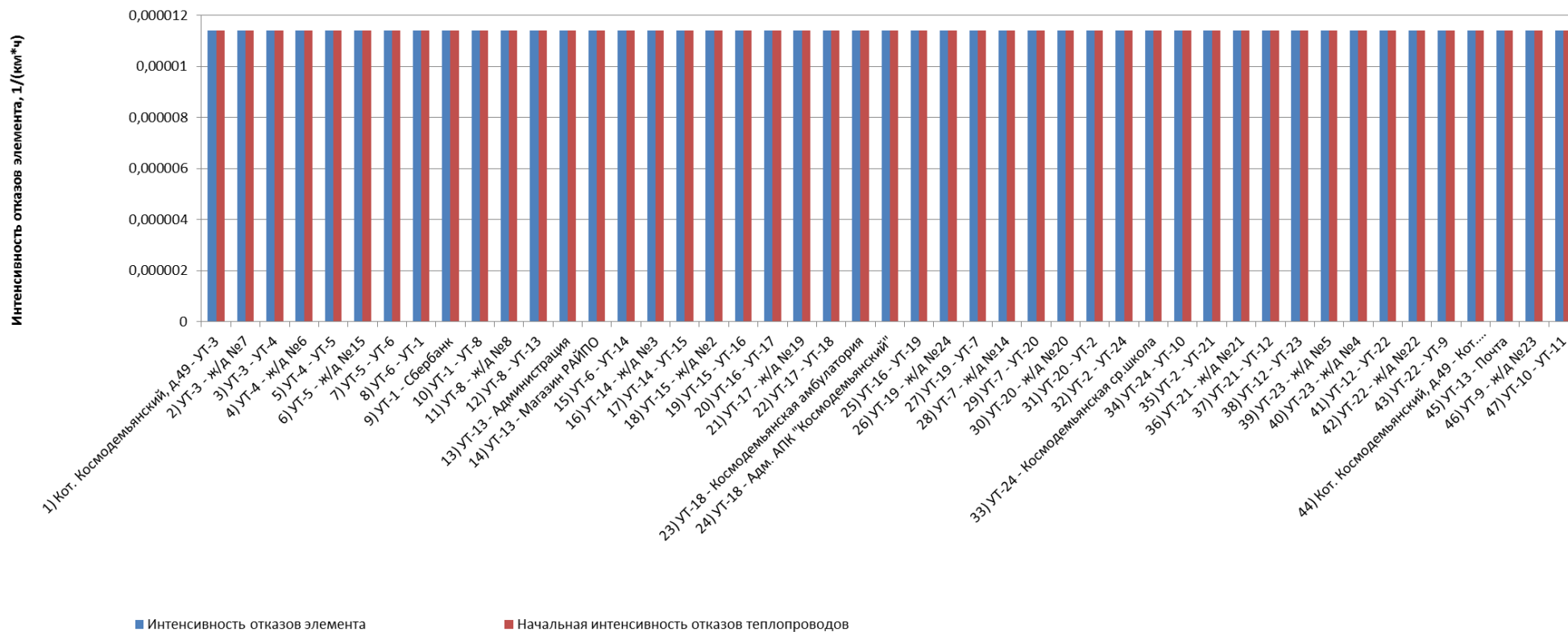


Рисунок 10.21 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Космодемьянский

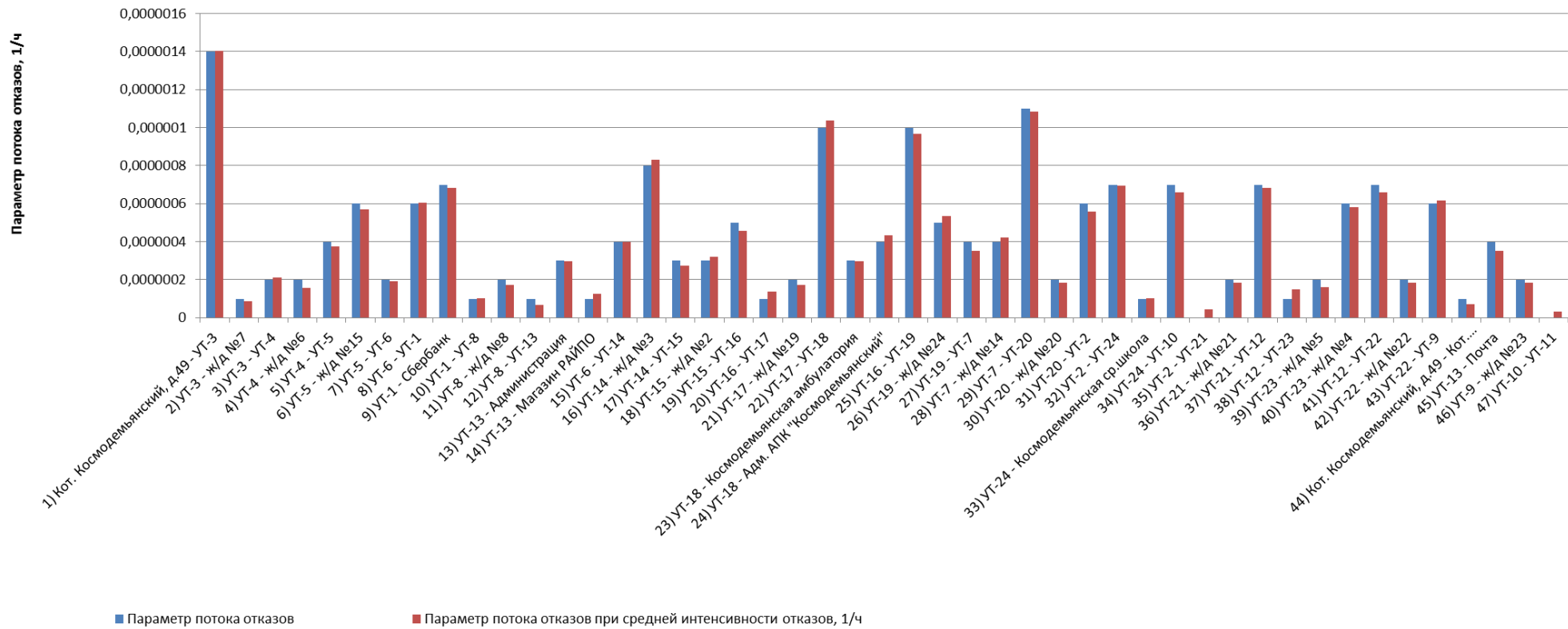


Рисунок 10.22 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Космодемьянский

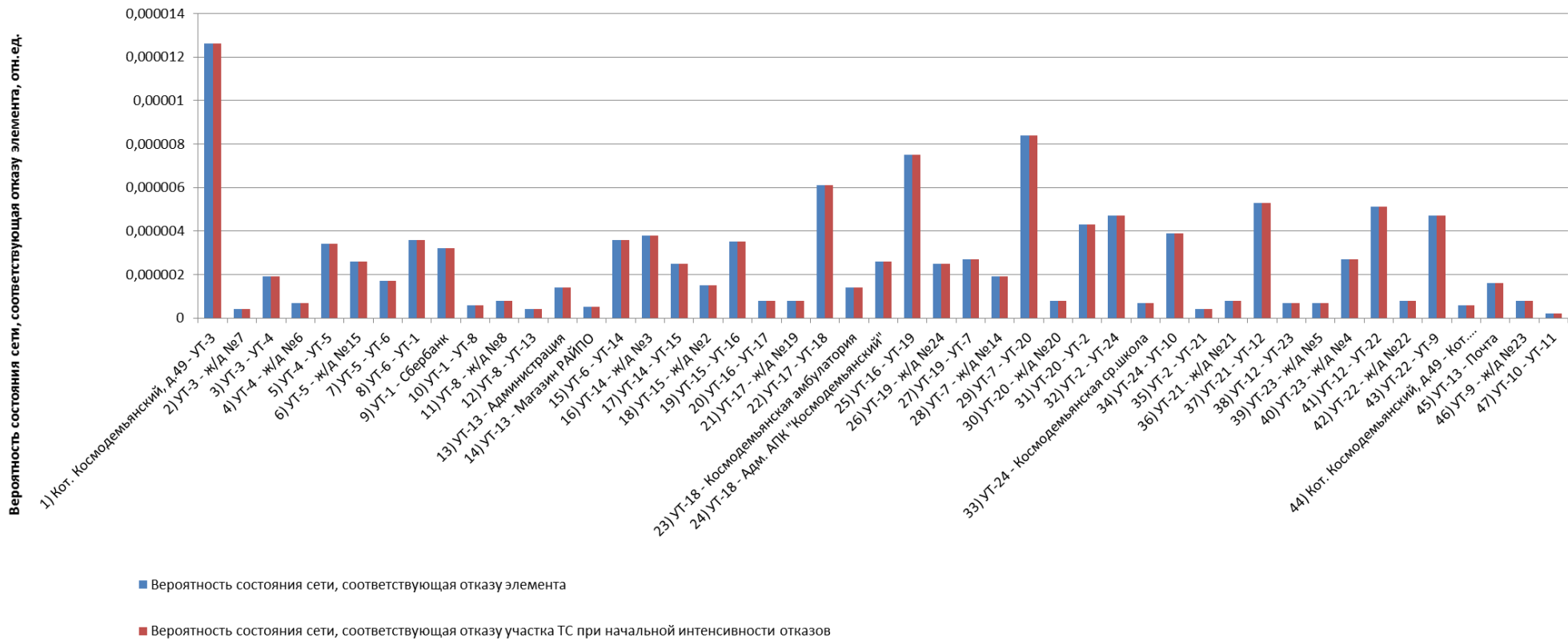


Рисунок 10.23 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Космодемьянский

Таблица 10.13 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Космодемьянский

