



Сельское поселение Старорузское Рузского муниципального района
Московской области

Схема теплоснабжения
сельского поселения Старорузское
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

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>	7
10.2	КЛАССИФИКАЦИЯ	12
10.3	СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ	12
10.3.1	<i>Надежность</i>	12
10.3.2	<i>Резервирование</i>	14
10.3.3	<i>Принятые допущения</i>	14
10.4.1	<i>Среднее время до восстановления ЗРА</i>	17
10.6	КОТЕЛЬНЫЕ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ СТАРОРУЗСКОЕ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ ООО «РУЗСКАЯ ТЕПЛОВАЯ КОМПАНИЯ»	24
10.6.1	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Нестерово</i>	24
10.6.2	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Воробьево</i>	34
10.6.3	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Горбово</i>	42
10.6.4	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной «Дом творчества композиторов»</i>	49
10.6.5	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Новотеряево</i>	57
10.6.6	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Костино</i>	68
10.6.7	<i>Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Сытьково</i>	75
10.7	Выводы по обеспечению нормативной надежности и безопасности теплоснабжения	85

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 температуре 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 [К_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 , °C				
		- 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_r 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]:

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

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 1000 м)	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:

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

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

t_{HP} – 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_{HP} ;

q_j^p – расчетная часовая нагрузка j -го потребителя при t^{np} , 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;

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 $t_{j,min}^B$.

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 $\bar{q}_{j,f} > 0$:

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

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

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

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

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

$t^{н ср}$ – средняя за отопительный период температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

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

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

где q_j^p – расчетный при $t^{нр}$ 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 $t^{нр}$) температуры воды в подающей и обратной магистралях ТС, $^{\circ}\text{C}$.

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 $\lambda^{нач}$ для теплопроводов принимается равным $5,7 \cdot 10^{-6} \text{ 1}/(\text{км} \cdot \text{ч})$ или $0,05 \text{ 1}/(\text{км} \cdot \text{год})$. Значение $\lambda^{нач}$ для ЗРА принимается равным $2,28 \cdot 10^{-7} \text{ 1}/\text{ч}$ или $0,002 \text{ 1}/\text{год}$.

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, 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 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 Староружское, эксплуатируемые ООО «Русская тепловая компания»

10.6.1 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Нестерово

Таблица 10.4 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Нестерово

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) УТ-1 - ж/д №30	20	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,612789	0,216789	0,0000011
2) УТ-1 - ТК-3	90	0,207	12	0,0000114	0,0000001	11,541457	0,086644	0,0000118
3) ТК-3 - У-2	33	0,1	12	0,0000114	0,0000004	6,655445	0,150253	0,0000025
4) У-2 - ж/д №32	21	0,051	12	0,0000114	0,0000002	4,616022	0,216637	0,0000011
5) У-2 - ж/д №31	28	0,051	12	0,0000114	0,0000003	4,616022	0,216637	0,0000015
6) У-2 - ж/д №62	85	0,1	12	0,0000114	0,0000001	6,655445	0,150253	0,0000064
7) ТК-3 - У-16	30	0,1	12	0,0000114	0,0000003	6,655445	0,150253	0,0000023
8) У-16 - ж/д №101	20	0,1	12	0,0000114	0,0000002	6,655445	0,150253	0,0000015
9) У-16 - УТ-2	45	0,1	12	0,0000114	0,0000005	6,655445	0,150253	0,0000034
10) УТ-2 - ж/д №118	1	0,051	12	0,0000114	0	4,623411	0,216291	0,0000001
11) УТ-2 - ж/д №110	64	0,1	12	0,0000114	0,0000007	6,655445	0,150253	0,0000049
12) ТК-3 - ТК-4	89	0,207	12	0,0000114	0,0000001	11,541457	0,086644	0,0000117
13) ТК-4 - ТК-5	44	0,207	12	0,0000114	0,0000005	11,541457	0,086644	0,0000058
14) ТК-5 - У-6	50	0,1	12	0,0000114	0,0000006	6,733841	0,148504	0,0000038
15) У-6 - ж/д №37	30	0,082	12	0,0000114	0,0000003	5,920813	0,168896	0,0000002
16) У-6 - ж/д №38	32	0,082	12	0,0000114	0,0000004	5,920813	0,168896	0,0000022
17) ТК-5 - ТК-6	64	0,207	12	0,0000114	0,0000007	11,541457	0,086644	0,0000084
18) ТК-6 - ж/д №39	25	0,082	12	0,0000114	0,0000003	5,930883	0,168609	0,0000017
19) ТК-6 - УТ-3	28	0,207	12	0,0000114	0,0000003	11,541457	0,086644	0,0000037
20) УТ-3 - УТ-4	43	0,082	12	0,0000114	0,0000005	5,906388	0,169308	0,0000029

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
21) УТ-4 - ж/д №116	9	0,082	12	0,0000114	0,0000001	5,906388	0,169308	0,0000006
22) УТ-4 - ж/д №117	63	0,082	12	0,0000114	0,0000007	5,906388	0,169308	0,0000042
23) УТ-3 - ТК-7	50	0,207	12	0,0000114	0,0000006	11,541457	0,086644	0,0000066
24) ТК-7 - ж/д №41	23	0,1	12	0,0000114	0,0000003	6,743165	0,148298	0,0000018
25) ТК-7 - ТК-8	60	0,207	12	0,0000114	0,0000007	11,541457	0,086644	0,0000079
26) ТК-8 - ж/д №42	147	0,1	12	0,0000114	0,0000017	6,700341	0,149246	0,0000112
27) ТК-8 - ТК-9	108	0,207	12	0,0000114	0,0000012	11,541457	0,086644	0,0000142
28) ТК-9 - ТК-11	48	0,1	12	0,0000114	0,0000005	6,71381	0,148947	0,0000037
29) ТК-11 - ж/д №43	60	0,051	12	0,0000114	0,0000007	4,614329	0,216716	0,0000032
30) ТК-11 - ж/д №98	60	0,1	12	0,0000114	0,0000007	6,71381	0,148947	0,0000046
31) ТК-11 - У-15	30	0,082	12	0,0000114	0,0000003	5,914281	0,169082	0,0000002
32) У-15 - ж/д №97	8	0,082	12	0,0000114	0,0000001	5,914281	0,169082	0,0000005
33) У-15 - ж/д №97	48	0,082	12	0,0000114	0,0000005	5,914281	0,169082	0,0000032
34) ТК-9 - ТК-10	243	0,15	12	0,0000114	0,0000028	9,02024	0,110862	0,0000025
35) ТК-10 - Д/с	24	0,051	12	0,0000114	0,0000003	4,619871	0,216456	0,0000013
36) ТК-10 - Школа	108	0,125	12	0,0000114	0,0000012	7,880981	0,126888	0,0000097
37) УТ-5 - УТ-1	32	0,207	12	0,0000114	0,0000004	11,541457	0,086644	0,0000042
38) УТ-5 - (ГВС)	67	0,07	12	0,0000114	0,0000008	5,399463	0,185204	0,0000041
39) У-24 - УТ-5	67	0,207	12	0,0000114	0,0000008	11,541457	0,086644	0,0000088
40) У-24 - Ж/д №176	47	0,02	12	0,0000114	0,0000005	3,466628	0,288465	0,0000019
41) ТК-1 - У-24	47	0,207	12	0,0000114	0,0000005	11,541457	0,086644	0,0000062
42) Кот. д. Несерово - ТК-1	45	0,259	12	0,0000114	0,0000005	14,886776	0,067174	0,0000076
43) ТК-1 - Ж/д №23	50	0,025	12	0,0000114	0,0000006	3,636558	0,274985	0,0000021
44) ТК-1 - У-7	15,7	0,125	12	0,0000114	0,0000002	7,91136	0,126401	0,0000014

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
45) У-7 - У-8	10	0,07	12	0,0000114	0,0000001	5,412294	0,184765	0,0000006
46) У-8 - Ж/д №21а	5	0,051	12	0,0000114	0,0000001	4,61125	0,216861	0,0000003
47) У-8 - Ж/д №10	75	0,051	12	0,0000114	0,0000009	4,61125	0,216861	0,0000039
48) У-7 - У-9	25	0,125	12	0,0000114	0,0000003	7,91136	0,126401	0,0000023
49) У-9 - Ж/д №20	33	0,051	12	0,0000114	0,0000004	4,618485	0,216521	0,0000017
50) У-9 - У-14	58	0,1	12	0,0000114	0,0000007	6,697233	0,149315	0,0000044
51) У-14 - Ж/д №19	33	0,051	12	0,0000114	0,0000004	4,618485	0,216521	0,0000017
52) У-14 - У-10	68	0,1	12	0,0000114	0,0000008	6,697233	0,149315	0,0000052
53) У-10 - У-12	30	0,07	12	0,0000114	0,0000003	5,407792	0,184918	0,0000018
54) У-12 - Ж/д №18	12	0,051	12	0,0000114	0,0000001	4,620332	0,216435	0,0000006
55) У-12 - Ж/д №17	9	0,051	12	0,0000114	0,0000001	4,620332	0,216435	0,0000005
56) У-10 - У-11	30	0,1	12	0,0000114	0,0000003	6,697233	0,149315	0,0000023
57) У-11 - У-13	30	0,025	12	0,0000114	0,0000003	3,635904	0,275035	0,0000012
58) У-13 - Ж/д №16	10	0,025	12	0,0000114	0,0000001	3,635904	0,275035	0,0000004
59) У-13 - Ж/д №15	20	0,025	12	0,0000114	0,0000002	3,635904	0,275035	0,0000008
60) У-11 - У-1	145	0,07	12	0,0000114	0,0000017	5,347689	0,186997	0,0000088
61) У-1 - Столовая	76	0,07	12	0,0000114	0,0000009	5,347689	0,186997	0,0000046
62) У-1 - Контора	76	0,07	12	0,0000114	0,0000009	5,347689	0,186997	0,0000046
63) Кот. д. Нестерово - ГВС	3	0,259	12	0,0000114	0	14,886776	0,067174	0,0000005

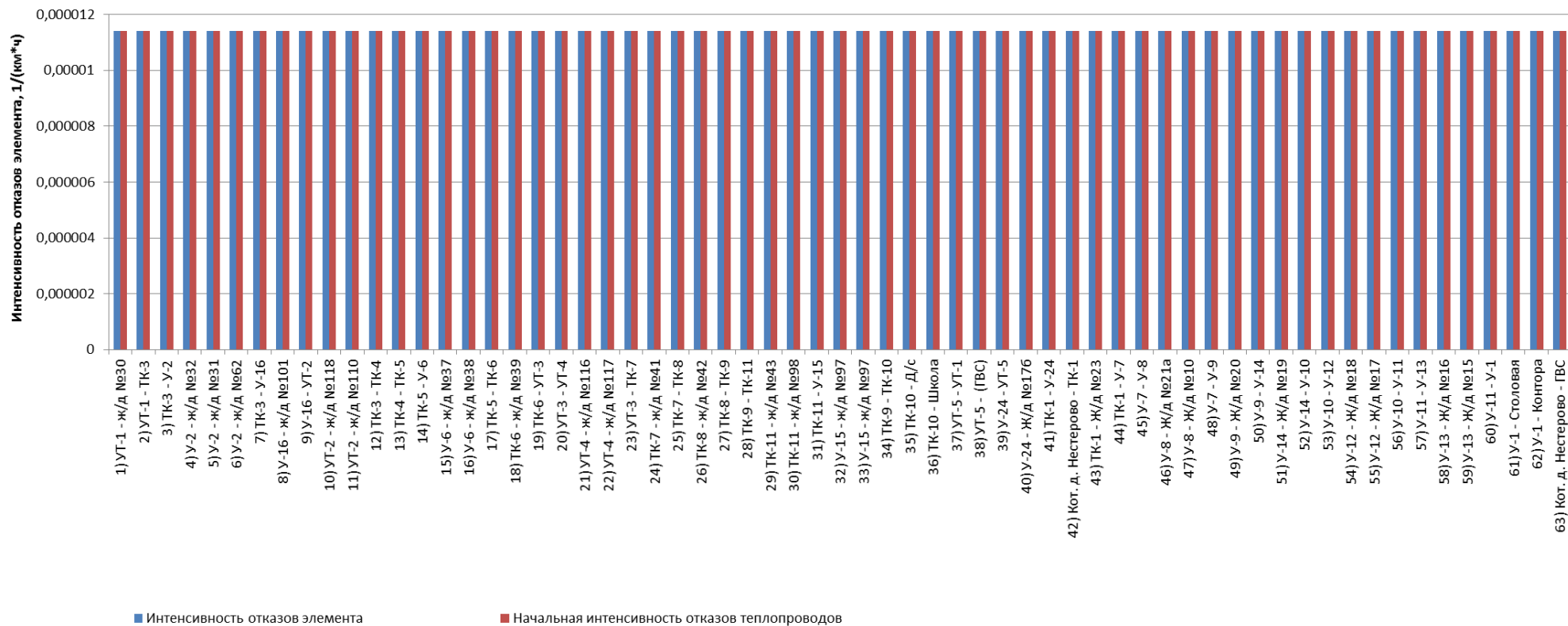


Рисунок 10.1 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной д. Нестерово

