



Сельское поселение Колюбакинское Рузского муниципального района
Московской области

Схема теплоснабжения
сельского поселения Колюбакинское
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.

2015 г.
Москва

СОДЕРЖАНИЕ

10	ГЛАВА. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	3
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 КОЛЮБАКИНСКОЕ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ ООО «РУЗСКАЯ ТЕПЛОВАЯ КОМПАНИЯ»	24
10.6.1	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1.....</i>	<i>24</i>
10.6.2	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25...31</i>	<i>31</i>
10.6.3	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а</i>	<i>41</i>
10.6.4	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)</i>	<i>48</i>
10.6.5	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»</i>	<i>55</i>
10.6.6	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексева, «Клуб» 62</i>	<i>62</i>
10.6.7	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Поречье, д.28, стр.1</i>	<i>69</i>
10.6.8	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Барынино, д.62</i>	<i>76</i>
10.6.9	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Орешки, д.95.....</i>	<i>83</i>
10.7	Выводы по ОБЕСПЕЧЕНИЮ НОРМАТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	93

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 температуре 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 φ_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 φ_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 φ_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 ϕ_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 ϕ_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_г], 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°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 λ 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 λ 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 наименьшей теплоустойчивостью.

10.4 Основные расчетные зависимости

1. Интенсивность отказов элементов ТС

1.1. Интенсивность отказов теплопровода λ 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;

α – 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]:

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

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^p – 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^{HP} ;

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

β_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):

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

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):

$$P_j = e^{-[p_o \cdot \sum_{f \in F_j} (\omega_f \cdot \tau_{j,f}^{pAB})]}, \quad (14)$$

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_{jmin}^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):

$$t_{j,f}^{\text{pав}} = \frac{t_j^{\text{BP}} - t_{j,\text{min}}^{\text{B}} \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{B}}}{\beta_f}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{B}}}{\beta_f}\right)}}, \quad (15)$$

При $\bar{q}_{j,f} > 0$:

$$t_{j,f}^{\text{pав}} = \frac{t_j^{\text{BP}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}}) - \left(t_{j,\text{min}}^{\text{B}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}})\right) \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{B}}}{\beta_f}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{B}}}{\beta_f}\right)}}, \quad (15a)$$

Здесь $t_{j,\text{min}}^{\text{B}}$ – 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], $t_{j,\text{min}}^{\text{B}}$ – по СП 124.13330-2012.

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

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

Если $t_{j,f}^{\text{pав}}$ 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 $\tau_{j,f}^{\text{pав}}$ берется равной продолжительности отопительного периода.

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

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

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

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

где $\tau^{\text{хол}}$ – продолжительность стояния температуры наружного воздуха ниже расчетной для отопления, ч;

$\tau^{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода, ч;

t^{HP} – средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С.

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

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

где q_j^p – расчетный при t^{HP} часовой расход теплоносителя у j -го потребителя, т/ч;

$g_{j,f}$ – часовой расход теплоносителя у j -го потребителя при отказе f -го элемента, т/ч;

τ_1^p и τ_2^p – расчетные (при t^{HP}) 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 λ .

2. Если статистические данные отсутствуют, по выражениям (4) и (5) определяется интенсивность отказов λ 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 λ 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 оснащенности 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, характеризуемому 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 φ_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 Колюбакинское, эксплуатируемые ООО «Русская тепловая компания»

10.6.1 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1

Таблица 10.4 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.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. Поликлиника (Новая, д.1) - Поликлиника, д.1	50	0,051	45	0,0000226	0,0000011	4,608171	0,217006	0,0000052
2) Кот. Поликлиника (Новая, д.1) - Поликлиника, д. 1а	50	0,051	45	0,0000226	0,0000011	4,608171	0,217006	0,0000052

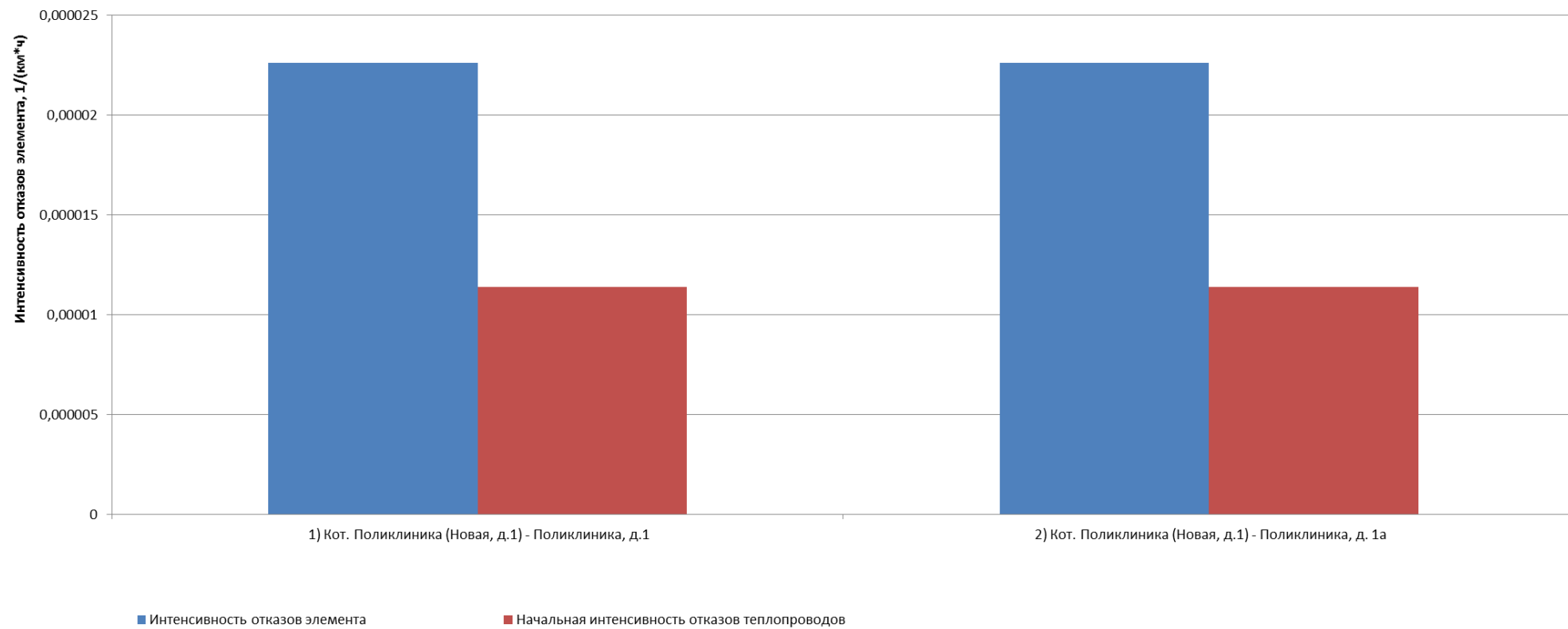


Рисунок 10.1 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1

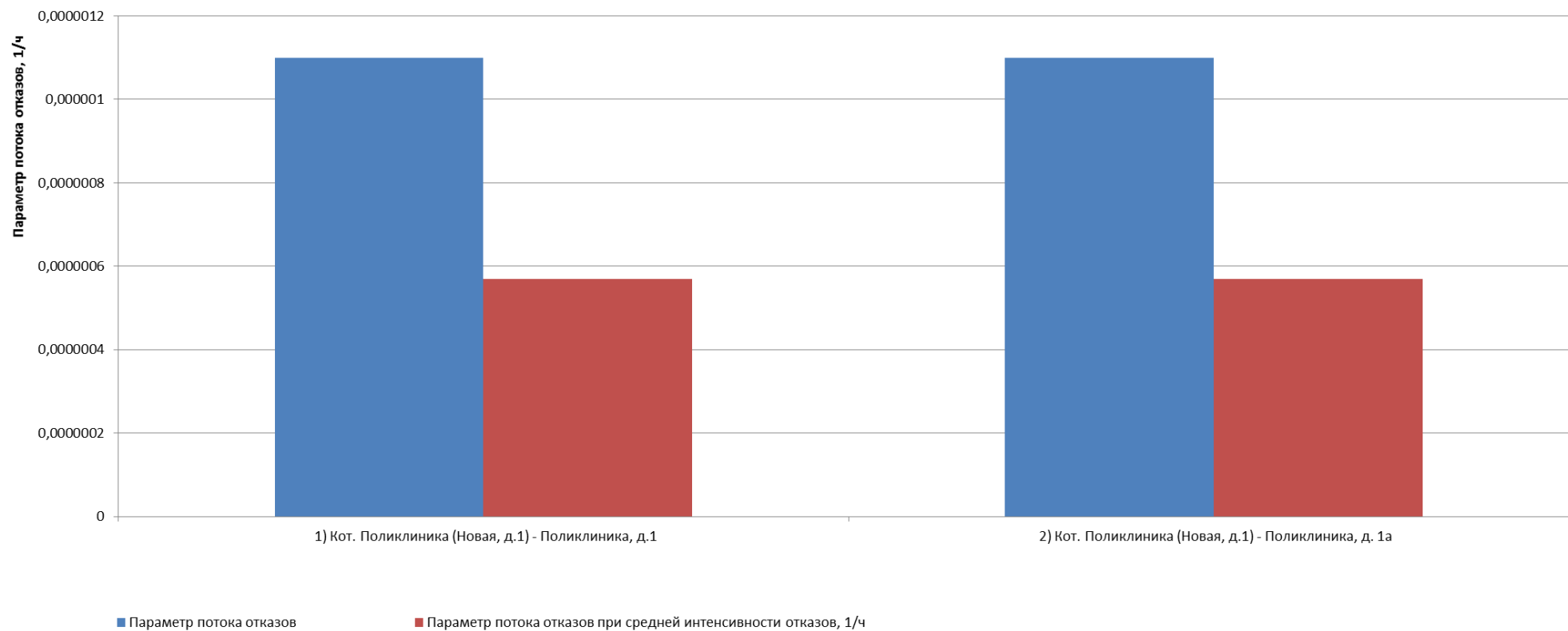


Рисунок 10.2 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1

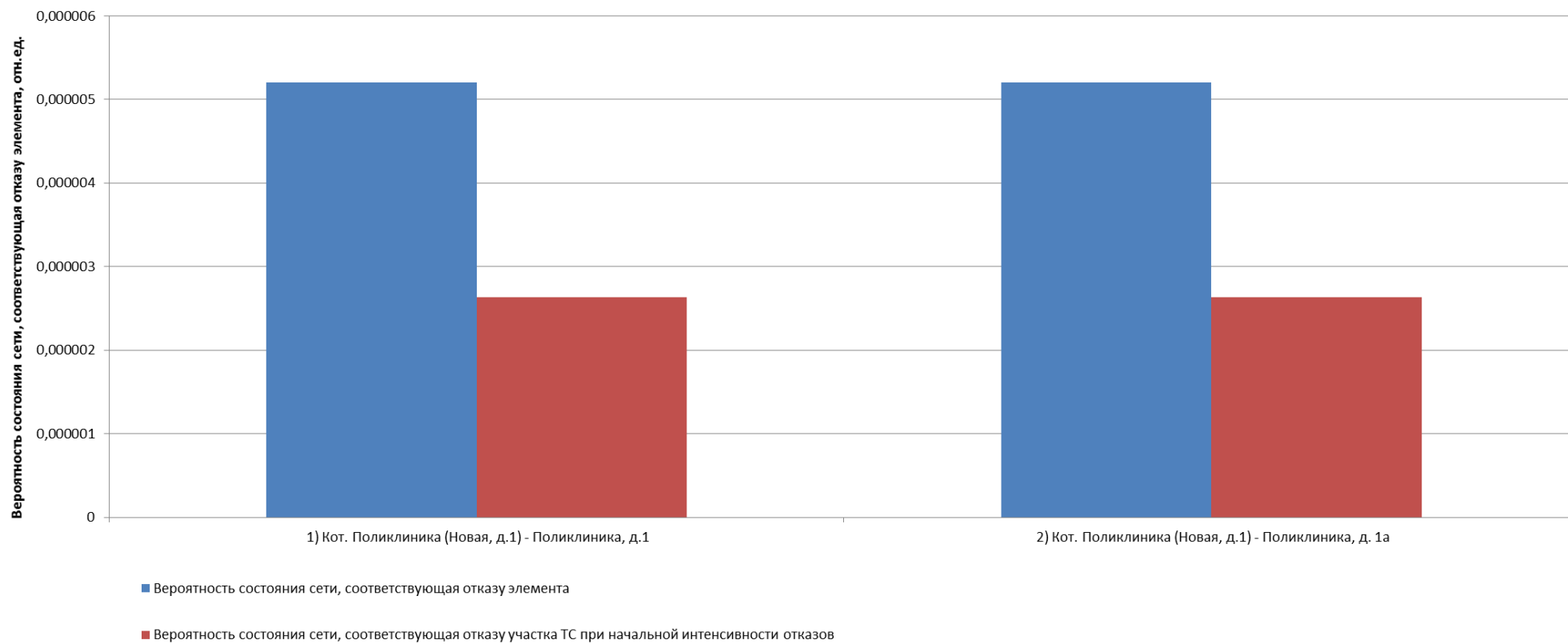


Рисунок 10.3 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колубакинское, ул. Новая, д.1

Таблица 10.5 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колубакинское, ул. Новая, д.1

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) Поликлиника, д.1 (-)	0,052	0	60	12	1	0,999995	0,0007
2) Поликлиника, д. 1а (-)	0,031	0	60	12	1	0,999995	0,0004

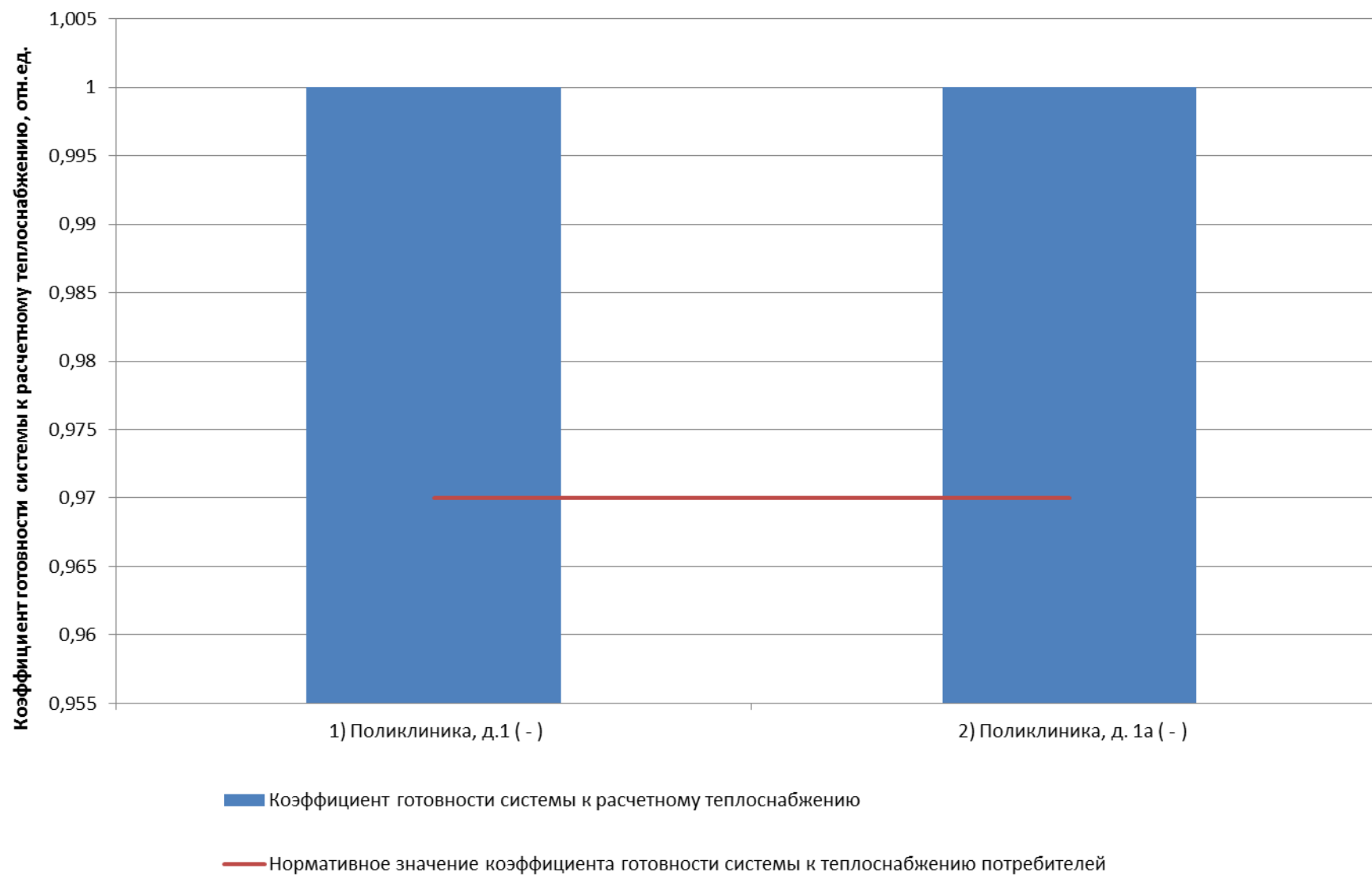


Рисунок 10.4 - Сопоставление кoeffициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1

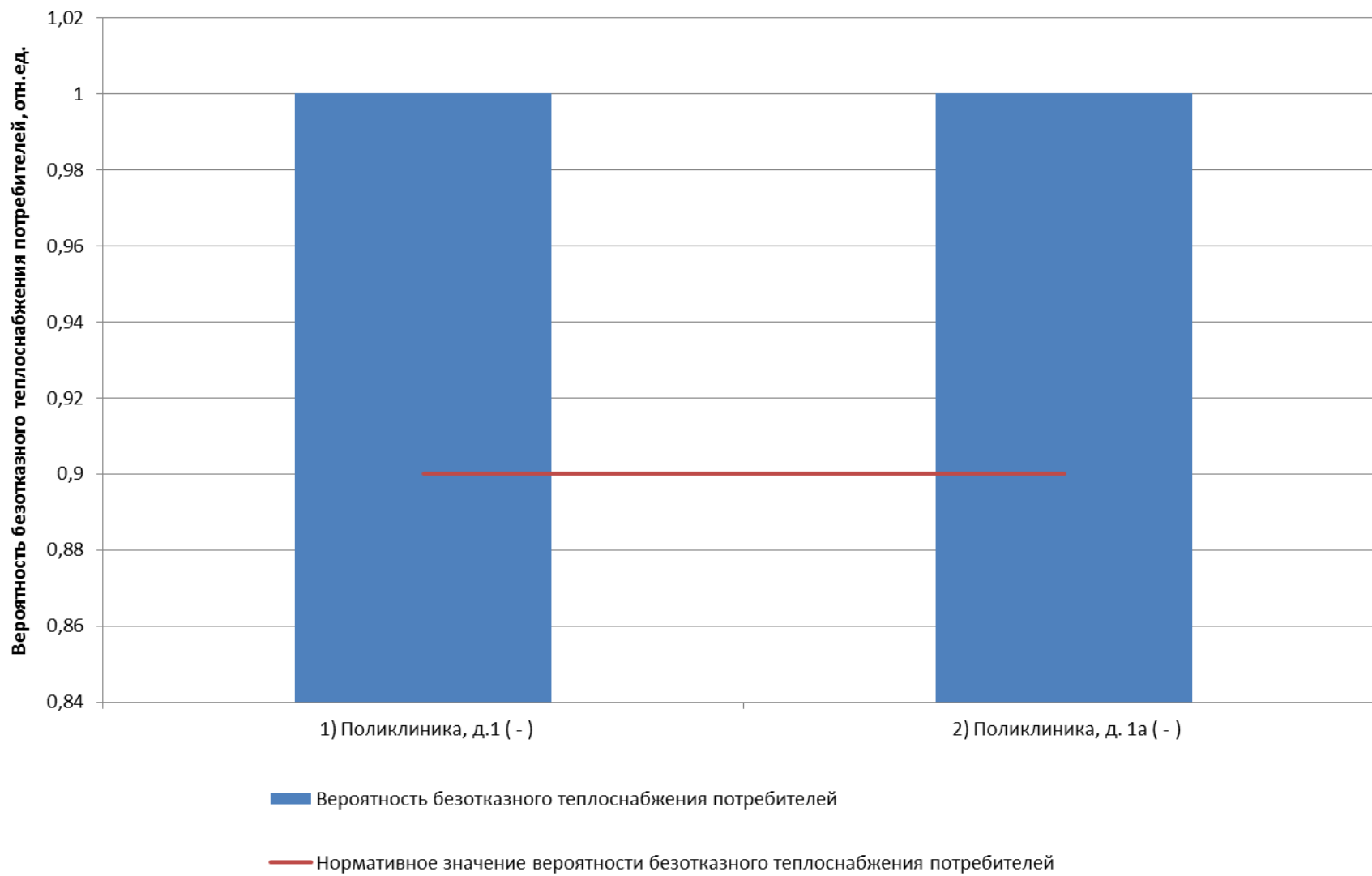


Рисунок 10.5 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1

10.6.2 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

Таблица 10.6 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

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. 2-ая Заводская, д.25 - УТ-41	17	0,259	10	0,0000114	0,0000002	14,893268	0,067144	0,0000029
2) УТ-1 - УТ-2	22	0,207	10	0,0000114	0,0000003	11,800265	0,084744	0,000003
3) УТ-1 - Школа	170	0,07	10	0,0000114	0,0000019	5,376277	0,186002	0,0000104
4) УТ-2 - УТ-3	176	0,207	10	0,0000114	0,000002	11,800265	0,084744	0,0000237
5) УТ-3 - ул. Попова, 32	50	0,07	10	0,0000114	0,0000006	5,40329	0,185072	0,0000031
6) УТ-3 - УТ-4	168	0,207	10	0,0000114	0,0000019	11,800265	0,084744	0,0000226
7) УТ-4 - УТ-5	39	0,1	10	0,0000114	0,0000004	6,710356	0,149023	0,000003
8) УТ-5 - ул. Попова, 16В	14	0,07	10	0,0000114	0,0000002	5,411394	0,184795	0,0000009
9) УТ-5 - УТ-6	79	0,1	10	0,0000114	0,0000009	6,710356	0,149023	0,000006
10) УТ-6 - ул. Попова, 16В	14	0,07	10	0,0000114	0,0000002	5,396987	0,185289	0,0000009
11) УТ-6 - ул. Попова, 30	64	0,07	10	0,0000114	0,0000007	5,396987	0,185289	0,0000039
12) УТ-4 - УТ-7	19	0,15	10	0,0000114	0,0000002	9,052262	0,11047	0,000002
13) УТ-7 - ул. Попова, 16А	65	0,07	10	0,0000114	0,0000007	5,399913	0,185188	0,000004
14) УТ-7 - УТ-8	60	0,15	10	0,0000114	0,0000007	9,052262	0,11047	0,0000062
15) УТ-8 - ул. Попова, 16Б	15	0,07	10	0,0000114	0,0000002	5,411169	0,184803	0,0000009
16) УТ-8 - УТ-9	107	0,15	10	0,0000114	0,0000012	9,052262	0,11047	0,000011
17) УТ-9 - ул. Попова, 16	12	0,082	10	0,0000114	0,0000001	5,934421	0,168508	0,0000008
18) УТ-9 - УТ-10	36	0,125	10	0,0000114	0,0000004	7,904905	0,126504	0,0000032
19) УТ-10 - УТ-11	8	0,125	10	0,0000114	0,0000001	7,904905	0,126504	0,0000007
20) УТ-11 - ул. Попова, 18	11	0,125	10	0,0000114	0,0000001	7,904905	0,126504	0,000001
21) УТ-11 - УТ-12	76	0,082	10	0,0000114	0,0000009	5,917002	0,169004	0,0000051
22) УТ-12 - ул. Попова, 25	3	0,051	10	0,0000114	0	4,614791	0,216695	0,0000002