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
1) ж/д №7 ( - )	0,084	0	60	12	1	0,999888	0,0216
2) ж/д №6 ( - )	0,084	0	60	12	1	0,999891	0,0216
3) ж/д №15 ( - )	0,118	0	60	12	1	0,999896	0,0303
4) Сбербанк ( - )	0,05	0	60	12	1	0,999902	0,0128
5) ж/д №8 ( - )	0,066	0	60	12	1	0,9999	0,017
6) Администрация ( - )	0,05	0	60	12	1	0,999901	0,0128
7) Магазин РАЙПО ( - )	0,079	0	60	12	1	0,9999	0,0203
8) ж/д №3 ( - )	0,069	0	60	12	1	0,999902	0,0177
9) ж/д №2 ( - )	0,069	0	60	12	1	0,999903	0,0177
10) ж/д №19 ( - )	0,03	0	60	12	1	0,999906	0,0077
11) Космодемьянская амбулатория ( - )	0,04	0	60	12	1	0,999913	0,0103
12) Адм. АПК "Космодемьянский" ( - )	0,05	0	60	12	1	0,999914	0,0128
13) ж/д №24 ( - )	0,111	0	60	12	1	0,999915	0,0285
14) ж/д №14 ( - )	0,068	0	60	12	1	0,999917	0,0175
15) ж/д №20 ( - )	0,109	0	60	12	1	0,999924	0,028
16) Космодемьянская ср.школа ( - )	0,196	0	60	12	1	0,999933	0,0503
17) Д/К ( - )	0,122	0	60	12	1	0,999939	0,0313
18) ж/д №21 ( - )	0,109	0	60	12	1	0,999929	0,028
19) ж/д №5 ( - )	0,068	0	60	12	1	0,999934	0,0175
20) ж/д №4 ( - )	0,069	0	60	12	1	0,999936	0,0177
21) ж/д №22 ( - )	0,116	0	60	12	1	0,999939	0,0298
22) ж/д №23 ( - )	0,112	0	60	12	1	0,999944	0,0288

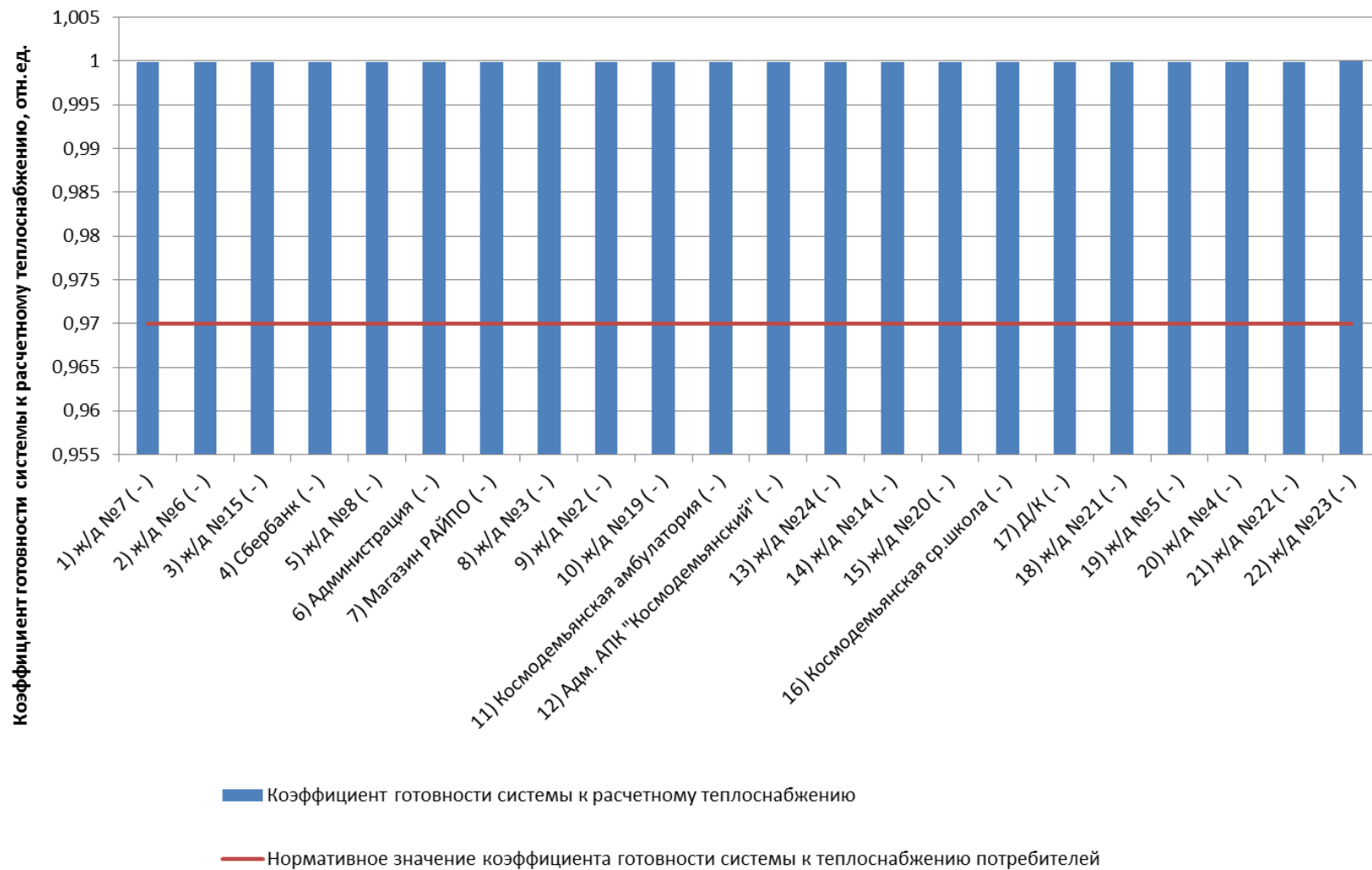


Рисунок 10.24 - Сопоставление коэффциентов готовности с нормативным значением котельной п. Космодемьянский



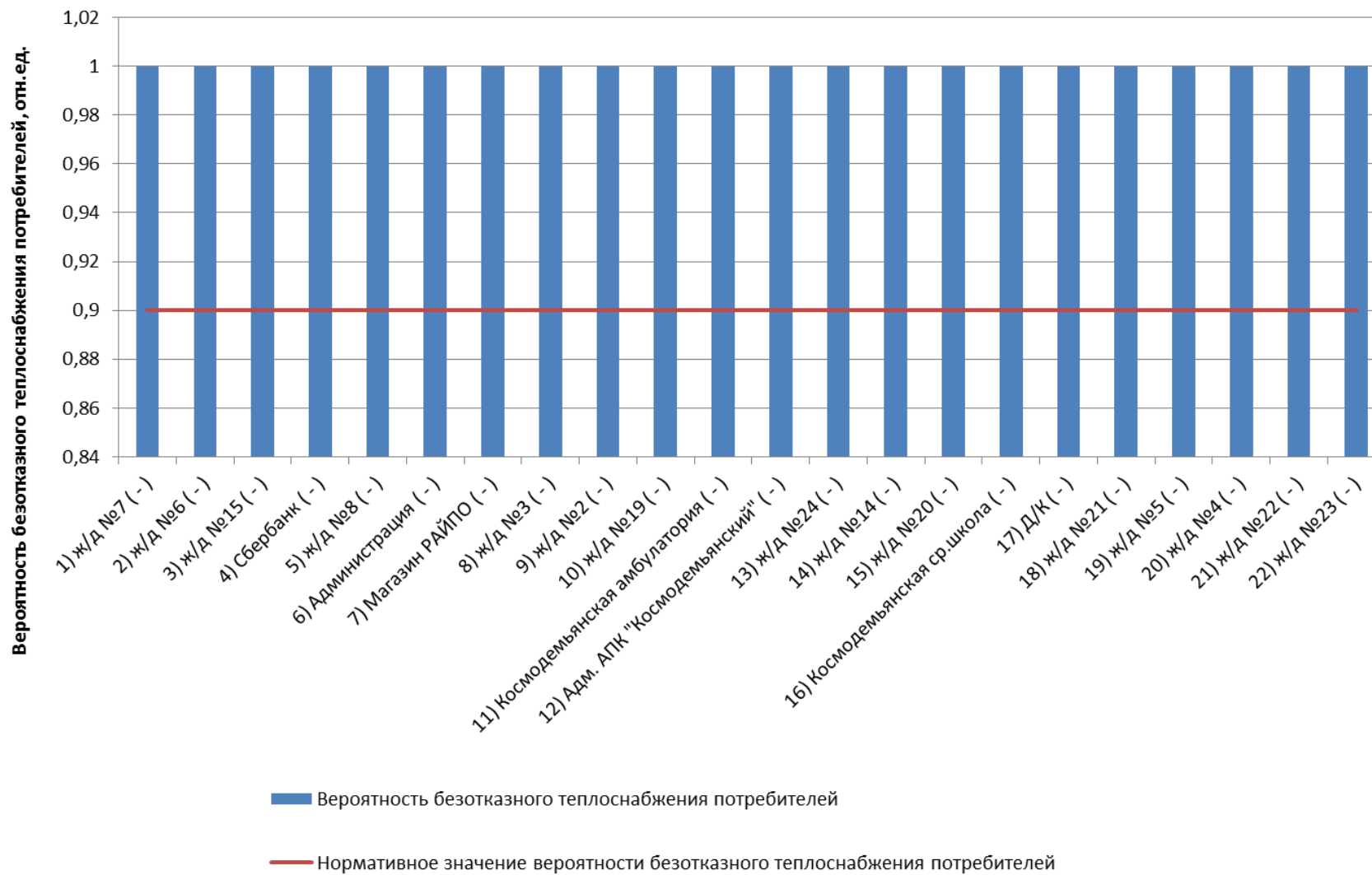


Рисунок 10.25 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Космодемьянский

### 10.6.6 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Колодкино

Таблица 10.14 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Колодкино

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Колодкино - ж/д №90	38	0,027	10	0,0000114	0,0000004	3,707467	0,269726	0,0000016