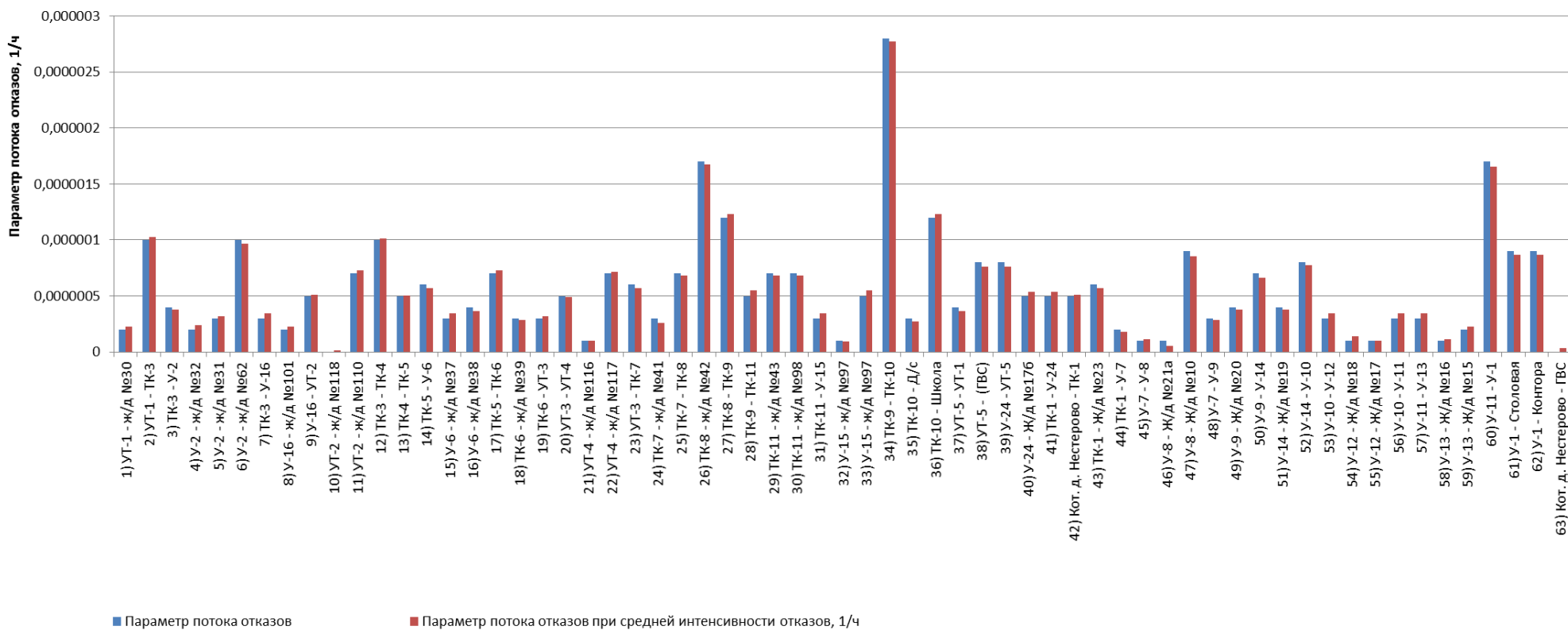


Рисунок 10.2 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Нестерово

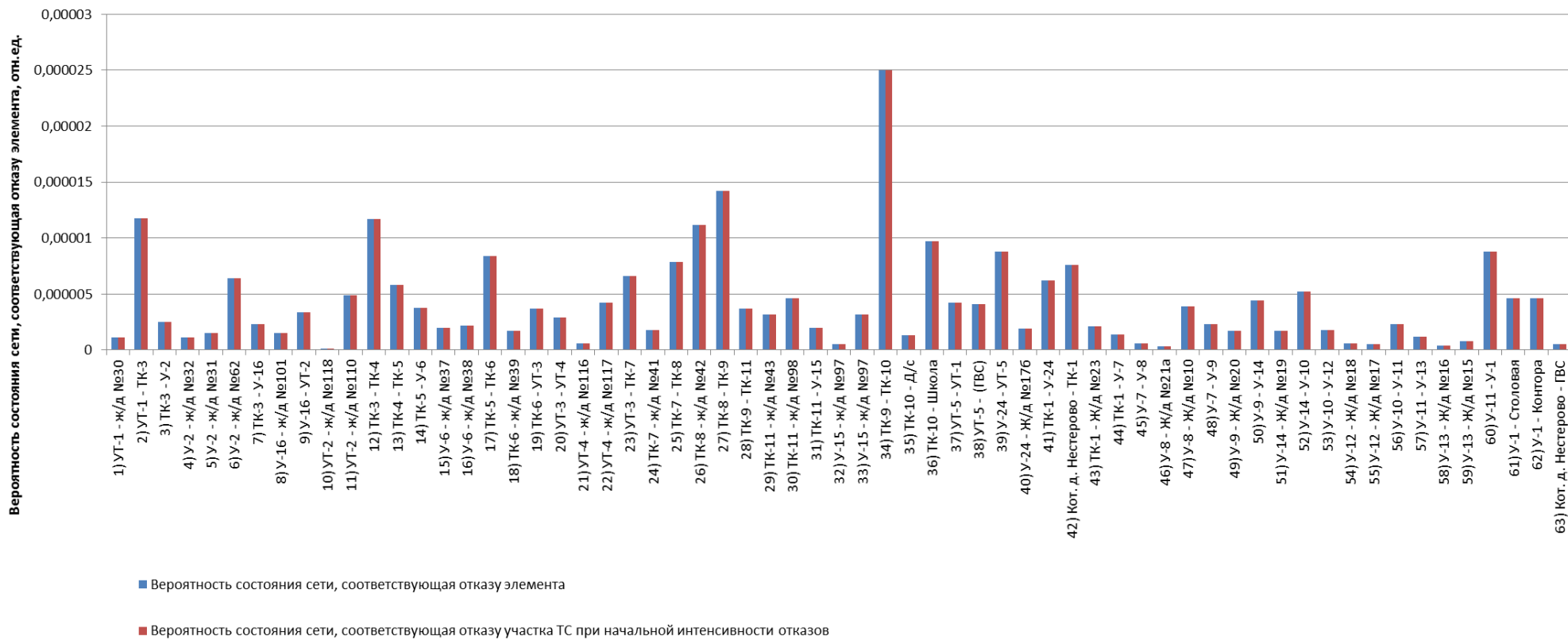


Рисунок 10.3 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Нестерово

Таблица 10.5 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Нестерово

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 готоввно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ж/д №30 (-)	0,074	0	60	12	0,999931	0,999737	0,032
2) ж/д №32 (-)	0,075	0	60	12	0,999903	0,99974	0,0323
3) ж/д №31 (-)	0,072	0	60	12	0,999903	0,99974	0,0309
4) ж/д №62 (-)	0,172	0	60	12	0,999903	0,999745	0,0734
5) ж/д №101 (-)	0,042	0	60	12	0,999903	0,99974	0,0178
6) ж/д №118 (-)	0,042	0	60	12	0,999903	0,999742	0,0178
7) ж/д №110 (-)	0,0415	0	60	12	0,999903	0,999747	0,0169
8) ж/д №37 (-)	0,206	0	60	12	0,999862	0,999742	0,0885
9) ж/д №38 (-)	0,228	0	60	12	0,999862	0,999742	0,098
10) ж/д №39 (-)	0,226	0	60	12	0,999842	0,999738	0,0975
11) ж/д №116 (-)	0,042	0	60	12	0,999833	0,99974	0,0177
12) ж/д №117 (-)	0,04	0	60	12	0,999833	0,999743	0,0161
13) ж/д №41 (-)	0,239	0	60	12	0,999818	0,999738	0,1029
14) ж/д №42 (-)	0,239	0	60	12	0,999799	0,999747	0,1013
15) ж/д №43 (-)	0,106	0	60	12	0,999766	0,999743	0,045
16) ж/д №98 (-)	0,186	0	60	12	0,999766	0,999744	0,0792
17) ж/д №97 (-)	0,23	0	60	12	0,999766	0,999742	0,0986
18) ж/д №97 (-)	0,4986	0	60	12	0,999766	0,999745	0,2135
19) Д/с (-)	0,0778	0	60	12	0,999691	0,999737	0,032
20) Школа (-)	0,158	0	60	12	0,999691	0,999746	0,064
21) (ГВС) (-)	0,015	0	60	12	0,999941	0,99974	0,0058
22) Ж/д №176 (-)	0,011	0	60	12	0,999962	0,999738	0,0045

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 готоввно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
23) Ж/д №23 (-)	0,00836	0	60	12	0,999976	0,999738	0,0033
24) Ж/д №21а (-)	0,00836	0	60	12	0,999976	0,999738	0,0035
25) Ж/д №10 (-)	0,00836	0	60	12	0,999976	0,999742	0,0029
26) Ж/д №20 (-)	0,00812	0	60	12	0,999976	0,999742	0,0032
27) Ж/д №19 (-)	0,01597	0	60	12	0,999976	0,999746	0,0064
28) Ж/д №18 (-)	0,0206	0	60	12	0,999976	0,999752	0,0081
29) Ж/д №17 (-)	0,01095	0	60	12	0,999976	0,999752	0,0043
30) Ж/д №16 (-)	0,00767	0	60	12	0,999976	0,999753	0,0029
31) Ж/д №15 (-)	0,00836	0	60	12	0,999976	0,999754	0,0031
32) Столовая (-)	0,0043	0	60	10	0,999986	0,999765	0,0009
33) Контора (-)	0,01	0	60	12	0,999976	0,999765	0,0027

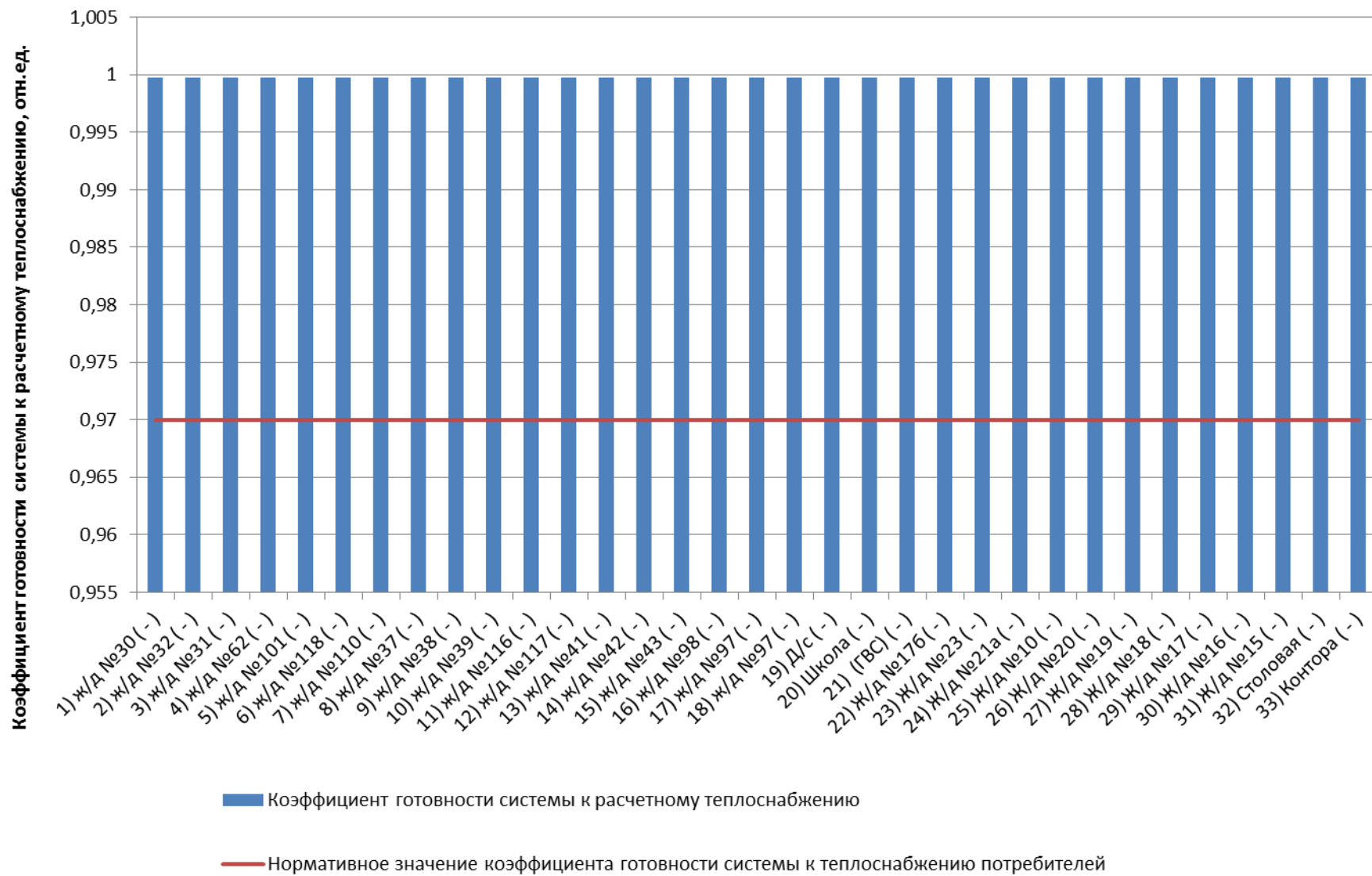


Рисунок 10.4 - Сопоставление коoeffициентов готовности с нормативным значением котельной д. Нестерovo

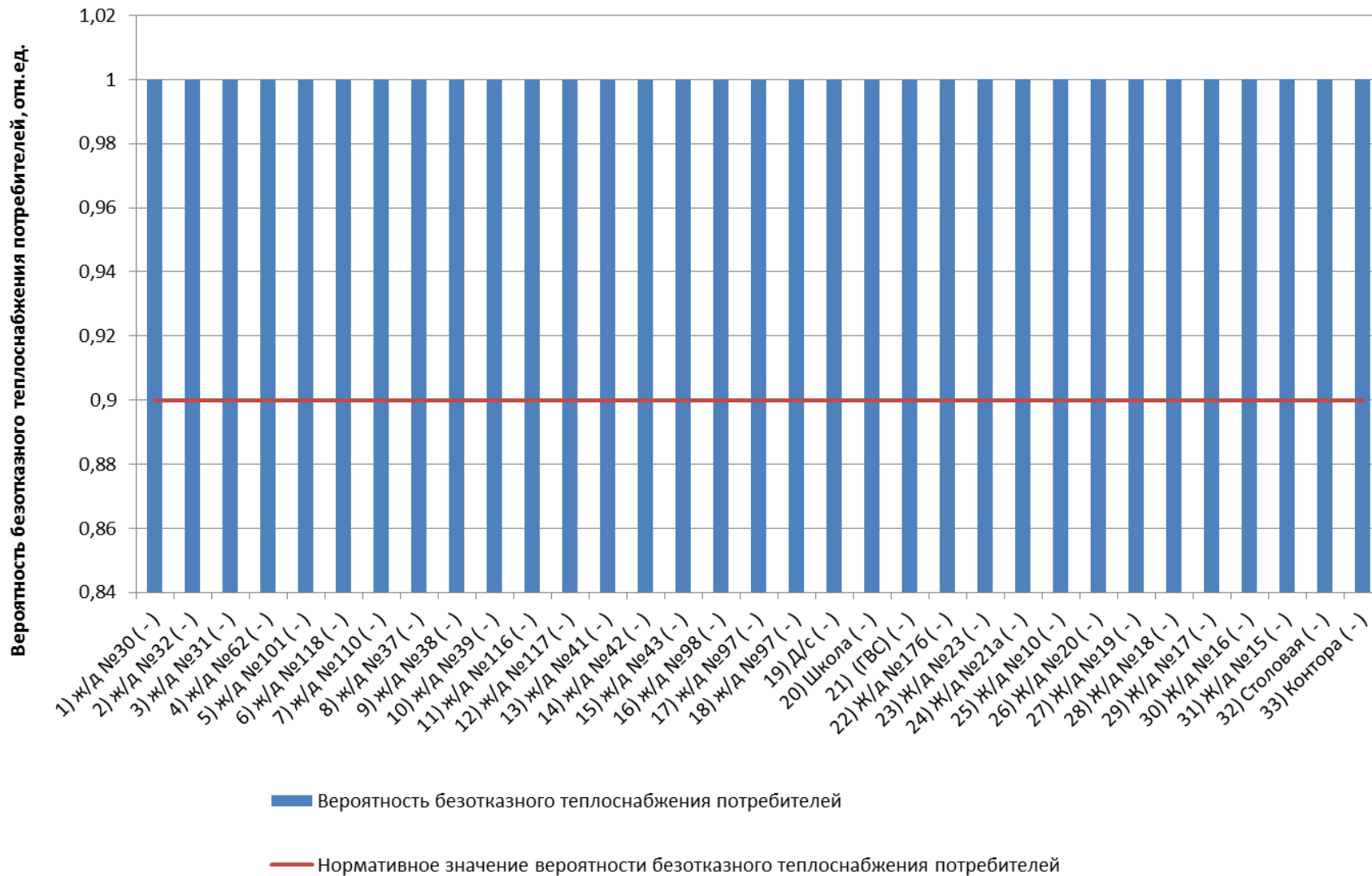


Рисунок 10.5 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Нестерово

10.6.2 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Воробьево

Таблица 10.6 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Воробьево

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. Воробьево - ТК-1	30	0,15	17	0,0000114	0,0000003	9,139902	0,10941	0,0000031
2) ТК-1 - ТК-2	20	0,082	17	0,0000114	0,0000002	5,932244	0,16857	0,0000014
3) ТК-1 - УТ-1	30	0,1	10	0,0000114	0,0000003	6,715537	0,148908	0,0000023
4) УТ-1 - ж/д №7 + Гостиница	73	0,1	10	0,0000114	0,0000008	6,715537	0,148908	0,0000056
5) УТ-1 - ТК-4	50	0,125	10	0,0000114	0,0000006	7,907162	0,126468	0,0000045
6) ТК-4 - УТ-2	50	0,1	10	0,0000114	0,0000006	6,599842	0,151519	0,0000038
7) УТ-2 - ж/д №4	9	0,051	10	0,0000114	0,0000001	4,62218	0,216348	0,0000005
8) УТ-2 - УТ-3	90	0,1	10	0,0000114	0,0000001	6,599842	0,151519	0,0000068
9) УТ-3 - ж/д №5	9	0,051	10	0,0000114	0,0000001	4,610788	0,216883	0,0000005
10) УТ-3 - УТ-4	9	0,051	10	0,0000114	0,0000001	4,610788	0,216883	0,0000005
11) УТ-4 - ж/д №6	65	0,051	10	0,0000114	0,0000007	4,610788	0,216883	0,0000034
12) ТК-4 - УТ-5	118	0,1	10	0,0000114	0,0000013	6,599842	0,151519	0,0000089
13) УТ-5 - ж/д №3	15	0,051	10	0,0000114	0,0000002	4,621256	0,216391	0,0000008
14) УТ-5 - УТ-6	55	0,1	10	0,0000114	0,0000006	6,599842	0,151519	0,0000041
15) УТ-6 - ж/д №2	15	0,051	10	0,0000114	0,0000002	4,621256	0,216391	0,0000008
16) УТ-6 - УТ-7	55	0,1	10	0,0000114	0,0000006	6,599842	0,151519	0,0000041
17) УТ-7 - ж/д №1	15	0,051	10	0,0000114	0,0000002	4,621256	0,216391	0,0000008
18) УТ-7 - К-8	70	0,1	10	0,0000114	0,0000008	6,599842	0,151519	0,0000053
19) К-8 - Д/с	40	0,051	10	0,0000114	0,0000005	4,617408	0,216572	0,0000021
20) ТК-1 - Общежитие	40	0,025	17	0,0000114	0,0000005	3,637212	0,274936	0,0000017
21) ТК-2 - К-1	102	0,1	17	0,0000114	0,0000012	6,691362	0,149446	0,0000078
22) К-1 - УТ-8	25	0,04	17	0,0000114	0,0000003	4,188004	0,238777	0,0000012

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-8 - ж/д №28	15	0,051	17	0,0000114	0,0000002	4,619409	0,216478	0,0000008
24) УТ-8 - ж/д №29	12	0,051	17	0,0000114	0,0000001	4,619409	0,216478	0,0000006
25) К-1 - К-3	71	0,1	17	0,0000114	0,0000008	6,691362	0,149446	0,0000054
26) К-3 - К-2	25	0,051	17	0,0000114	0,0000003	4,617408	0,216572	0,0000013
27) К-2 - Клуб	12	0,051	17	0,0000114	0,0000001	4,617408	0,216572	0,0000006
28) К-2 - ж/д №21а	3	0,051	17	0,0000114	0	4,617408	0,216572	0,0000002

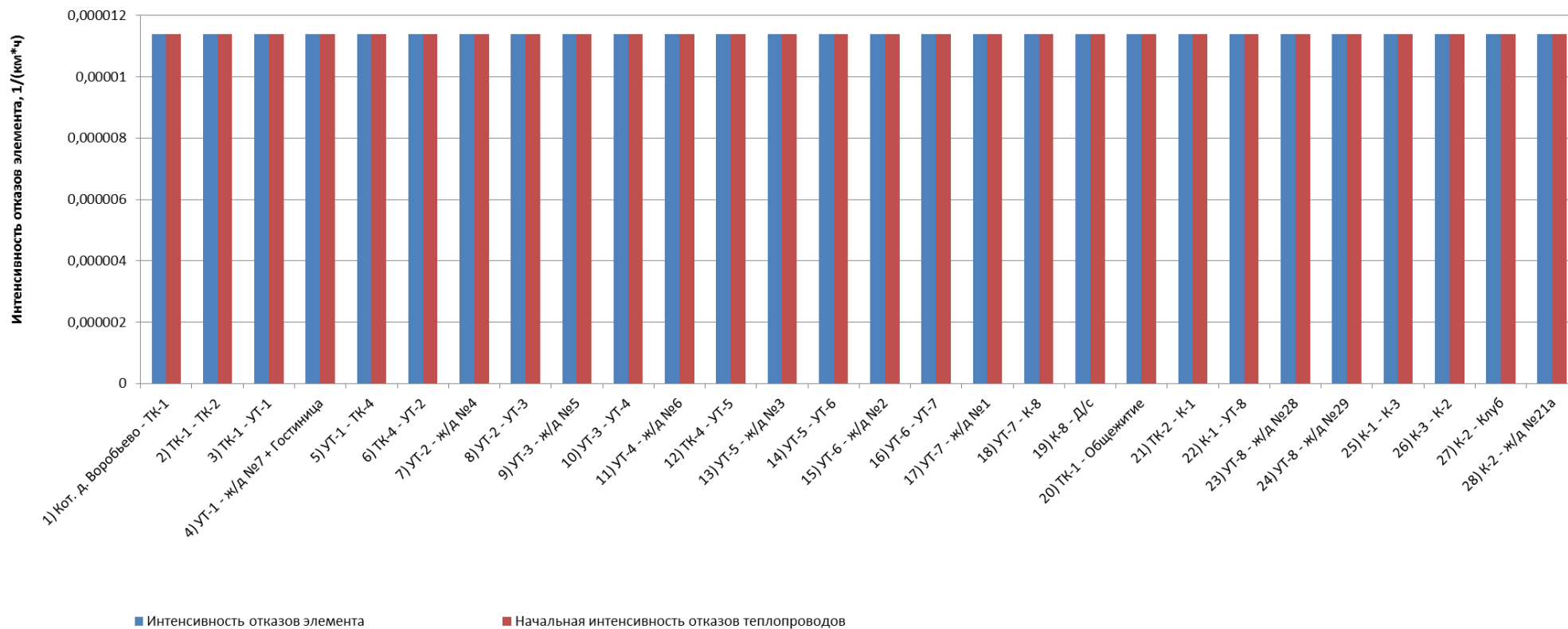


Рисунок 10.6 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной д. Воробьево