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
23) УТ-12 - ул. Попова, 27	54	0,051	10	0,0000114	0,0000006	4,614791	0,216695	0,0000028
24) УТ-10 - УТ-13	135	0,07	10	0,0000114	0,0000015	5,379204	0,185901	0,0000083
25) УТ-13 - ул. Попова, 22	22	0,07	10	0,0000114	0,0000003	5,379204	0,185901	0,0000013
26) УТ-13 - Баня	72	0,051	10	0,0000114	0,0000008	4,612482	0,216803	0,0000038
27) УТ-14 - ТП 81	46	0,082	18	0,000013	0,0000006	5,921902	0,168865	0,0000036
28) УТ-14 - ул. Попова, 19	18	0,04	9	0,0000114	0,0000002	4,188809	0,238731	0,0000009
29) УТ-15 - УТ-14	80	0,1	18	0,000013	0,0000001	6,706212	0,149115	0,0000007
30) ТП 81 - УТ-16	70	0,07	18	0,000013	0,0000009	5,370199	0,186213	0,0000049
31) УТ-16 - ул. Поселковая, 1	14	0,051	18	0,000013	0,0000002	4,62141	0,216384	0,0000008
32) УТ-16 - УТ-17	41	0,07	18	0,000013	0,0000005	5,370199	0,186213	0,0000029
33) УТ-17 - ул. Поселковая, 3	13	0,051	18	0,000013	0,0000002	4,621564	0,216377	0,0000008
34) УТ-17 - УТ-18	66	0,07	18	0,000013	0,0000009	5,370199	0,186213	0,0000046
35) УТ-18 - ул. Поселковая, 5	14	0,051	18	0,000013	0,0000002	4,62141	0,216384	0,0000008
36) УТ-18 - УТ-19	20	0,07	18	0,000013	0,0000003	5,370199	0,186213	0,0000014
37) УТ-19 - ул. Поселковая, 11	26	0,051	18	0,000013	0,0000003	4,614483	0,216709	0,0000016
38) УТ-19 - ул. Поселковая, 12	33	0,051	18	0,000013	0,0000004	4,614483	0,216709	0,0000002
39) УТ-15 - УТ-20	50	0,082	9	0,0000114	0,0000006	5,924079	0,168803	0,0000034
40) УТ-20 - ул. Попова, 17	18	0,04	9	0,0000114	0,0000002	4,188809	0,238731	0,0000009
41) УТ-20 - УТ-43	45	0,051	9	0,0000114	0,0000005	4,599243	0,217427	0,0000024
42) УТ-21 - УТ-15	50	0,1	5	0,0000114	0,0000006	6,706212	0,149115	0,0000038
43) УТ-21 - ул. Заводская, 2	38	0,051	18	0,000013	0,0000005	4,617715	0,216557	0,0000023
44) УТ-22 - УТ-21	144	0,15	18	0,000013	0,0000019	8,857319	0,112901	0,0000166
45) УТ-22 - Детский сад	70	0,07	18	0,000013	0,0000009	5,398788	0,185227	0,0000049
46) УТ-40 - УТ-22	67	0,15	18	0,000013	0,0000009	8,857319	0,112901	0,0000077

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-23 - ул. Заводская, 9	11	0,051	18	0,000013	0,0000001	4,621872	0,216363	0,0000007
48) УТ-23 - УТ-24	33	0,15	18	0,000013	0,0000004	8,857319	0,112901	0,0000038
49) УТ-24 - ул. Молодежная, 8	42	0,051	18	0,000013	0,0000005	4,6171	0,216586	0,0000025
50) УТ-24 - УТ-25	75	0,082	18	0,000013	0,000001	5,917275	0,168997	0,0000058
51) УТ-25 - ул. Молодежная, 10	15	0,051	18	0,000013	0,0000002	4,615099	0,21668	0,0000009
52) УТ-25 - ул. Заводская, 11	40	0,051	18	0,000013	0,0000005	4,615099	0,21668	0,0000024
53) кот. 2-ая Заводская, д.25 - кот. 2-ая Заводская, д.25	3	0,259	10	0,0000114	0	14,893268	0,067144	0,0000005
54) ТП 81 - ТП 81	12	0,082	18	0,000013	0,0000002	5,921902	0,168865	0,0000009
55) УТ-40 - УТ-23	35	0,15	18	0,000013	0,0000005	8,857319	0,112901	0,000004
56) УТ-41 - УТ-1	22	0,259	10	0,0000114	0,0000003	14,893268	0,067144	0,0000037
57) УТ-41 - УТ-44	187	0,15	18	0,000013	0,0000024	8,857319	0,112901	0,0000216
58) УТ-43 - ул. Попова, 15	65	0,051	9	0,0000114	0,0000007	4,599243	0,217427	0,0000034
59) УТ-43 -	48	0,051	9	0,0000114	0,0000005	4,599243	0,217427	0,0000025

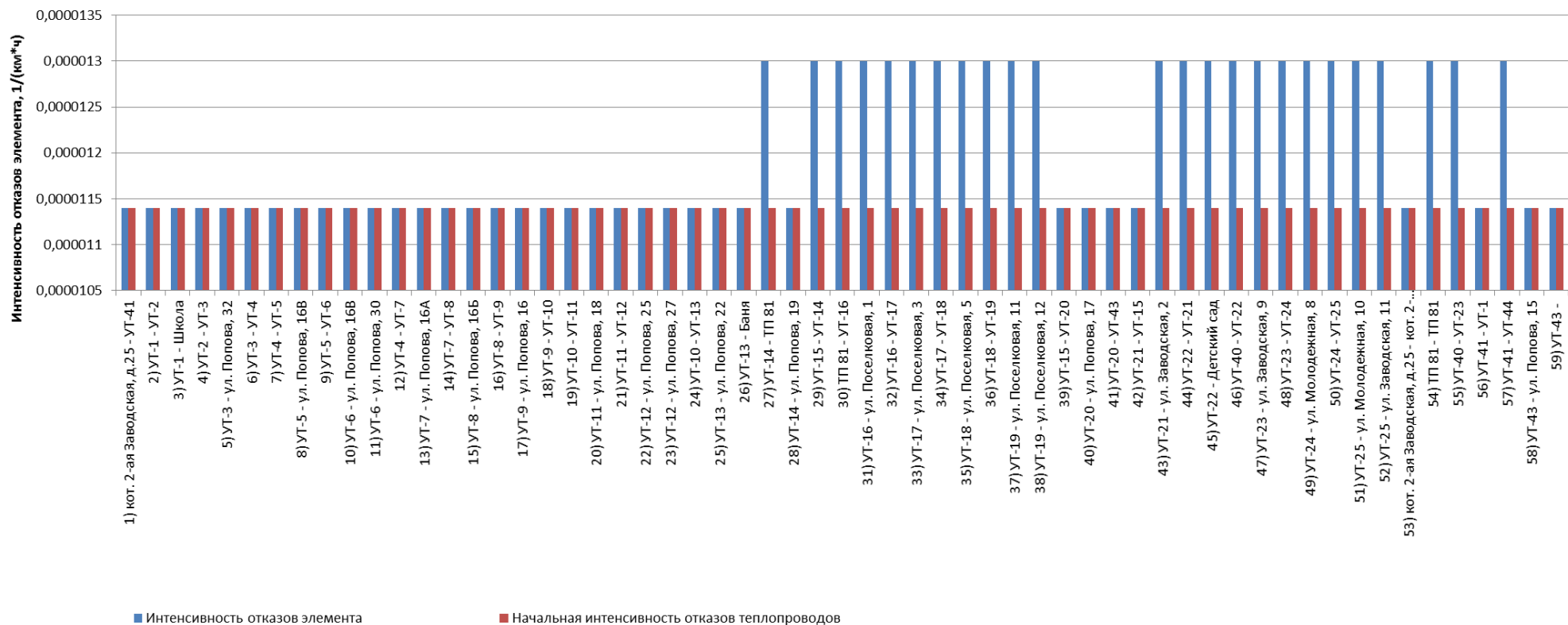


Рисунок 10.6 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Коллюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

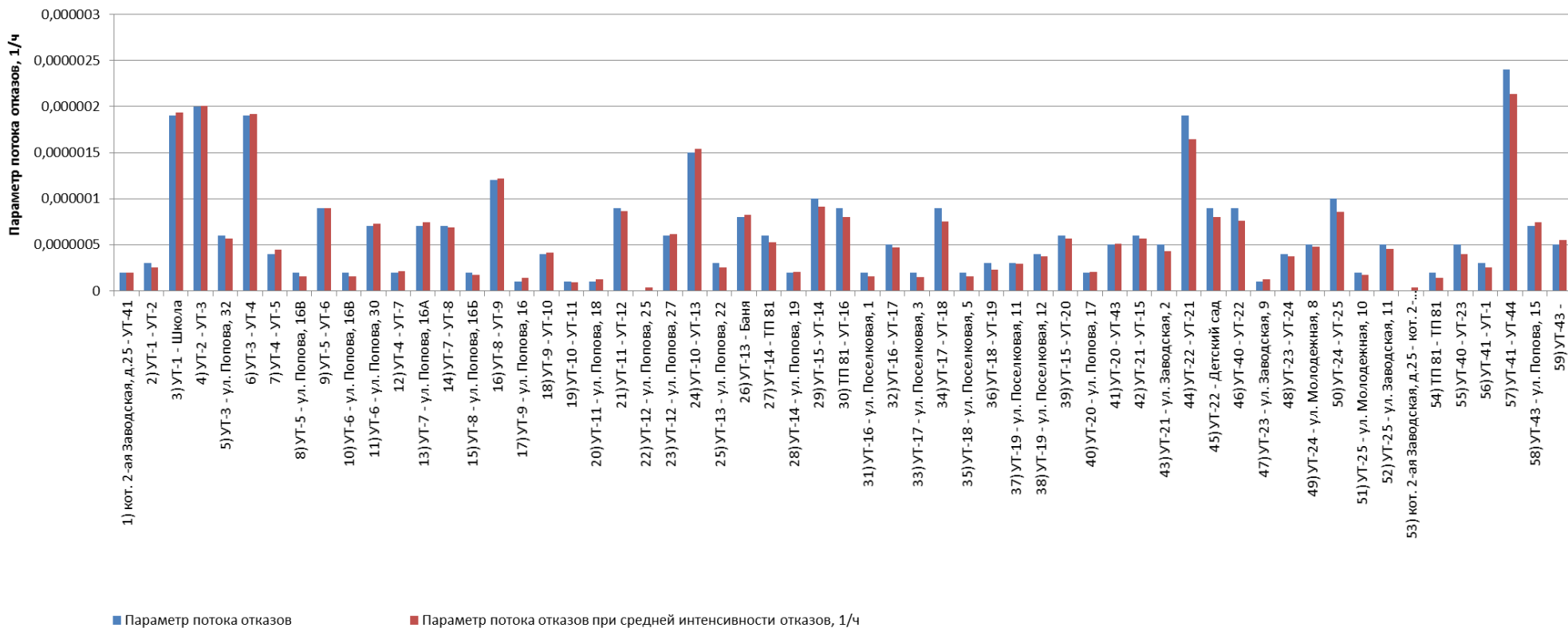


Рисунок 10.7 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Коллюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

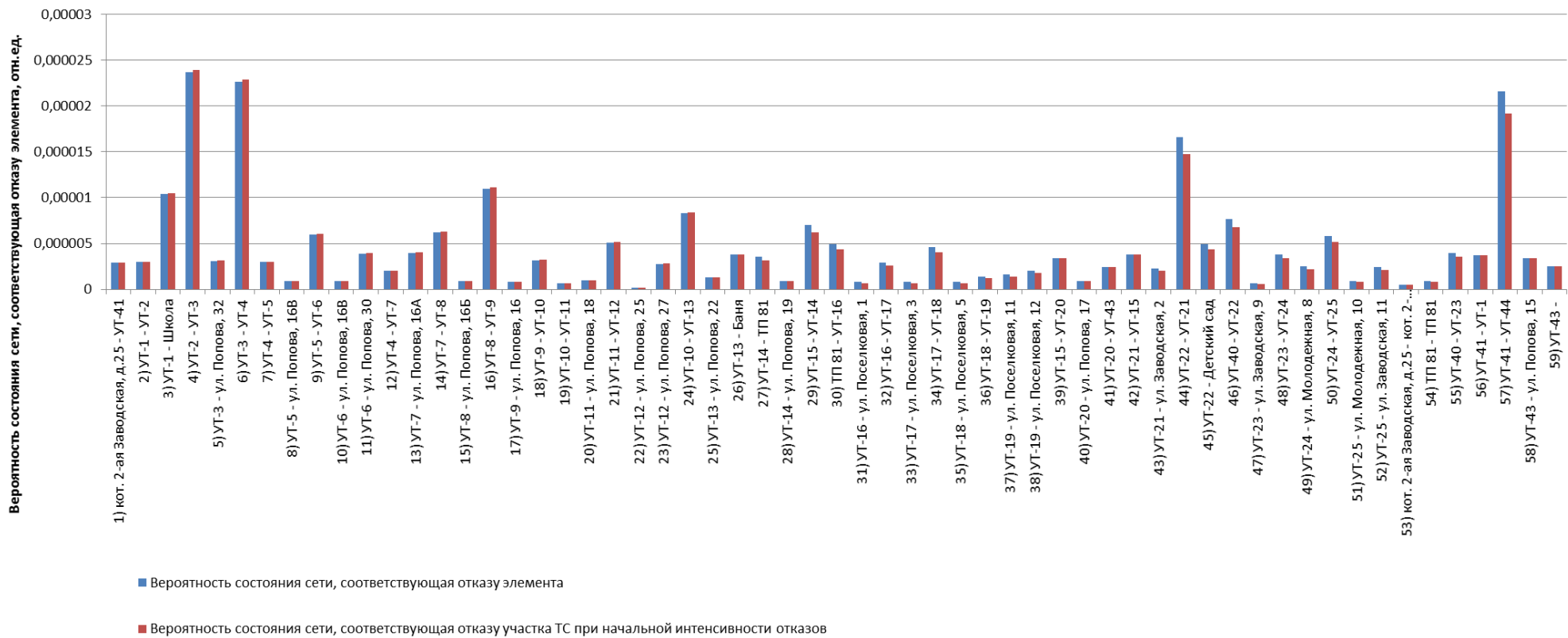


Рисунок 10.8 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колубакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

Таблица 10.7 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колубакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Кoeffи- циент теп- ловой ак- кумуля- ции, ч	Мини- мально до- пустимая темпера- тура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Кoeffи- циент го- товности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
1) Школа (-)	0,383	0	60	12	0,999979	0,999745	0,1618
2) ул. Попова, 32 (ул. Попова, 32)	0,368	0	60	12	0,999918	0,999738	0,1554
3) ул. Попова, 16В (ул. Попова, 16В)	0,168	0	60	12	0,999865	0,999738	0,071
4) ул. Попова, 16В (ул. Попова, 16В)	0,168	0	60	12	0,999865	0,999744	0,071
5) ул. Попова, 30 (ул. Попова, 30)	0,255	0	60	12	0,999865	0,999747	0,1077
6) ул. Попова, 16А (ул. Попова, 16А)	0,248	0	60	12	0,999859	0,999738	0,1048
7) ул. Попова, 16Б (ул. Попова, 16Б)	0,258	0	60	12	0,999841	0,999735	0,109
8) ул. Попова, 16 (ул. Попова, 16)	0,45	0	60	12	0,999808	0,999735	0,1901
9) ул. Попова, 18 (ул. Попова, 18)	0,467	0	60	12	0,999808	0,999739	0,1973
10) ул. Попова, 25 (ул. Попова, 25)	0,118	0	60	12	0,999808	0,999744	0,0498
11) ул. Попова, 27 (ул. Попова, 27)	0,118	0	60	12	0,999808	0,999746	0,0498
12) ул. Попова, 22 (ул. Попова, 22)	0,205	0	60	12	0,999808	0,999747	0,0866
13) Баня (-)	0,115	0	60	12	0,999808	0,99975	0,0486
14) ул. Попова, 19 (ул. Попова, 19)	0,077	0	60	12	0,999991	0,9998	0,0325
15) ул. Поселковая, 1 (ул. Поселковая, 1)	0,024	0	60	12	0,999991	0,999808	0,0101
16) ул. Поселковая, 3 (ул. Поселковая, 3)	0,024	0	60	12	0,999991	0,999811	0,0101
17) ул. Поселковая, 5 (ул. Поселковая, 5)	0,031	0	60	12	0,999991	0,999816	0,0131
18) ул. Поселковая, 11 (ул. Поселковая, 11)	0,028	0	60	12	0,999991	0,999818	0,0118
19) ул. Поселковая, 12 (ул. Поселковая, 12)	0,035	0	60	12	0,999991	0,999818	0,0148
20) ул. Попова, 17 (ул. Попова, 17)	0,073	0	60	12	0,999991	0,999796	0,0308
21) ул. Попова, 15 (ул. Попова, 15)	0,092	0	60	12	0,999991	0,999801	0,0389
22) ул. Заводская, 2 (ул. Заводская, 2)	0,065	0	60	12	0,999991	0,99979	0,0275
23) Детский сад (-)	0,127	0	60	12	0,999991	0,999776	0,0536

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент теп- ловой ак- кумуля- ции, ч	Мини- мально до- пустимая темпера- тура, °С	Вероят- ность без- отказной работы	Коэффици- ент го- товности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
24) ул. Заводская, 9 (ул. Заводская, 9)	0,088	0	60	12	0,999991	0,999769	0,0372
25) ул. Молодежная, 8 (ул. Молодежная, 8)	0,072	0	60	12	0,999991	0,999774	0,0304
26) ул. Молодежная, 10 (ул. Молодежная, 10)	0,089	0	60	12	0,999991	0,999778	0,0376
27) ул. Заводская, 11 (ул. Заводская, 11)	0,09	0	60	12	0,999991	0,99978	0,038
28) ТП 81 (-)	0,006	0	60	12	0,999991	0,999803	0,0025

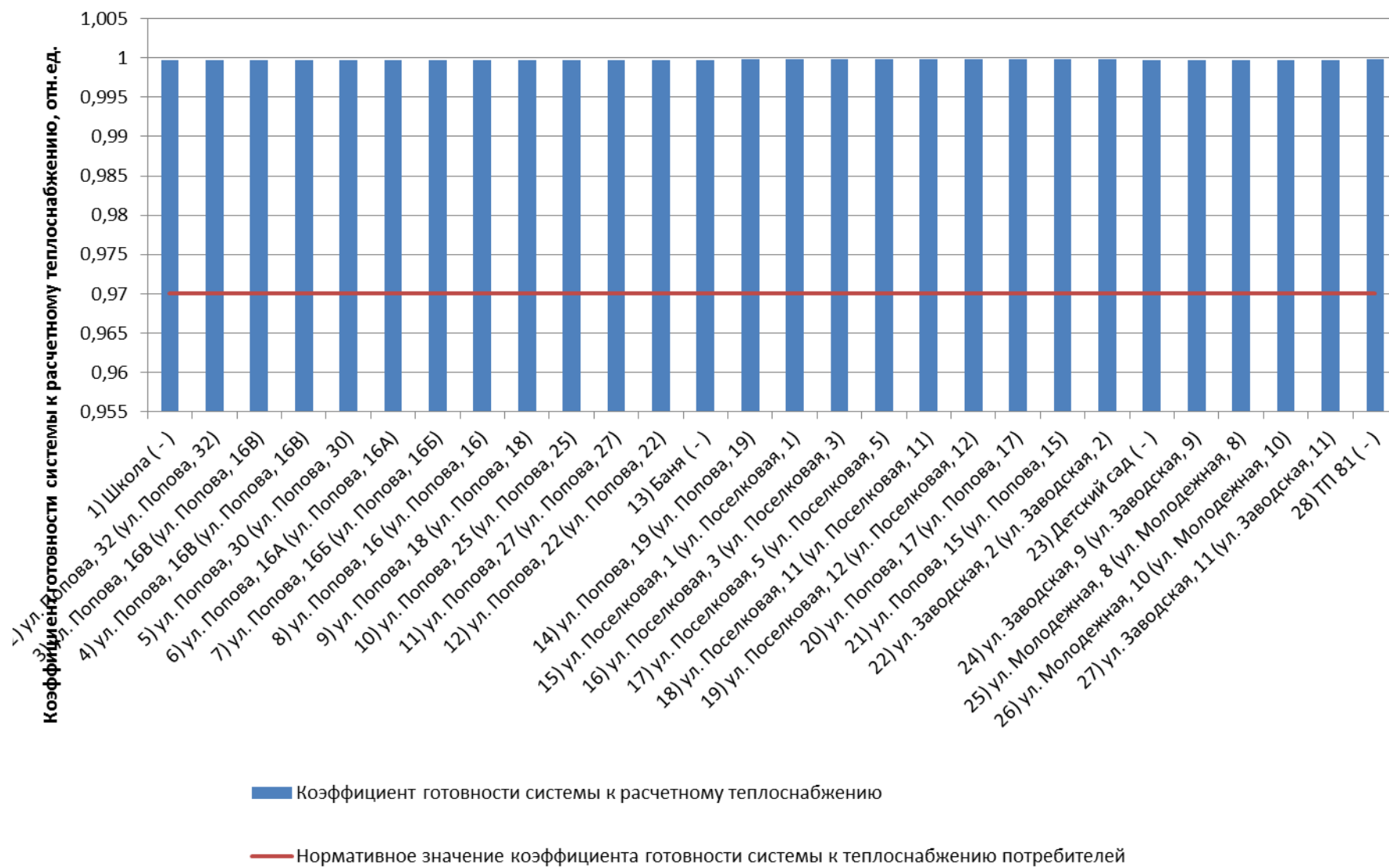


Рисунок 10.9 - Сопоставление коoeffициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колубакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

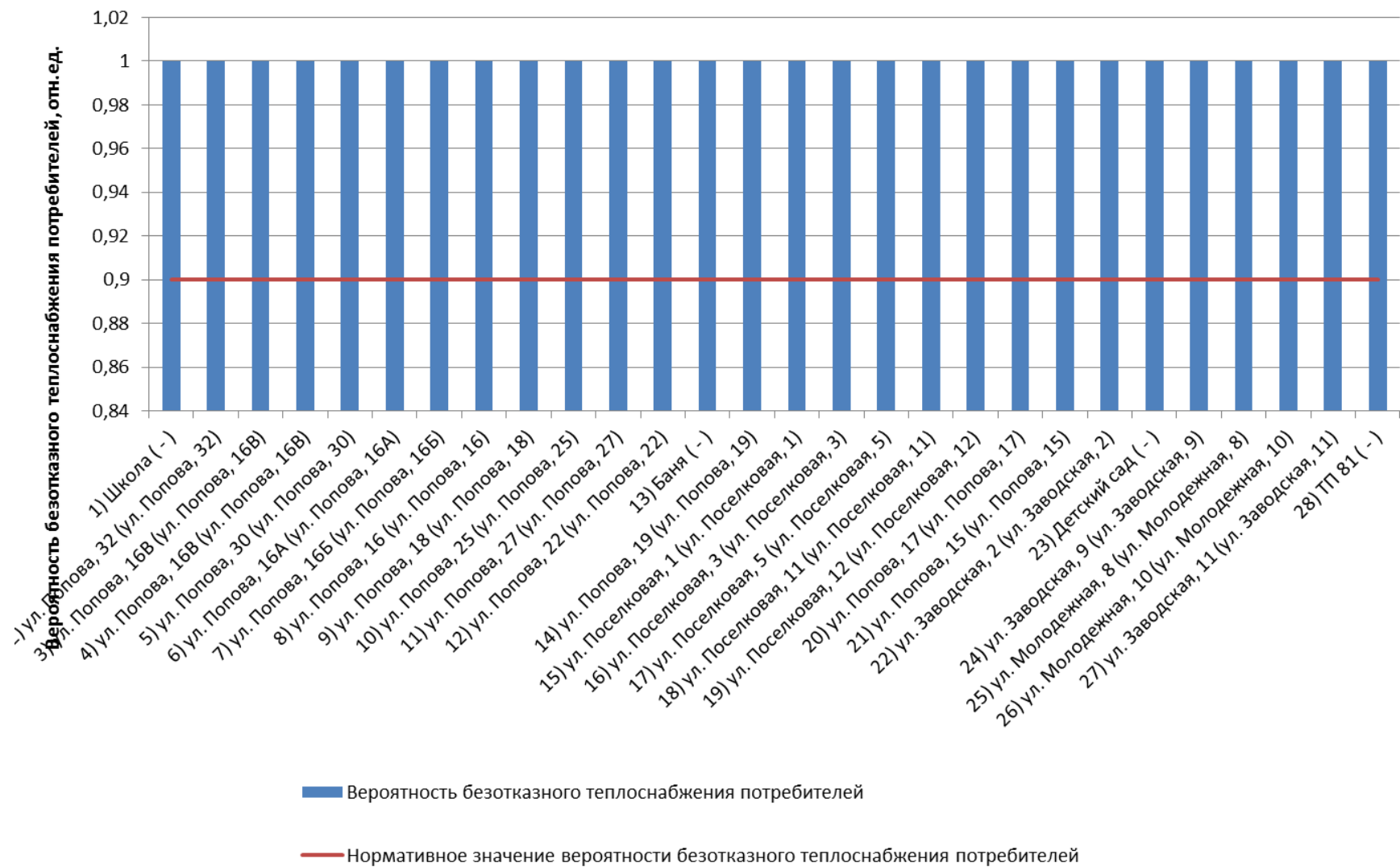


Рисунок 10.10 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колубакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25