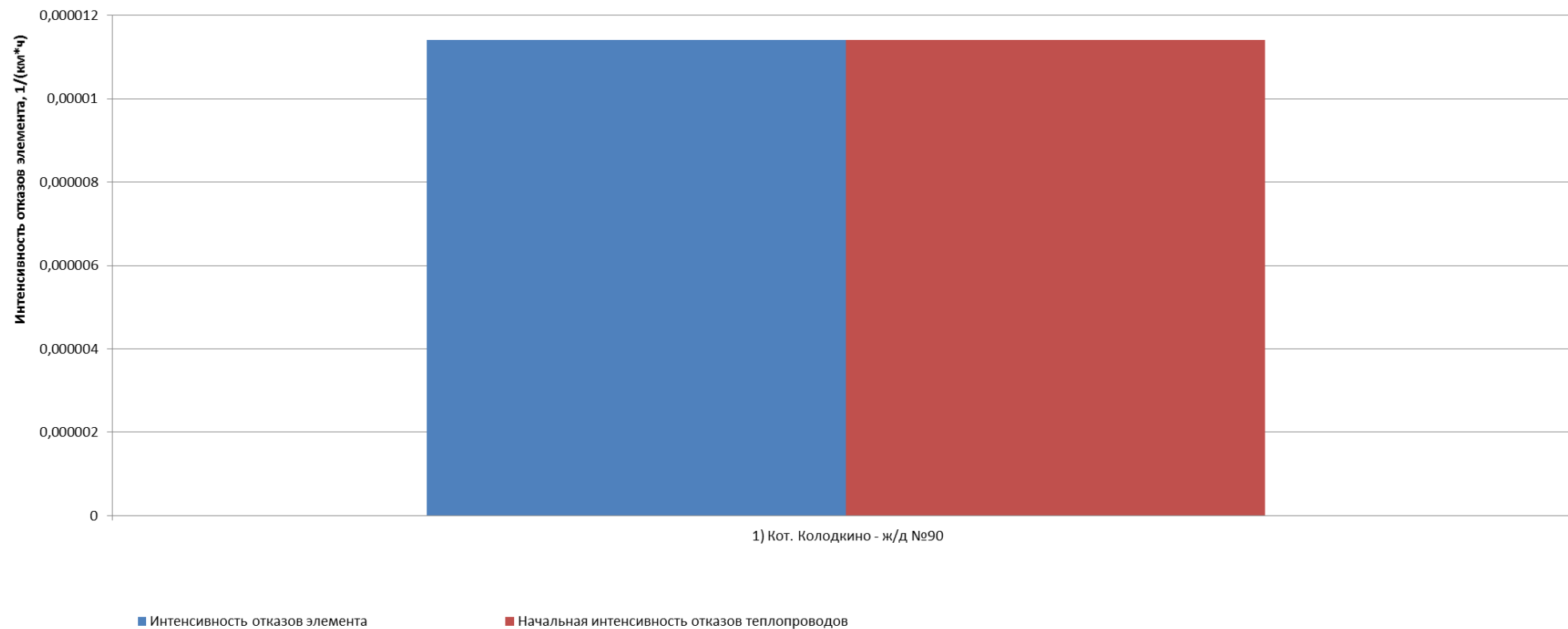


Рисунок 10.26 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной д. Колодкино

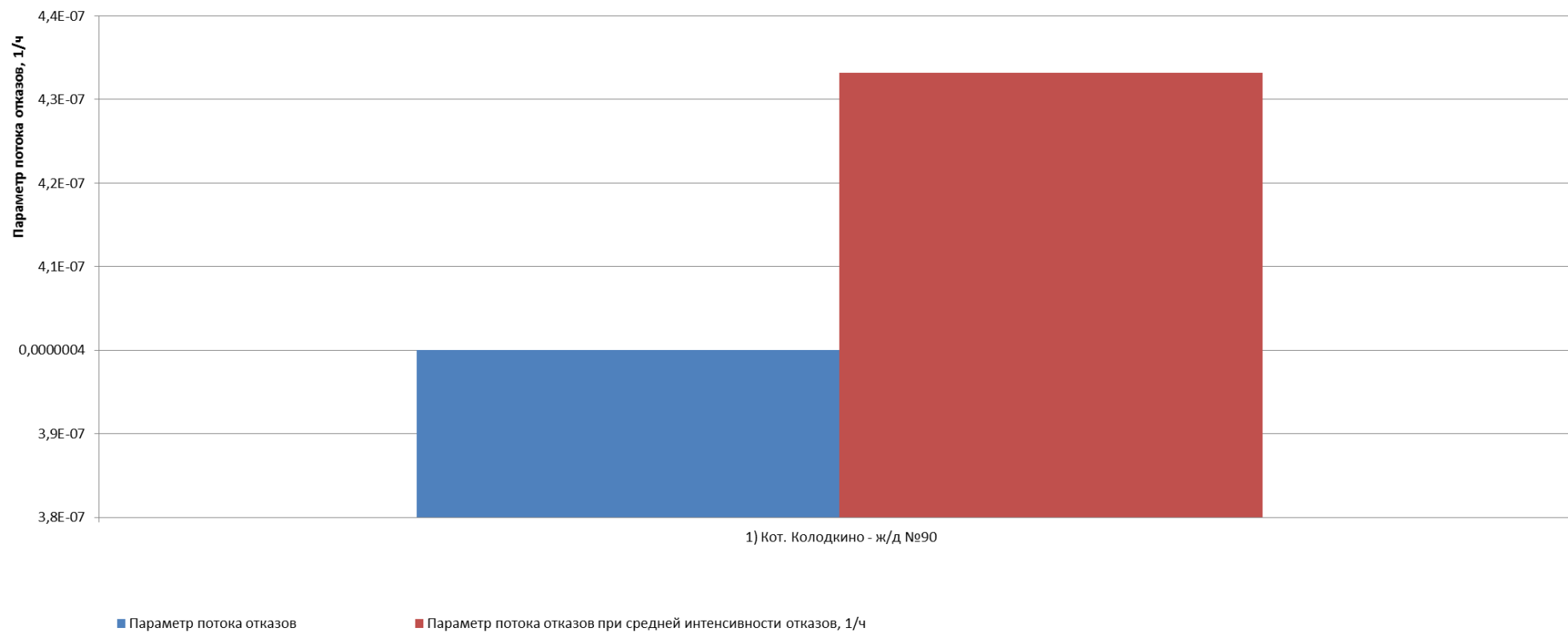


Рисунок 10.27 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Колодкино

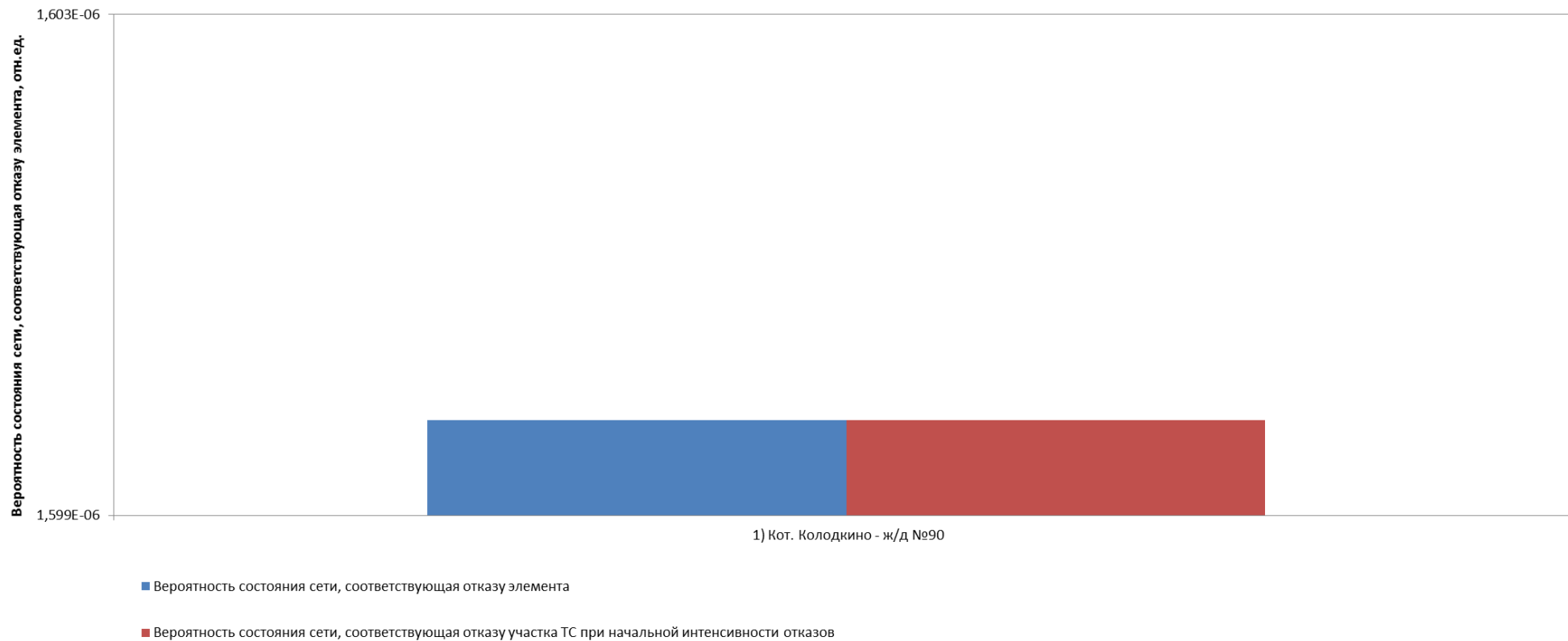
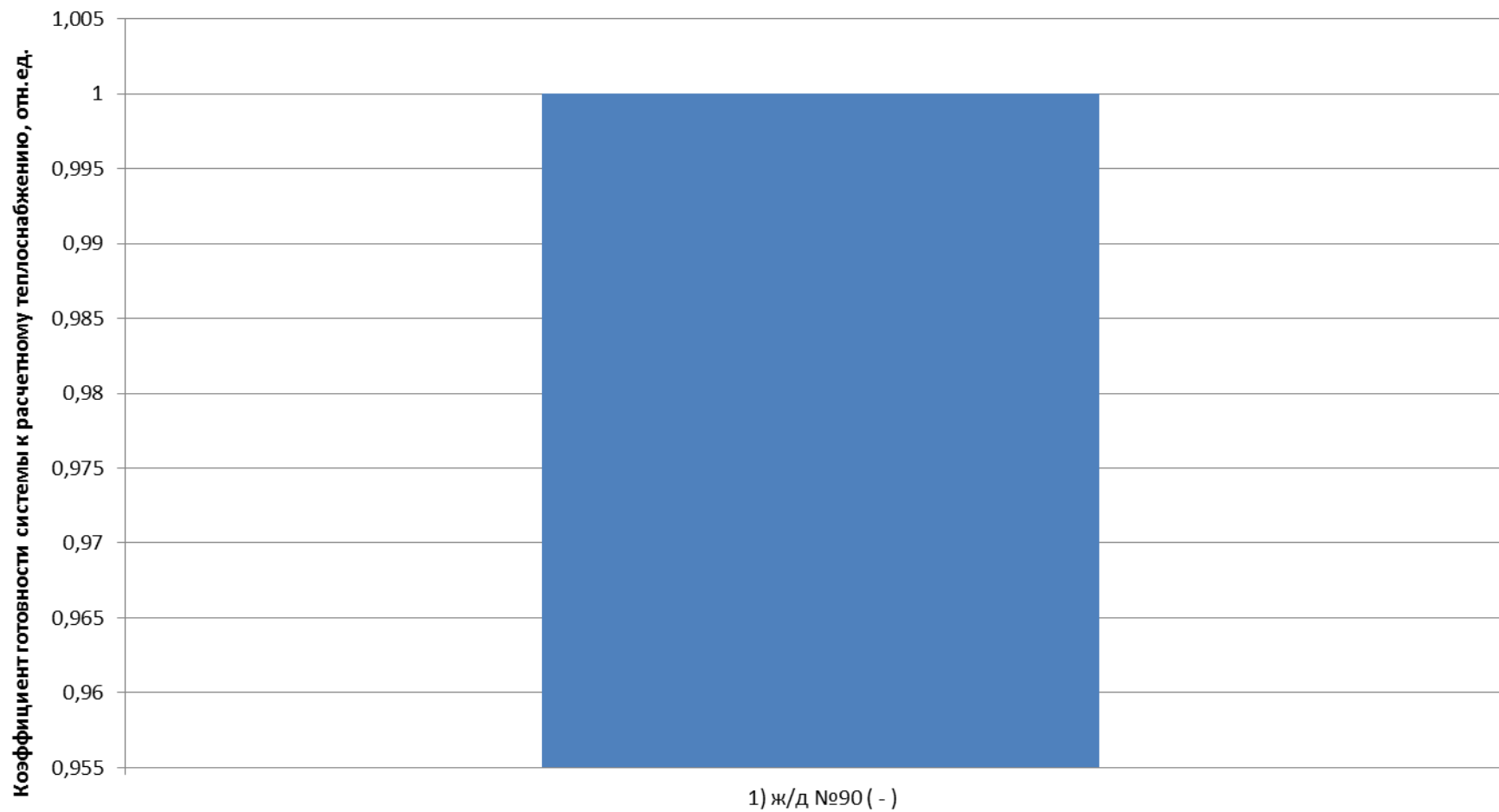