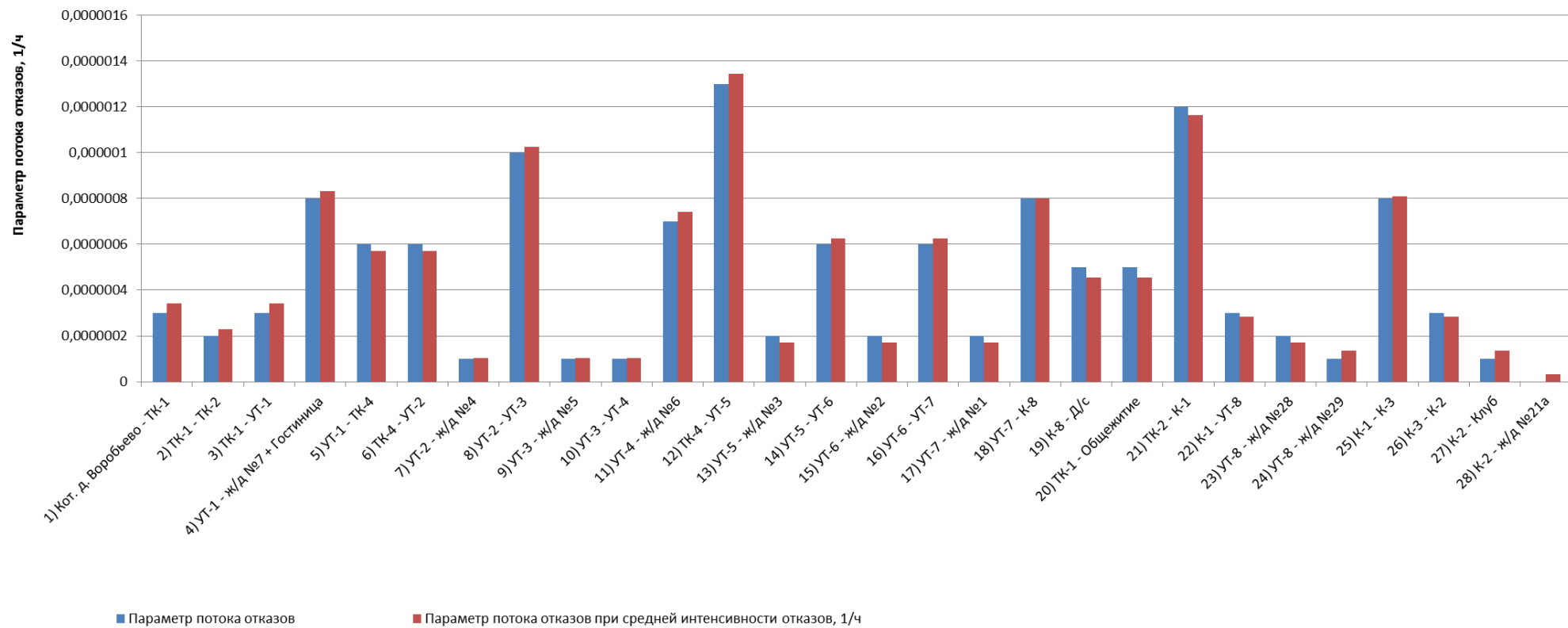


Рисунок 10.7 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной д. Воробьево

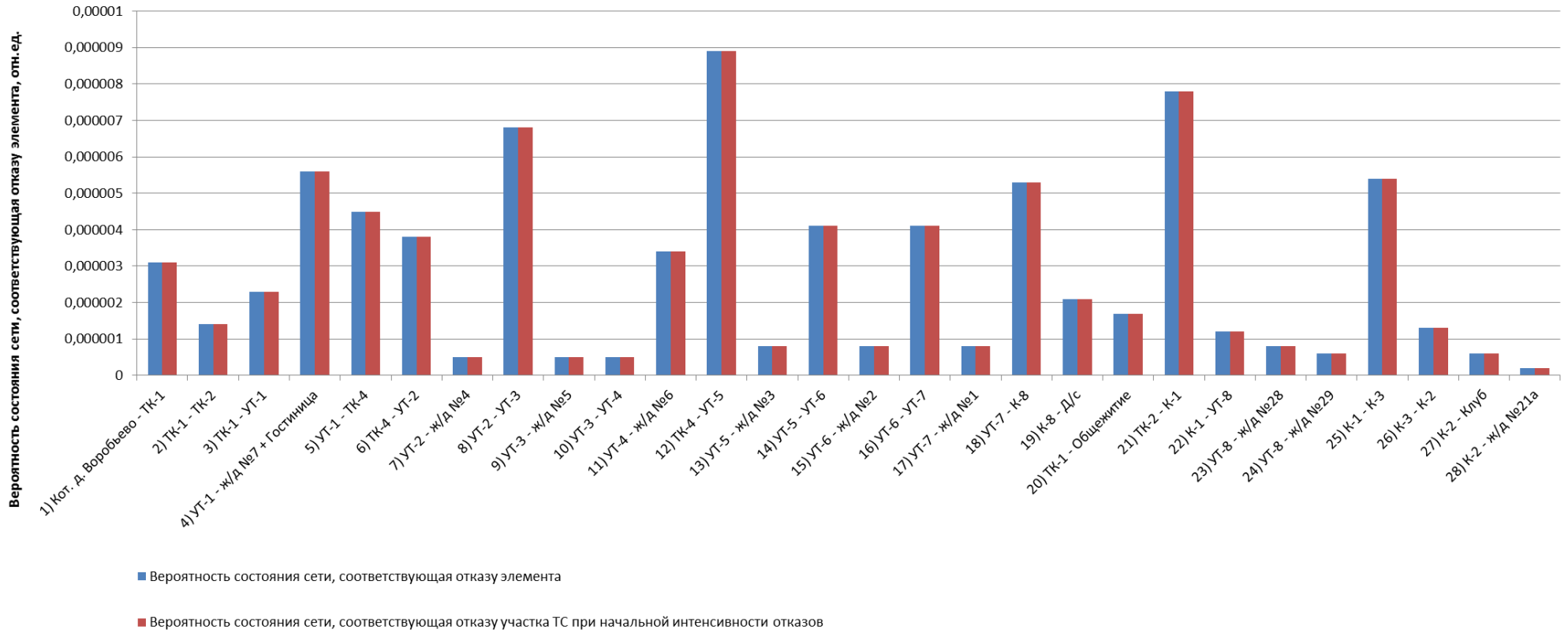


Рисунок 10.8 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Воробьево

Таблица 10.7 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Воробьево

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
1) ж/д №7 + Гостиница (-)	0,257	0	60	12	0,999991	0,999929	0,0332
2) ж/д №4 (-)	0,088	0	60	12	0,999991	0,999932	0,0114
3) ж/д №5 (-)	0,085	0	60	12	0,999991	0,999939	0,0109
4) ж/д №6 (-)	0,143	0	60	12	0,999991	0,999942	0,0182
5) ж/д №3 (-)	0,061	0	60	12	0,999991	0,999937	0,0078
6) ж/д №2 (-)	0,061	0	60	12	0,999991	0,999942	0,0077
7) ж/д №1 (-)	0,062	0	60	12	0,999991	0,999946	0,0078
8) Д/с (-)	0,053	0	60	12	0,999991	0,999952	0,0064
9) Общежитие (-)	0,041	0	60	12	0,999991	0,999923	0,0053
10) ж/д №28 (-)	0,02	0	60	12	0,999991	0,999932	0,0025
11) ж/д №29 (-)	0,018	0	60	12	0,999991	0,999932	0,0022
12) Клуб (-)	0,018	0	60	12	0,999991	0,999937	0,0022
13) ж/д №21а (-)	0,034	0	60	12	0,999991	0,999937	0,0041

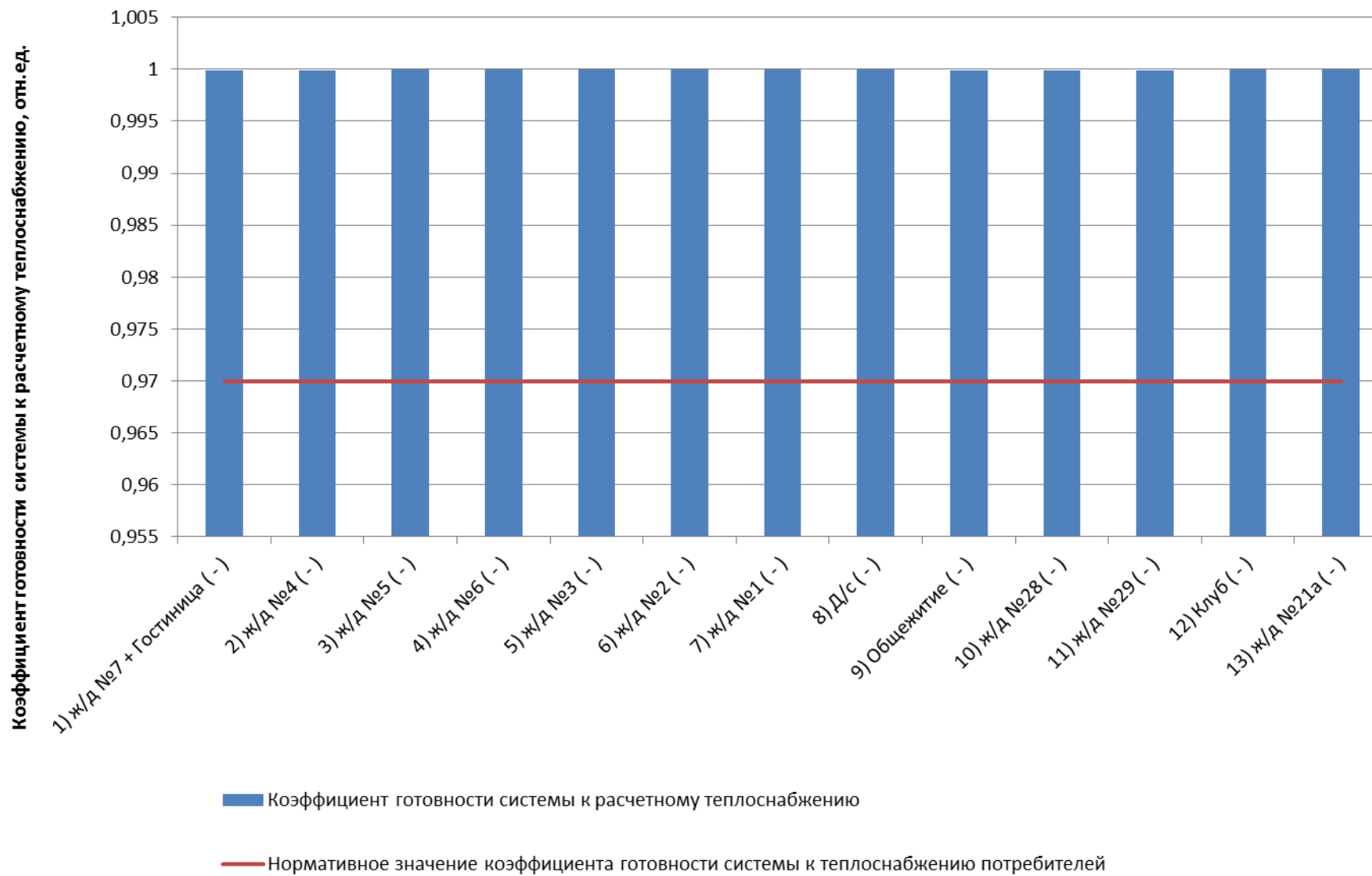


Рисунок 10.9 - Сопоставление кoeffициентов готовности с нормативным значением котельной д. Воробьево

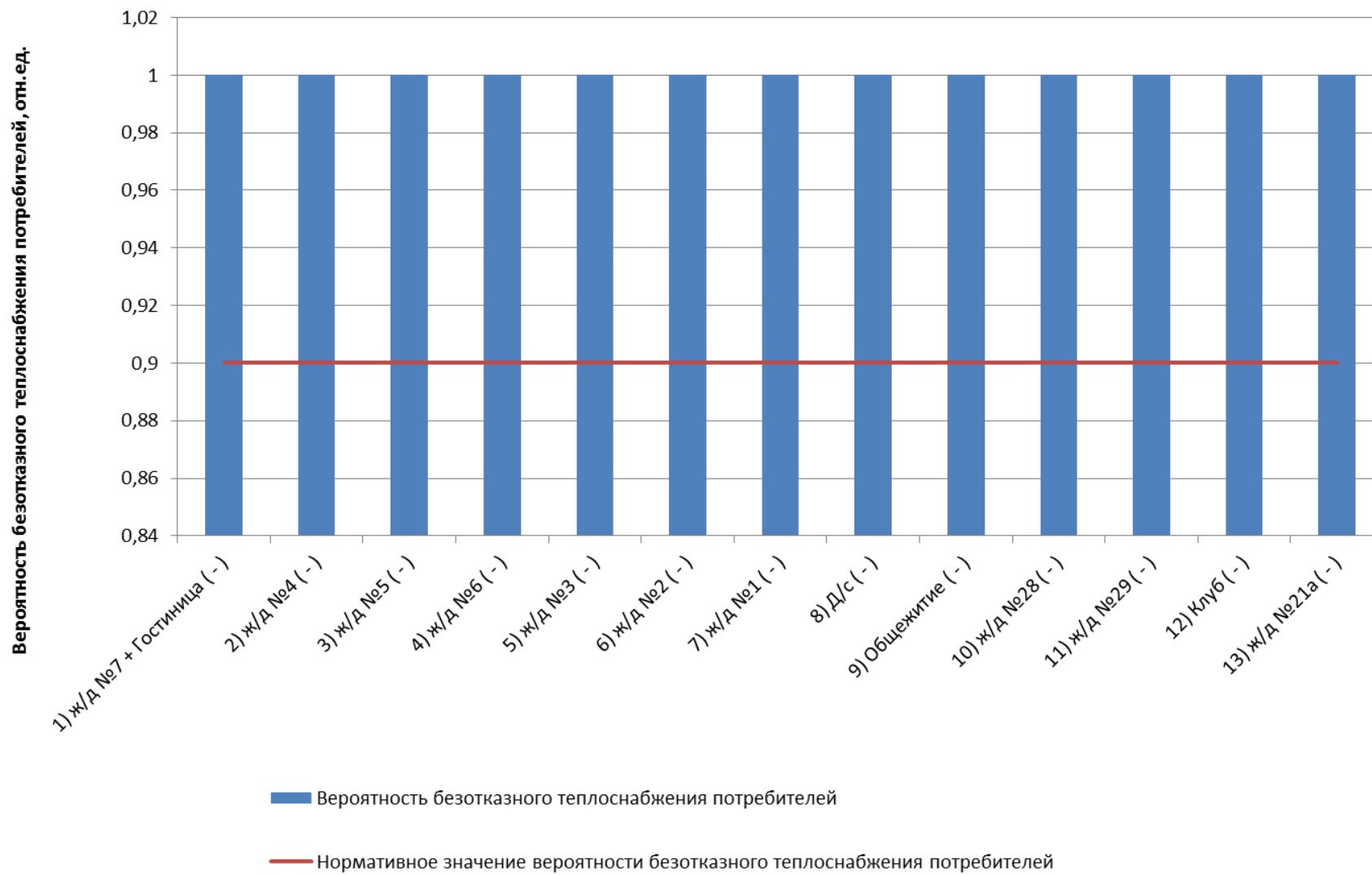


Рисунок 10.10 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Воробьево

10.6.3 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Горбово

Таблица 10.8 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной п. Горбово

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. Горбово - У-1	57,7	0,1	12	0,0000114	0,0000007	6,673749	0,149841	0,0000044
2) У-1 - ж/д №19	1	0,082	12	0,0000114	0	5,937415	0,168423	0,0000001
3) У-1 - ТК-1	44,1	0,1	12	0,0000114	0,0000005	6,673749	0,149841	0,0000034
4) ТК-1 - УТ-1	55	0,1	12	0,0000114	0,0000006	6,673749	0,149841	0,0000042
5) ТК-1 - У-2	32,1	0,1	12	0,0000114	0,0000004	6,673749	0,149841	0,0000024
6) У-2 - ж/д №17	1	0,082	12	0,0000114	0	5,937415	0,168423	0,0000001
7) УТ-1 - ТК-3	10	0,07	12	0,0000114	0,0000001	5,411169	0,184803	0,0000006
8) УТ-1 - У-7	54	0,051	12	0,0000114	0,0000006	4,615252	0,216673	0,0000028
9) У-7 - ж/д №5	27	0,04	12	0,0000114	0,0000003	4,186393	0,238869	0,0000013
10) У-7 - ж/д №6	12	0,04	12	0,0000114	0,0000001	4,186393	0,238869	0,0000006
11) У-2 - ТК-2	32,1	0,1	12	0,0000114	0,0000004	6,673749	0,149841	0,0000024
12) ТК-2 - У-3	28	0,07	12	0,0000114	0,0000003	5,407567	0,184926	0,0000017
13) У-3 - ж/д №4	3	0,07	12	0,0000114	0	5,407567	0,184926	0,0000002
14) У-3 - У-4	44	0,051	12	0,0000114	0,0000005	4,616792	0,216601	0,0000023
15) У-4 - ж/д №3	3	0,07	12	0,0000114	0	5,41387	0,184711	0,0000002
16) Кот. д. Горбово - ГВС	3	0,1	12	0,0000114	0	6,673749	0,149841	0,0000002
17) ТК-3 - ж/д №18	5	0,07	12	0,0000114	0,0000001	5,411169	0,184803	0,0000003