10.6.3 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а

Таблица 10.8 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а

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. ул. Попова, 7а - ж/д №5	40	0,04	39	0,0000226	0,0000009	4,186278	0,238876	0,0000038

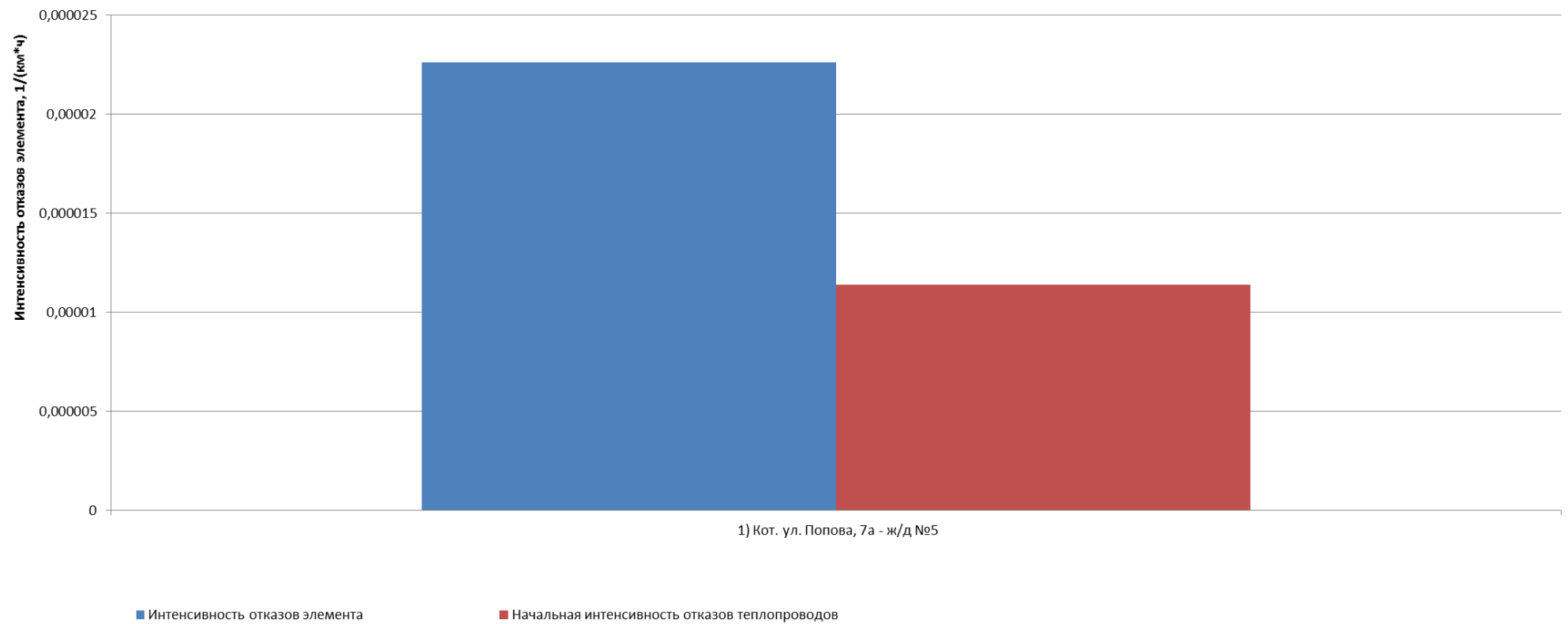


Рисунок 10.11 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д. 7а

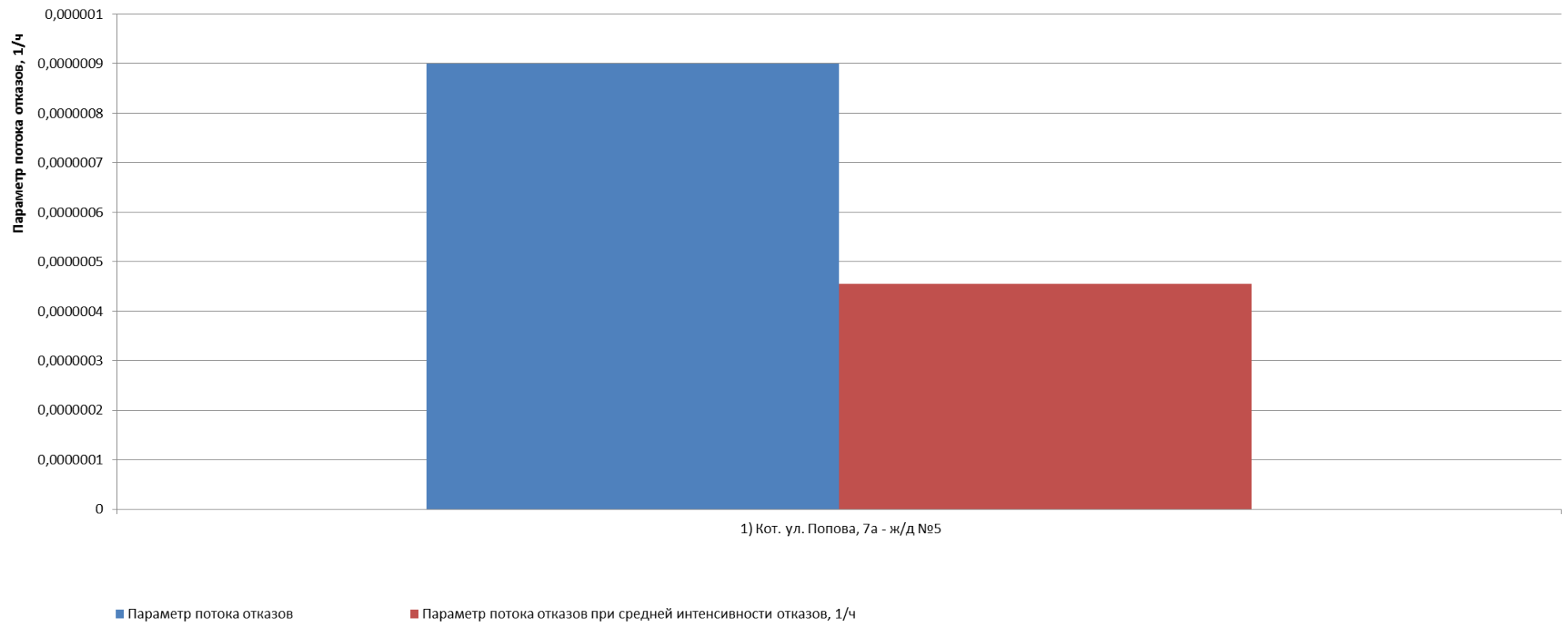


Рисунок 10.12 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Колубакинское, ул. Попова, д.7а

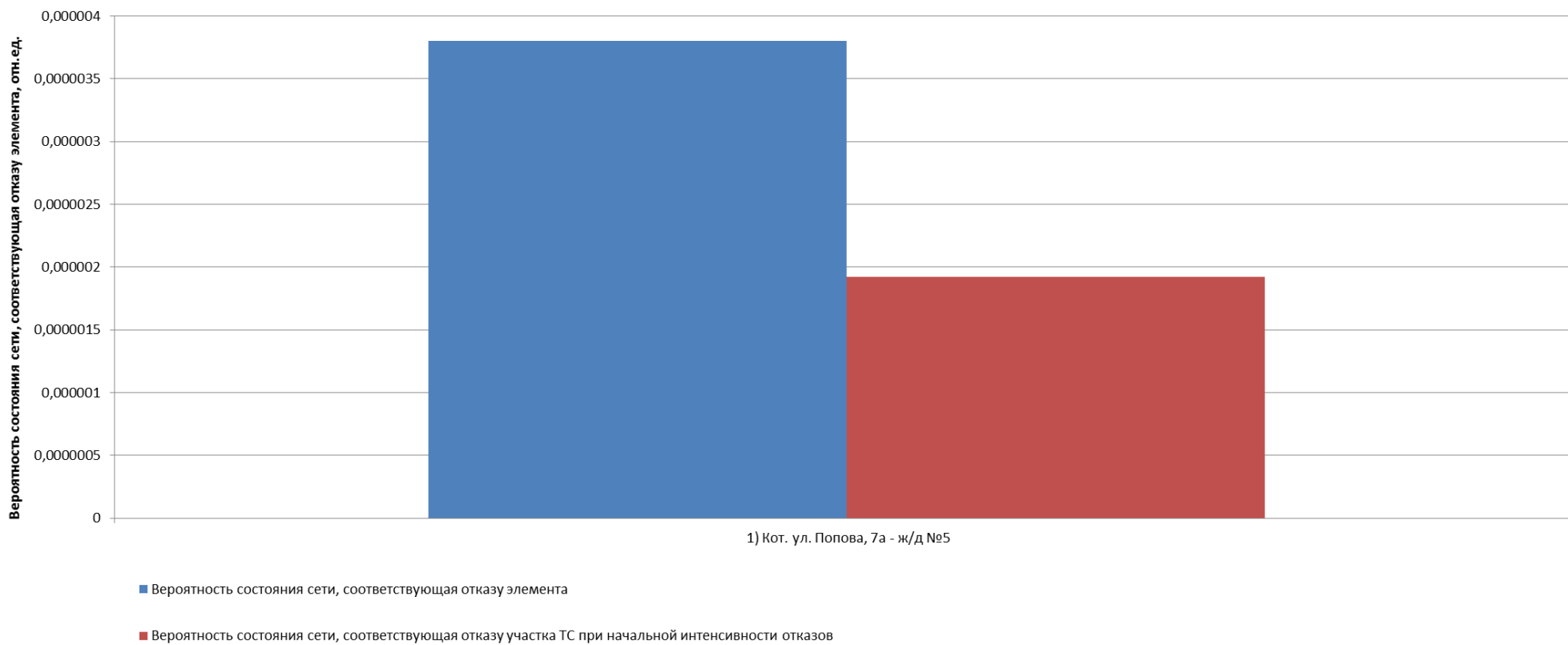


Рисунок 10.13 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колубакинское, ул. Попова, д.7а

Таблица 10.9 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой ак- кумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний суммарный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ж/д №5 (-)	0,039	0	60	12	1	1	0,0002

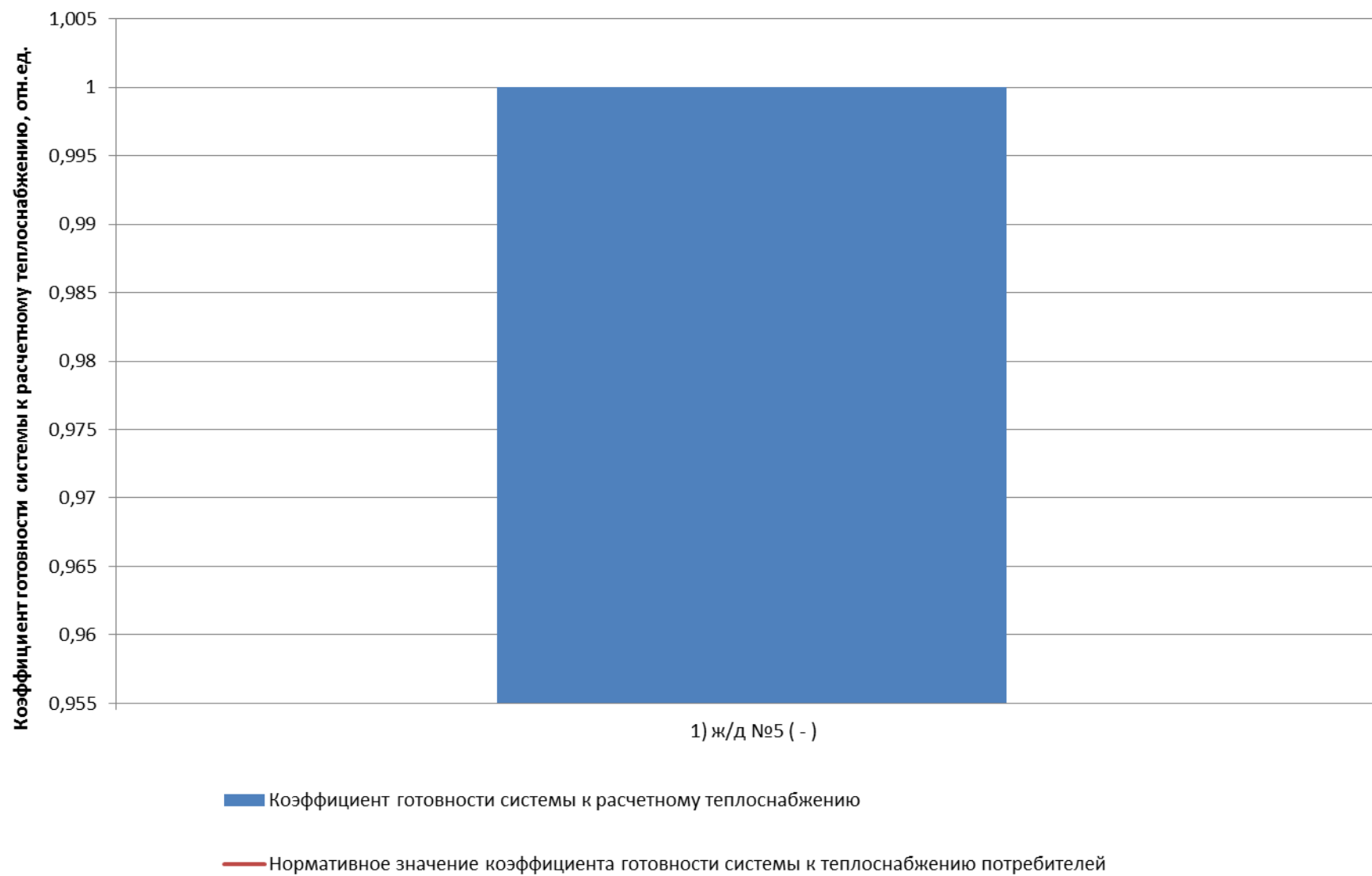


Рисунок 10.14 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колубакинское, ул. Попова, д.7а

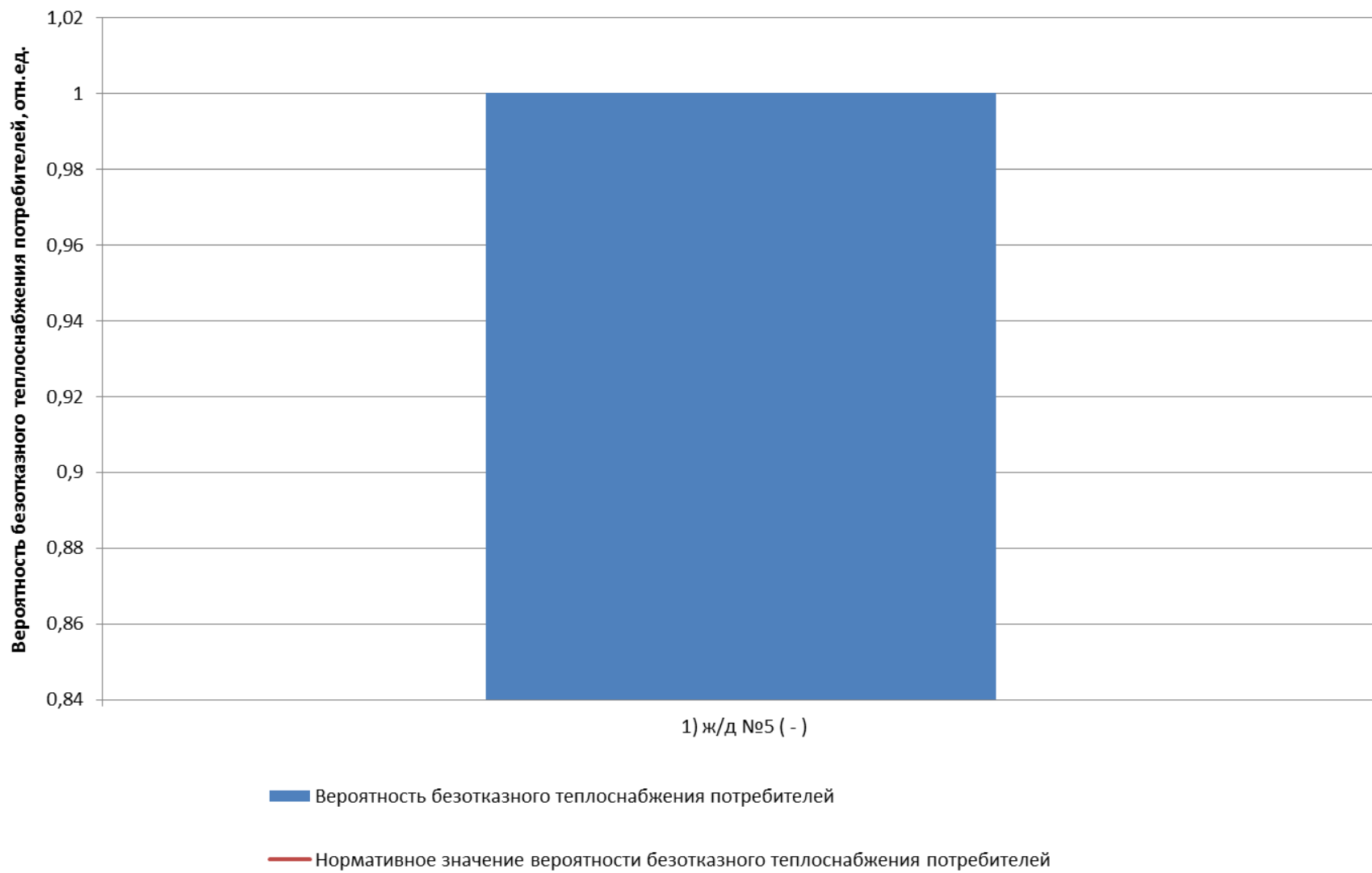


Рисунок 10.15 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а

10.6.4 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

Таблица 10.10 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

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. Сосновая роща - У	80	0,051	39	0,0000226	0,0000018	4,60186	0,217303	0,0000083
2) У - ж/д №6	2	0,051	39	0,0000226	0	4,60186	0,217303	0,0000002
3) У - ж/д №7	59	0,051	39	0,0000226	0,0000013	4,60186	0,217303	0,0000061

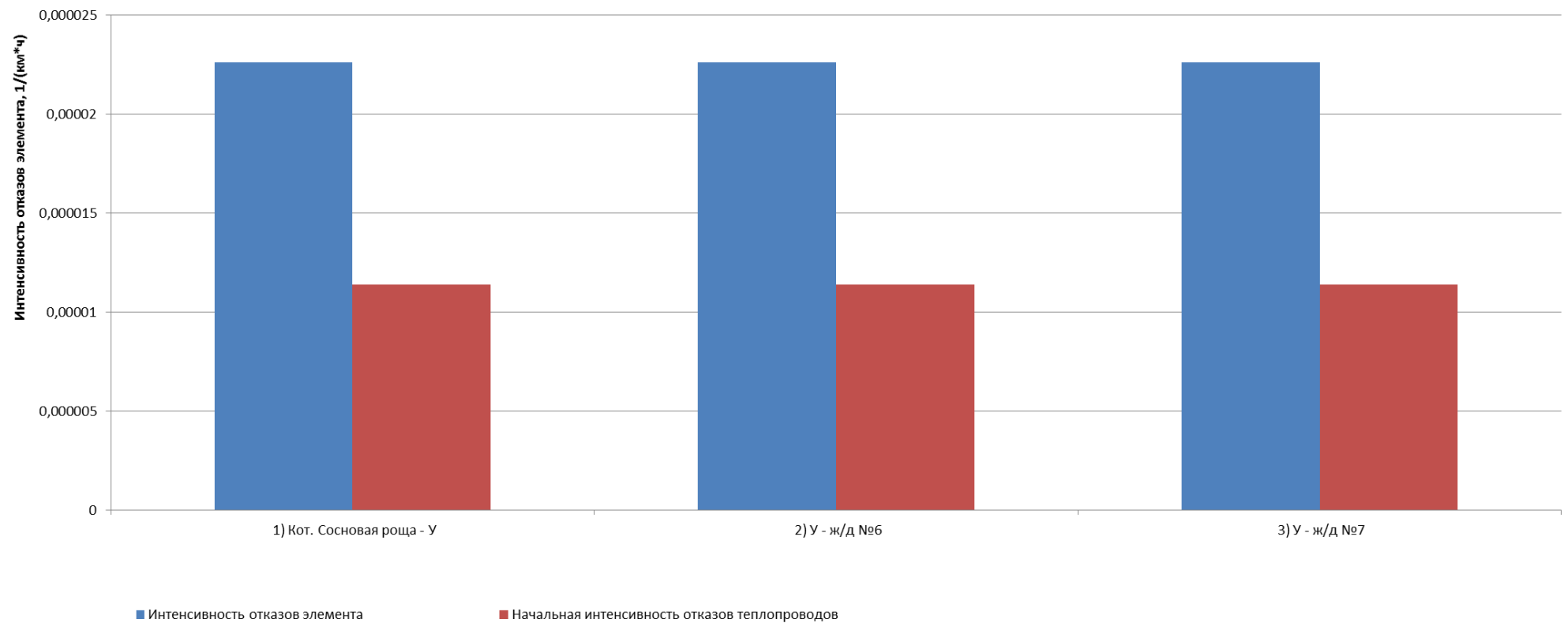


Рисунок 10.16 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

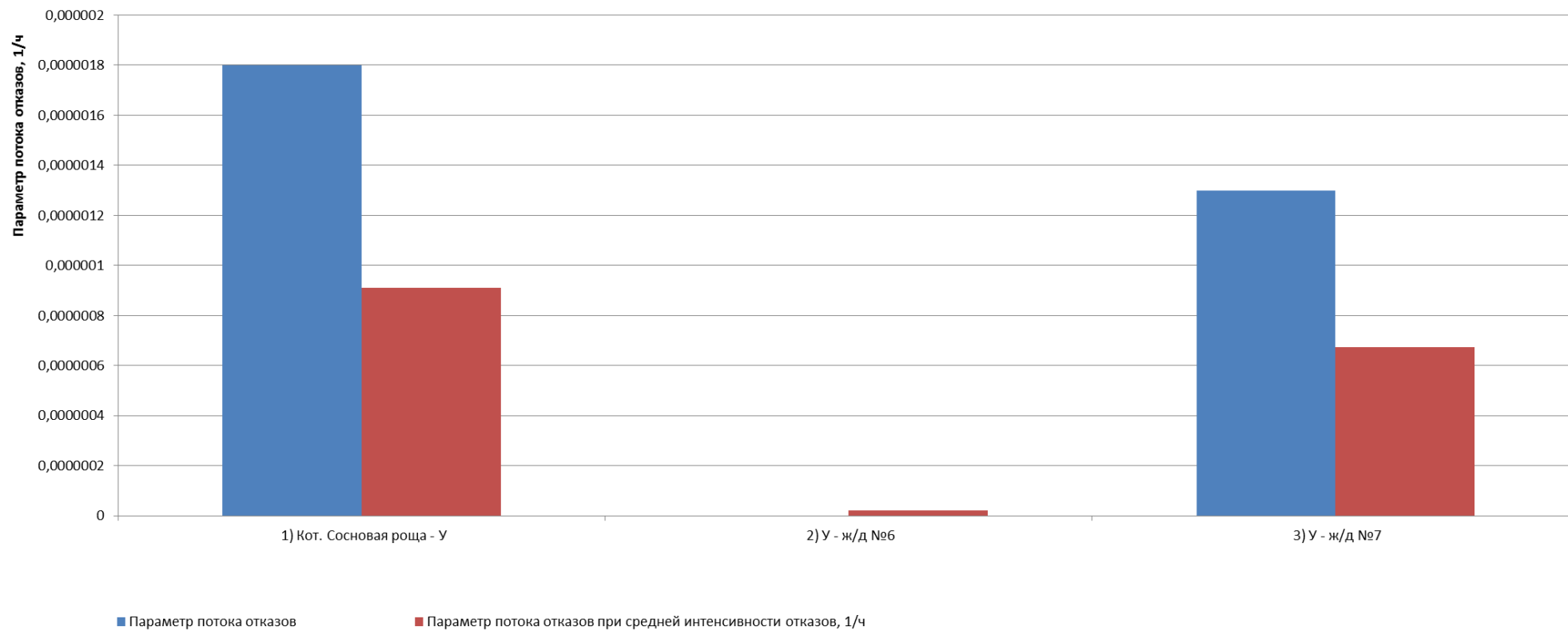


Рисунок 10.17 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Колубакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