Рисунок 10.28 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Колодкино

Таблица 10.15 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Колодкино

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой ак- кумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Козф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ж/д №90 ( - )	0,09309384	0	60	12	1	1	0,0003



■ Кoeffициент готовности системы к расчетному теплоснабжению

— Нормативное значение кoeffициента готовности системы к теплоснабжению потребителей

Рисунок 10.29 - Сопоставление кoeffициентов готовности с нормативным значением котельной д. Колодкино

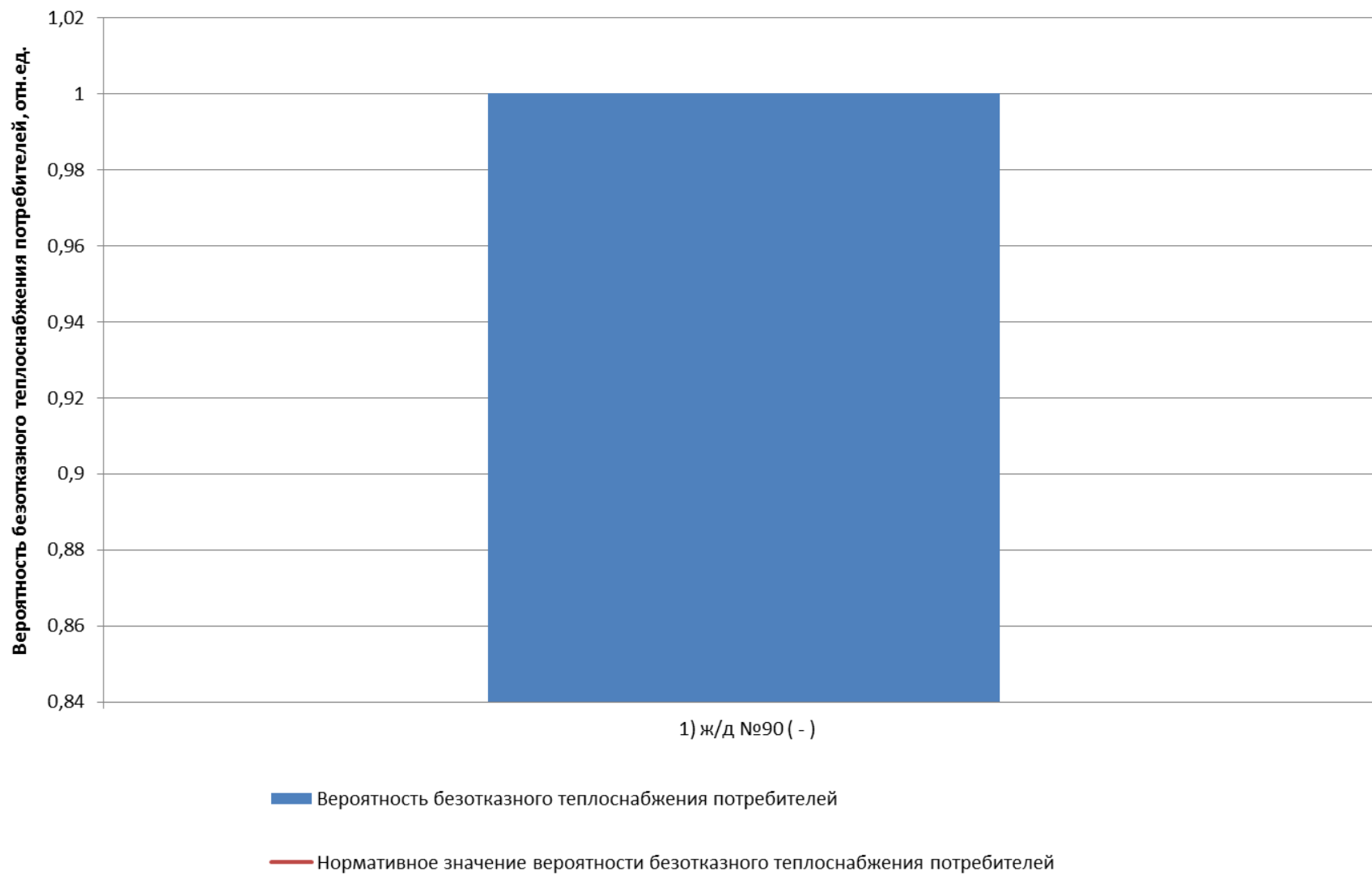


Рисунок 10.30 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Колодкино



### 10.6.7 Оценка надежности теплоснабжения от котельной с. Богородское

Таблица 10.16 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной с. Богородское

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Богородское - УТ-2	13	0,04	10	0,0000114	0,0000001	4,181333	0,239158	0,0000006
2) УТ-2 - Клуб	5	0,04	10	0,0000114	0,0000001	4,181333	0,239158	0,0000002
3) УТ-2 - УТ-1	65	0,04	10	0,0000114	0,0000007	4,181333	0,239158	0,0000031
4) УТ-1 - ж/д №1	10	0,027	10	0,0000114	0,0000001	3,70675	0,269778	0,0000004
5) УТ-1 - ж/д №2	13	0,027	10	0,0000114	0,0000001	3,70675	0,269778	0,0000005
6) УТ-1 - ж/д №3	25	0,027	10	0,0000114	0,0000003	3,70675	0,269778	0,0000011