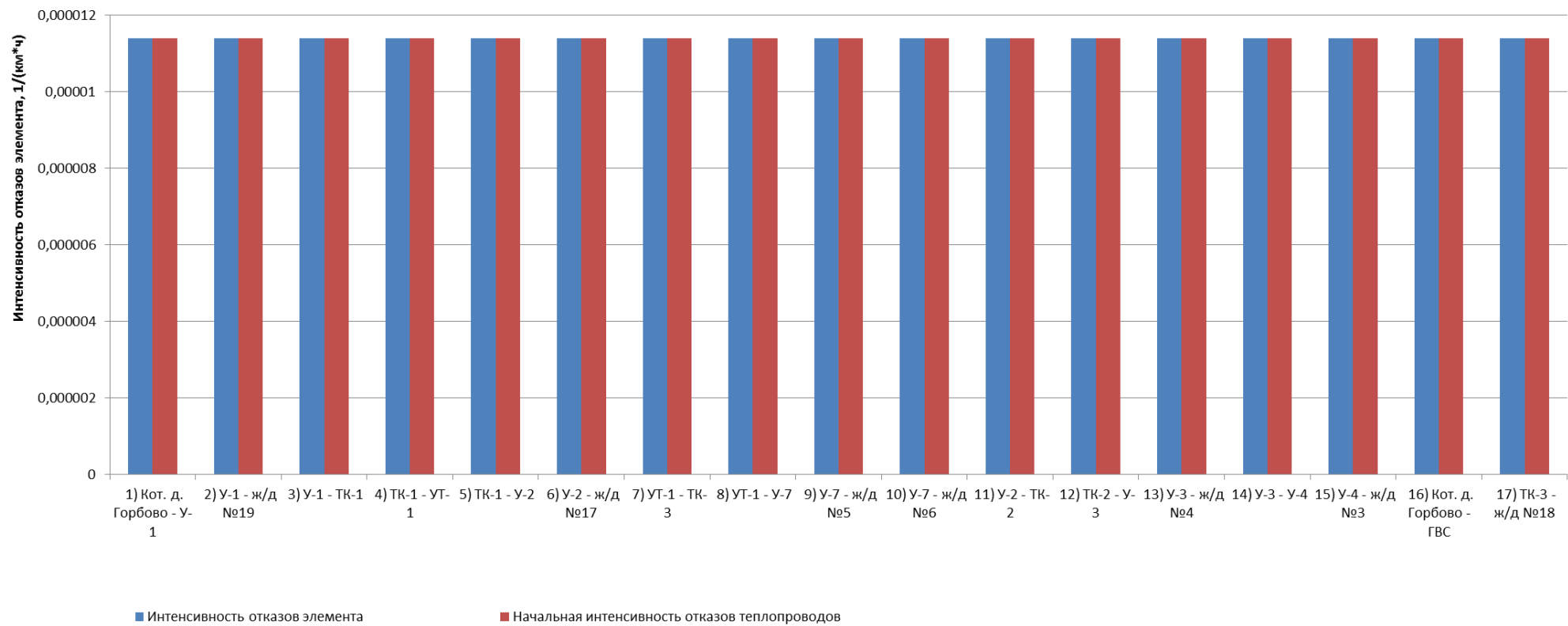


Рисунок 10.11 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Горбово

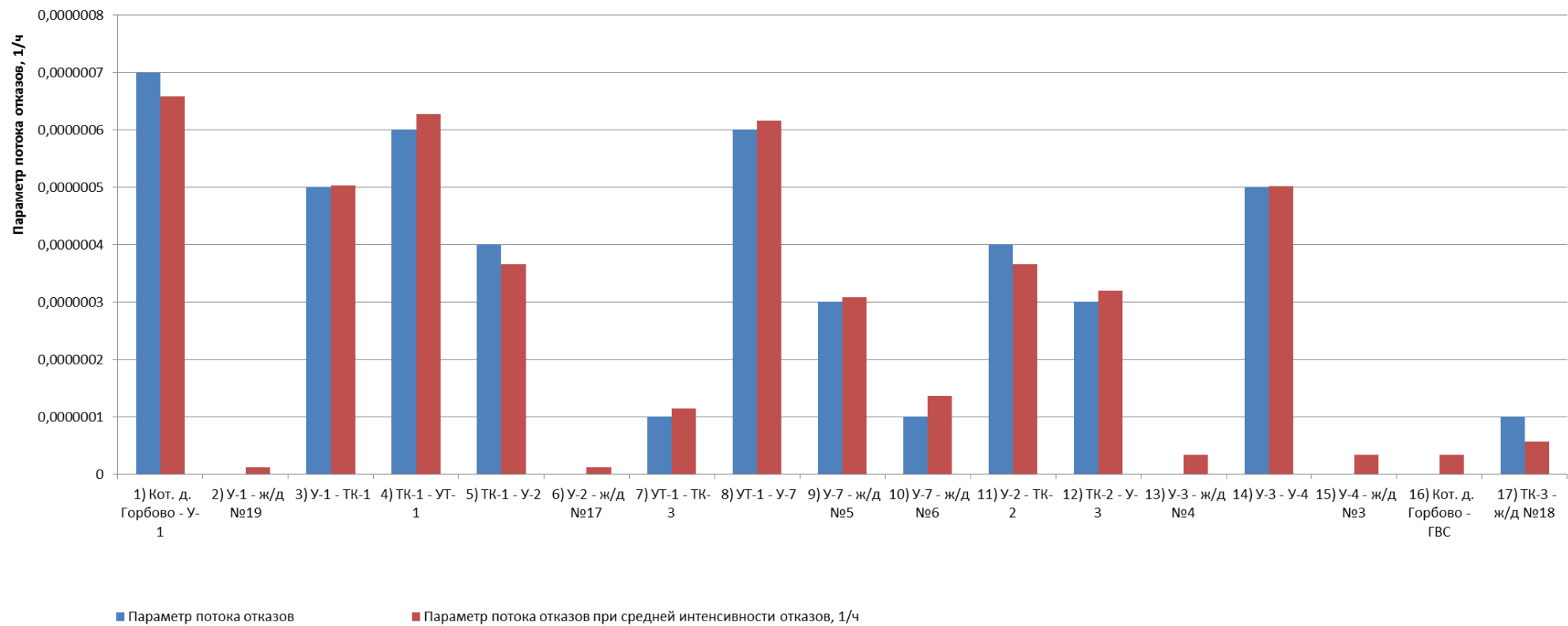


Рисунок 10.12 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Горбово

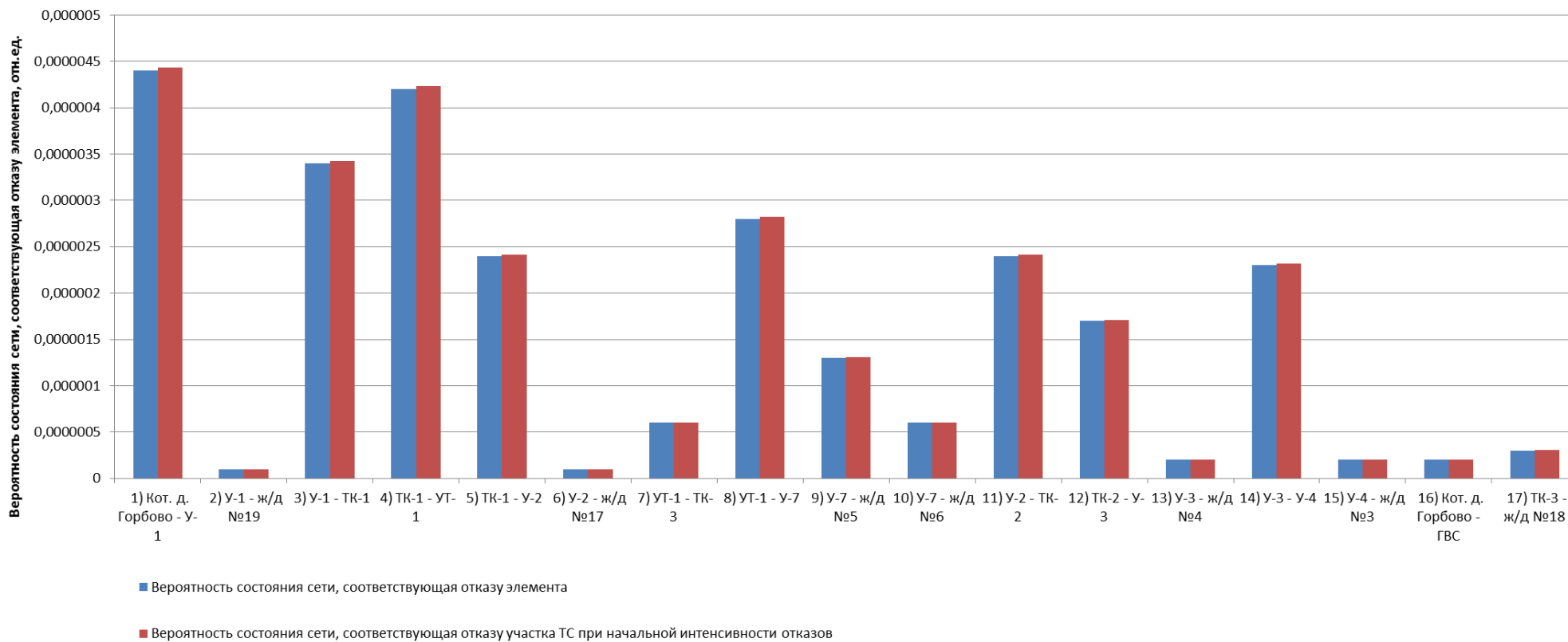


Рисунок 10.13 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Горбово

Таблица 10.9 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Горбово

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) ж/д №19 (-)	0,104	0	60	12	1	0,999977	0,0047
2) ж/д №18 (-)	0,124	0	60	12	1	0,999986	0,0055
3) ж/д №17 (-)	0,14	0	60	12	1	0,999983	0,0062
4) ж/д №5 (-)	0,045	0	60	12	1	0,999989	0,0019
5) ж/д №6 (-)	0,043	0	60	12	1	0,999988	0,0019
6) ж/д №4 (-)	0,042	0	60	12	1	0,999987	0,0018
7) ж/д №3 (-)	0,04	0	60	12	1	0,99999	0,0017

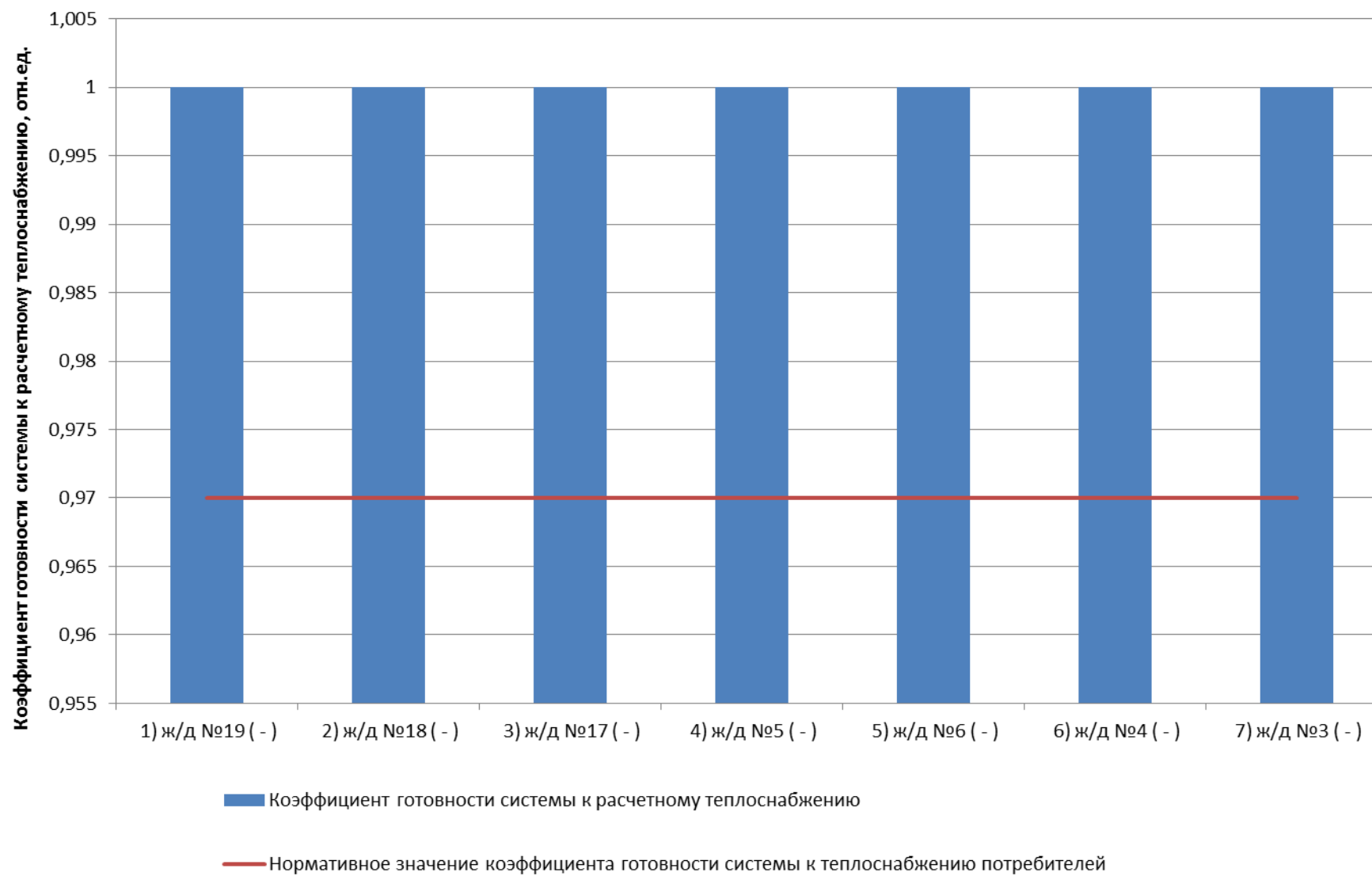


Рисунок 10.14 - Сопоставление коэффицентов готовности с нормативным значением котельной п. Горбово

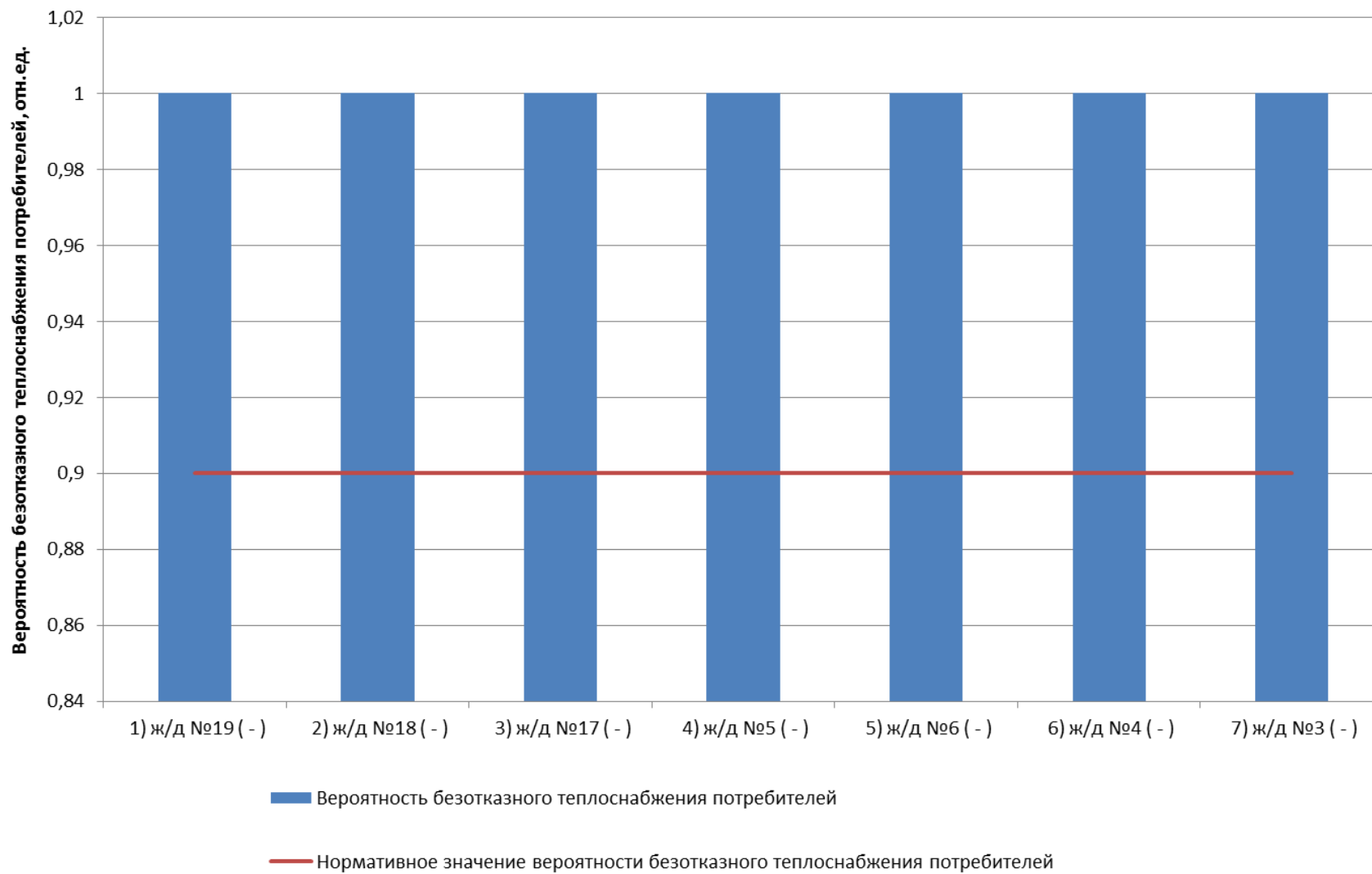


Рисунок 10.15 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Горбово

10.6.4 Оценка надежности теплоснабжения от котельной «Дом творчества композиторов»