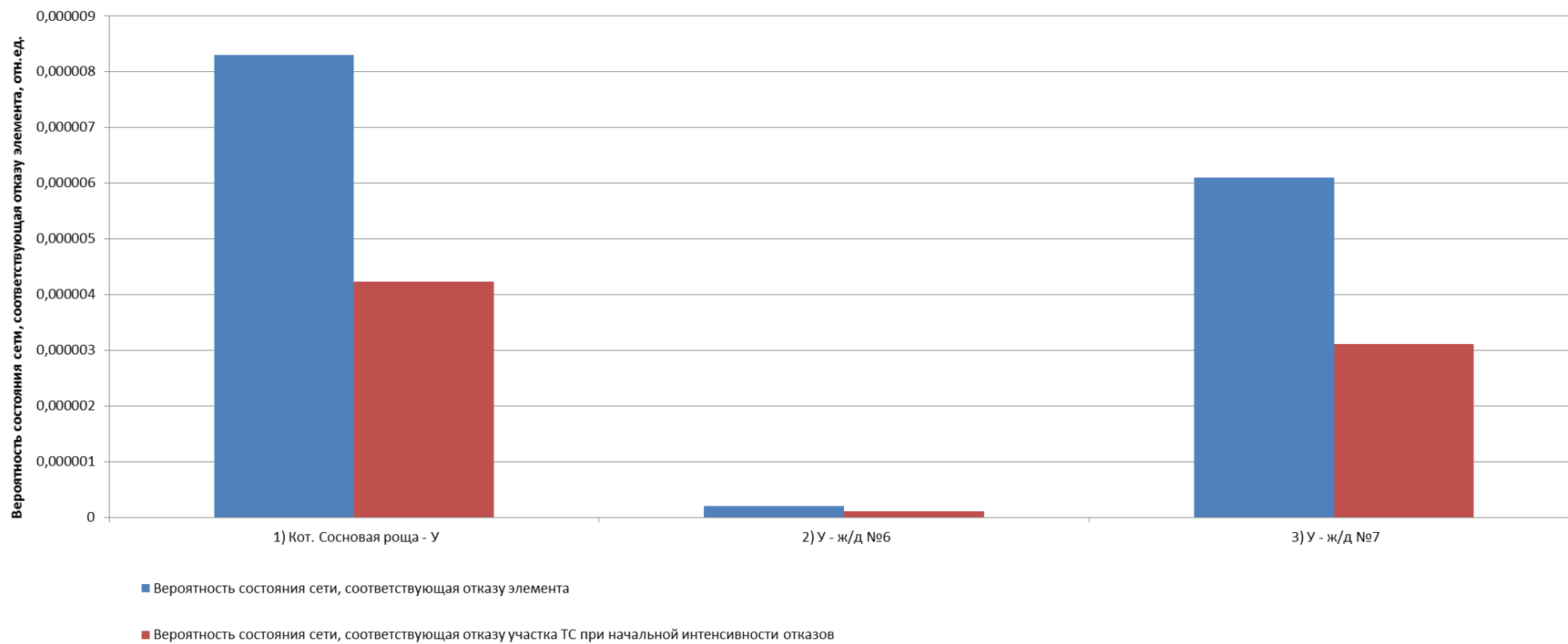


Рисунок 10.18 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

Таблица 10.11 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

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 №6 (-)	0,081	0	60	12	1	0,999994	0,0019
2) ж/д №7 (-)	0,079	0	60	12	1	1	0,0018

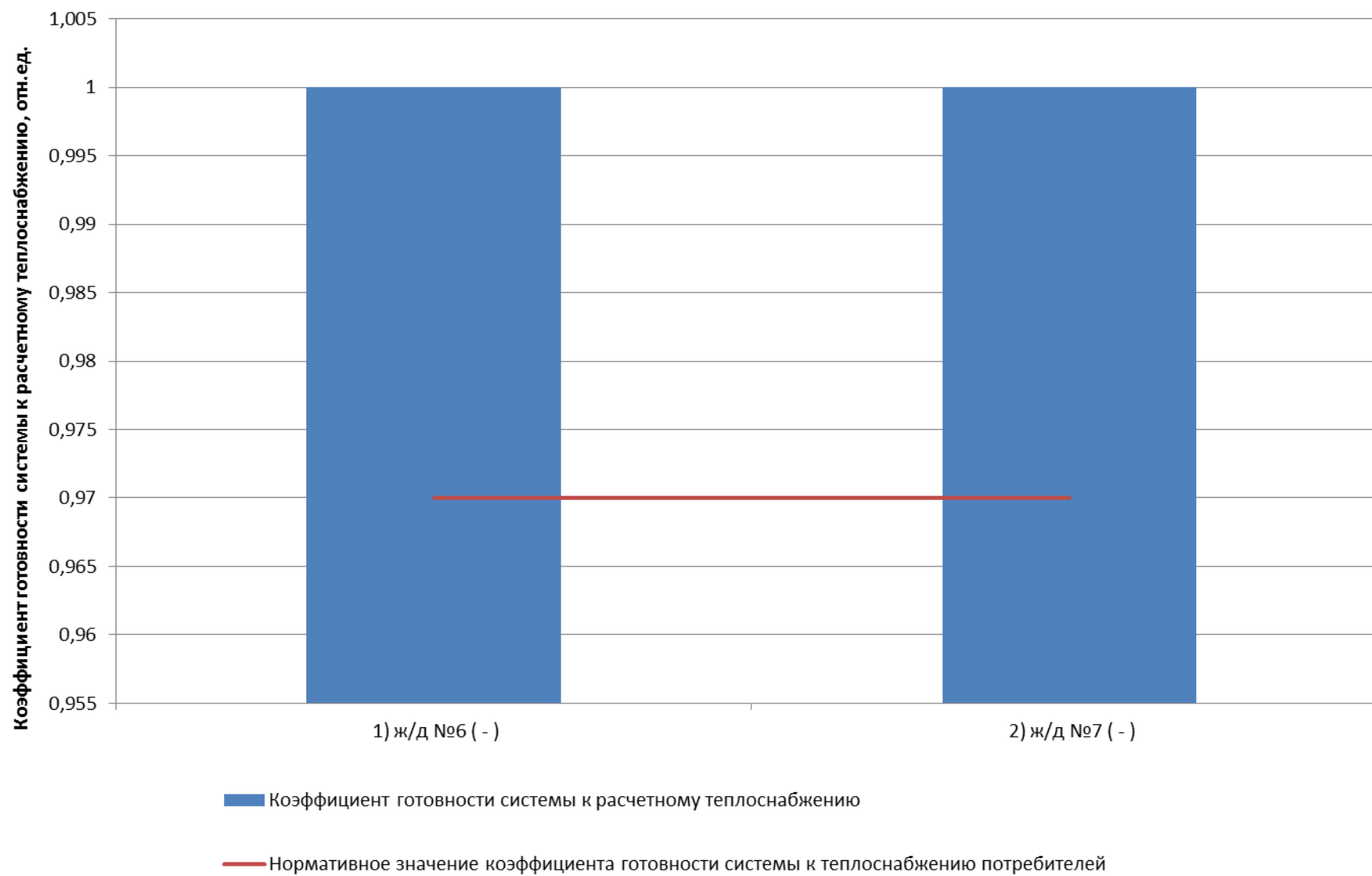


Рисунок 10.19 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

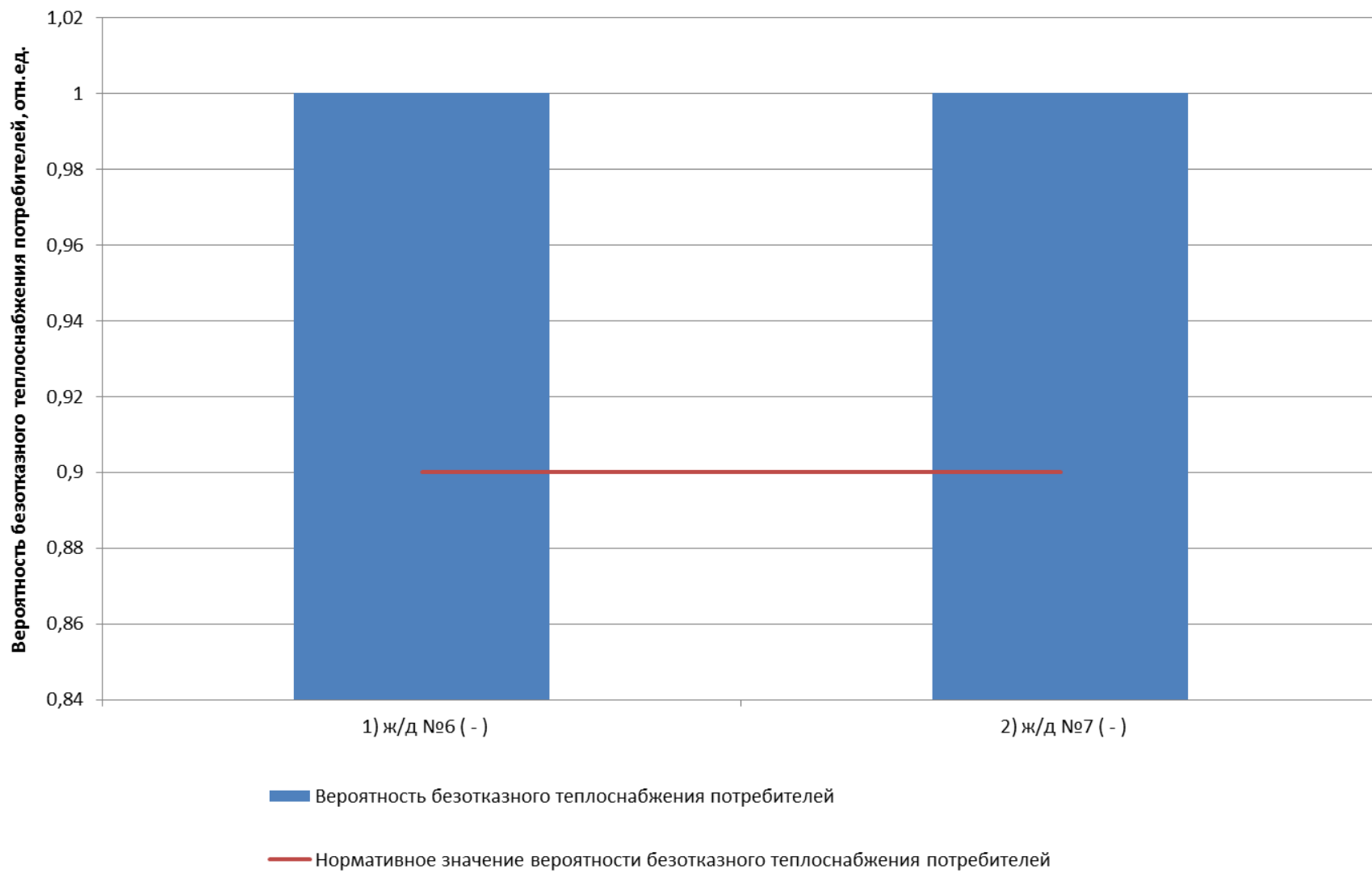


Рисунок 10.20 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)

10.6.5 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

Таблица 10.12 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

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. д/г Дружба - ТК 4/1	99	0,051	9	0,0000114	0,0000011	4,583079	0,218194	0,0000052
2) ТК 4/1 - ТК-4	18	0,051	9	0,0000114	0,0000002	4,583079	0,218194	0,0000009
3) ТК-4 - ж/д №2	10	0,033	9	0,0000114	0,0000001	3,926455	0,254683	0,0000004
4) ТК-4 - ж/д №1	146	0,051	2	0,0000157	0,0000023	4,583079	0,218194	0,0000105
5) Кот. д/г Дружба - ТК-1	80	0,04	9	0,0000114	0,0000009	4,177768	0,239362	0,0000038
6) ТК-1 - ж/д №5	4	0,033	9	0,0000114	0	3,927003	0,254647	0,0000002
7) ТК-1 - ТК-2	34	0,04	9	0,0000114	0,0000004	4,177768	0,239362	0,0000016
8) ТК-2 - ж/д №4	4	0,033	9	0,0000114	0	3,923625	0,254866	0,0000002
9) ТК-2 - ТК-3	34	0,033	9	0,0000114	0,0000004	3,923625	0,254866	0,0000015
10) ТК-3 - ж/д №3	3	0,033	9	0,0000114	0	3,923625	0,254866	0,0000001

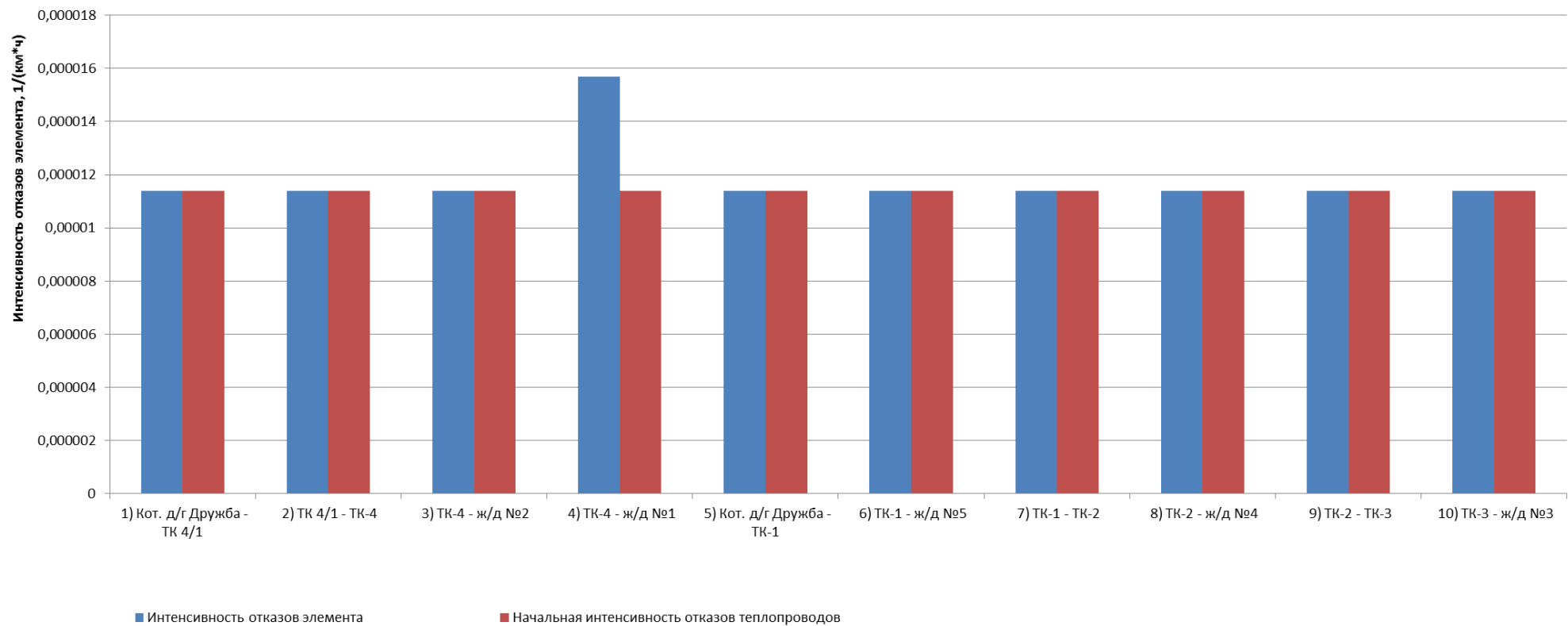


Рисунок 10.21 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Колубакинское, детский санаторий «Дружба»

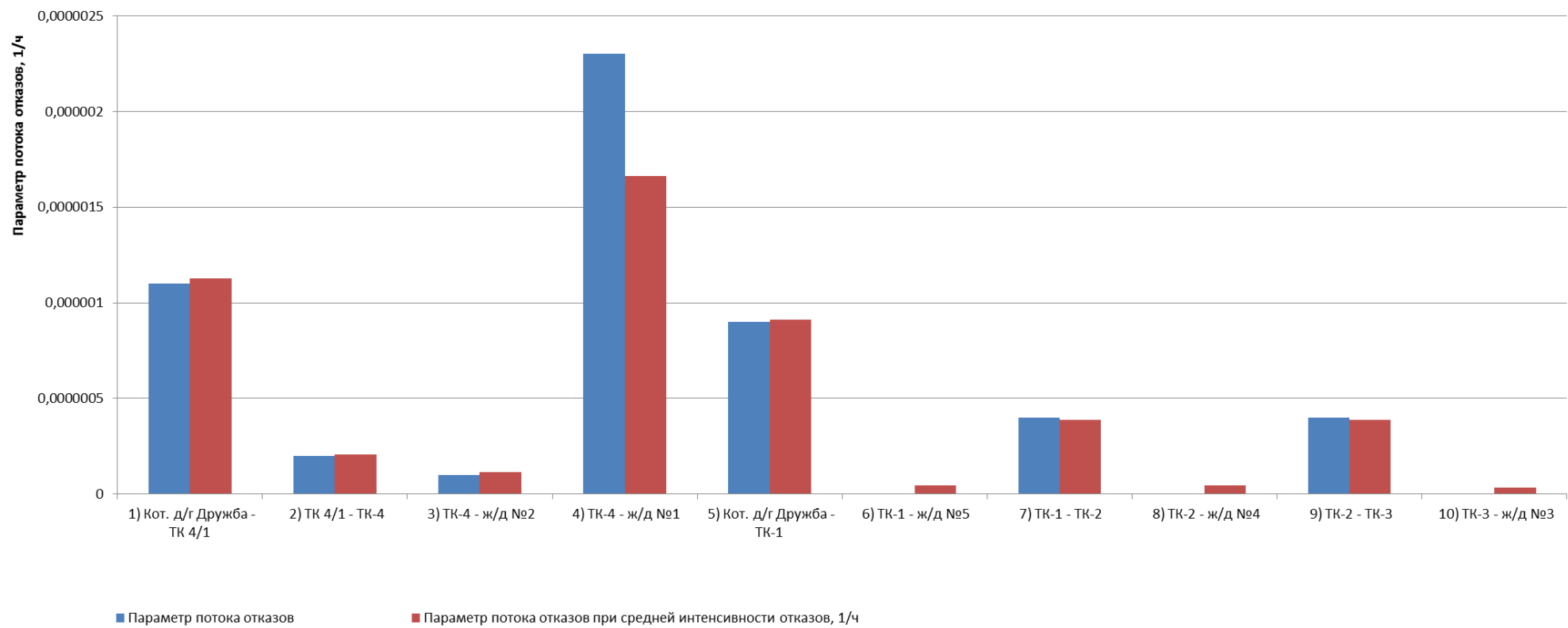


Рисунок 10.22 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

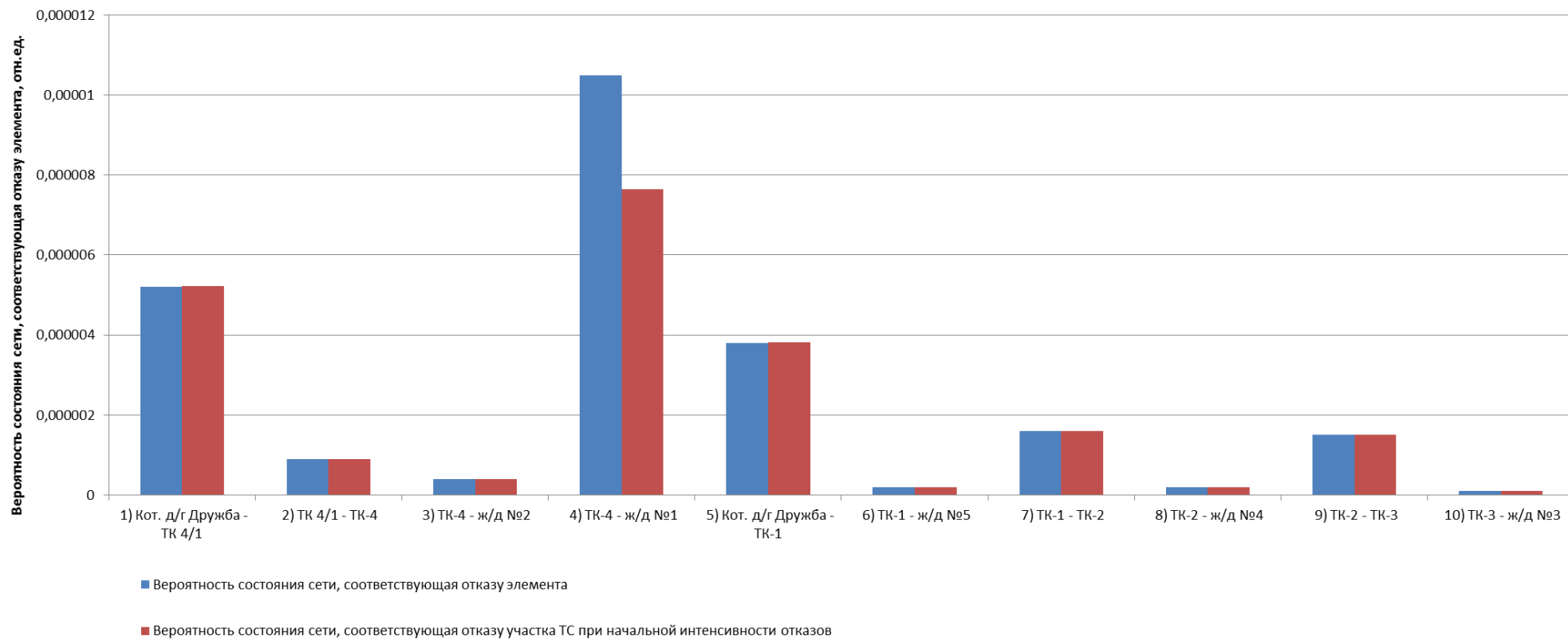


Рисунок 10.23 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колубакинское, детский санаторий «Дружба»

Таблица 10.13 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

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 №2 (-)	0,086	0	60	12	1	0,999982	0,0034
2) ж/д №1 (-)	0,076	0	60	12	1	0,999992	0,003
3) ж/д №5 (-)	0,045	0	60	12	1	0,999979	0,0018
4) ж/д №4 (-)	0,045	0	60	12	1	0,999981	0,0018
5) ж/д №3 (-)	0,045	0	60	12	1	0,999983	0,0018