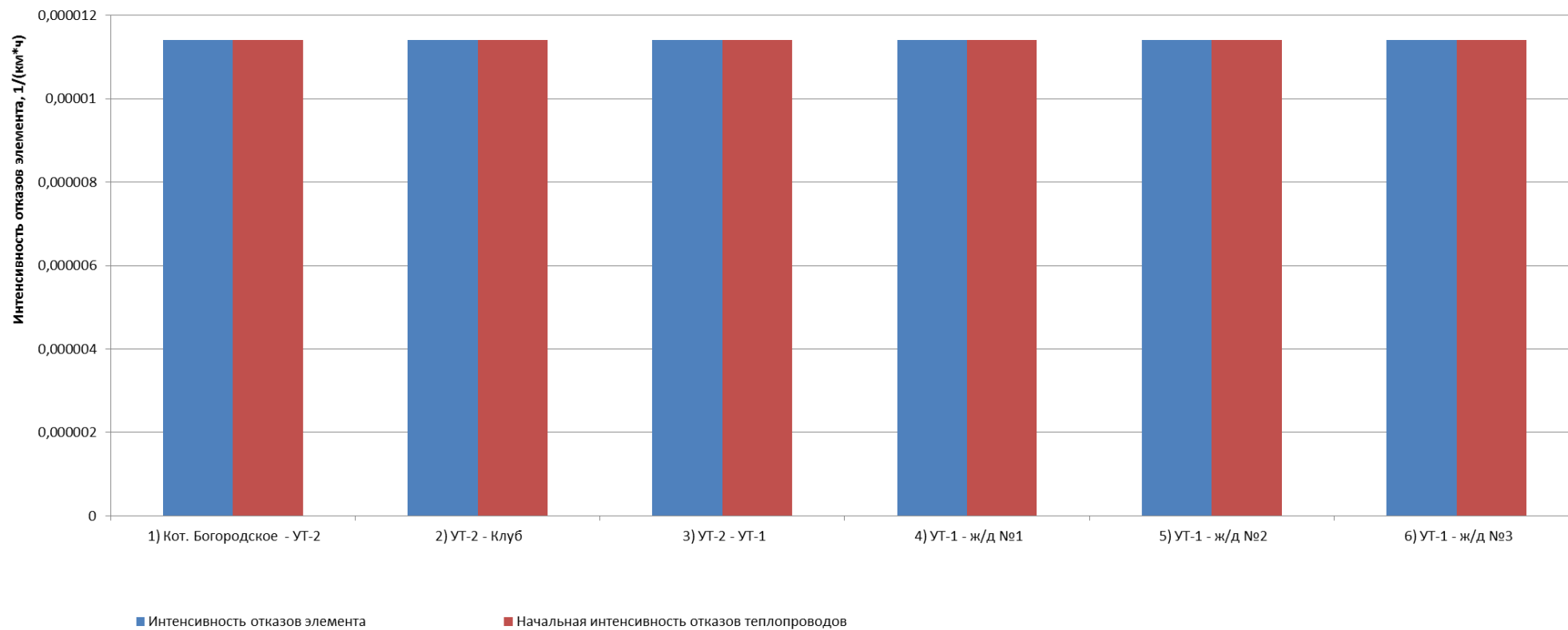


Рисунок 10.31 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной с. Богородское

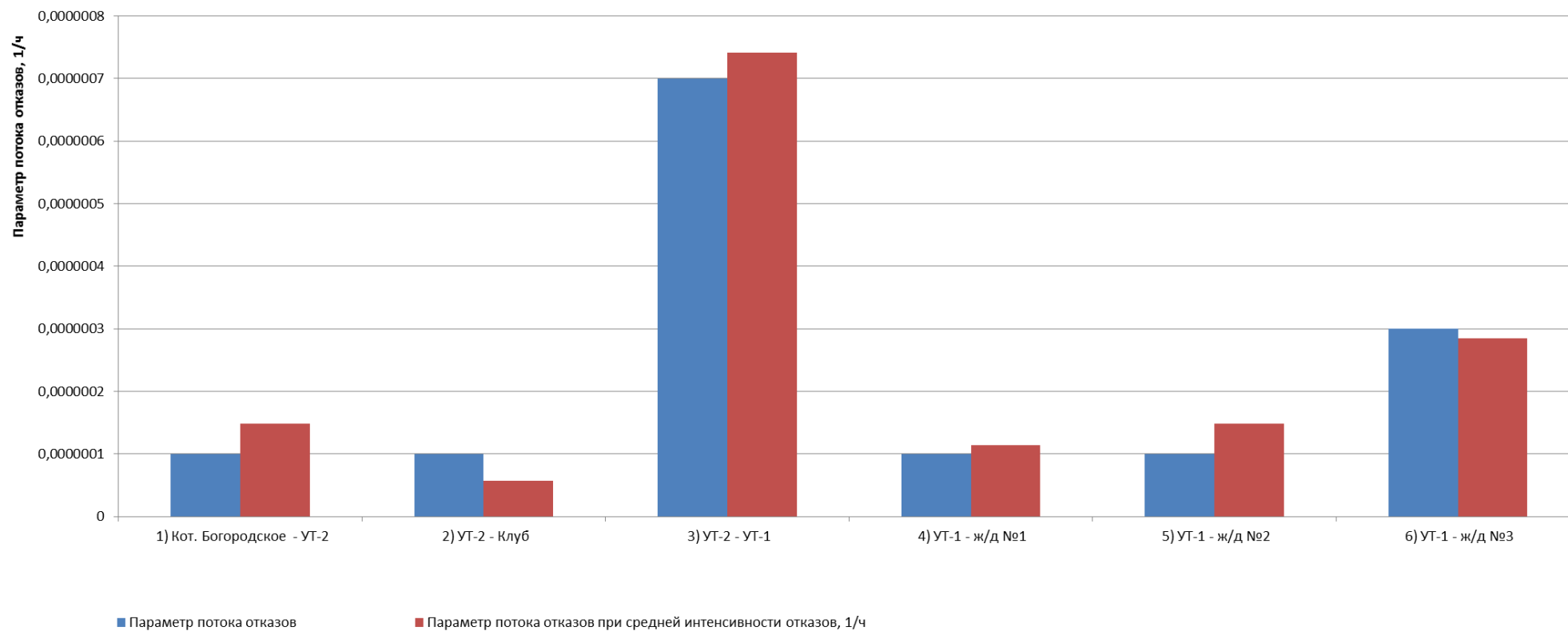


Рисунок 10.32 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной с. Богородское

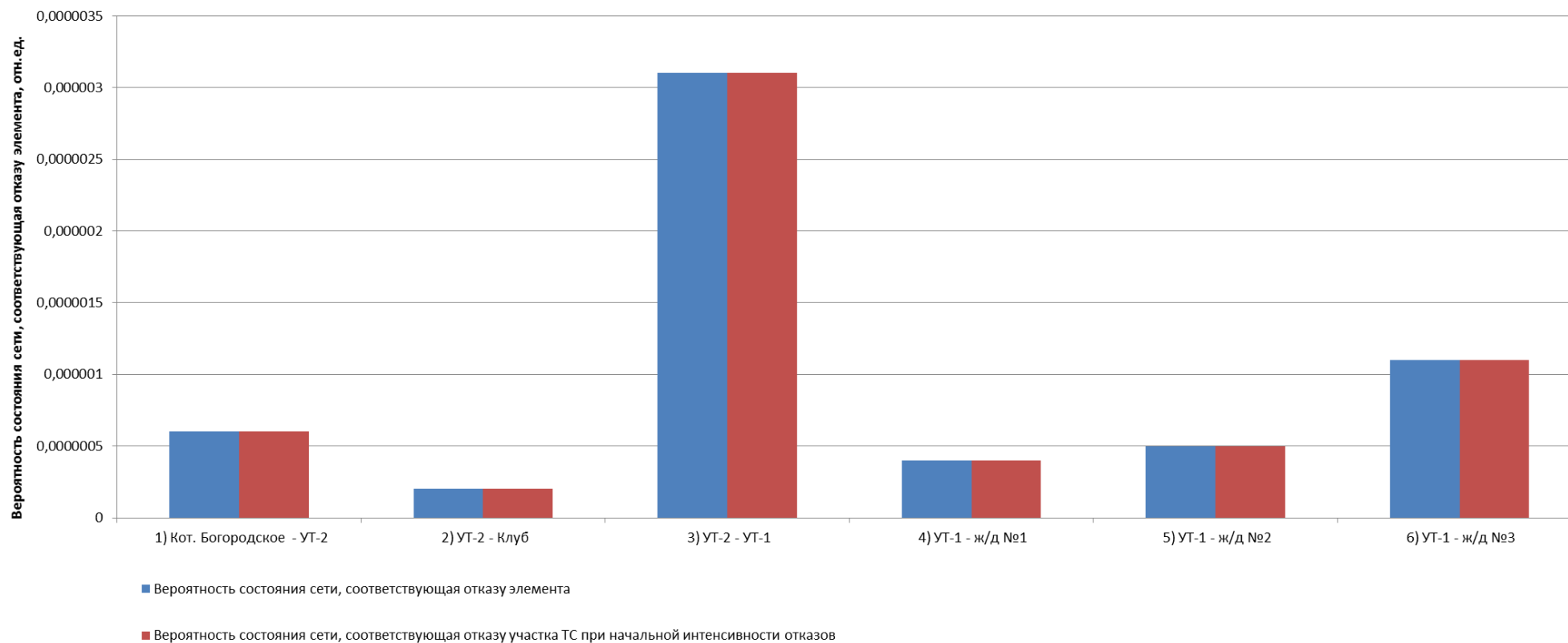


Рисунок 10.33 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной с. Богородское

Таблица 10.17 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной с. Богородское

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой ак- кумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Козф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) Клуб (-)	0,0403218	0	60	12	1	0,999995	0,0005
2) ж/д №1 (-)	0,067703651	0	60	12	1	0,999998	0,0008
3) ж/д №2 (-)	0,067703651	0	60	12	1	0,999998	0,0008
4) ж/д №3 (-)	0,067703651	0	60	12	1	0,999999	0,0008