Таблица 10.10 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной «Дом творчества композиторов»

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. п. Старая Руза - УТ-1	220	0,07	20	0,0000146	0,0000032	5,3173	0,188065	0,0000171
2) УТ-1 - ЖКХ	95	0,07	20	0,0000146	0,0000014	5,3173	0,188065	0,0000074
3) УТ-1 - У-1	80	0,07	20	0,0000146	0,0000012	5,3173	0,188065	0,0000062
4) У-1 - ж/д №4	15	0,025	20	0,0000146	0,0000002	3,638325	0,274852	0,0000008
5) У-1 - ж/д №1	8	0,025	20	0,0000146	0,0000001	3,638325	0,274852	0,0000004
6) У-1 - У-2	16	0,07	20	0,0000146	0,0000002	5,3173	0,188065	0,0000012
7) У-2 - ж/д №2	5	0,07	20	0,0000146	0,0000001	5,3173	0,188065	0,0000004
8) У-2 - У-3	16	0,07	20	0,0000146	0,0000002	5,3173	0,188065	0,0000012
9) У-3 - ж/д №3	6	0,025	20	0,0000146	0,0000001	3,638325	0,274852	0,0000003
10) У-3 - ж/д №5	17	0,025	20	0,0000146	0,0000002	3,638325	0,274852	0,0000009
11) Кот. п. Старая Руза - УТ-12	193	0,125	20	0,0000146	0,0000028	7,842612	0,127509	0,0000221
12) УТ-2 - УТ-3	4	0,051	20	0,0000146	0,0000001	4,62218	0,216348	0,0000003
13) УТ-3 - ж/д №7	5	0,051	20	0,0000146	0,0000001	4,62218	0,216348	0,0000003
14) УТ-2 - УТ-4	71	0,082	20	0,0000146	0,0000001	5,776017	0,17313	0,0000006
15) УТ-4 - ж/д №6	1	0,082	20	0,0000146	0	5,776017	0,17313	0,0000001
16) УТ-4 - УТ-5	82	0,082	20	0,0000146	0,0000012	5,776017	0,17313	0,0000069
17) УТ-5 - ж/д №5	5	0,082	20	0,0000146	0,0000001	5,776017	0,17313	0,0000004
18) УТ-5 - УТ-6	63	0,082	20	0,0000146	0,0000009	5,776017	0,17313	0,0000053
19) УТ-6 - ж/д №3	1	0,082	20	0,0000146	0	5,776017	0,17313	0,0000001
20) УТ-6 - УТ-7	131	0,082	20	0,0000146	0,0000019	5,776017	0,17313	0,0000111
21) УТ-7 - ж/д №7	73	0,082	20	0,0000146	0,0000011	5,776017	0,17313	0,0000062
22) УТ-7 - УТ-8	12	0,082	20	0,0000146	0,0000002	5,776017	0,17313	0,000001

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-8 - ж/д №2	58	0,082	20	0,0000146	0,0000008	5,776017	0,17313	0,0000049
24) УТ-8 - УТ-9	69	0,082	20	0,0000146	0,0000001	5,776017	0,17313	0,0000058
25) УТ-9 - ж/д №11	49	0,051	20	0,0000146	0,0000007	4,608479	0,216991	0,0000033
26) УТ-9 - УТ-10	28	0,082	20	0,0000146	0,0000004	5,776017	0,17313	0,0000024
27) УТ-10 - ж/д №4	72	0,051	20	0,0000146	0,0000011	4,586312	0,21804	0,0000048
28) УТ-10 - УТ-11	72	0,051	20	0,0000146	0,0000011	4,586312	0,21804	0,0000048
29) УТ-11 - ж/д №6	49	0,051	20	0,0000146	0,0000007	4,586312	0,21804	0,0000033
30) УТ-11 - ж/д №9	49	0,051	20	0,0000146	0,0000007	4,586312	0,21804	0,0000033
31) УТ-12 - УТ-2	89	0,1	20	0,0000146	0,0000013	6,720372	0,148801	0,0000087
32) УТ-9 - ж/д №5а	49	0,051	20	0,0000146	0,0000007	4,608479	0,216991	0,0000033

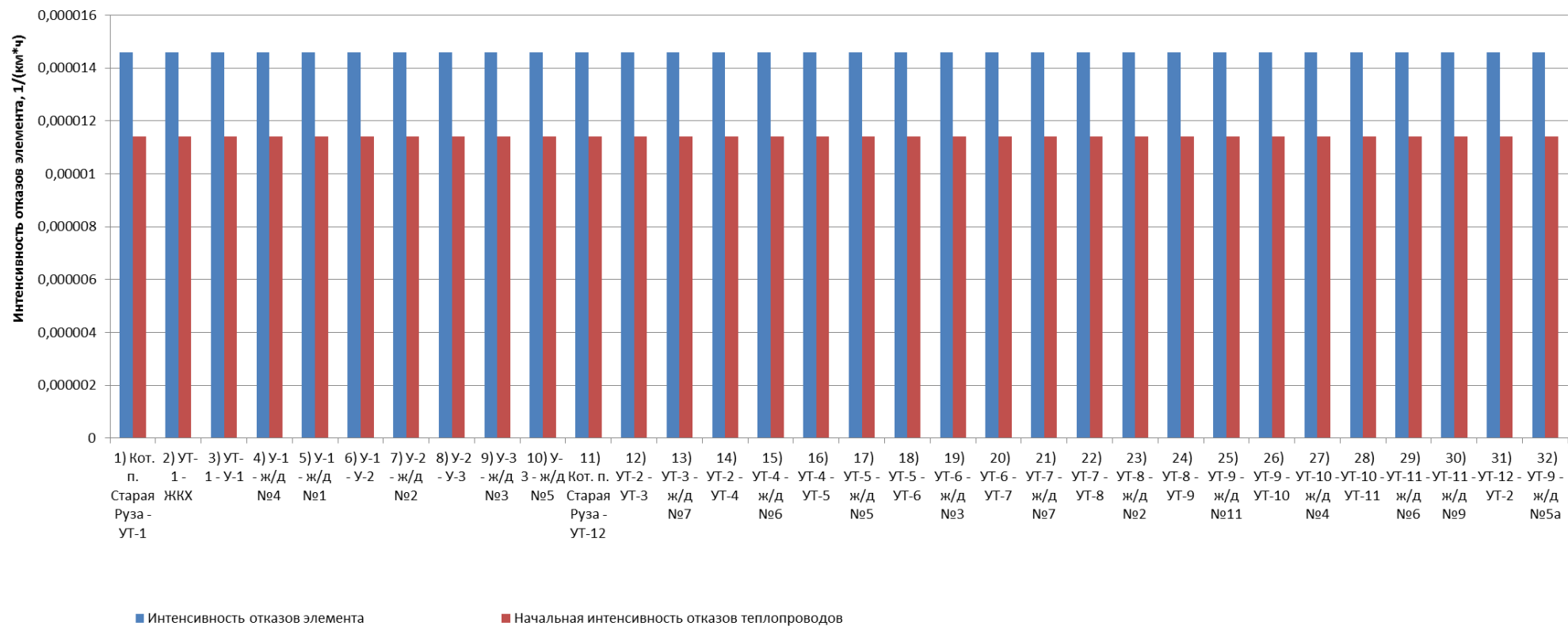


Рисунок 10.16 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной «Дом творчества композиторов»

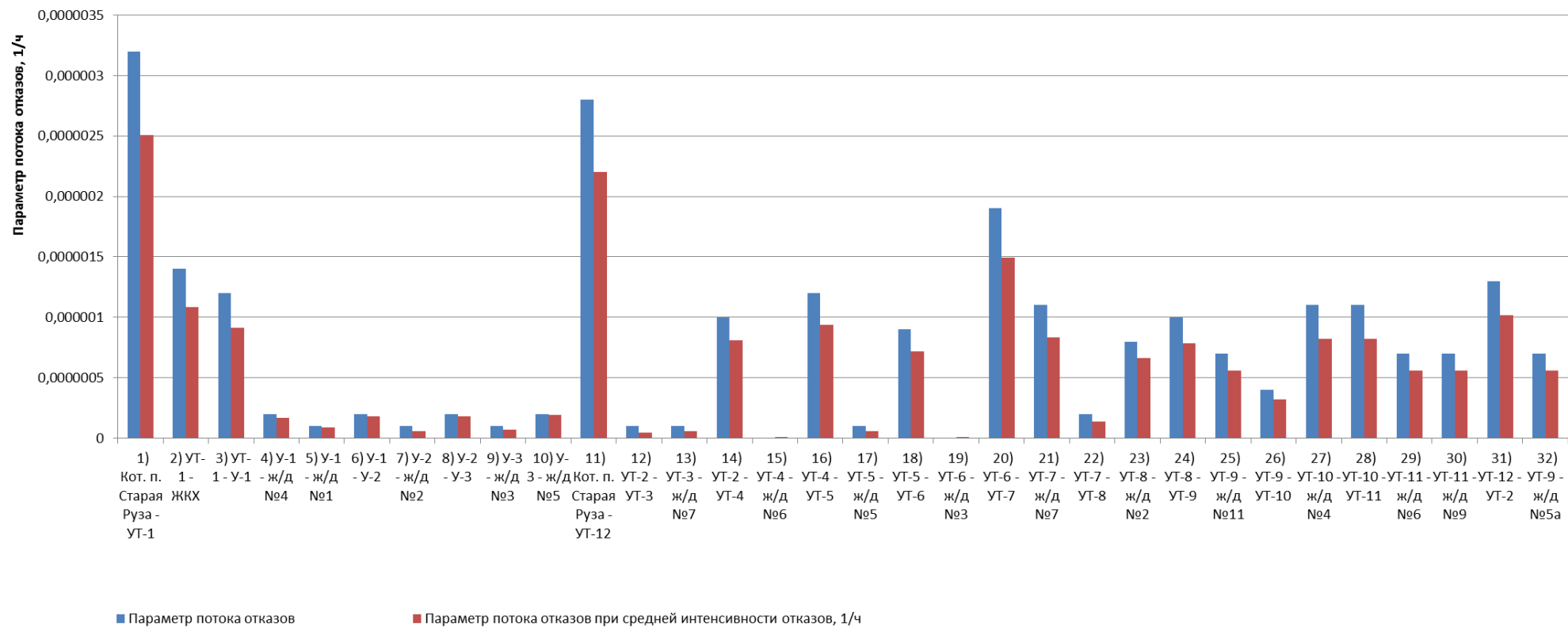


Рисунок 10.17 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной «Дом творчества композиторов»

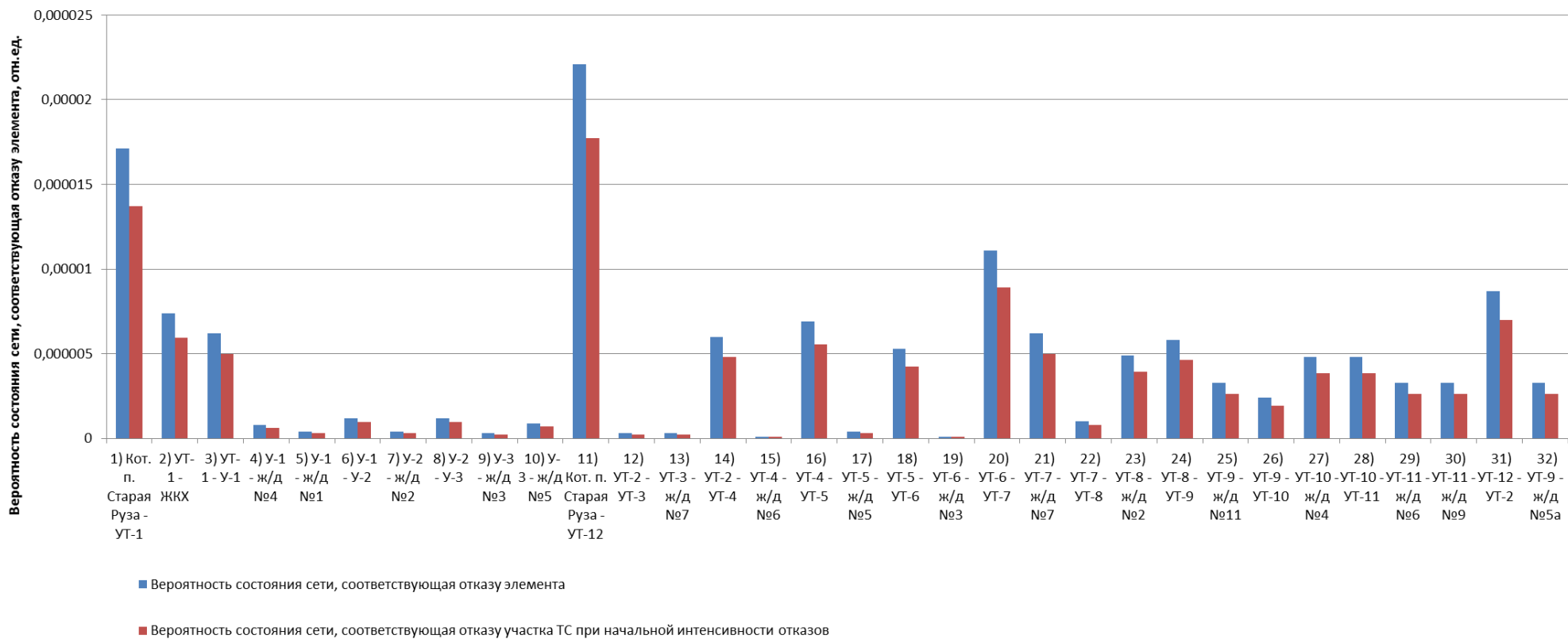


Рисунок 10.18 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной «Дом творчества композиторов»

Таблица 10.11 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной «Дом творчества композиторов»

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) ЖКХ (-)	0,059	0	60	12	1	0,999884	0,0127
2) ж/д №4 (-)	0,019	0	60	12	1	0,999884	0,0042
3) ж/д №1 (-)	0,036	0	60	12	1	0,999883	0,008
4) ж/д №2 (-)	0,048	0	60	12	1	0,999884	0,0106
5) ж/д №3 (-)	0,011	0	60	12	1	0,999886	0,0024
6) ж/д №5 (-)	0,035	0	60	12	1	0,999886	0,0076
7) ж/д №7 (-)	0,111	0	60	12	1	0,999891	0,0254
8) ж/д №6 (-)	0,191	0	60	12	1	0,999896	0,0436
9) ж/д №5 (-)	0,134	0	60	12	1	0,999904	0,0305
10) ж/д №3 (-)	0,2	0	60	12	1	0,999909	0,0453
11) ж/д №7 (-)	0,068	0	60	12	1	0,999926	0,0147
12) ж/д №2 (-)	0,023	0	60	12	1	0,999926	0,0047
13) ж/д №11 (-)	0,054	0	60	12	1	0,99993	0,0116
14) ж/д №4 (-)	0,024	0	60	12	1	0,999934	0,0049
15) ж/д №6 (-)	0,008	0	60	12	1	0,999937	0,0014
16) ж/д №9 (-)	0,023	0	60	12	1	0,999937	0,0045
17) ж/д №5а (-)	0,023	0	60	12	1	0,99993	0,0048

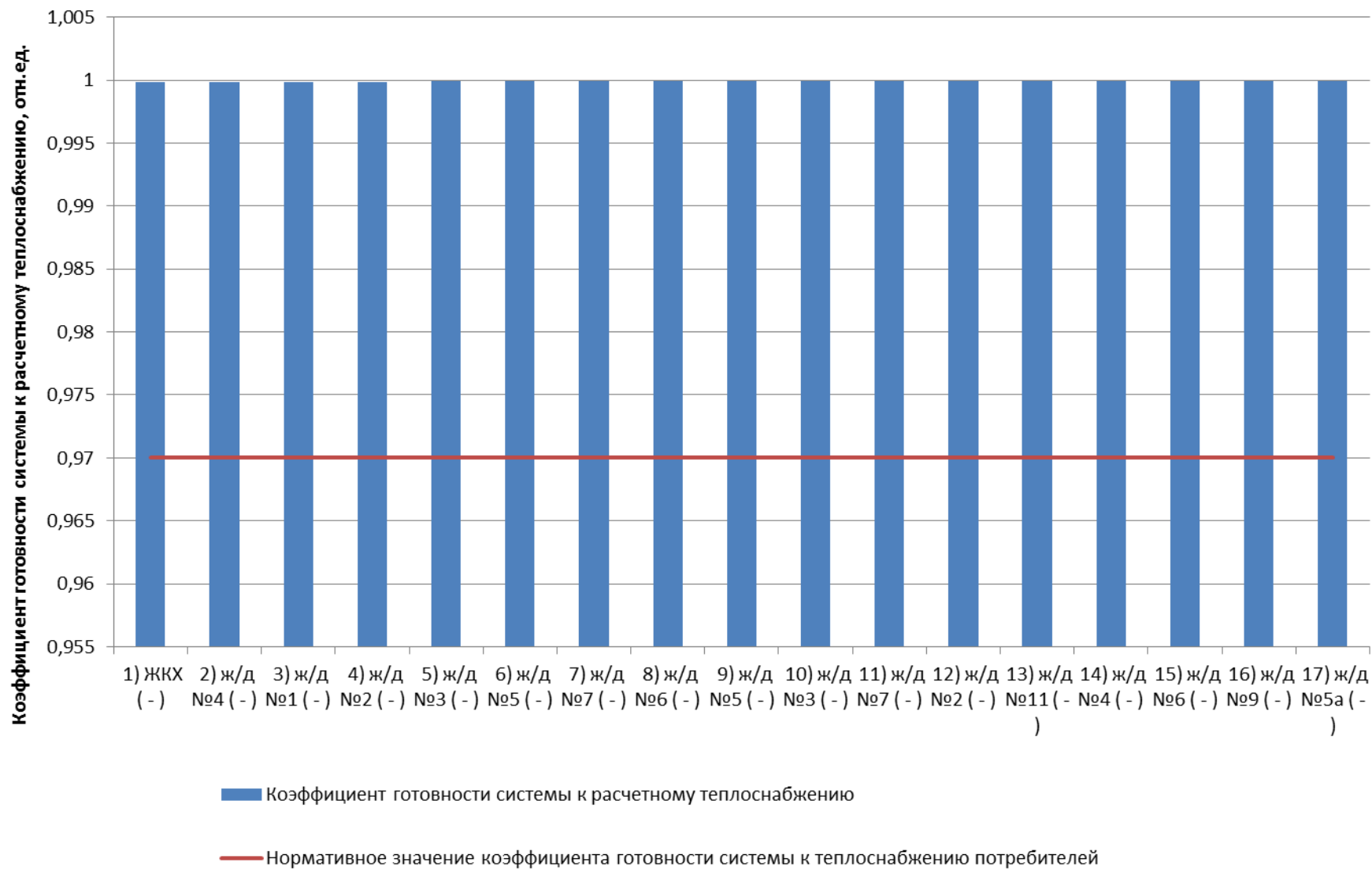


Рисунок 10.19 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной «Дом творчества композиторов»