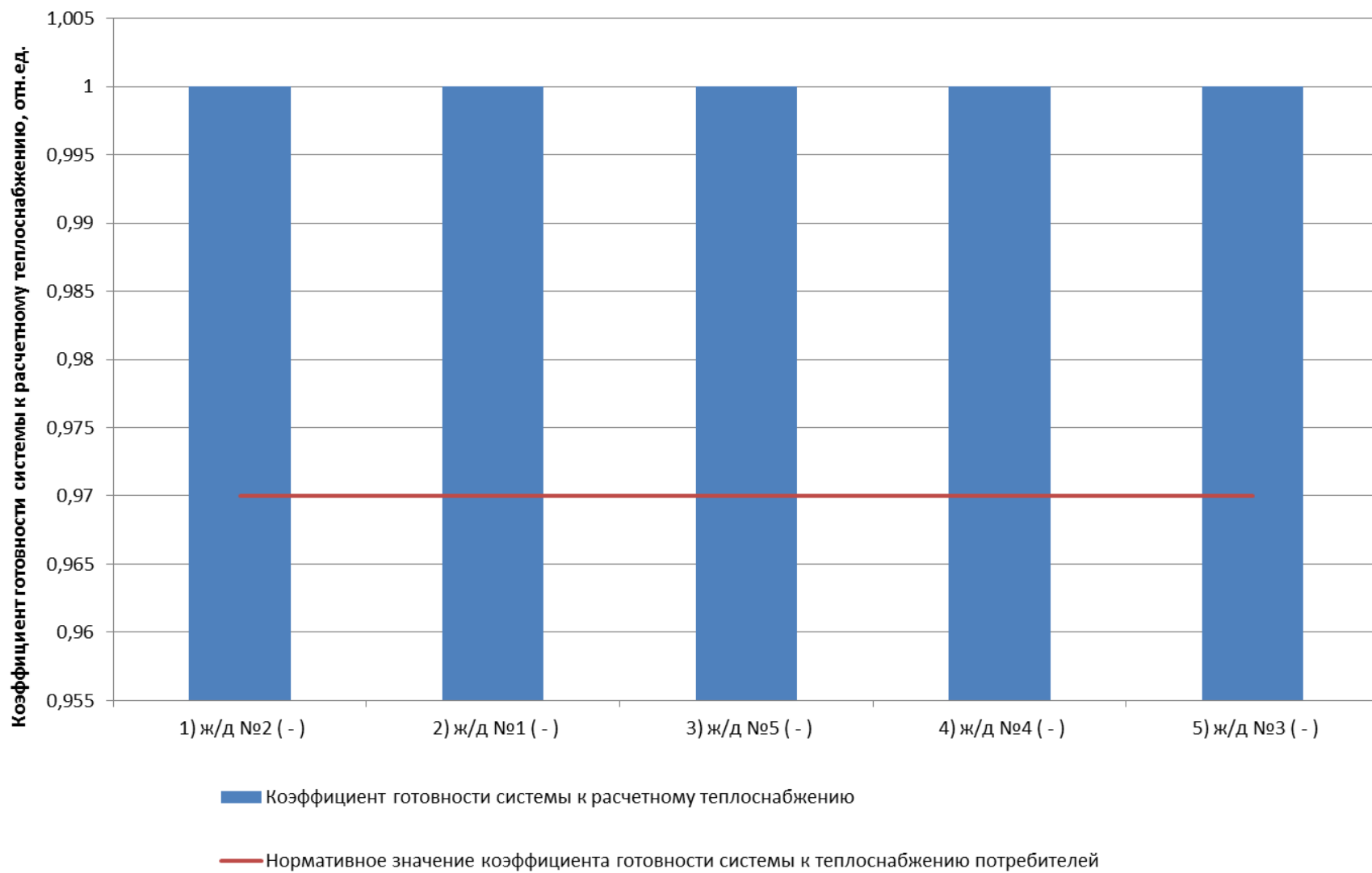


Рисунок 10.24 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

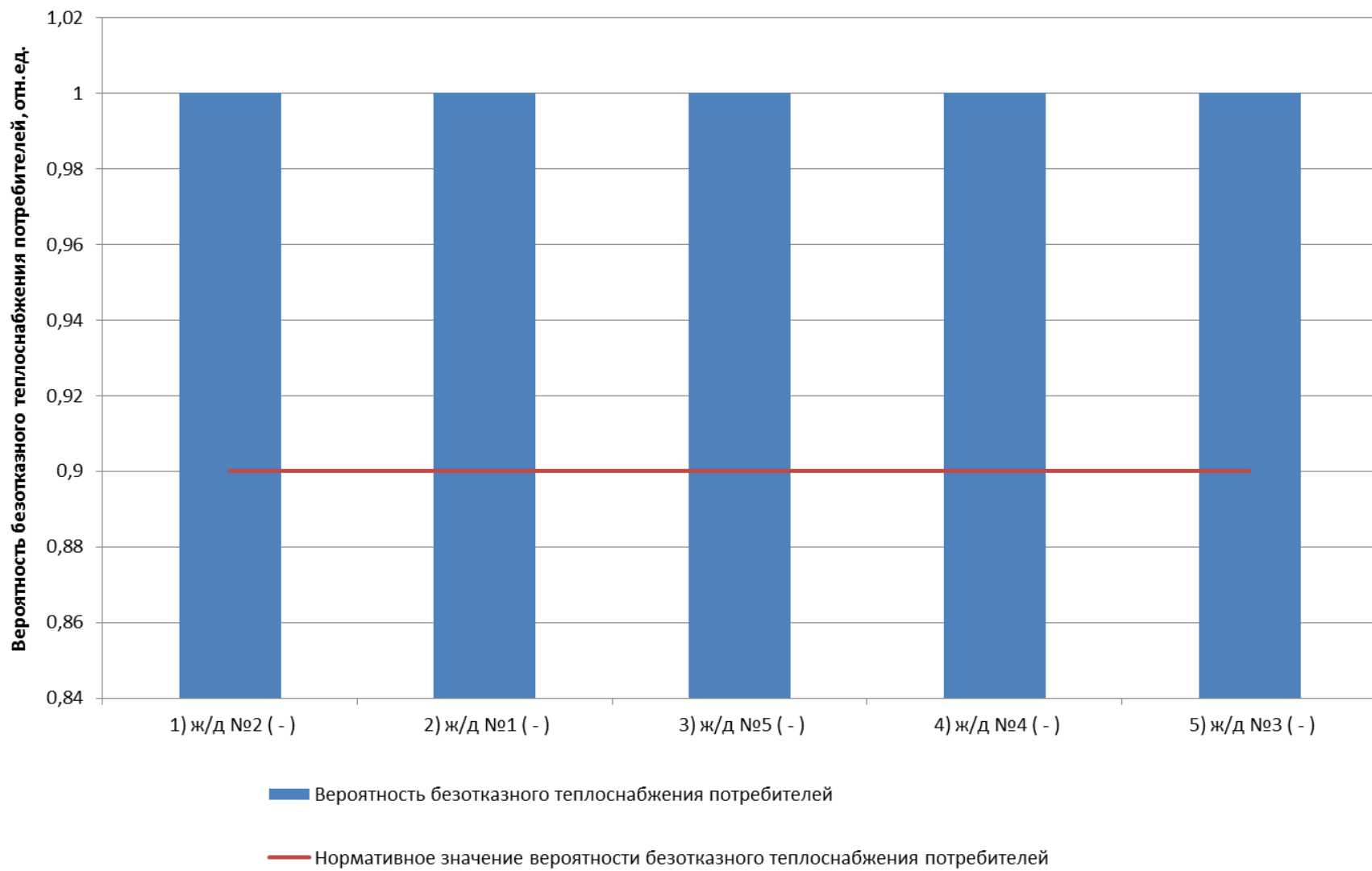


Рисунок 10.25 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, детский санаторий «Дружба»

10.6.6 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

Таблица 10.14 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

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. Майора Алексеева - ТК-1	52	0,051	8	0,0000114	0,0000006	4,60617	0,2171	0,0000027
2) ТК-1 - Д/К	7	0,04	8	0,0000114	0,0000001	4,190074	0,238659	0,0000003
3) ТК-1 - ТК-2	47	0,051	8	0,0000114	0,0000005	4,60617	0,2171	0,0000025
4) ТК-2 - Дикси	8	0,033	8	0,0000114	0,0000001	3,926638	0,254671	0,0000004
5) ТК-2 - ТК-3	14	0,051	8	0,0000114	0,0000002	4,60617	0,2171	0,0000007
6) ТК-3 - ж/д №1	4	0,033	8	0,0000114	0	3,911938	0,255628	0,0000002
7) ТК-3 - ТК-4	53	0,033	8	0,0000114	0,0000006	3,911938	0,255628	0,0000024
8) ТК-4 - ж/д №3	32	0,033	8	0,0000114	0,0000004	3,911938	0,255628	0,0000014
9) ТК-4 - ТК-5	80	0,033	8	0,0000114	0,0000009	3,911938	0,255628	0,0000036
10) ТК-5 - ж/д №7-2	20	0,025	8	0,0000114	0,0000002	3,634595	0,275134	0,0000008
11) ТК-5 - ж/д №7-1	60	0,025	8	0,0000114	0,0000007	3,634595	0,275134	0,0000025

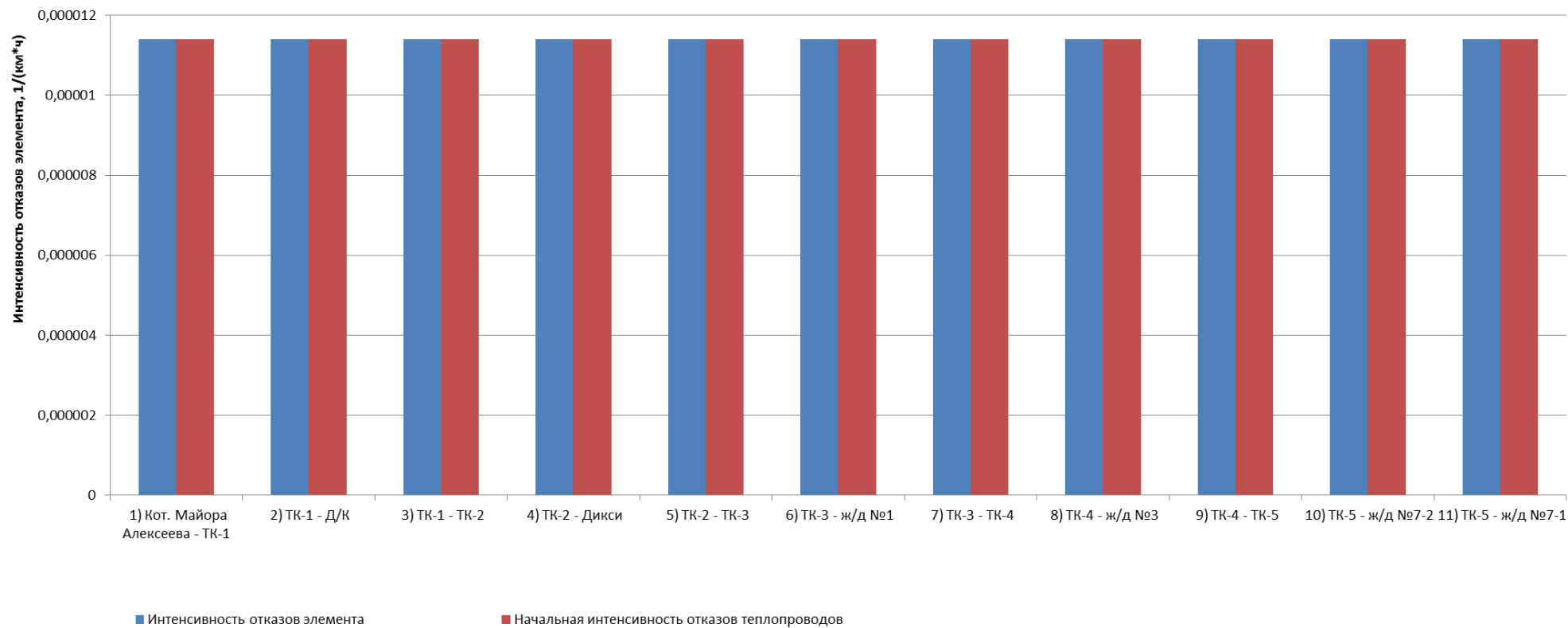


Рисунок 10.26 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

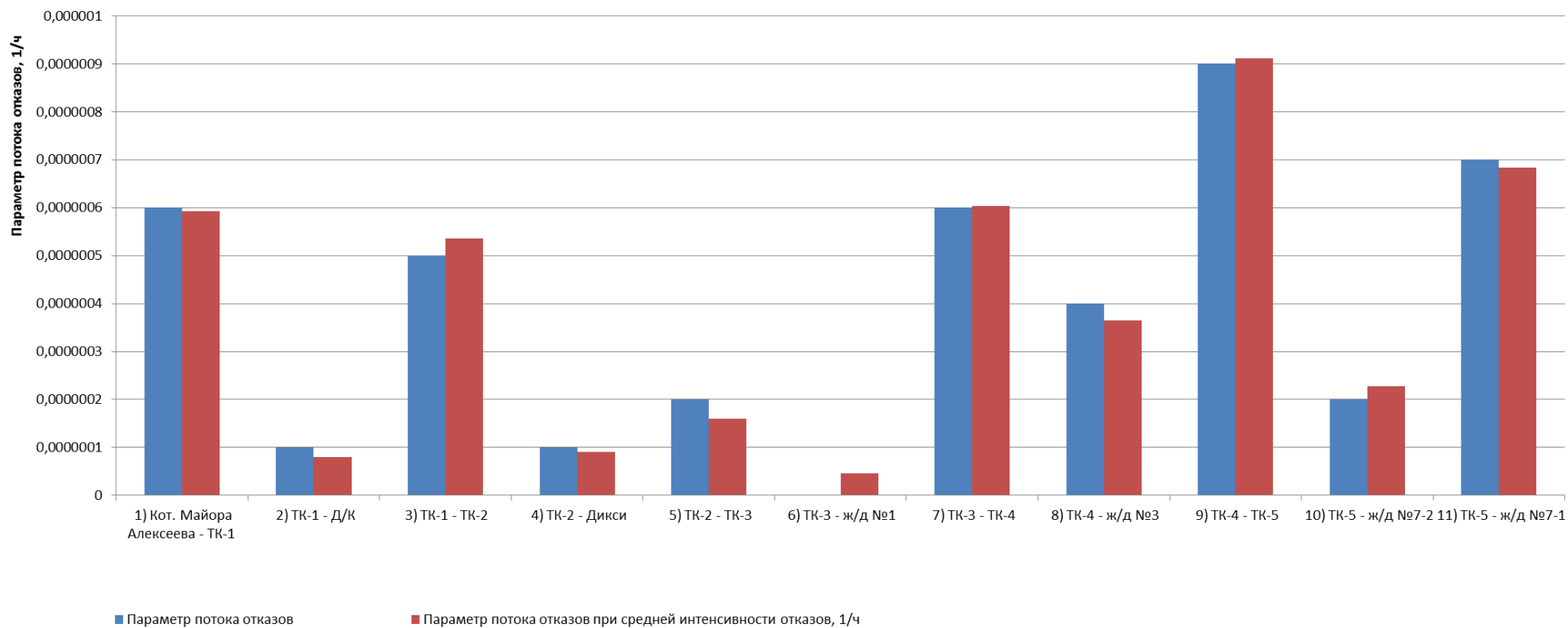


Рисунок 10.27 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной п. Колубакинское, ул. Майора Алексева, «Клуб»

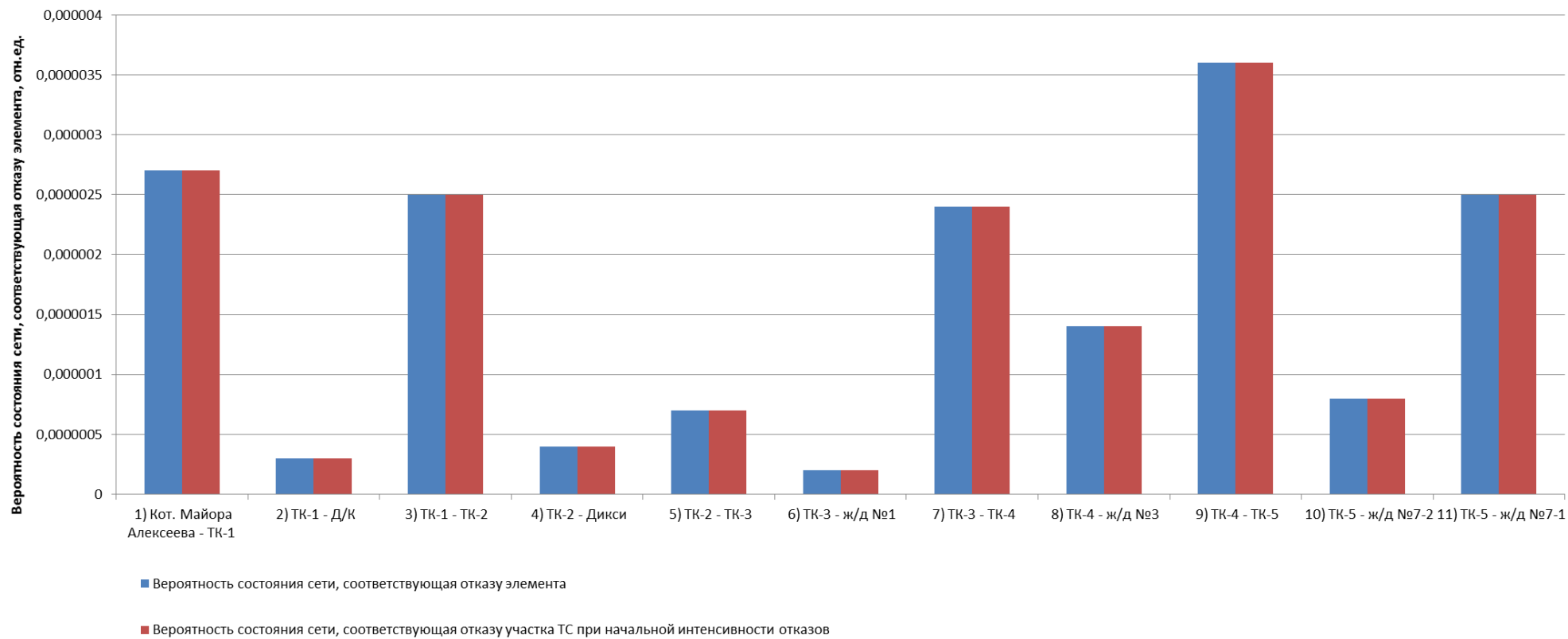


Рисунок 10.28 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Колубакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

Таблица 10.15 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

Наименование потребителя (Адрес потребителя)	Расчетная нагрузка ОВ, Гкал/ч	Расчетная нагрузка ГВС, Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность без- отказной работы	Коэффициент го- товности	Средний сум- марный недоот- пуск теплоты, Гкал/от.период
1) Д/К (-)	0,06	0	60	12	1	0,999986	0,0017
2) Дикси (-)	0,014	0	60	12	1	0,999988	0,0004
3) ж/д №1 (-)	0,065	0,0143	60	12	1	0,999989	0,0021
4) ж/д №3 (-)	0,049	0,0111	60	12	1	0,999992	0,0016
5) ж/д №7-2 (-)	0,0155	0,002	60	12	1	0,999995	0,0005
6) ж/д №7-1 (-)	0,0155	0,002	60	12	1	0,999997	0,0005

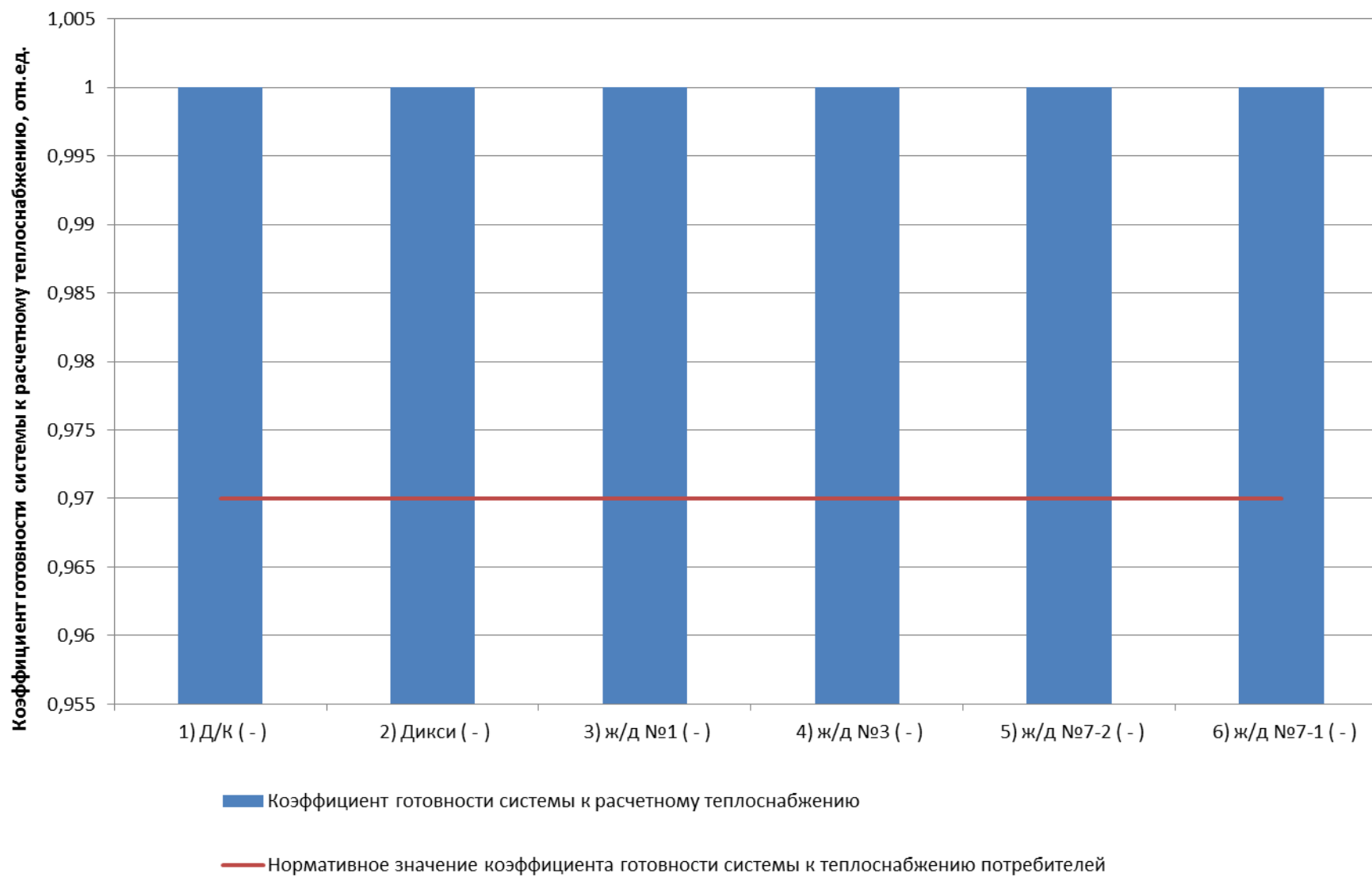


Рисунок 10.29 - Сопоставление коoeffициентов готовности с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексеева, «Клуб»