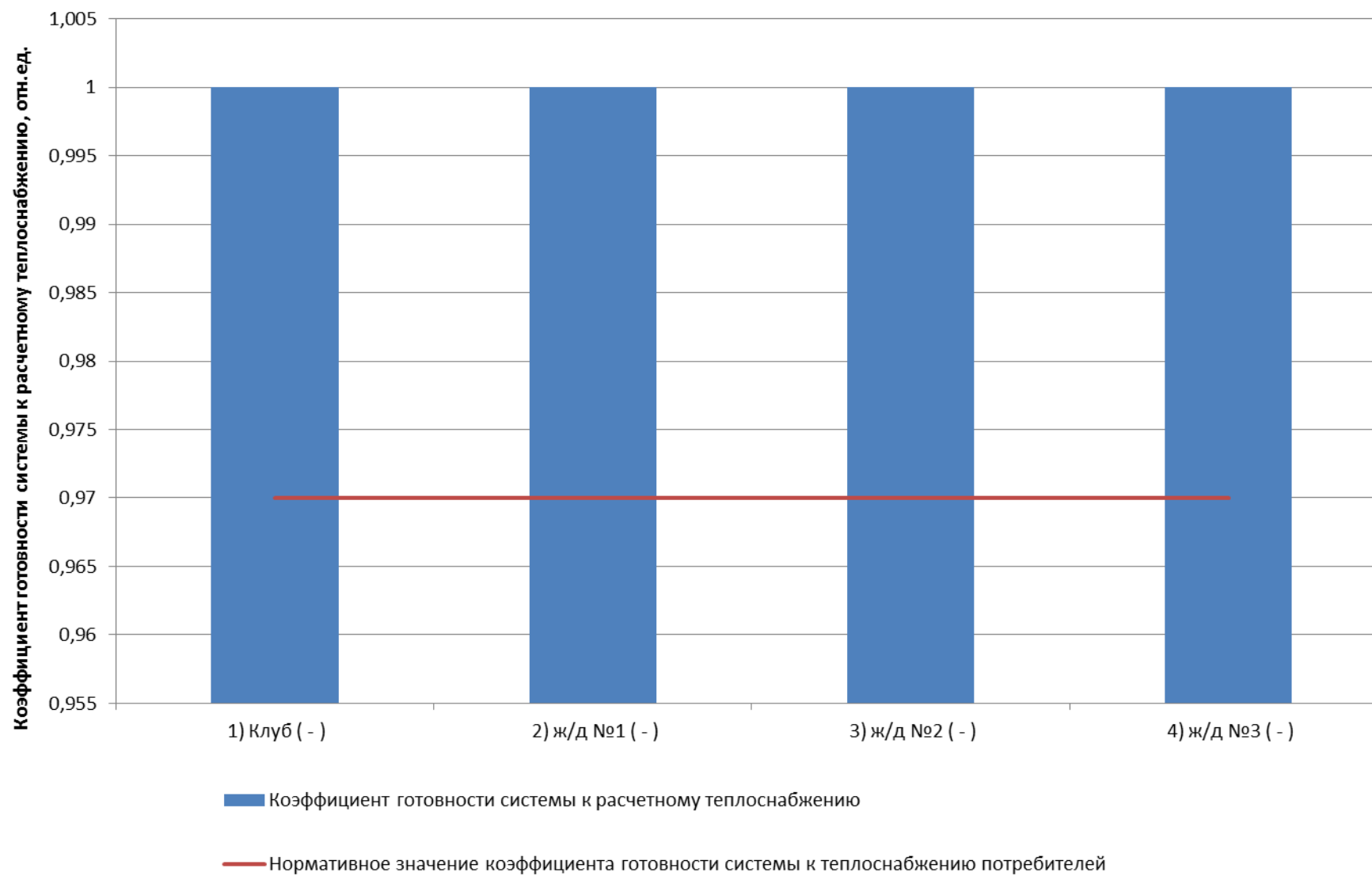


Рисунок 10.34 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной с. Богородское

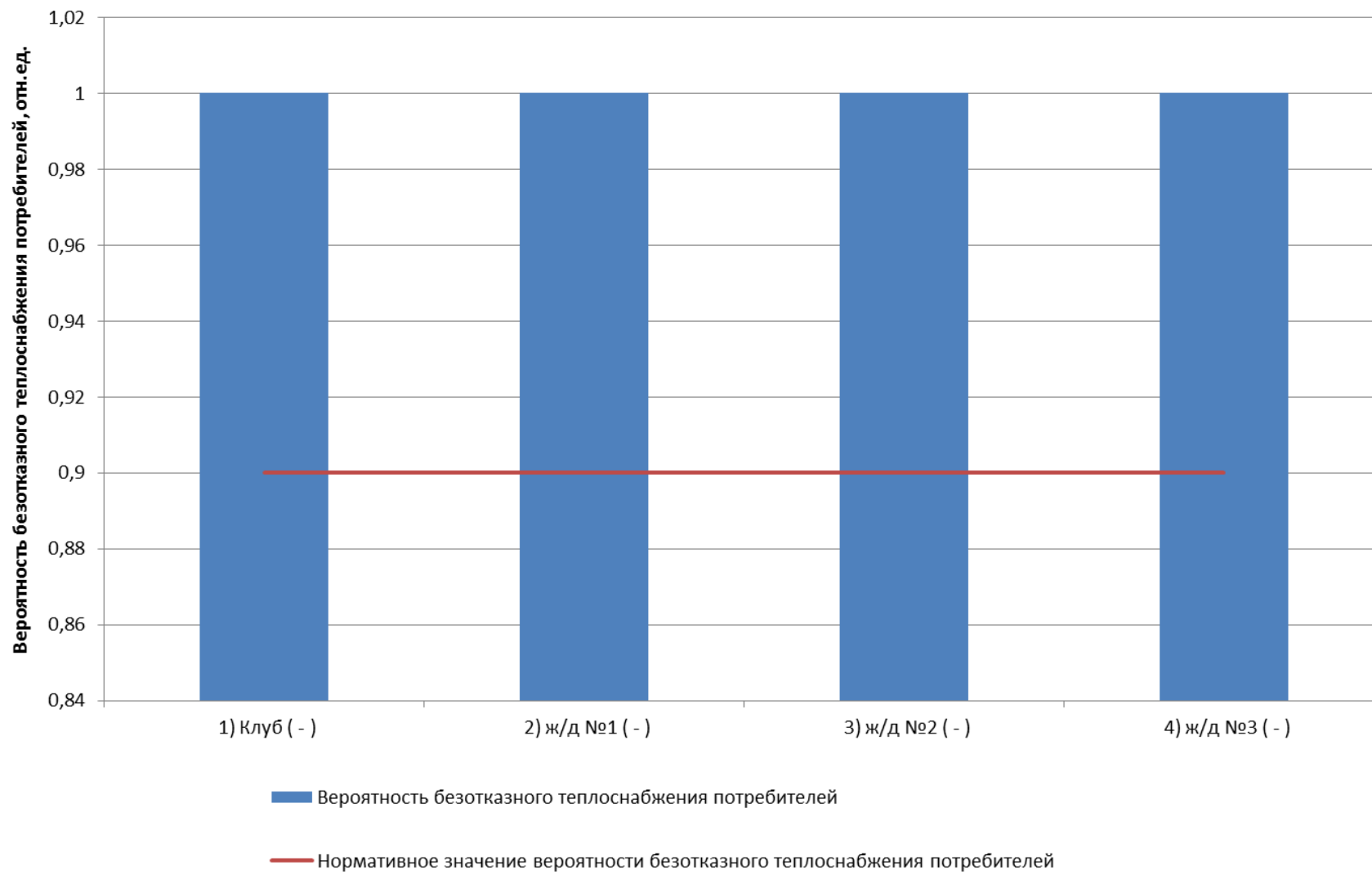


Рисунок 10.35 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной с. Богородское

### 10.6.8 Оценка надежности теплоснабжения от котельной Дорохово-1

Таблица 10.18 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной Дорохово-1

Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
1) Кот. Мишинка - УТ-12	88	0,207	1	0,0000181	0,0000016	11,89122	0,084096	0,0000189
2) УТ-12 - ж/д №70	11	0,051	1	0,0000181	0,0000002	4,621872	0,216363	0,0000009
3) УТ-12 - УТ-11	60	0,207	1	0,0000181	0,0000011	11,89122	0,084096	0,0000129
4) УТ-11 - ж/д №71	25	0,051	1	0,0000181	0,0000005	4,619717	0,216463	0,0000021
5) УТ-11 - УТ-10	60	0,207	1	0,0000181	0,0000011	11,89122	0,084096	0,0000129
6) УТ-10 - УТ-9	80	0,082	1	0,0000181	0,0000014	5,915914	0,169036	0,0000085
7) УТ-9 - ВЗУ	100	0,051	1	0,0000181	0,0000018	4,603091	0,217245	0,0000083
8) УТ-10 - УТ-4	48	0,207	1	0,0000181	0,0000009	11,89122	0,084096	0,0000103
9) УТ-8 - УТ-1	70	0,15	1	0,0000181	0,0000013	9,010689	0,110979	0,0000114
10) УТ-1 - УТ-2	63,5	0,1	1	0,0000181	0,0000011	6,729178	0,148607	0,0000077
11) УТ-1 - ж/д №79	20	0,082	1	0,0000181	0,0000004	5,932244	0,16857	0,0000021
12) УТ-8 - УТ-7	57	0,15	1	0,0000181	0,000001	9,010689	0,110979	0,0000093
13) УТ-7 - ж/д №76	12	0,051	1	0,0000181	0,0000002	4,621718	0,21637	0,000001
14) УТ-13 - УТ-3	15	0,082	1	0,0000181	0,0000003	5,933605	0,168532	0,0000016
15) УТ-13 - УТ-6	43,5	0,15	1	0,0000181	0,0000008	9,010689	0,110979	0,0000071
16) УТ-6 - ж/д №68	15	0,082	1	0,0000181	0,0000003	5,933605	0,168532	0,0000016
17) УТ-6 - УТ-5	100	0,1	1	0,0000181	0,0000018	6,716573	0,148885	0,0000121
18) УТ-5 - ж/д №1	15	0,051	1	0,0000181	0,0000003	4,616792	0,216601	0,0000013
19) УТ-5 - ж/д №2	29	0,051	1	0,0000181	0,0000005	4,616792	0,216601	0,0000024
20) УТ-9 - ж/д №78	33	0,051	1	0,0000181	0,0000006	4,603091	0,217245	0,0000027
21) УТ-4 - УТ-8	59,5	0,15	1	0,0000181	0,0000011	9,010689	0,110979	0,0000097



Наименование участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр трубопровода, м	Период эксплуатации, лет	Интенсивность отказов, 1/(км*ч)	Поток отказов, 1/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Вероятность отказа
22) УТ-7 - УТ-13	30	0,15	1	0,0000181	0,0000005	9,010689	0,110979	0,0000049
23) УТ-3 - ж/д №69	5	0,051	1	0,0000181	0,0000001	4,622796	0,216319	0,0000004
24) УТ-2 - ж/д №80	20	0,082	1	0,0000181	0,0000004	5,932244	0,16857	0,0000021