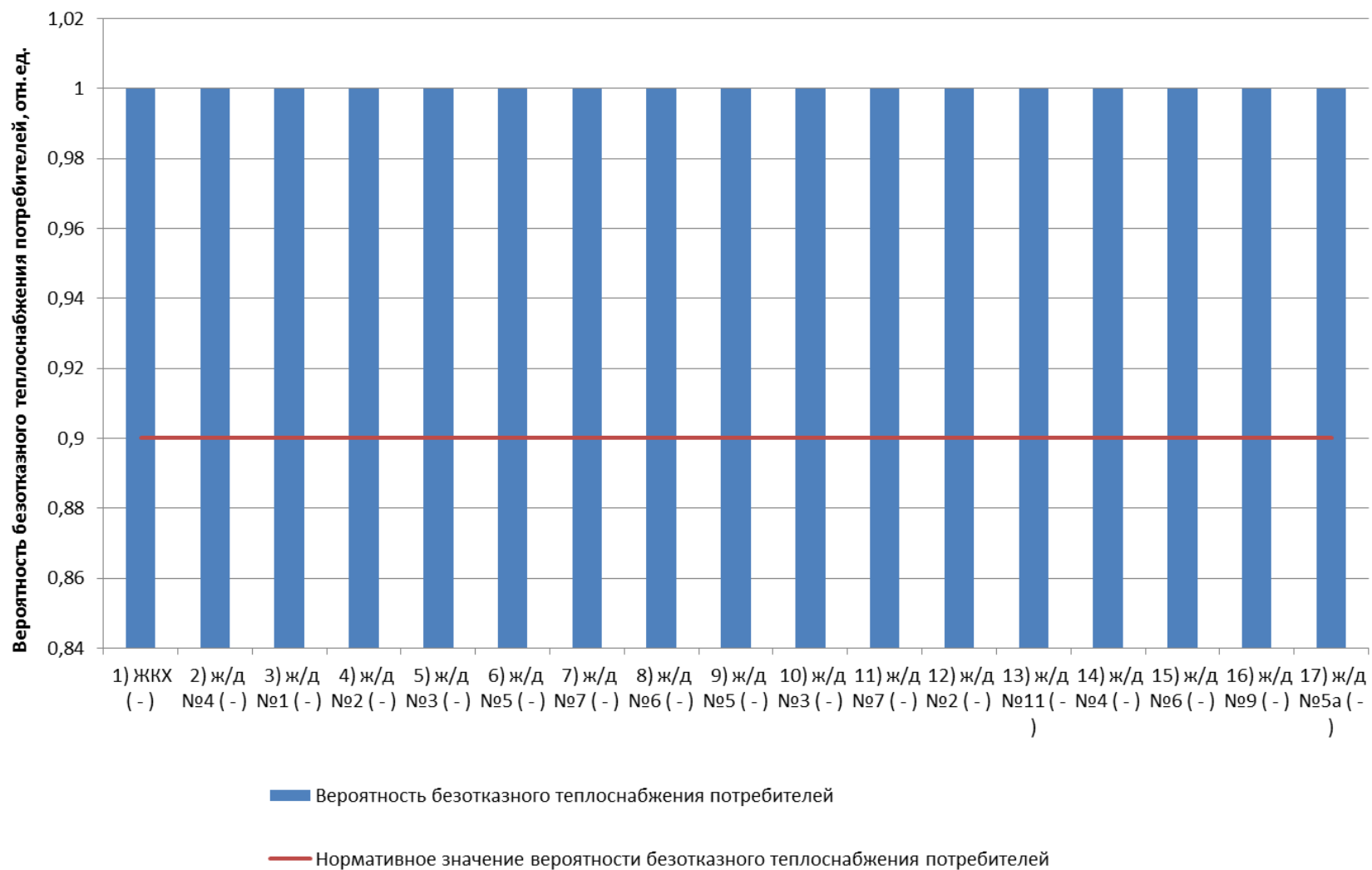


Рисунок 10.20 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной «Дом творчества композиторов»

10.6.5 Оценка надежности теплоснабжения от котельной п. Новотеряево

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

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. п. Теряево - ТК-16	65	0,125	9	0,0000114	0,0000007	7,837196	0,127597	0,0000058
2) ТК-16 - Общ. 3х этаж	6	0,07	9	0,0000114	0,0000001	5,413195	0,184734	0,0000004
3) ТК-16 - ТК-17	32	0,125	9	0,0000114	0,0000004	7,837196	0,127597	0,0000029
4) ТК-17 - Общежитие сборно-щитовое	11	0,07	9	0,0000114	0,0000001	5,353767	0,186784	0,0000007
5) ТК-17 - ТК-18	86	0,07	9	0,0000114	0,0000001	5,353767	0,186784	0,0000052
6) ТК-17 - ТК-19	108	0,125	5	0,0000114	0,0000012	7,837196	0,127597	0,0000096
7) ТК-19 - Адм. + Учебный корпус №11	44	0,07	9	0,0000114	0,0000005	5,40464	0,185026	0,0000027
8) ТК-19 - ТК-20	202	0,082	5	0,0000114	0,0000023	5,882709	0,16999	0,0000135
9) УТ-1 - Полигон ГИБДД	2	0,051	9	0,0000114	0	4,592777	0,217733	0,0000001
10) УТ-1 - Учебный корпус II очередь	79	0,051	5	0,0000114	0,0000009	4,592777	0,217733	0,0000041
11) ТК-20 - УТ-1	37	0,051	6	0,0000114	0,0000004	4,592777	0,217733	0,0000019
12) ТК-20 - Криминал. полигон	82	0,051	9	0,0000114	0,0000009	4,592777	0,217733	0,0000043
13) Кот. п. Теряево - ТК-1	5	0,207	23	0,0000185	0,0000001	11,378565	0,087885	0,0000011
14) ТК-1 - ТК-10	45	0,207	23	0,0000185	0,0000008	11,378565	0,087885	0,0000095
15) ТК-10 - ТК-15	110	0,1	23	0,0000185	0,0000002	6,709666	0,149039	0,0000136
16) ТК-15 - Штаб (адм. здание)	10	0,1	23	0,0000185	0,0000002	6,709666	0,149039	0,0000012
17) ТК-15 - Учебный корпус №1	120	0,07	23	0,0000185	0,0000022	5,387532	0,185614	0,0000119
18) ТК-10 - ТК-11	41	0,207	23	0,0000185	0,0000008	11,378565	0,087885	0,0000086
19) У10 - Учебн. №10, Музей	3	0,051	23	0,0000185	0,0000001	4,623103	0,216305	0,0000003
20) У10 - У4	18	0,207	23	0,0000185	0,0000003	11,378565	0,087885	0,0000038
21) У4 - Церковь	3	0,033	23	0,0000185	0,0000001	3,927094	0,254641	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
22) У4 - ТК-13	118	0,207	23	0,0000185	0,0000022	11,378565	0,087885	0,0000248
23) ТК-13 - Учебн. №9, 1 эт.	27	0,082	23	0,0000185	0,0000005	5,919452	0,168935	0,000003
24) ТК-13 - Учебн. №8, 1 эт.	40	0,082	23	0,0000185	0,0000007	5,919452	0,168935	0,0000044
25) ТК-13 - У5	3	0,207	23	0,0000185	0,0000001	11,378565	0,087885	0,0000006
26) У5 - Общежитие	45	0,1	23	0,0000185	0,0000008	6,735567	0,148466	0,0000056
27) У5 - У6	58	0,207	23	0,0000185	0,0000011	11,378565	0,087885	0,0000122
28) У6 - У7	80	0,1	23	0,0000185	0,0000015	6,720026	0,148809	0,0000099
29) У7 - Общежитие для преп.	10	0,1	23	0,0000185	0,0000002	6,720026	0,148809	0,0000012
30) У7 - Учебн. №5 (Спорт. зал)	3	0,04	23	0,0000185	0,0000001	4,190534	0,238633	0,0000002
31) У6 - У8	27	0,207	23	0,0000185	0,0000005	11,378565	0,087885	0,0000057
32) У8 - Уч.корп.5+Ц.подг.опер.сотр.	20	0,15	8	0,0000114	0,0000002	9,14552	0,109343	0,0000021
33) У8 - УТ-2	91	0,207	23	0,0000185	0,0000017	11,378565	0,087885	0,0000191
34) УТ-2 - ТК-14	17	0,1	23	0,0000185	0,0000003	6,691016	0,149454	0,0000021
35) ТК-14 - Общежитие, уч. корп. №3	7	0,1	4	0,0000114	0,0000001	6,691016	0,149454	0,0000005
36) ТК-14 - УТ-5	11	0,04	23	0,0000185	0,0000002	4,174317	0,23956	0,0000008
37) УУ121 - Учебн. №7	30	0,04	23	0,0000185	0,0000006	4,174317	0,23956	0,0000023
38) УУ121 - Учебн. №17	7	0,04	23	0,0000185	0,0000001	4,174317	0,23956	0,0000005
39) УУ121 - КПП №1	56	0,04	23	0,0000185	0,0000001	4,174317	0,23956	0,0000043
40) ТК-1 - ТК-2	182	0,207	23	0,0000185	0,0000034	11,378565	0,087885	0,0000382
41) ТК-2 - ТК-3	76	0,15	23	0,0000185	0,0000014	9,080352	0,110128	0,0000127
42) ТК-3 - Адм. здание №2	1	0,1	23	0,0000185	0	6,750763	0,148131	0,0000001
43) ТК-3 - ТК-4	38	0,15	23	0,0000185	0,0000007	9,080352	0,110128	0,0000064
44) ТК-4 - У-13	15	0,15	23	0,0000185	0,0000003	9,080352	0,110128	0,0000025
45) У-13 - Общежитие №1	5	0,033	23	0,0000185	0,0000001	3,926912	0,254653	0,0000004

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) У-13 - ТК-5	7	0,15	23	0,0000185	0,0000001	9,080352	0,110128	0,0000012
47) ТК-5 - Столовая	8	0,051	23	0,0000185	0,0000001	4,622334	0,216341	0,0000007
48) ТК-5 - У-1	81	0,1	23	0,0000185	0,0000015	6,723135	0,14874	0,0000101
49) У-1 - Общежитие №2	34	0,051	23	0,0000185	0,0000006	4,608633	0,216984	0,0000029
50) У-1 - Уч. корп. №4 (клуб)	63	0,051	23	0,0000185	0,0000012	4,608633	0,216984	0,0000054
51) ТК-2 - ТК-6	86	0,207	23	0,0000185	0,0000016	11,378565	0,087885	0,0000181
52) ТК-6 - Склад вещ. и МТ снабж.	7	0,051	23	0,0000185	0,0000001	4,622488	0,216334	0,0000006
53) ТК-6 - Квашпункт	47	0,082	23	0,0000185	0,0000009	5,924895	0,168779	0,0000051
54) ТК-6 - ТК-7	41	0,207	23	0,0000185	0,0000008	11,378565	0,087885	0,0000086
55) ТК-7 - УТ-3	80	0,207	23	0,0000185	0,0000015	11,378565	0,087885	0,0000168
56) УТ-3 - ТК-8	35	0,15	23	0,0000185	0,0000006	9,097768	0,109917	0,0000059
57) ТК-8 - ж/д №5	148	0,07	9	0,0000114	0,0000017	5,38123	0,185831	0,0000091
58) ТК-8 - ТК-9	70	0,15	23	0,0000185	0,0000013	9,097768	0,109917	0,0000118
59) ТК-9 - ж/д №4	18	0,1	6	0,0000114	0,0000002	6,744892	0,14826	0,0000014
60) ТК-9 - У1	101	0,082	23	0,0000185	0,0000019	5,910198	0,169199	0,000011
61) У1 - ж/д №3	37	0,051	23	0,0000185	0,0000007	4,617869	0,21655	0,0000032
62) У1 - У3	28	0,07	23	0,0000185	0,0000005	5,400138	0,18518	0,0000028
63) У3 - ж/д №2	29	0,051	23	0,0000185	0,0000005	4,619101	0,216492	0,0000025
64) У3 - УТ-4	36	0,07	23	0,0000185	0,0000007	5,400138	0,18518	0,0000036
65) УТ-4 - ж/д №1	119	0,051	23	0,0000185	0,0000022	4,605246	0,217144	0,0000101
66) Кот. п. Теряево - ГВС	2	0,207	23	0,0000185	0	11,378565	0,087885	0,0000004
67) ТК-11 - ТК-12	74	0,207	23	0,0000185	0,0000014	11,378565	0,087885	0,0000155
68) ТК-12 - У10	5	0,207	23	0,0000185	0,0000001	11,378565	0,087885	0,0000011
69) ТК-18 - ЦКС	173	0,07	9	0,0000114	0,0000002	5,353767	0,186784	0,0000106

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
70) УТ-5 - УУ121	40	0,04	23	0,0000185	0,0000007	4,174317	0,23956	0,0000031
71) УТ-5 - Мед. часть	5	0,1	23	0,0000185	0,0000001	6,749382	0,148162	0,0000006
72) ТК-14 - Дом жилой 35-ти кв. №1	150	0,1	4	0,0000114	0,0000017	6,691016	0,149454	0,0000114
73) ТК-7 - УТ-6	27	0,1	23	0,0000185	0,0000005	6,729006	0,14861	0,0000034
74) УТ-6 - Крытая стоянка	9	0,051	23	0,0000185	0,0000002	4,62064	0,21642	0,0000008
75) УТ-6 - УТ-7	37	0,1	23	0,0000185	0,0000007	6,729006	0,14861	0,0000046
76) УТ-7 - Уч. корп. 16а	5	0,051	23	0,0000185	0,0000001	4,622796	0,216319	0,0000004
77) УТ-7 - УТ-8	35	0,07	23	0,0000185	0,0000006	5,401939	0,185119	0,0000035
78) УТ-6 - Прод. склад	10	0,051	23	0,0000185	0,0000002	4,62064	0,21642	0,0000009
79) УТ-8 - Контр.-техн. пункт	3	0,051	23	0,0000185	0,0000001	4,623103	0,216305	0,0000003

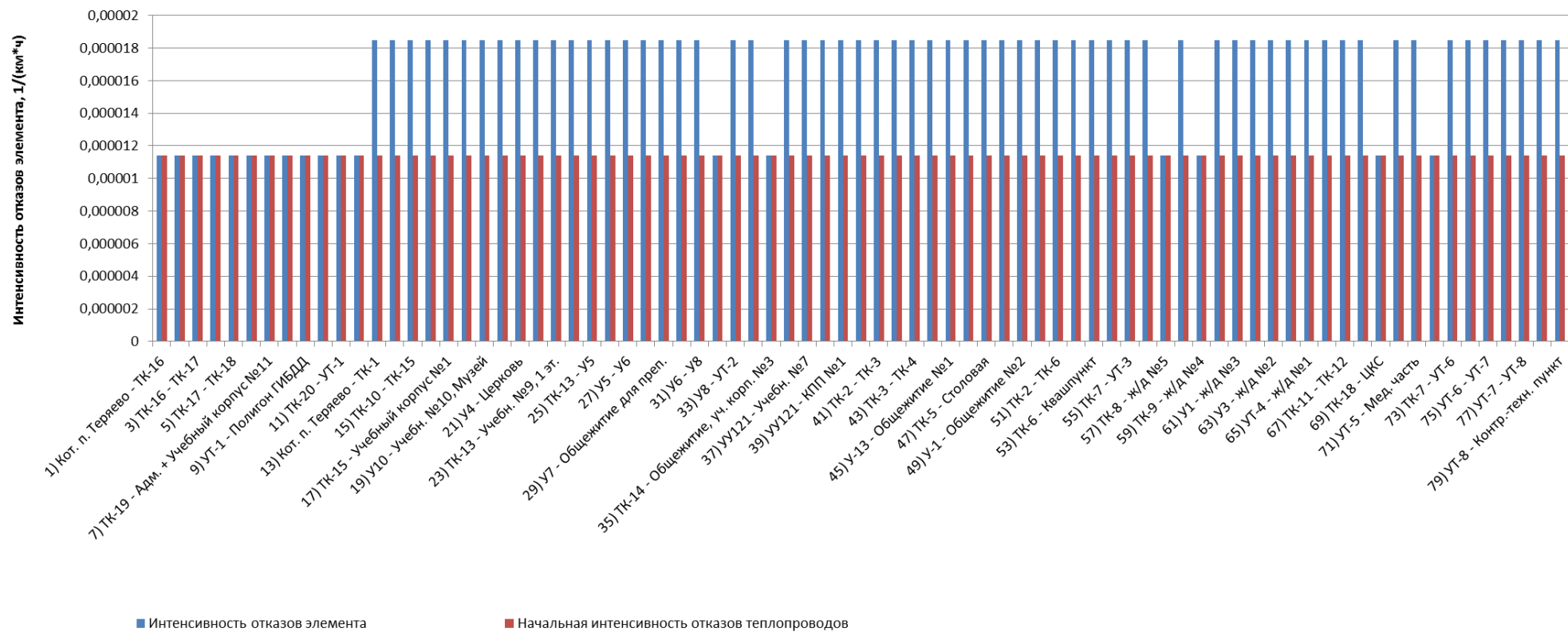


Рисунок 10.21 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети котельной п. Новотеряево