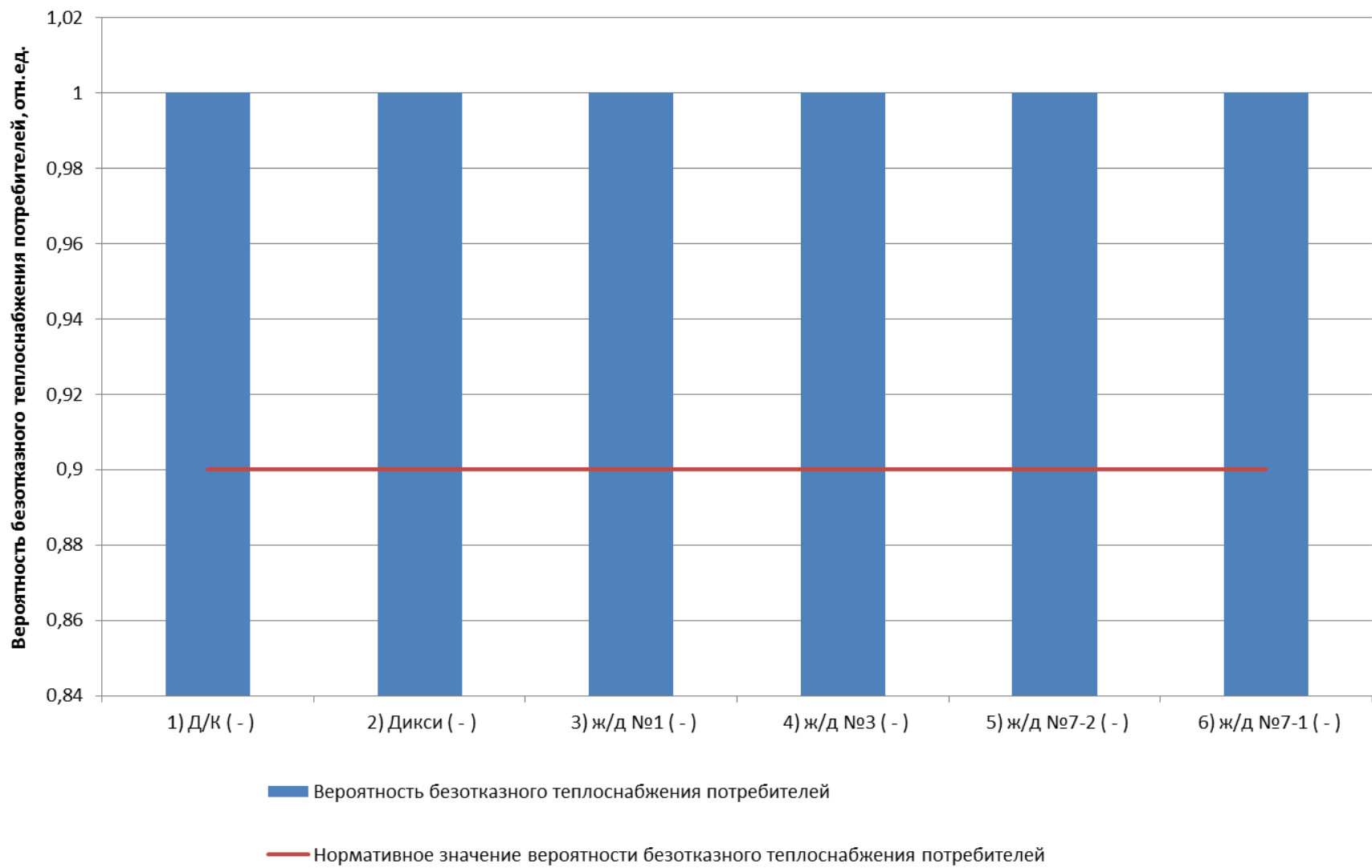


Рисунок 10.30 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Колюбакинское, ул. Майора Алексева, «Клуб»

10.6.7 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Поречье, д.28, стр.1

Таблица 10.16 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Поречье, д.28, 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. Поречье, д.28 - ТК-1	15	0,1	6	0,0000114	0,0000002	6,630234	0,150824	0,0000011
2) ТК-1 - У-1	70	0,082	46	0,0000226	0,0000016	5,876721	0,170163	0,0000093
3) У-1 - ж/д №26	6	0,082	46	0,0000226	0,0000001	5,876721	0,170163	0,0000008
4) У-1 - ж/д №27	148	0,082	46	0,0000226	0,0000033	5,876721	0,170163	0,0000196
5) ТК-1 - ТК-2	22	0,1	6	0,0000114	0,0000003	6,630234	0,150824	0,0000017
6) ТК-2 - у.2	30	0,1	6	0,0000114	0,0000003	6,630234	0,150824	0,0000023
7) у.2 - ж/д №29	70	0,07	39	0,0000226	0,0000016	5,384156	0,18573	0,0000085
8) у.2 - ж/д №28	3	0,051	39	0,0000226	0,0000001	4,623103	0,216305	0,0000003
9) у.2 - ТК-3	65	0,07	49	0,0000226	0,0000015	5,384156	0,18573	0,0000079
10) ТК-3 - Клуб + Почта	50	0,051	51	0,0000226	0,0000011	4,589698	0,217879	0,0000052
11) ТК-3 - ТК-4	80	0,051	51	0,0000226	0,0000018	4,589698	0,217879	0,0000083
12) ТК-4 - ж/д №9	50	0,051	49	0,0000226	0,0000011	4,589698	0,217879	0,0000052
13) ТК-4 - ж/д №8	40	0,051	51	0,0000226	0,0000009	4,589698	0,217879	0,0000041
14) ТК-2 - ТК-5	160	0,1	6	0,0000114	0,0000018	6,630234	0,150824	0,0000121
15) ТК-5 - ж/д №30	24	0,082	11	0,0000114	0,0000003	5,931155	0,168601	0,0000016
16) ТК-5 - ТК-6	120	0,1	27	0,0000226	0,0000027	6,630234	0,150824	0,000018
17) ТК-6 - ж/д №5А	60	0,051	27	0,0000226	0,0000014	4,614329	0,216716	0,0000062
18) ТК-6 - ТК-7	60	0,082	27	0,0000226	0,0000014	5,917819	0,168981	0,000008
19) ТК-7 - ж/д №5Б	13	0,082	30	0,0000226	0,0000003	5,917819	0,168981	0,0000017
20) ТК-7 - ж/д №5В	60	0,051	31	0,0000226	0,0000014	4,614329	0,216716	0,0000062
21) Кот. Поречье, д.28 - Кот. Поречье, д.28	3	0,1	6	0,0000114	0	6,630234	0,150824	0,0000002
22) ТК-7 - Запрузнаб	125	0,025	9	0,0000114	0,0000014	3,63165	0,275357	0,0000052

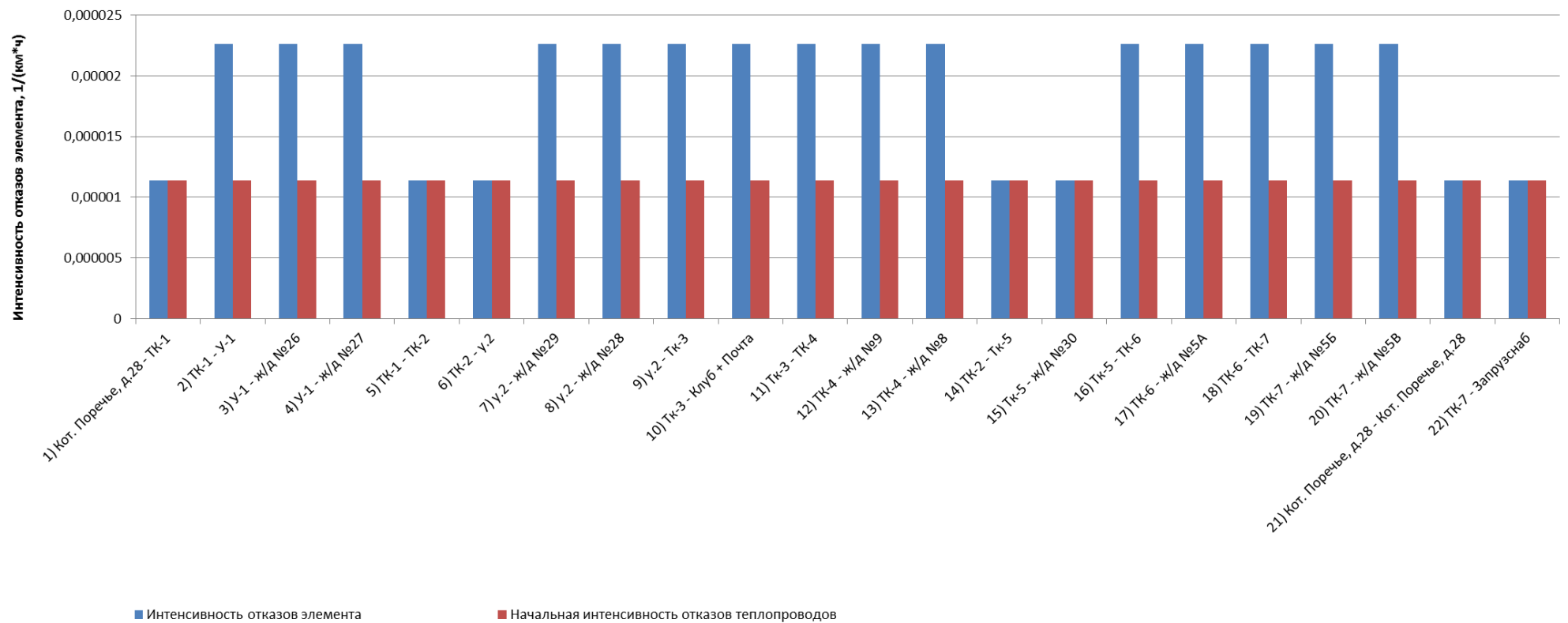


Рисунок 10.31 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной д. Поречье, д.28, стр.1

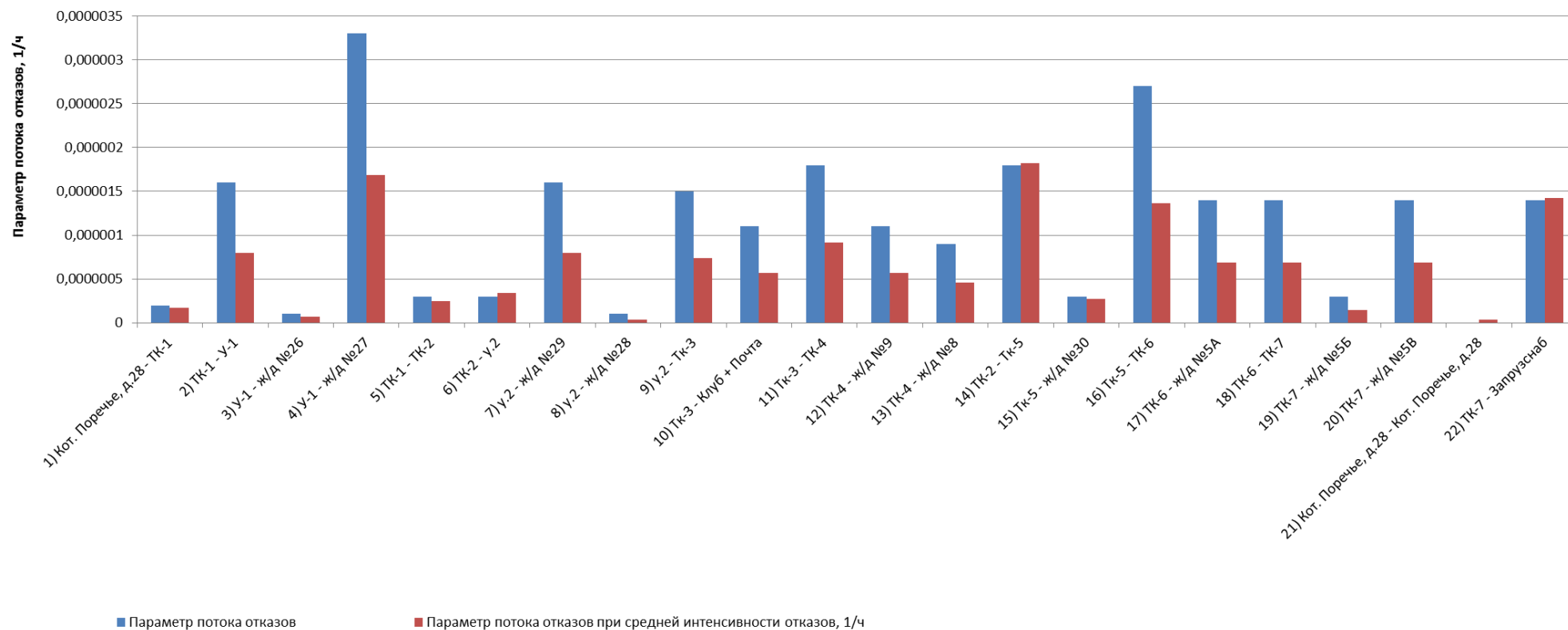


Рисунок 10.32 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Поречье, д.28, стр.1

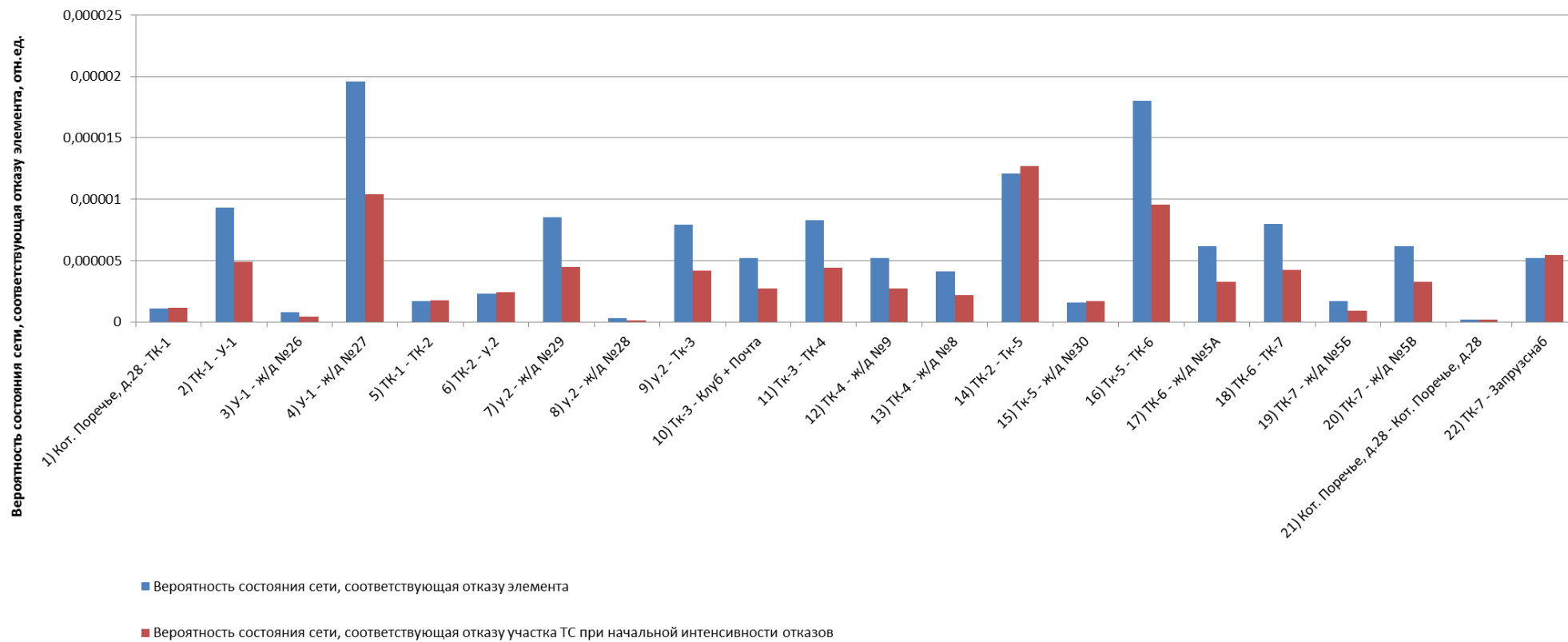


Рисунок 10.33 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Поречье, д.28, стр.1

Таблица 10.17 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Поречье, д.28, стр.1

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 №26 (-)	0,12747847	0	60	12	1	0,999878	0,0271
2) ж/д №27 (-)	0,12773854	0	60	12	1	0,999896	0,0271
3) ж/д №29 (-)	0,16152333	0	60	12	1	0,99988	0,0343
4) ж/д №28 (-)	0,24484911	0	60	12	1	0,999872	0,052
5) Клуб + Почта (-)	0,017332201	0	60	12	1	0,999885	0,0037
6) ж/д №9 (-)	0,045650461	0	60	12	1	0,999893	0,0097
7) ж/д №8 (-)	0,045945997	0	60	12	1	0,999892	0,0098
8) ж/д №30 (-)	0,35687282	0	60	12	1	0,999883	0,0758
9) ж/д №5А (-)	0,081577393	0	60	12	1	0,999906	0,0173
10) ж/д №5Б (-)	0,083459366	0	60	12	1	0,999909	0,0177
11) ж/д №5В (-)	0,088008257	0	60	12	1	0,999914	0,0187
12) Запрузнаб (-)	0,017897168	0	60	12	1	0,999912	0,0038

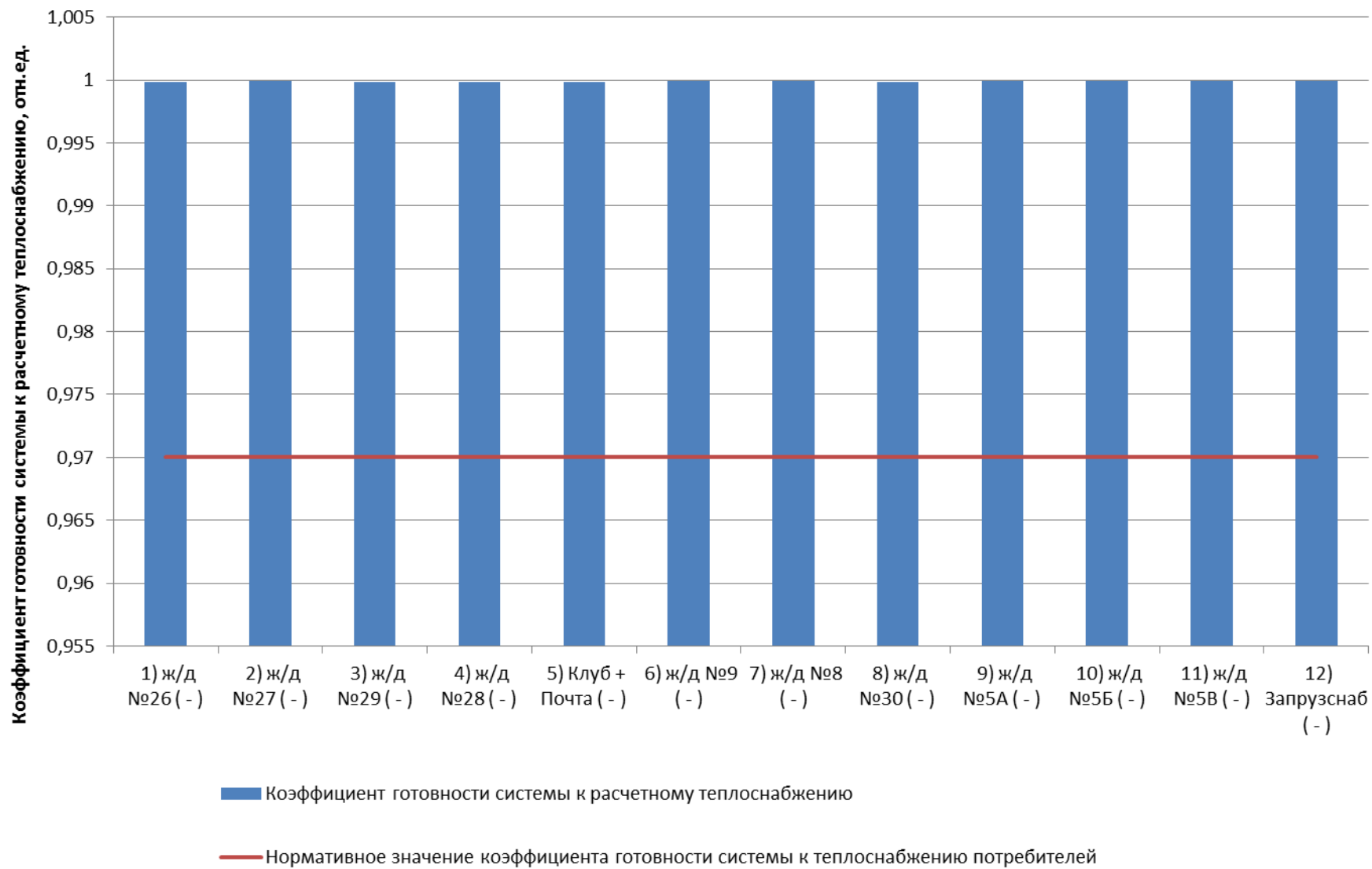


Рисунок 10.34 - Сопоставление коэффицентов готовности с нормативным значением котельной д. Поречье, д.28, стр.1

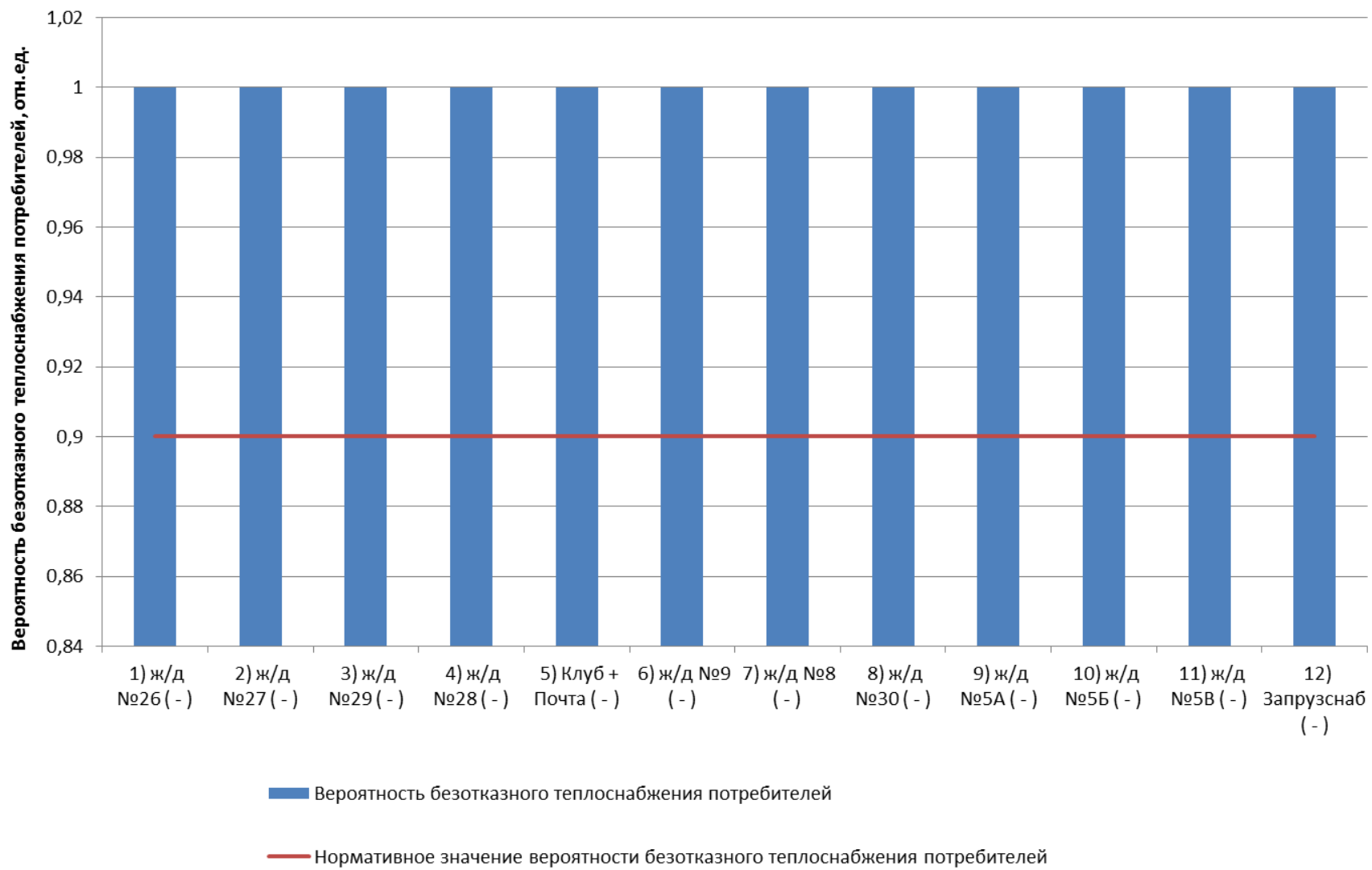


Рисунок 10.35 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Поречье, д.28, стр.1