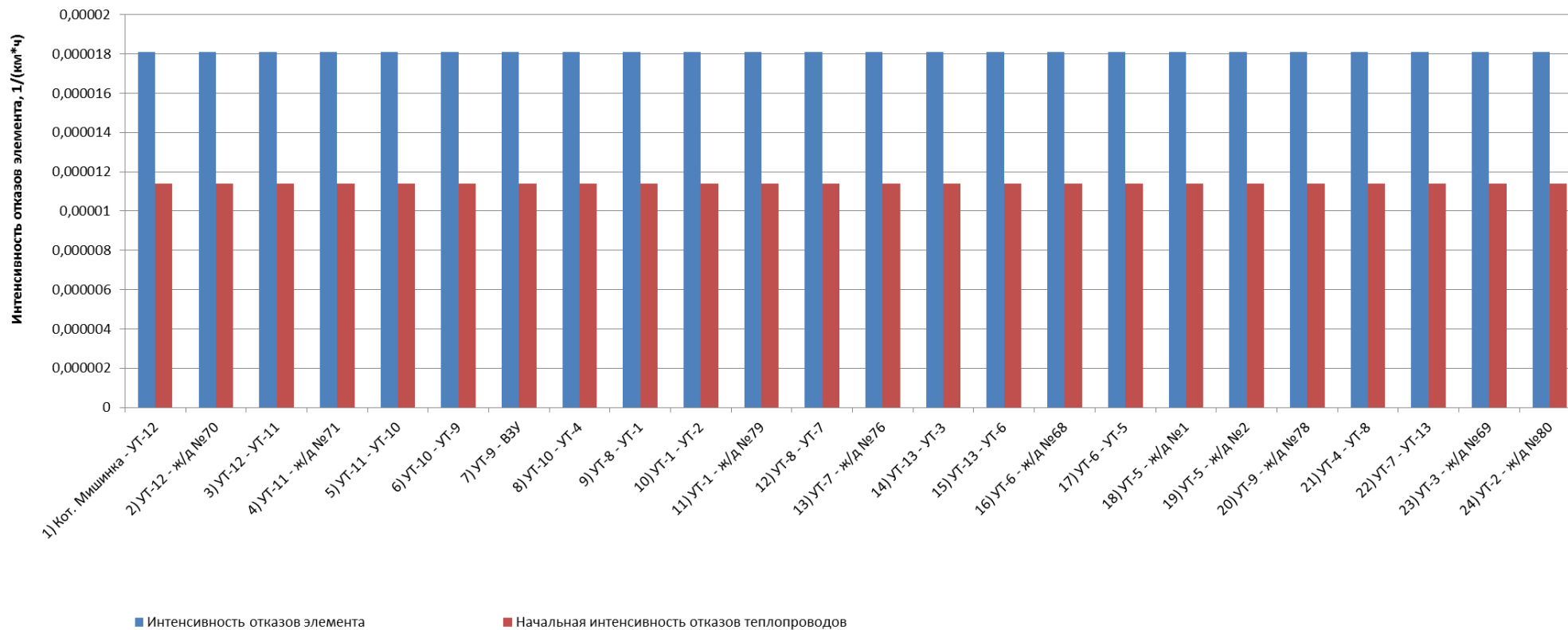


Рисунок 10.36 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной Дорохово-1

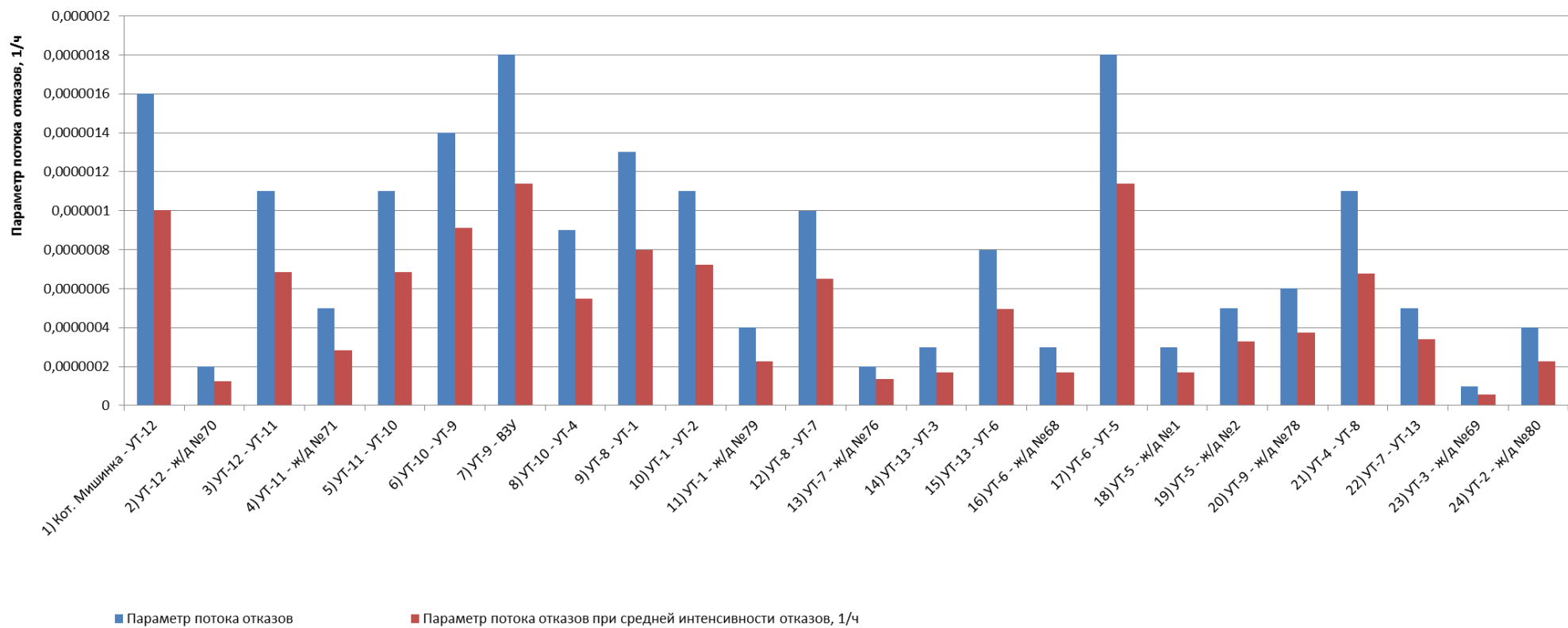


Рисунок 10.37 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной Дорохово-1

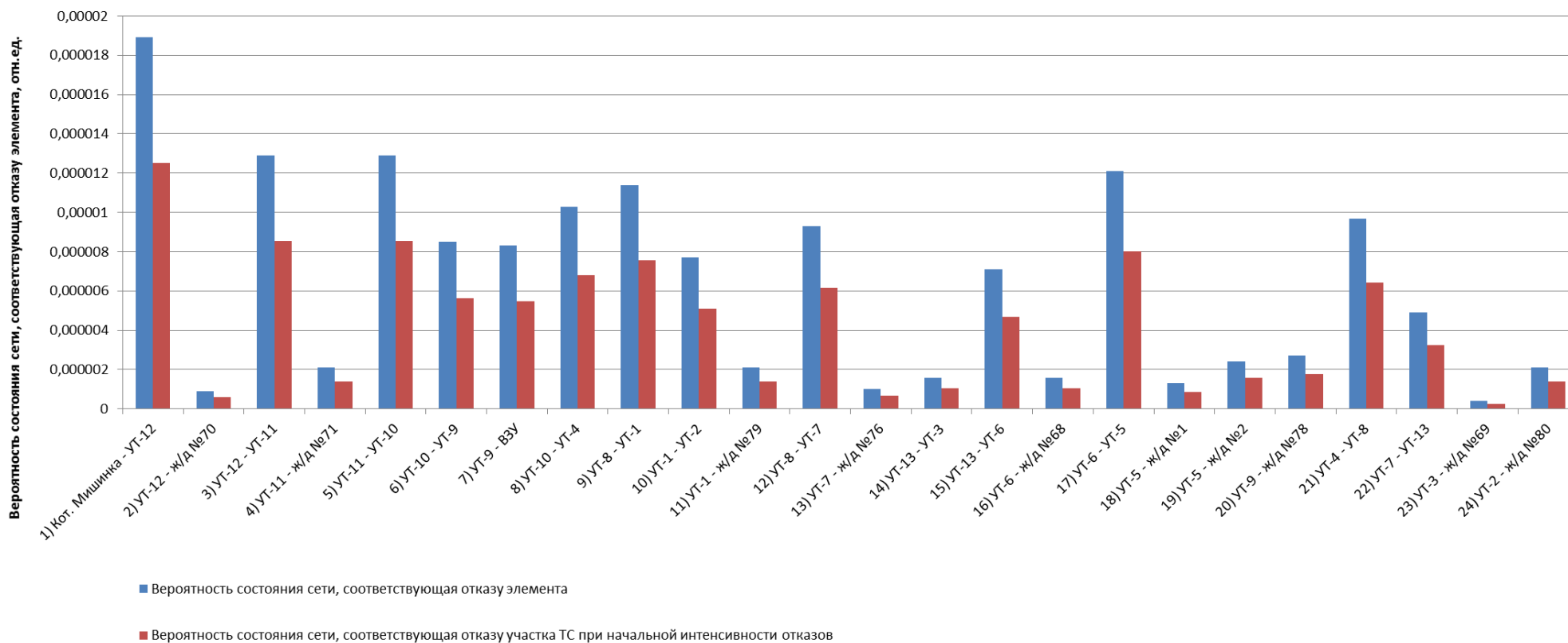


Рисунок 10.38 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной Дорохово-1

Таблица 10.19 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной Дорохово-1

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой ак- кумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Козф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ж/д №70 ( - )	0,027592844	0	60	12	0,999792	0,999849	0,0087
2) ж/д №71 ( - )	0,009957834	0	60	12	0,999649	0,99985	0,0031
3) ВЗУ ( - )	0,1	0	60	12	0,999507	0,999864	0,0314
4) ж/д №80 ( - )	0,098280469	0	60	12	0,999394	0,999879	0,0308
5) ж/д №79 ( - )	0,098280469	0	60	12	0,999394	0,999871	0,0308
6) ж/д №76 ( - )	0,025109663	0	60	12	0,999394	0,999868	0,0079
7) ж/д №69 ( - )	0,027592844	0	60	12	0,999394	0,999873	0,0087
8) ж/д №68 ( - )	0,03051983	0	60	12	0,999394	0,99988	0,0096
9) ж/д №1 ( - )	0,038170832	0	60	12	0,999394	0,999892	0,012
10) ж/д №2 ( - )	0,04960668	0	60	12	0,999394	0,999893	0,0156
11) ж/д №78 ( - )	0,025348689	0	60	12	0,999507	0,999859	0,008