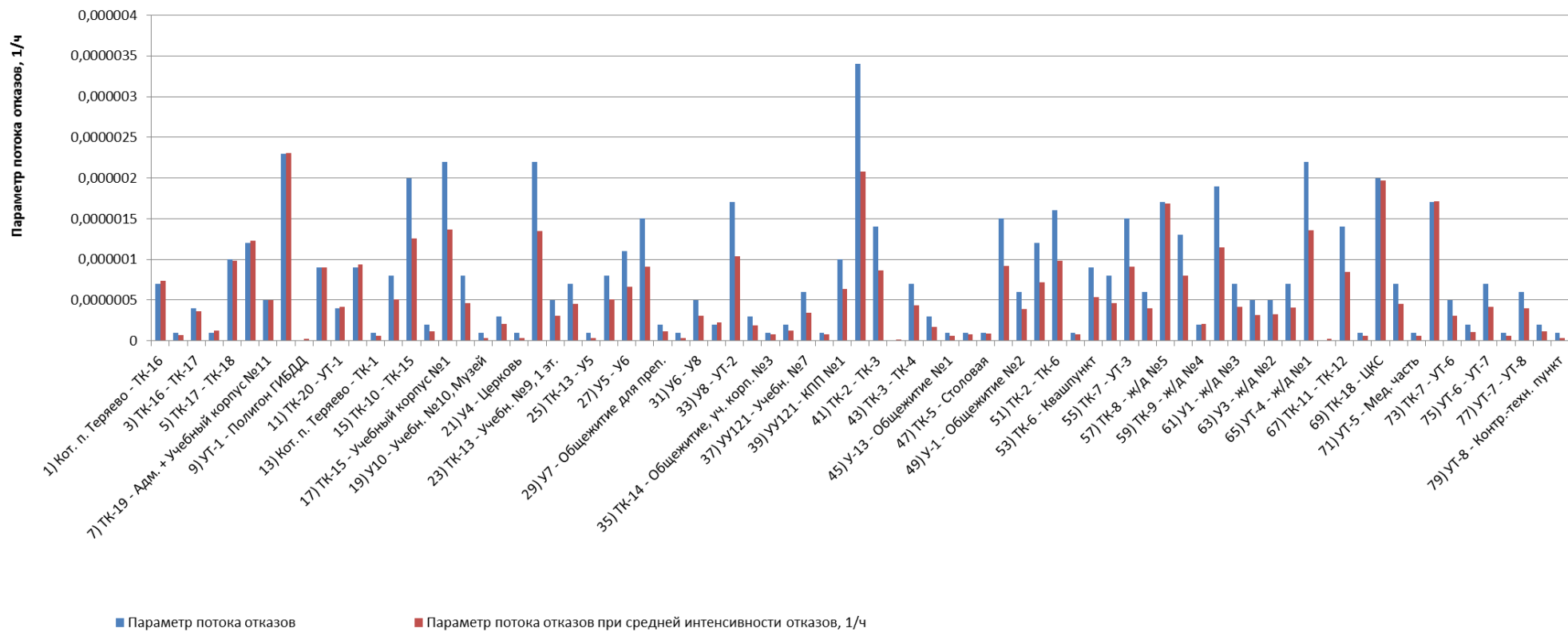


Рисунок 10.22 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети котельной п. Новотряево

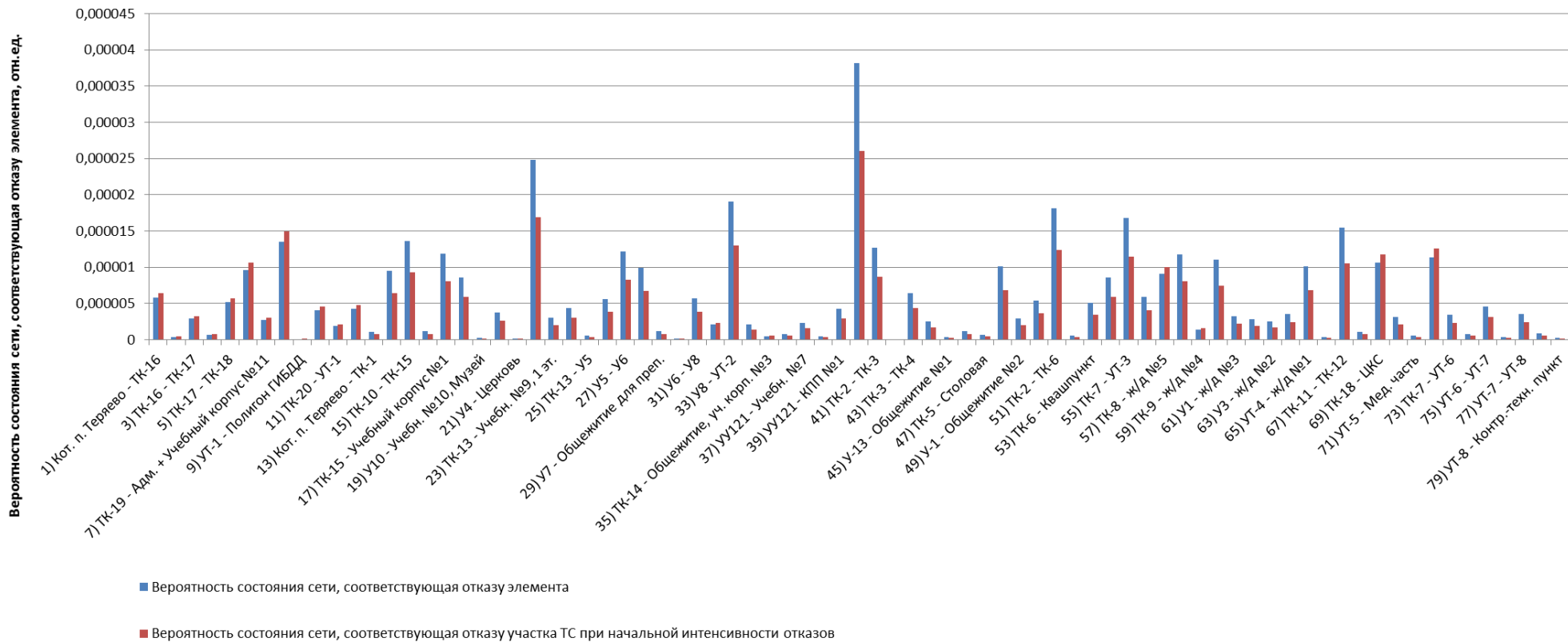


Рисунок 10.23 - Вероятности состояния тепловой сети, соответствующие отказам ее элементов котельной п. Новотереьево

Таблица 10.13 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной п. Новотеряево

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) Общ. 3х этаж (-)	0,104	0	60	12	1	0,999556	0,0772
2) Общежитие сборно-щитовое (-)	0,046	0	60	12	1	0,999559	0,0341
3) ЦКС (-)	0,003	0	30	5	1	0,999574	0,0022
4) Адм. + Учебный корпус №11 (-)	0,153	0	60	12	1	0,999571	0,1136
5) Полигон ГИБДД (-)	0,094	0	60	12	1	0,999584	0,0698
6) Учебный корпус II очередь (-)	0,123	0	60	12	1	0,999588	0,0914
7) Криминал. полигон (-)	0,094	0	60	12	1	0,999586	0,0698
8) Штаб (адм. здание) (-)	0,077	0	60	12	0,999975	0,999564	0,0571
9) Учебный корпус №1 (-)	0,092	0	60	12	0,999975	0,999575	0,0683
10) Учебн. №10, Музей (-)	0,185	0	60	12	0,999915	0,99955	0,1373
11) Церковь (-)	0,013	0	60	12	0,999906	0,99955	0,0096
12) Учебн. №9, 1 эт. (-)	0,062	0	60	12	0,999847	0,999553	0,046
13) Учебн. №8, 1 эт. (-)	0,047	0	60	12	0,999847	0,999554	0,0349
14) Общежитие (-)	0,037	0	60	12	0,999845	0,999555	0,0275
15) Общежитие для преп. (-)	0,018	0	60	12	0,999816	0,999561	0,0134
16) Учебн. №5 (Спорт. зал) (-)	0,102	0	60	12	0,999816	0,99956	0,0757
17) Уч.кор.5+Ц.подг.опер.сотр. (-)	0,5579	0	60	12	0,999796	0,99955	0,4141
18) Общежитие, уч. корп. №3 (-)	0,298	0	60	12	0,999757	0,999552	0,2212
19) Учебн. №7 (-)	0,008	0	60	12	0,999757	0,999558	0,0059
20) Учебн. №17 (-)	0,008	0	60	12	0,999757	0,999556	0,0059
21) КПП №1 (-)	0,013	0	60	12	0,999757	0,99956	0,0096
22) Адм. здание №2 (-)	0,077	0	60	12	0,999868	0,99955	0,0572
23) Общежитие №1 (-)	0,109	0	60	12	0,999842	0,99955	0,0809

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) Столовая (-)	0,219	0	60	12	0,999838	0,99955	0,1626
25) Общежитие №2 (-)	0,111	0	60	12	0,999838	0,999563	0,0824
26) Уч. корп. №4 (клуб) (-)	0,122	0	60	12	0,999838	0,999565	0,0906
27) Склад вещ. и МТ снабж. (-)	0,055	0	60	12	0,999863	0,99955	0,0408
28) Квашпункт (-)	0,013	0	60	12	0,999863	0,999555	0,0096
29) ж/д №5 (-)	0,185	0	60	12	0,999785	0,999559	0,1373
30) ж/д №4 (-)	0,272	0	60	12	0,99975	0,999551	0,2019
31) ж/д №3 (-)	0,062	0	60	12	0,99975	0,999564	0,046
32) ж/д №2 (-)	0,062	0	60	12	0,99975	0,999566	0,046
33) ж/д №1 (-)	0,062	0	60	12	0,99975	0,999577	0,046
34) Мед. часть (-)	0,009	0	60	12	0,999757	0,999553	0,0067
35) Дом жилой 35-ти кв. №1 (-)	0,185	0	60	12	0,999757	0,999563	0,1373
36) Крытая стоянка (-)	0,078	0	60	12	0,999843	0,999554	0,0579
37) Уч. корп. 16а (-)	0,011	0	60	12	0,999843	0,999558	0,0082
38) Контр.-техн. пункт (-)	0,003	0	60	12	0,999843	0,999561	0,0022
39) Прод. склад (-)	0,026423	0	60	12	0,999843	0,999554	0,0196

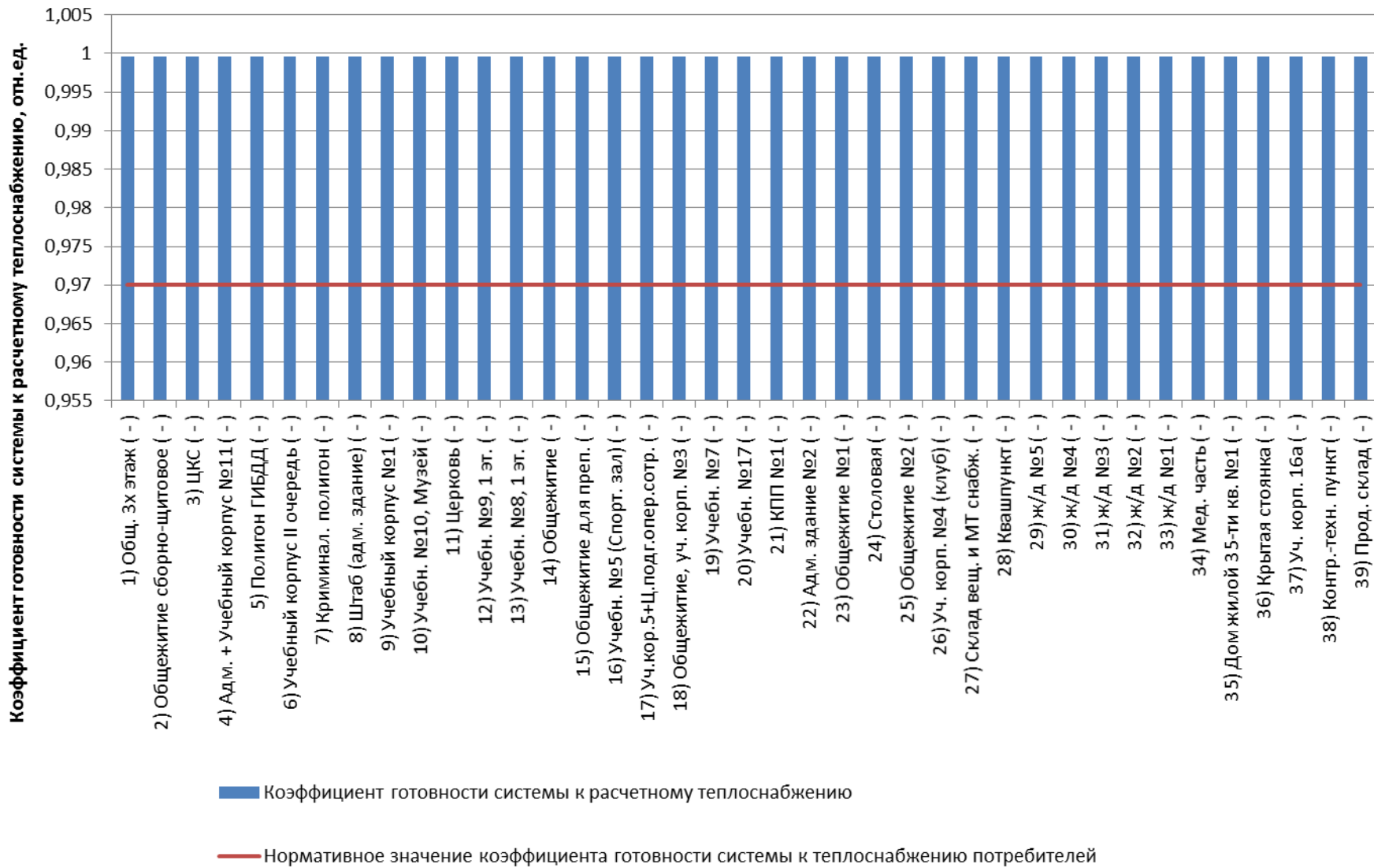


Рисунок 10.24 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной п. Новотеряево

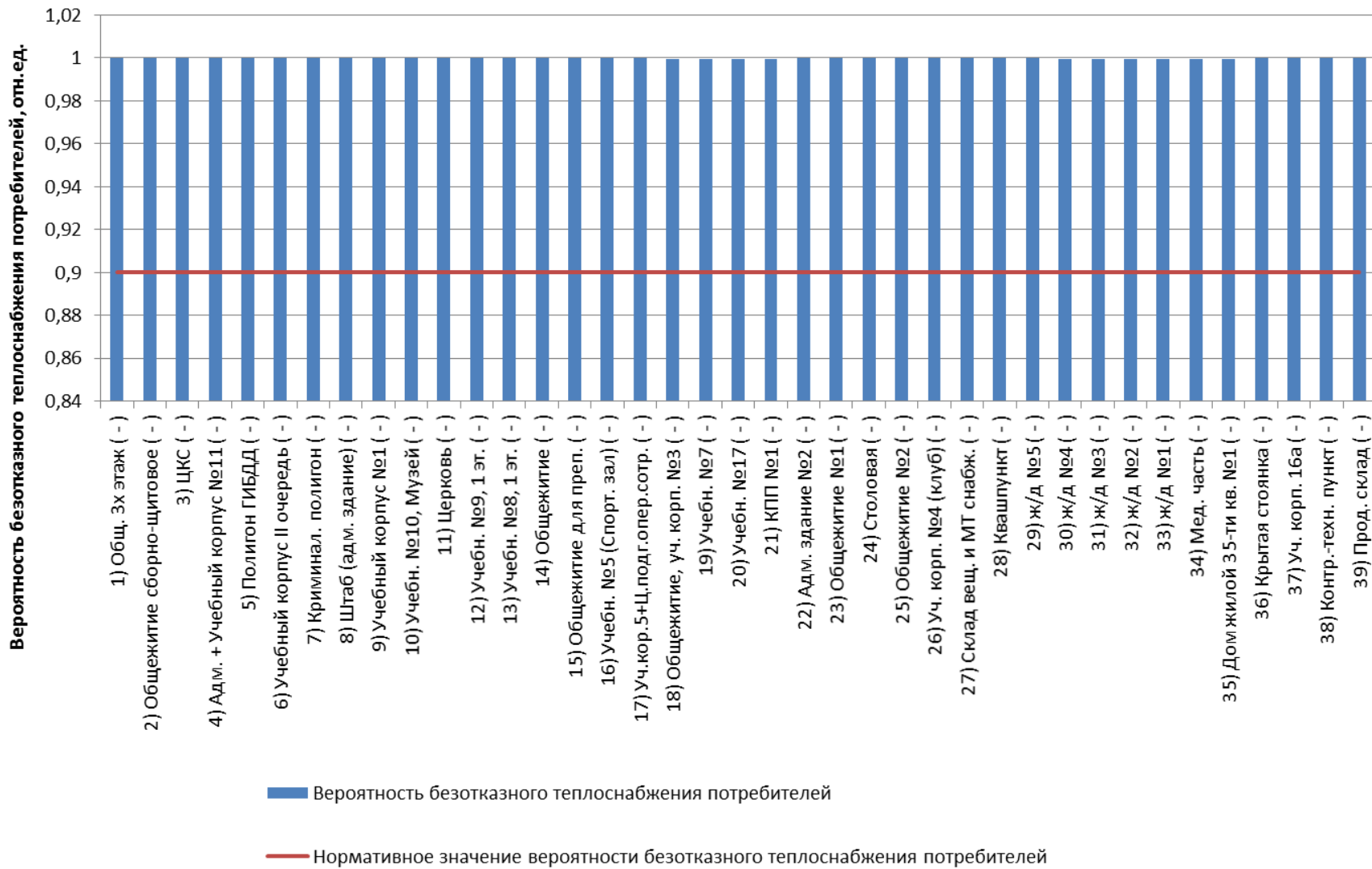


Рисунок 10.25 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной п. Новотеряево