10.6.8 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Барынино, д.62

Таблица 10.18 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Барынино, д.62

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. Барынино - ТК-1	4	0,051	16	0,0000114	0	4,615252	0,216673	0,0000002
2) ТК-1 - ж/д №1	14	0,051	16	0,0000114	0,0000002	4,615252	0,216673	0,0000007
3) ТК-1 - ж/д №1А	36	0,051	16	0,0000114	0,0000004	4,615252	0,216673	0,0000019

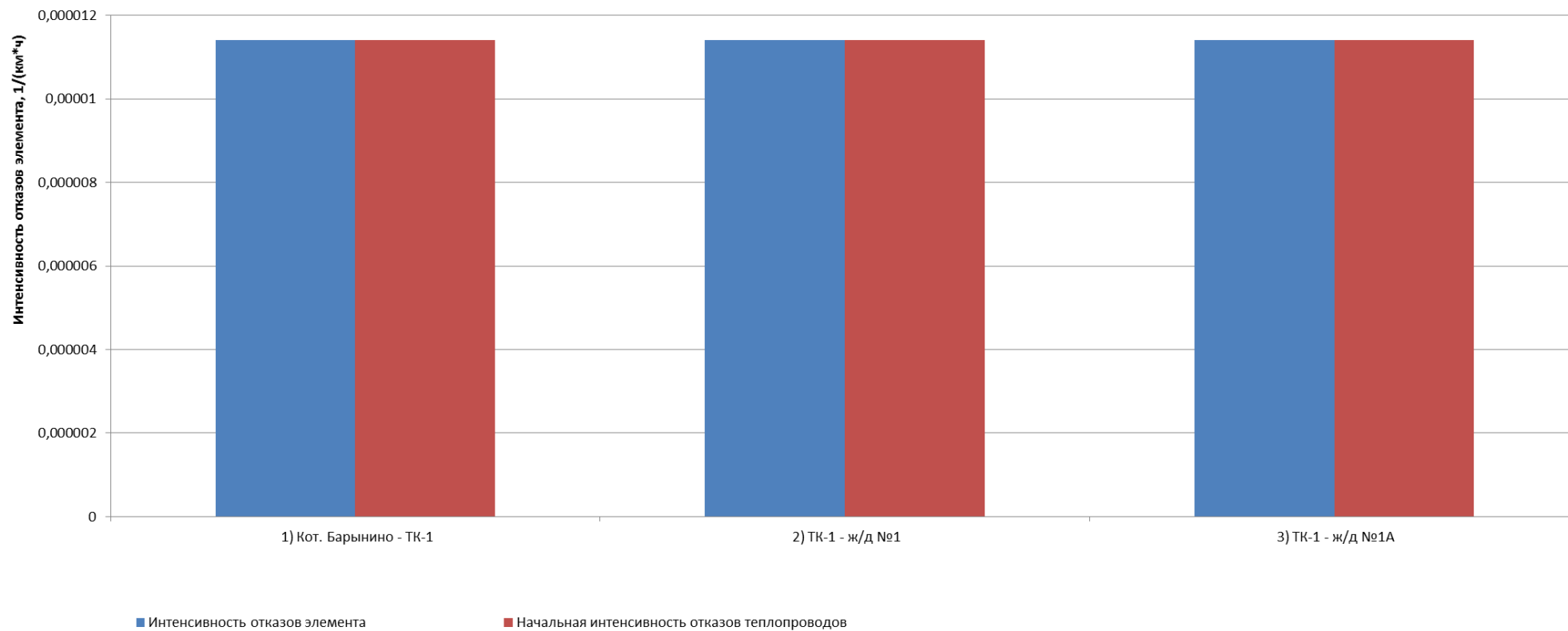


Рисунок 10.36 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной д. Барынино, д.62

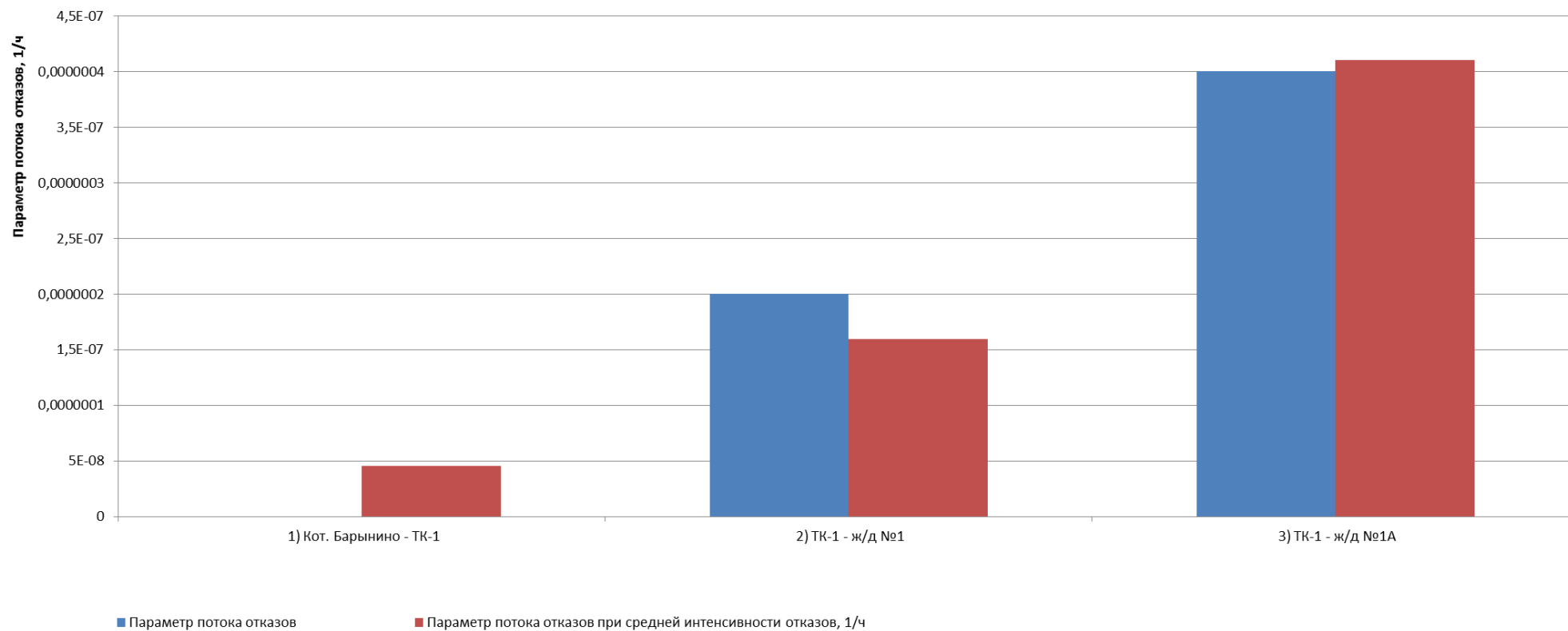


Рисунок 10.37 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Барынино, д.62

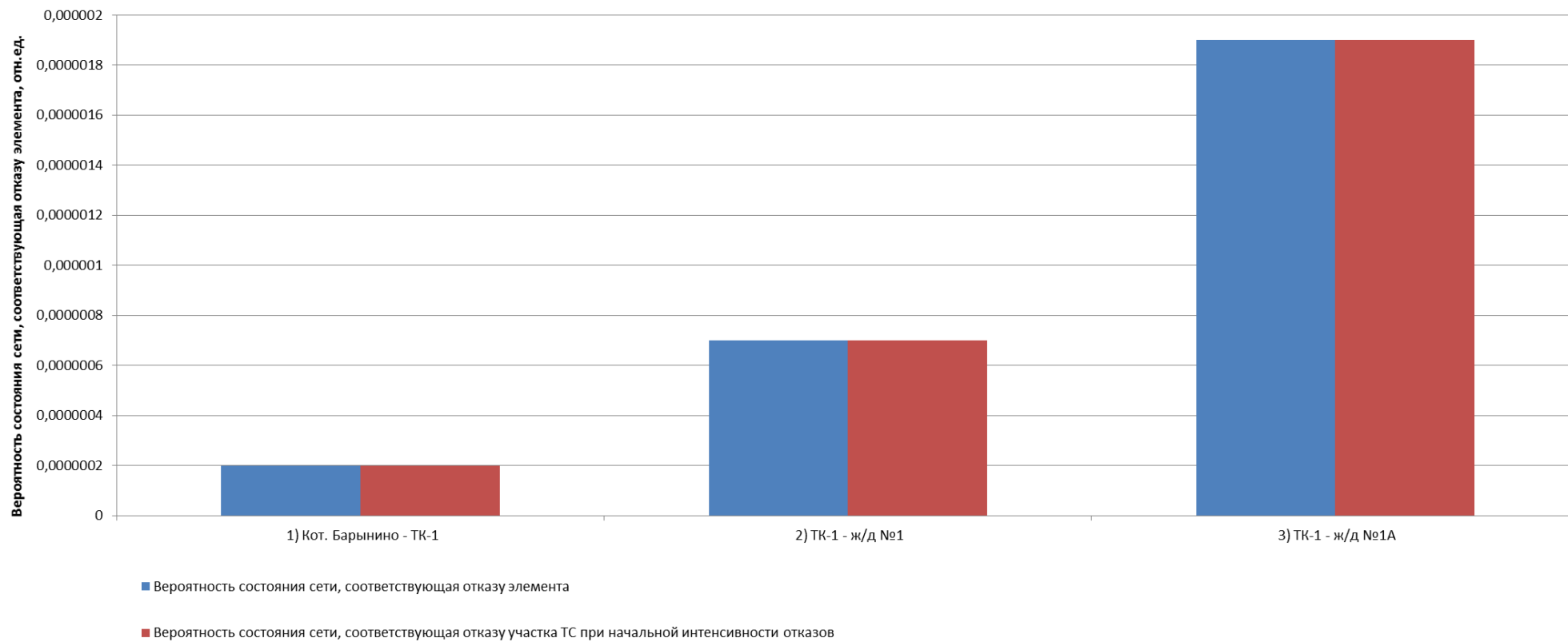


Рисунок 10.38 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Барынино, д.62

Таблица 10.19 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Барынино, д.62

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 №1 (-)	0,069	0	60	12	1	0,999998	0,0003
2) ж/д №1А (-)	0,072	0	60	12	1	0,999999	0,0003

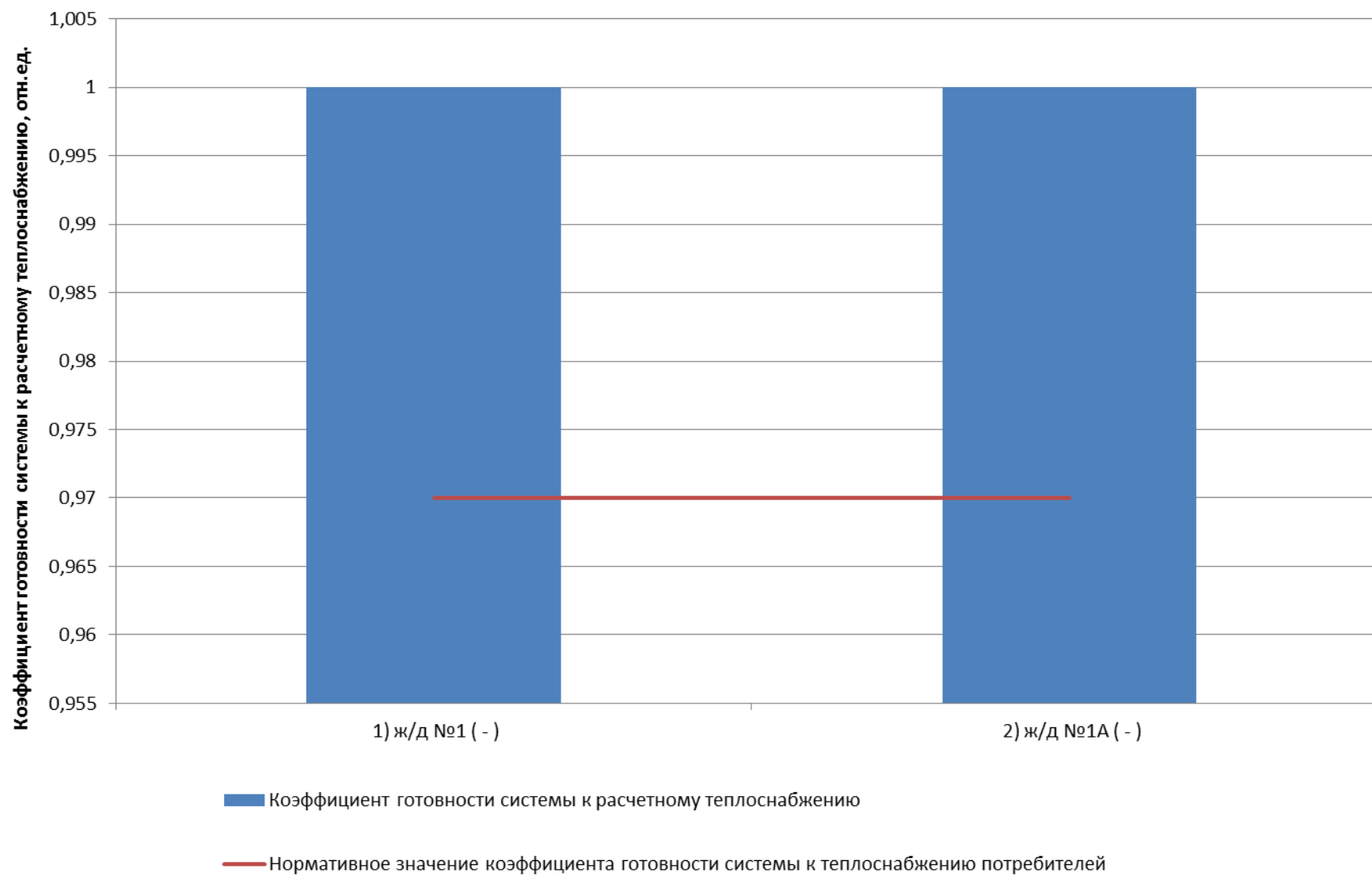


Рисунок 10.39 - Сопоставление коэффицентов готовности с нормативным значением котельной д. Барынино, д.62

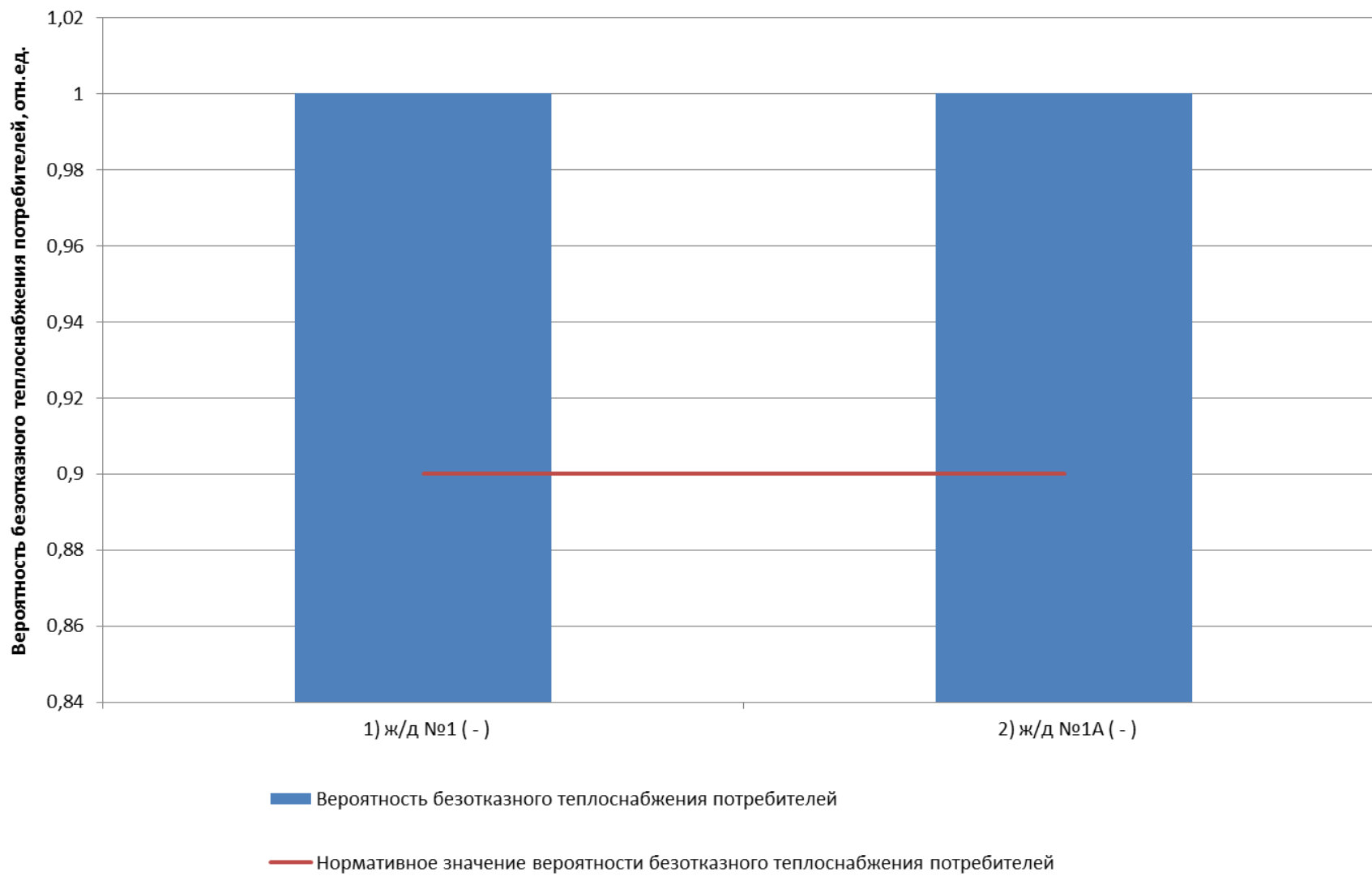


Рисунок 10.40 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Барынино, д.62

10.6.9 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Орешки, д.95

Таблица 10.20 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Орешки, д.95

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. Орешки - ТК-1	22	0,207	39	0,0000226	0,0000005	12,082225	0,082766	0,000006
2) ТК-1 - ТК-2	118	0,15	39	0,0000226	0,0000027	9,036532	0,110662	0,0000241
3) ТК-2 - Почтовое отделение	6	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,92682	0,254659	0,0000005
4) ТК-2 - ТК-3	40	0,15	39	0,0000226	0,0000009	9,036532	0,110662	0,0000082
5) ТК-3 - ТК-4	40	0,07	39	0,0000226	0,0000009	5,405541	0,184995	0,0000049
6) ТК-4 - ж/д №6-1	25	0,051	39	0,0000226	0,0000006	4,61125	0,216861	0,0000026
7) ТК-4 - У-амб.	25	0,051	39	0,0000226	0,0000006	4,61125	0,216861	0,0000026
8) У-амб. - Магазин	30	0,051	39	0,0000226	0,0000007	4,61125	0,216861	0,0000031
9) У-амб. - Столовая ОАО «Аннинское»	3	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,927003	0,254647	0,0000003
10) ТК-3 - ТК-5	56	0,15	39	0,0000226	0,0000013	9,036532	0,110662	0,0000114
11) ТК-5 - ТК-6а	6	0,1	39	0,0000226	0,0000001	6,415421	0,155874	0,0000009
12) ТК-6а - ж/д №6-2	6	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,92682	0,254659	0,0000005
13) ТК-6а - ж/д №9	5	0,051	39	0,0000226	0,0000001	4,622796	0,216319	0,0000005
14) ТК-6а - ТК-6	46	0,1	39	0,0000226	0,0000001	6,415421	0,155874	0,0000067
15) ТК-6 - ж/д №9	14	0,051	39	0,0000226	0,0000003	4,62141	0,216384	0,0000015
16) ТК-6 - ТК-7	44	0,1	39	0,0000226	0,0000001	6,415421	0,155874	0,0000064
17) ТК-7 - Детский сад	21	0,051	39	0,0000226	0,0000005	4,605862	0,217115	0,0000022
18) ТК-7 - ж/д №10	14	0,051	39	0,0000226	0,0000003	4,605862	0,217115	0,0000015
19) ТК-7 - Дом культуры	80	0,051	39	0,0000226	0,0000018	4,605862	0,217115	0,0000083
20) ТК-5 - ТК-8	16	0,1	39	0,0000226	0,0000004	6,415421	0,155874	0,0000023
21) ТК-8 - ж/д №7	6	0,051	39	0,0000226	0,0000001	4,62141	0,216384	0,0000006
22) ТК-8 - ж/д №8	8	0,051	39	0,0000226	0,0000002	4,62141	0,216384	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
23) ТК-8 - ТК-9	63	0,1	39	0,0000226	0,0000014	6,415421	0,155874	0,0000091
24) ТК-9 - ж/д №11	12	0,051	39	0,0000226	0,0000003	4,621718	0,21637	0,0000013
25) ТК-9 - ТК-10	22	0,1	39	0,0000226	0,0000005	6,415421	0,155874	0,0000032
26) ТК-10 - ж/д №12	48	0,07	39	0,0000226	0,0000011	5,40374	0,185057	0,0000059
27) ТК-10 - ТК-11	31	0,1	39	0,0000226	0,0000007	6,415421	0,155874	0,0000045
28) ТК-11 - ТК-12	54	0,1	39	0,0000226	0,0000012	6,415421	0,155874	0,0000078
29) ТК-12 - Школа	44	0,1	39	0,0000226	0,000001	6,415421	0,155874	0,0000064
30) ТК-12 - УТ-1	40	0,1	39	0,0000226	0,0000009	6,415421	0,155874	0,0000058
31) ТК-12-1 - ж/д №26	43	0,051	39	0,0000226	0,000001	4,616946	0,216593	0,0000045
32) ТК-11 - ТК-13	60	0,1	39	0,0000226	0,0000014	6,415421	0,155874	0,0000087
33) ТК-13 - ТК-14	12	0,1	39	0,0000226	0,0000003	6,415421	0,155874	0,0000017
34) ТК-14 - ж/д №14	15	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,925999	0,254712	0,0000013
35) ТК-14 - ТК-15	23	0,1	39	0,0000226	0,0000005	6,415421	0,155874	0,0000033
36) ТК-15 - ж/д №15	15	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,925999	0,254712	0,0000013
37) ТК-15 - ТК-16	24	0,1	39	0,0000226	0,0000005	6,415421	0,155874	0,0000035
38) ТК-16 - ж/д №16	15	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,925999	0,254712	0,0000013
39) ТК-16 - ТК-17	15	0,1	39	0,0000226	0,0000003	6,415421	0,155874	0,0000022
40) ТК-17 - ж/д №33	94	0,051	39	0,0000226	0,0000021	4,609095	0,216962	0,0000098
41) ТК-17 - ТК-18	75	0,1	39	0,0000226	0,0000017	6,415421	0,155874	0,0000109
42) ТК-18 - ж/д №17	6	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,924812	0,254789	0,0000005
43) ТК-18 - ж/д №24	22	0,033	39	0,0000226	0,0000005	3,924812	0,254789	0,0000019
44) ТК-18 - ТК-19	75	0,1	39	0,0000226	0,0000017	6,415421	0,155874	0,0000109
45) ТК-19 - ж/д №18	6	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,924812	0,254789	0,0000005
46) ТК-19 - ж/д №23	22	0,033	39	0,0000226	0,0000005	3,924812	0,254789	0,0000019