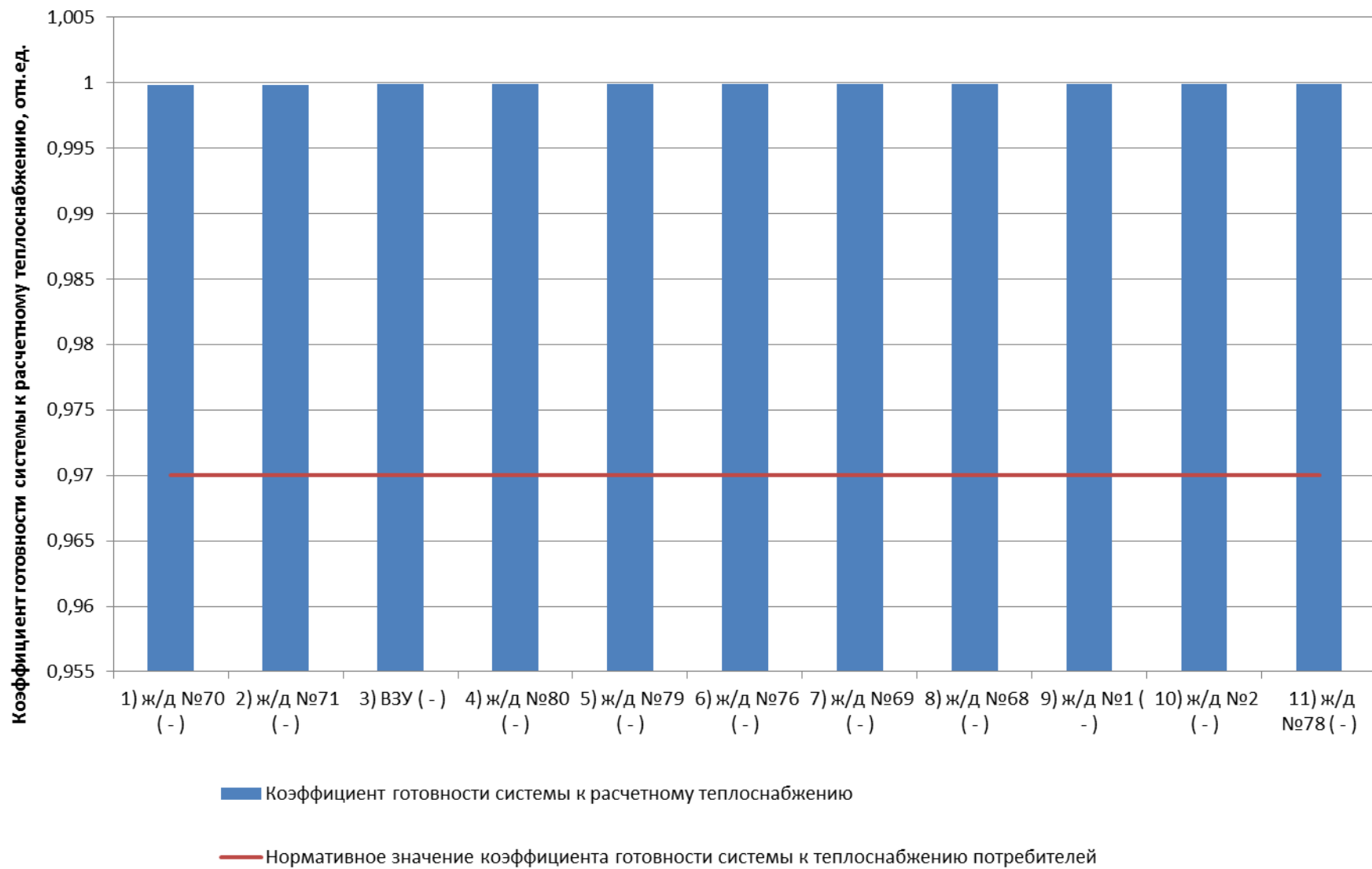


Рисунок 10.39 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной Дорохово-1

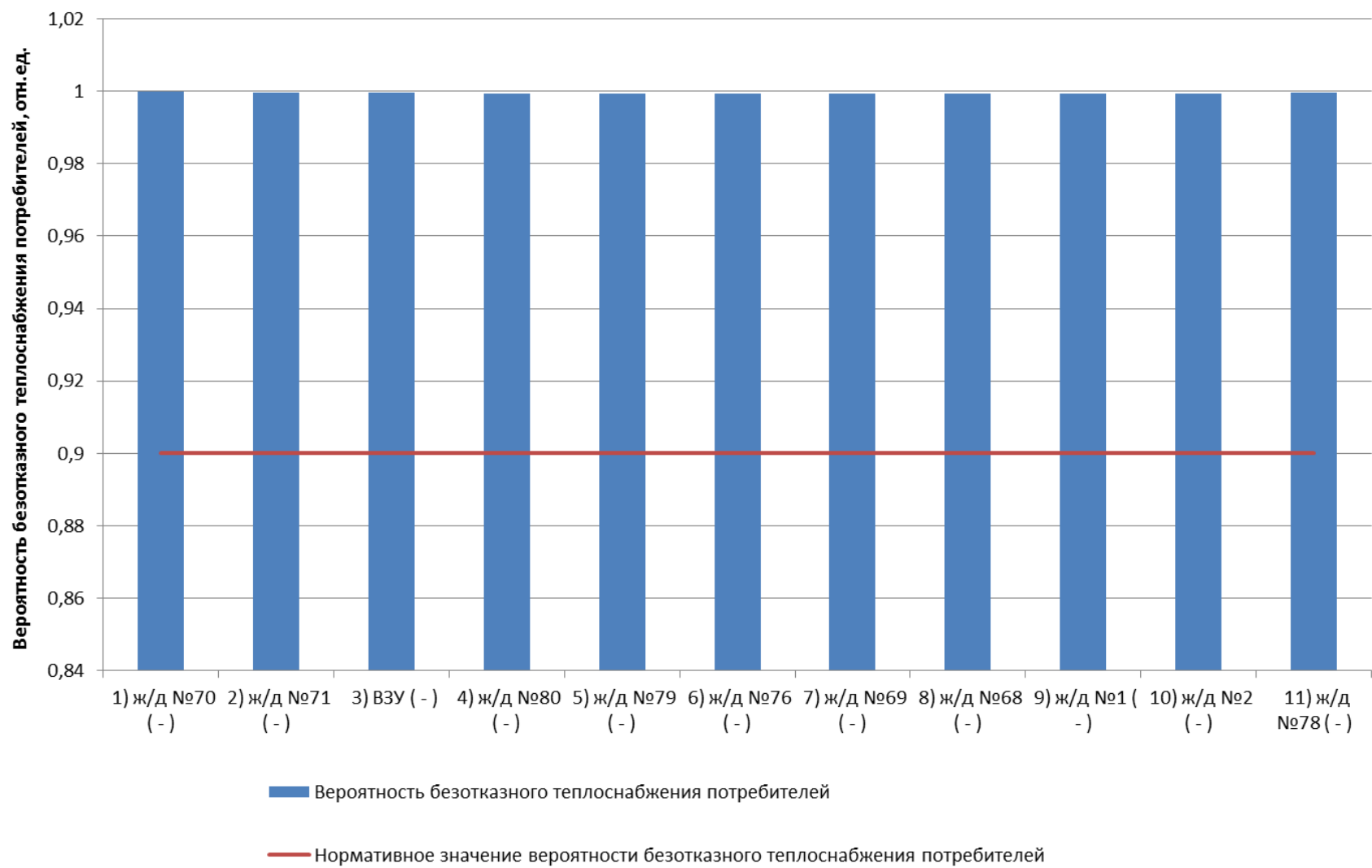


Рисунок 10.40 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной Дорохово-1

## 10.7 Выводы по обеспечению нормативной надежности и безопасности теплоснабжения

Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности и безопасности теплоснабжения приводятся ниже.

Вероятностные показатели надежности должны удовлетворять нормативным значениям:

$$K_j \geq K_r, j \in J \quad (1)$$

$$P_j \geq P_{тс}, j \in J \quad (2)$$

где:  $K_r = 0,97$  – нормативное значение коэффициента готовности;

$P_{тс} = 0,9$  – нормативное значение вероятности температуры воздуха в зданиях  $j$ -го потребителя не опустится ниже граничного значения теплоснабжения потребителей;

$J$  – множество узлов расчетной схемы ТС, к которым подключены потребители тепловой энергии.

В разрабатываемой схеме теплоснабжения сельского поселения Дороховское до 2030 г. предусмотрены инвестиции на реконструкцию участков тепловых сетей, в первую очередь имеющих повышенный срок эксплуатации (свыше 17 лет), то есть являющихся потенциально опасными.

Предлагается предусмотреть инвестиции на реконструкцию участков тепловых сетей котельных, приведенных в таблице 10.20.

Таблица 10.20 - Котельные с тепловыми сетями, имеющими длительный срок эксплуатации

№ п/п	Наименование котельной
1	п. Дорохово, ул. Московская, д.8, стр.1

Приведенный выше список котельных сформирован на основании исходных данных и анализа результатов оценки надежности теплоснабжения.

Рекомендуется при реконструкции существующих теплопроводов применять предизолированные трубопроводы в пенополиуретановой (ППУ) изоляции. Для сокращения времени устранения аварий на тепловых сетях и снижения выбросов теплоносителя в атмосферу и др. последствий, неразрывно связанных с авариями на теплопроводах, рекомендуется применять систему оперативно-дистанционного контроля (ОДК).

Предлагаемые к реконструкции участки тепловых сетей источников теплоснабжения сельского поселения Дороховское приведены в главе 7 «Предложения по строительству, реконструкции тепловых сетей» обосновывающих материалов схемы теплоснабжения.