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) ТК-19 - ТК-20	50	0,1	39	0,0000226	0,0000011	6,415421	0,155874	0,0000072
48) ТК-20 - ж/д №19	6	0,033	39	0,0000226	0,0000001	3,924812	0,254789	0,0000005
49) ТК-20 - ж/д №22	22	0,033	39	0,0000226	0,0000005	3,924812	0,254789	0,0000019
50) ТК-20 - ТК-21	50	0,1	39	0,0000226	0,0000011	6,415421	0,155874	0,0000072
51) ТК-21 - ж/д №20	6	0,025	39	0,0000226	0,0000001	3,637997	0,274876	0,0000005
52) ТК-21 - ж/д №21	22	0,025	39	0,0000226	0,0000005	3,637997	0,274876	0,0000018
53) ТК-17 - ТК-22	53	0,1	39	0,0000226	0,0000012	6,415421	0,155874	0,0000077
54) ТК-22 - ж/д №25	12	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,926273	0,254694	0,0000011
55) ТК-22 - ТК-23	53	0,1	39	0,0000226	0,0000012	6,415421	0,155874	0,0000077
56) ТК-23 - ж/д №26	12	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,919151	0,255157	0,0000011
57) ТК-23 - ж/д №31	28	0,051	39	0,0000226	0,0000006	4,619255	0,216485	0,0000029
58) ТК-23 - ж/д №32	78	0,033	39	0,0000226	0,0000018	3,919151	0,255157	0,0000069
59) ТК-23 - ТК-24	53	0,1	39	0,0000226	0,0000012	6,415421	0,155874	0,0000077
60) ТК-24 - ж/д №27	12	0,033	39	0,0000226	0,0000003	3,924081	0,254837	0,0000011
61) ТК-24 - ж/д №30	24	0,033	39	0,0000226	0,0000005	3,924081	0,254837	0,0000021
62) ТК-24 - ТК-25	53	0,1	39	0,0000226	0,0000012	6,415421	0,155874	0,0000077
63) ТК-25 - ж/д №28	12	0,025	39	0,0000226	0,0000003	3,637212	0,274936	0,000001
64) ТК-25 - ж/д №29	28	0,025	39	0,0000226	0,0000006	3,637212	0,274936	0,0000023
65) Кот. Орешки - Кот. Орешки	3	0,207	39	0,0000226	0,0000001	12,082225	0,082766	0,0000008
66) ТК-13 - котедж № 79 (2 кв.)	10	0,051	39	0,0000226	0,0000002	4,622026	0,216355	0,000001
67) У-амб. - Здание ФАП	1	0,033	39	0,0000226	0	3,927003	0,254647	0,0000001
68) ТК-1 - Гараж	10	0,051	39	0,0000226	0,0000002	4,622026	0,216355	0,000001
69) УТ-1 - ТК-12-1	10	0,1	39	0,0000226	0,0000002	6,415421	0,155874	0,0000014
70) УТ-1 - Здание адм. Барынинского с/о	10	0,051	39	0,0000226	0,0000002	4,622026	0,216355	0,000001

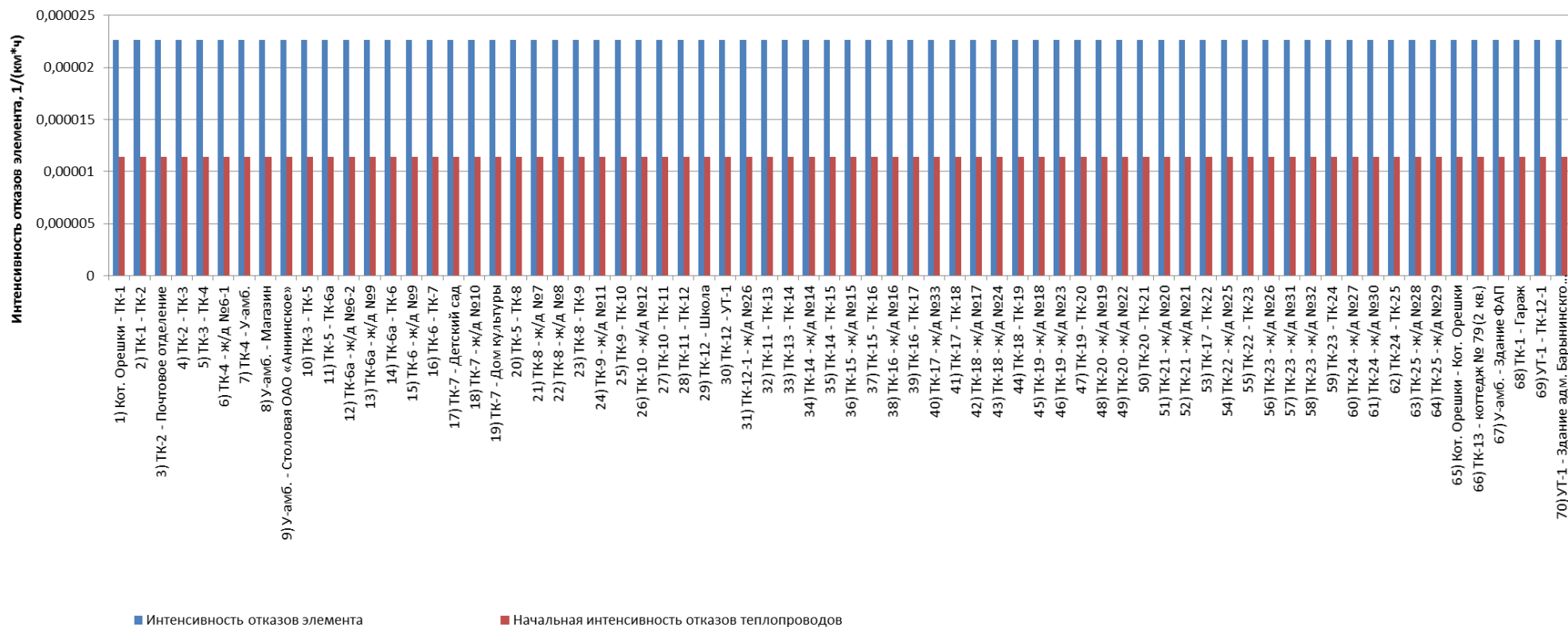


Рисунок 10.41 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной д. Орешки, д.95

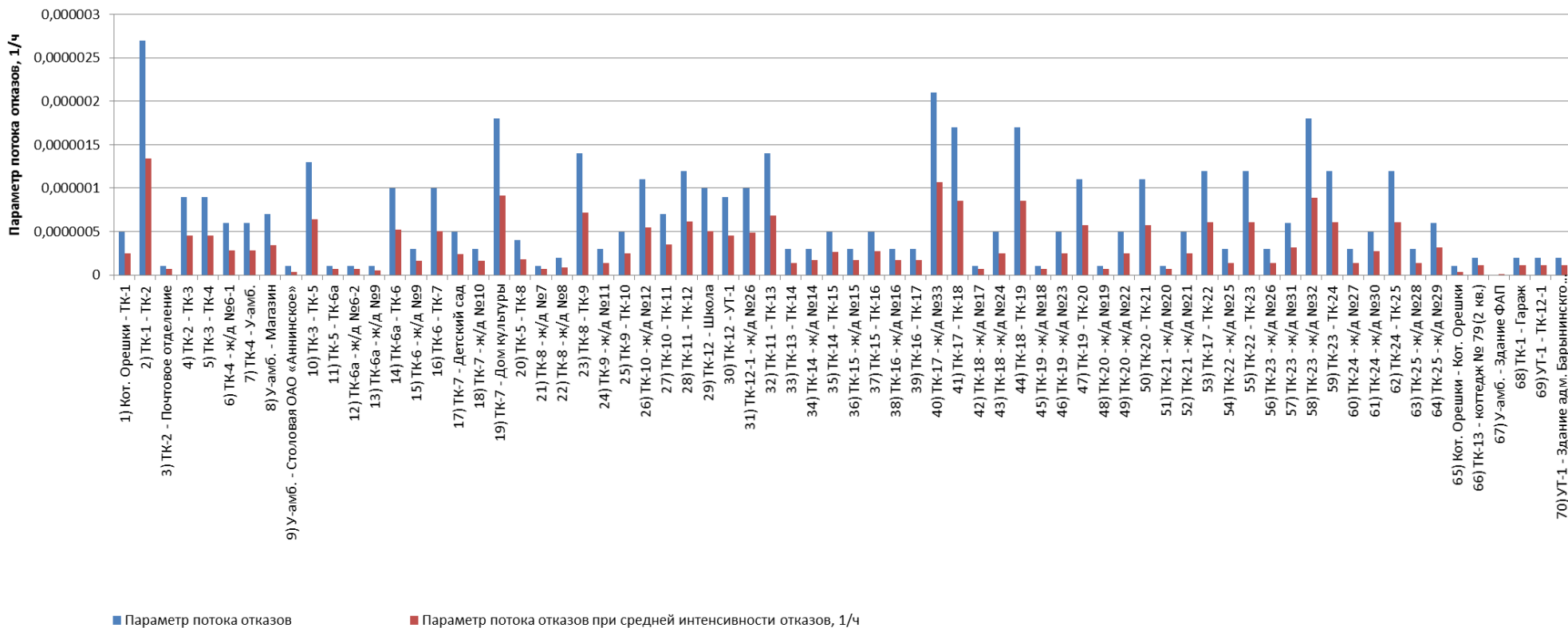


Рисунок 10.42 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Орешки, д.95

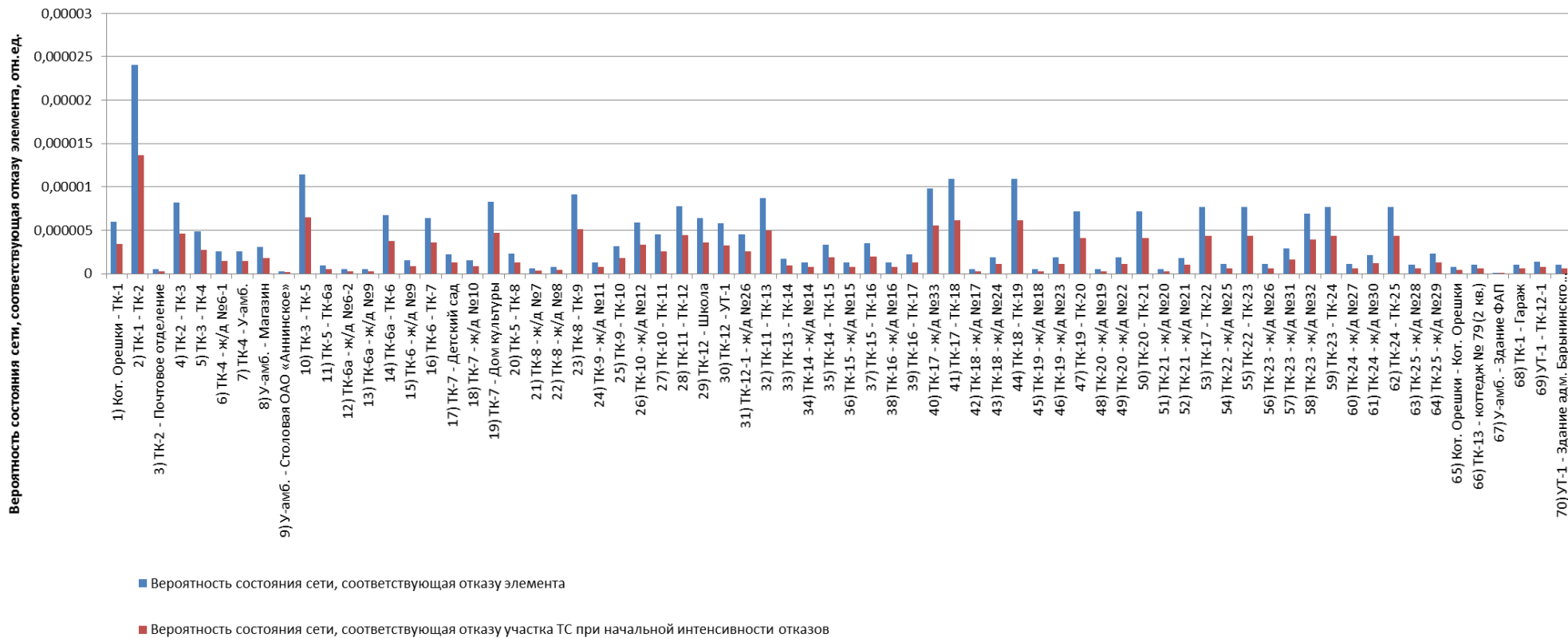


Рисунок 10.43 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Орешки, д.95

Таблица 10.21 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Орешки, д.95

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) Почтовое отделение (-)	0,006	0	60	12	0,999914	0,99972	0,0027
2) ж/д №6-1 (-)	0,104	0,0325	60	12	0,99989	0,999727	0,0558
3) Магазин (-)	0,02	0,0034	60	12	0,99989	0,99973	0,01
4) Столовая ОАО «Аннинское» (-)	0,019	0,134	60	12	0,99989	0,999727	0,022
5) ж/д №6-2 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999721	0,0118
6) ж/д №9 (-)	0,105	0	60	12	0,999856	0,999721	0,0469
7) ж/д №9 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999728	0,0118
8) Детский сад (-)	0,091	0	60	12	0,999856	0,999736	0,0407
9) ж/д №10 (-)	0,111	0	60	12	0,999856	0,999735	0,0496
10) Дом культуры (-)	0,025	0	60	12	0,999856	0,999742	0,0112
11) ж/д №7 (-)	0,101	0	60	12	0,999856	0,999722	0,0451
12) ж/д №8 (-)	0,105	0	60	12	0,999856	0,999723	0,0469
13) ж/д №11 (-)	0,114	0	60	12	0,999856	0,999732	0,051
14) ж/д №12 (-)	0,144	0	60	12	0,999856	0,99974	0,0644
15) Школа (-)	0,166	0,0252	60	12	0,999856	0,999753	0,0818
16) ж/д №26 (-)	0,014	0,0059	60	12	0,999856	0,999758	0,0079
17) ж/д №14 (-)	0,145	0	60	12	0,999856	0,99975	0,0649
18) ж/д №15 (-)	0,145	0	60	12	0,999856	0,999754	0,0649
19) ж/д №16 (-)	0,145	0	60	12	0,999856	0,999757	0,065
20) ж/д №33 (-)	0,014	0	60	12	0,999856	0,999768	0,0063
21) ж/д №17 (-)	0,145	0	60	12	0,999856	0,999769	0,0649
22) ж/д №24 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999771	0,0119
23) ж/д №18 (-)	0,145	0	60	12	0,999856	0,99978	0,0649

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
24) ж/д №23 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999782	0,0119
25) ж/д №19 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999787	0,0119
26) ж/д №22 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999789	0,0119
27) ж/д №20 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999795	0,0119
28) ж/д №21 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999796	0,0119
29) ж/д №25 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999767	0,0119
30) ж/д №26 (-)	0,014	0	60	12	0,999856	0,999774	0,0063
31) ж/д №32 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,99978	0,0119
32) ж/д №31 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999776	0,0119
33) ж/д №27 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999782	0,0119
34) ж/д №30 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999783	0,0119
35) ж/д №28 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,99979	0,0119
36) ж/д №29 (-)	0,0265	0	60	12	0,999856	0,999791	0,0119
37) коттедж № 79 (2 кв.) (-)	0,029	0	60	12	0,999856	0,999748	0,013
38) Здание ФАП (-)	0,007	0,0018	60	12	0,99989	0,999727	0,0037
39) Гараж (-)	0,07	0	60	12	0,999986	0,99972	0,0312
40) Здание адм. Барынинского с/о (-)	0,03	0	60	12	0,999856	0,999753	0,0134

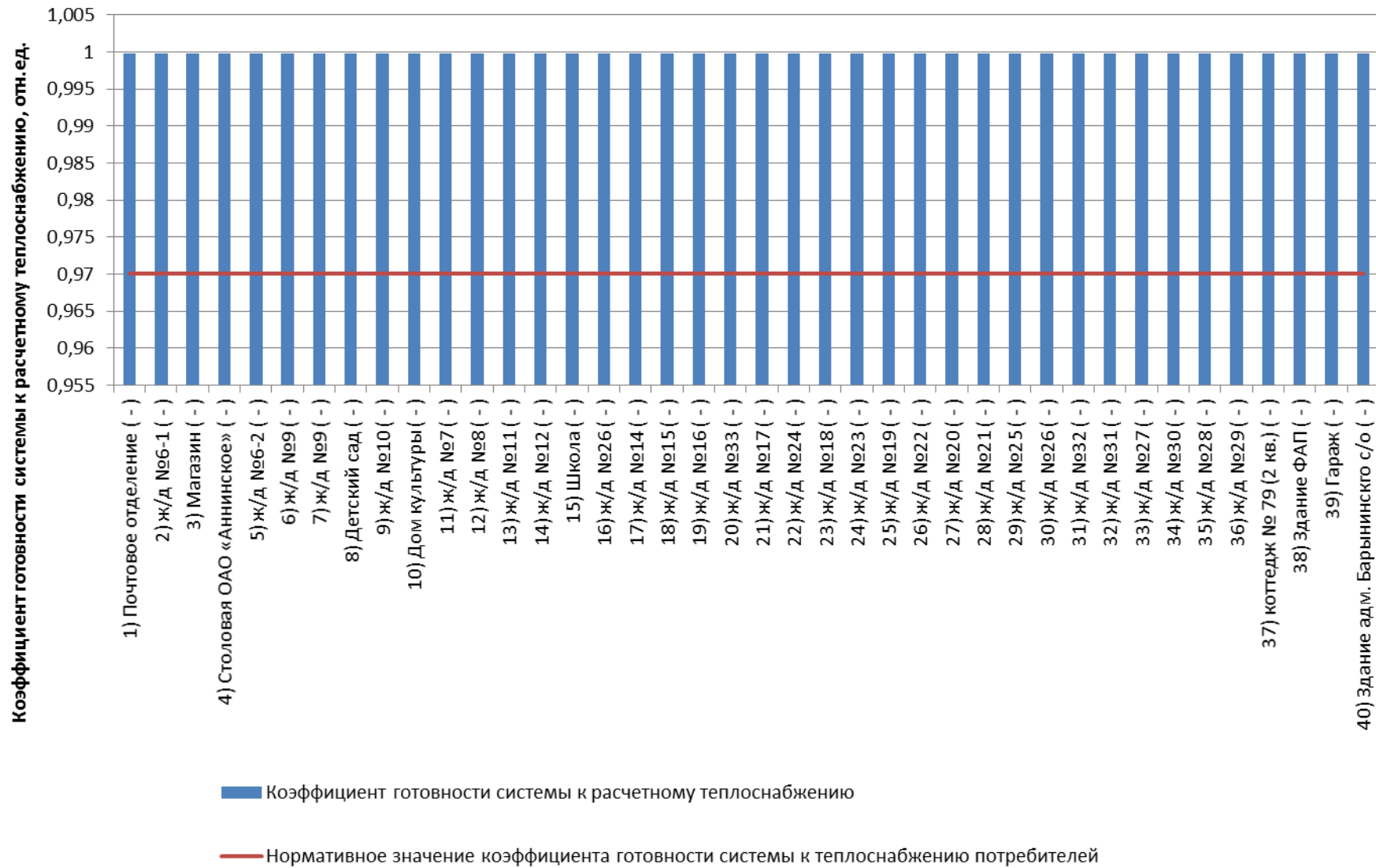


Рисунок 10.44 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной д. Орешки, д.95

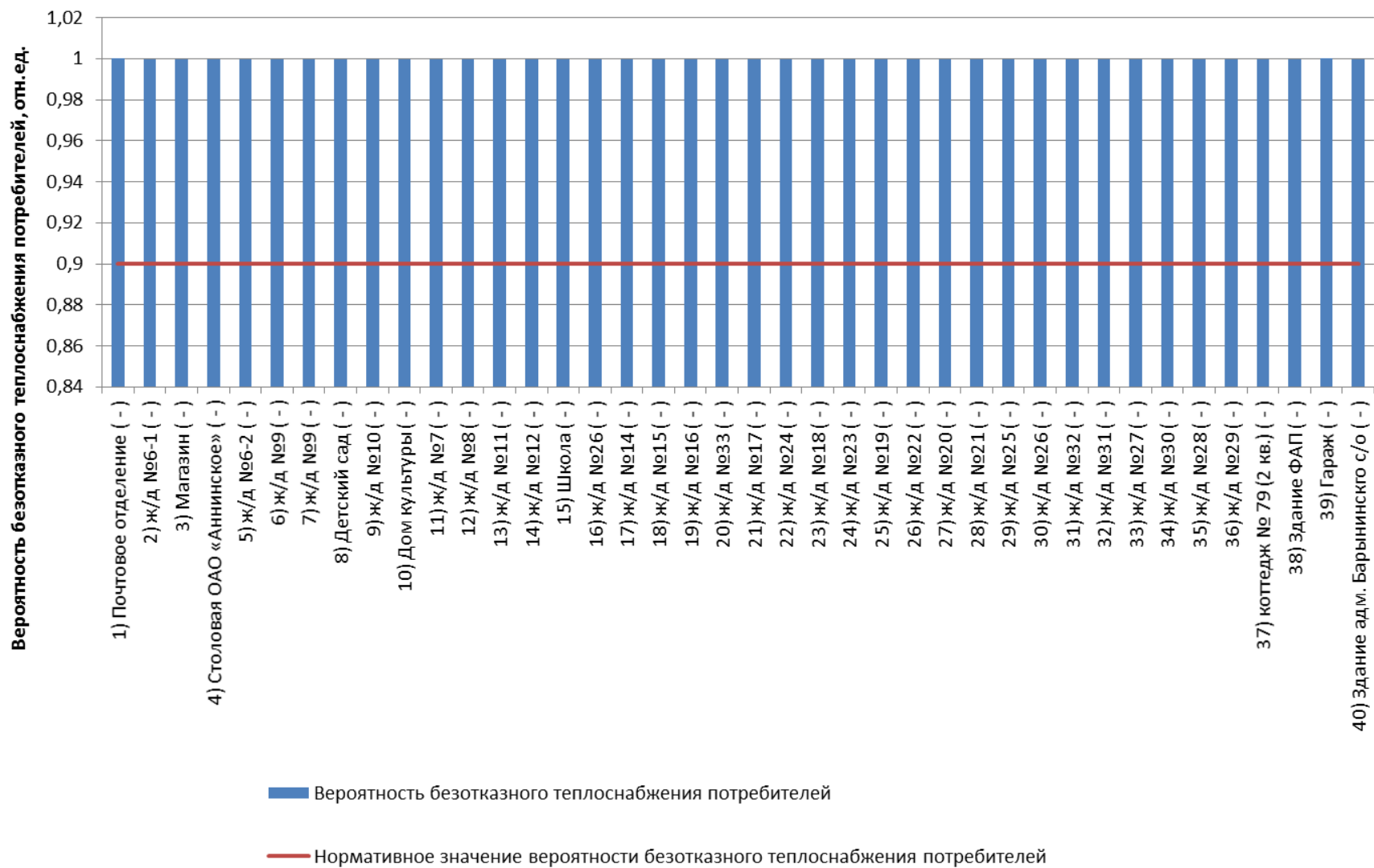


Рисунок 10.45 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Орешки, д.95

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 Колюбакинское до 2029 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 10.22.

Таблица 10.22 - Котельные с тепловыми сетями, имеющими длительный срок эксплуатации

№ п/п	Наименование котельной
1	Котельная п. Колюбакинское, ул. Новая, д.1
2	Котельная п. Колюбакинское, ул. 2-ая Заводская, д.25
3	Котельная п. Колюбакинское, ул. Попова, д.7а
3	Котельная п. Колюбакинское, ул. Заводская д.80 («Сосновая роща»)
4	Котельная д. Поречье, д.28, стр.1
5	Котельная д. Орешки, д.95

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 Колюбакинское приведены в главе 7 Обосновывающих материалов схемы теплоснабжения.