10.6.6 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Костино

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

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. Костино - ж/д №5	100	0,1	6	0,0000114	0,0000011	6,716573	0,148885	0,0000077

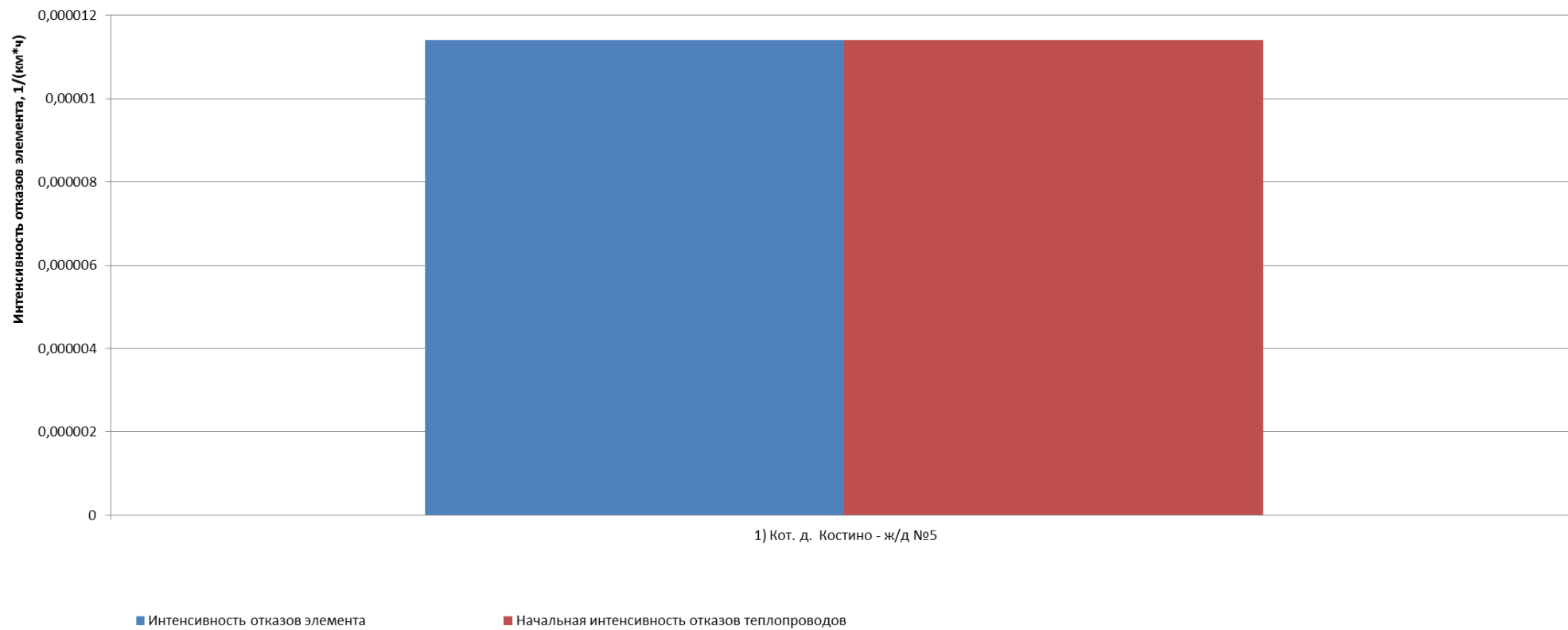


Рисунок 10.26 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной д. Костино

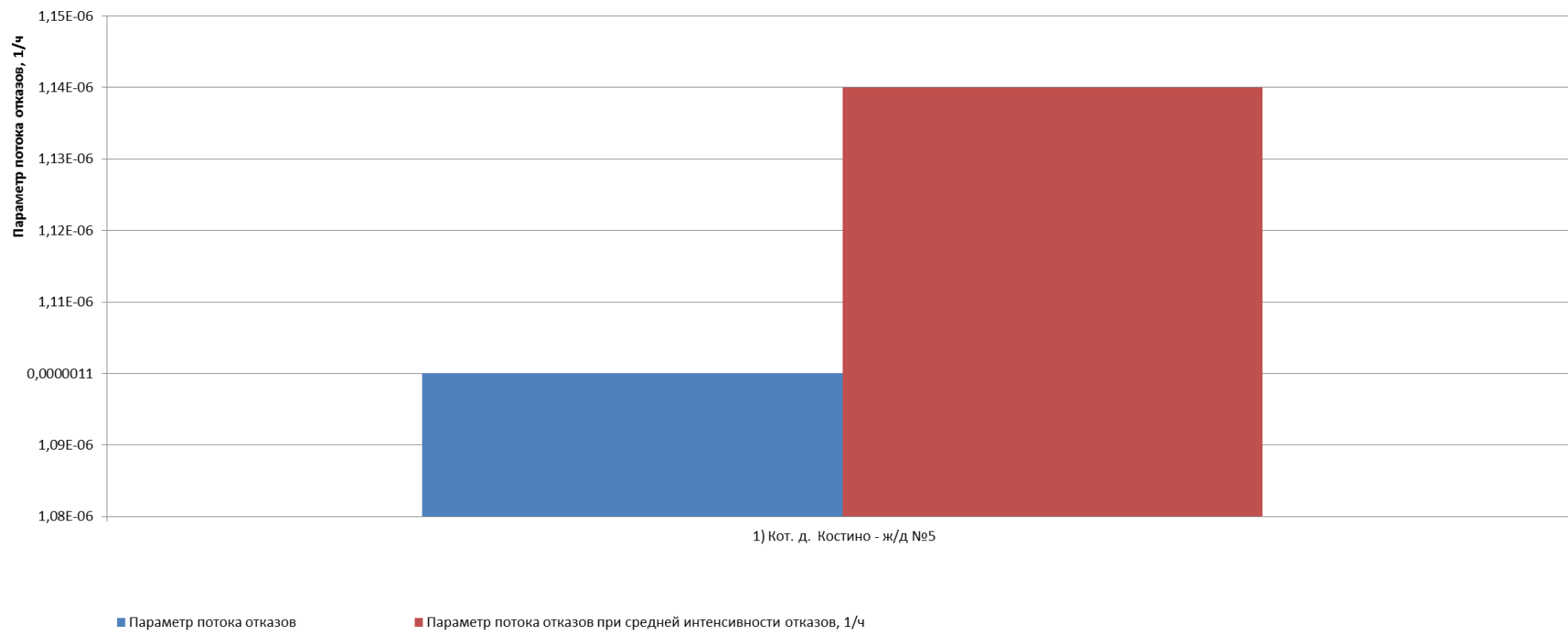


Рисунок 10.27 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Костино

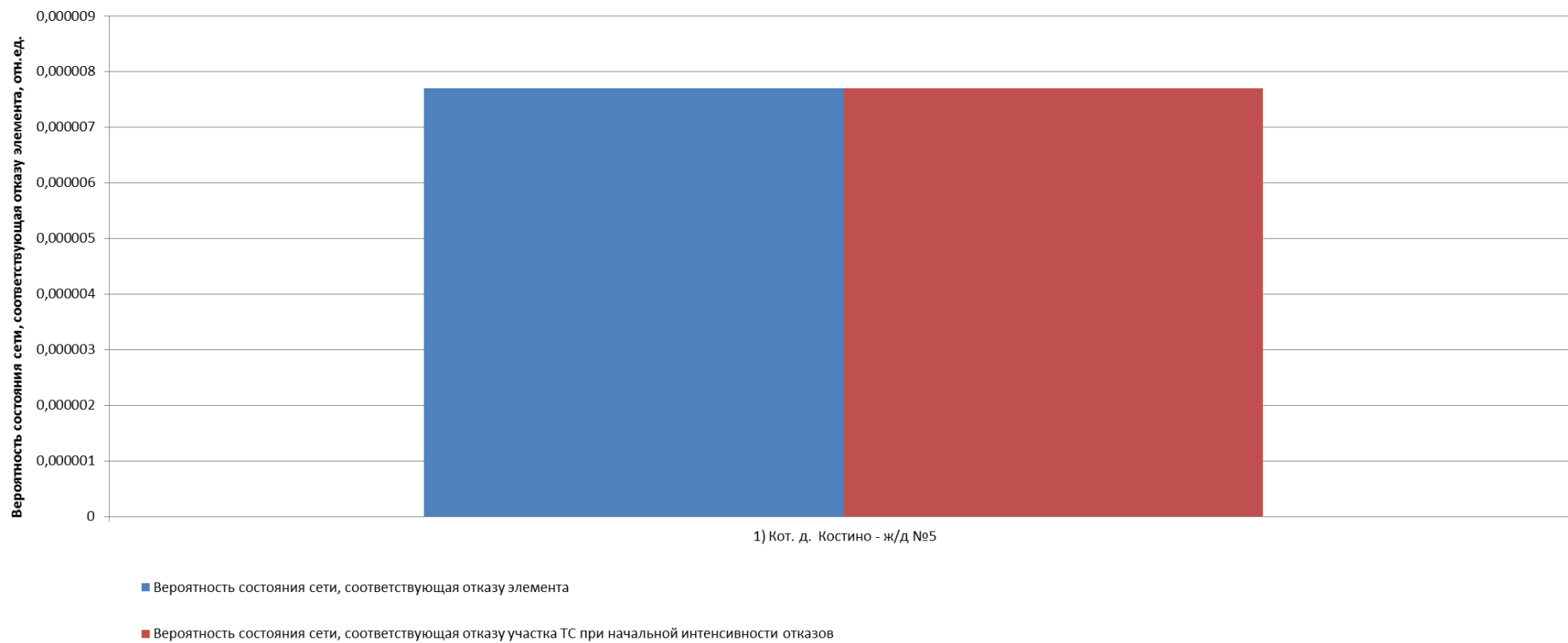


Рисунок 10.28 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Костино

Таблица 10.15 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Костино

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	Кэф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
1) ж/д №5 (-)	0,22	0	60	12	1	1	0,0027

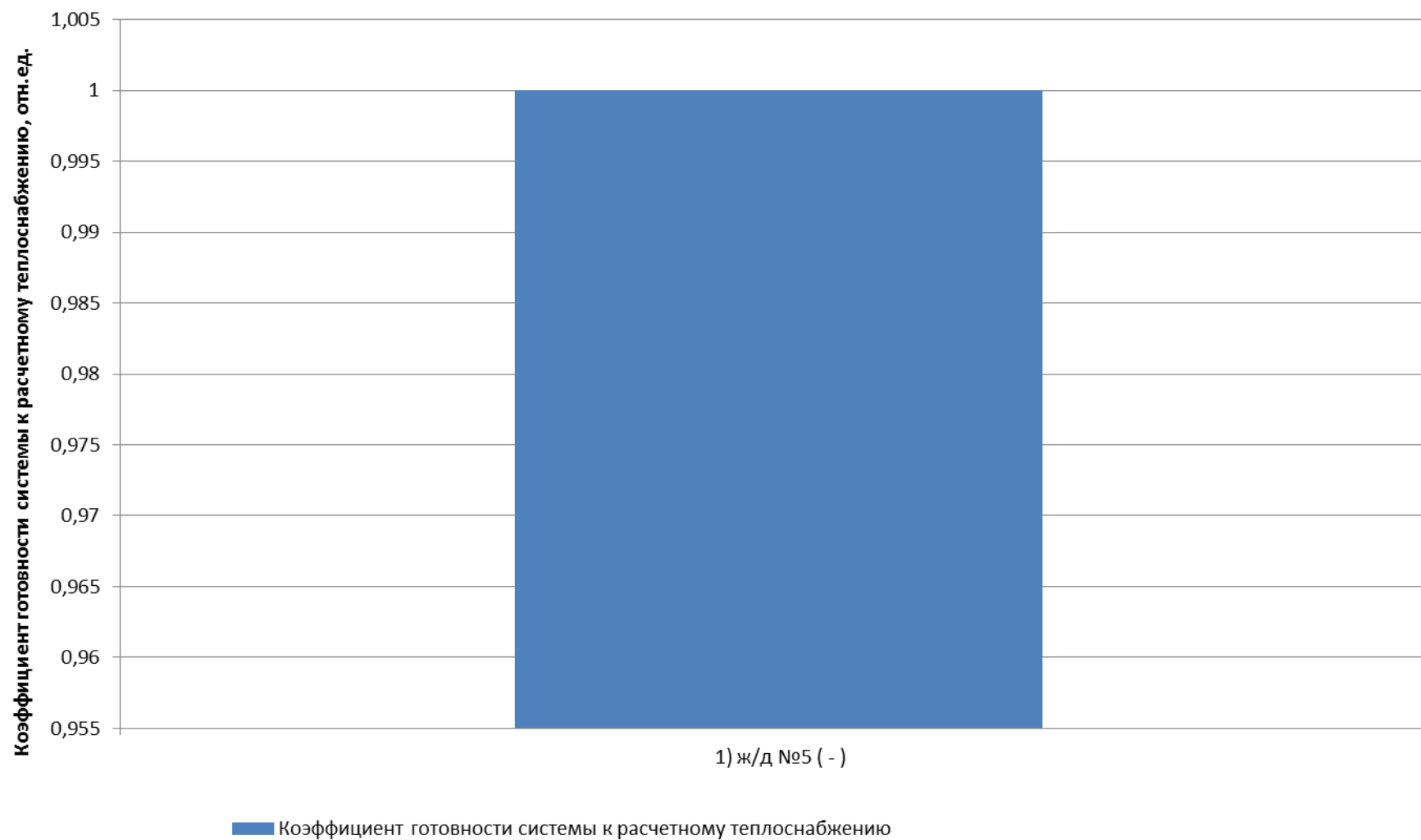


Рисунок 10.29 - Сопоставление коэффициентов готовности с нормативным значением котельной д. Костино

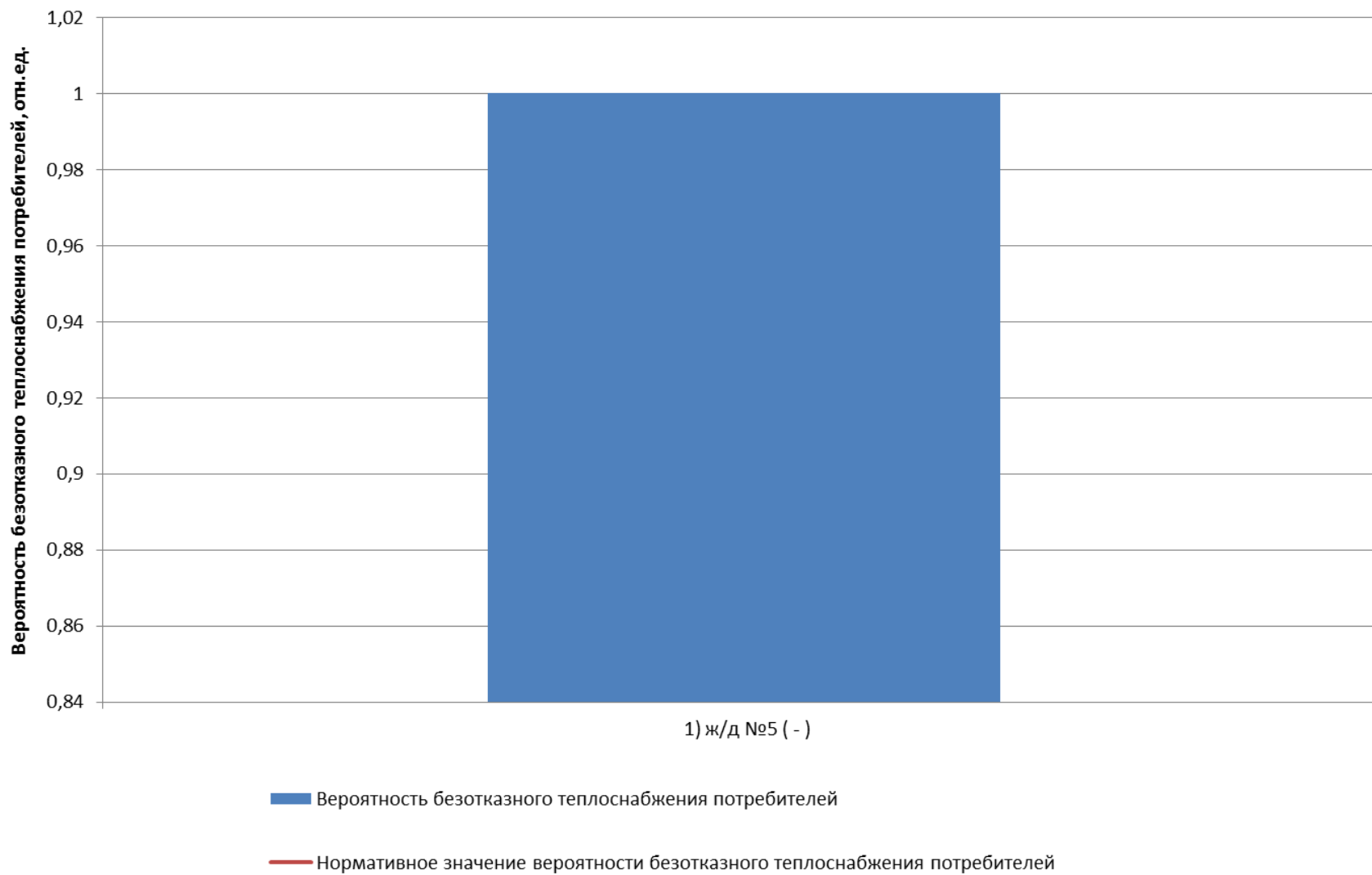


Рисунок 10.30 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Костино

10.6.7 Оценка надежности теплоснабжения от котельной д. Сытьково

Таблица 10.16 - Технические характеристики и показатели надежности элементов тепловой сети котельной д. Сытьково

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. Сытьково - ТК-1	10	0,15	8	0,0000114	0,0000001	8,741595	0,114396	0,000001
2) ТК-1 - ТК-2	160	0,15	8	0,0000114	0,0000018	8,741595	0,114396	0,0000159
3) ТК-2 - ТК-3	220	0,15	8	0,0000114	0,0000025	8,741595	0,114396	0,0000219
4) ТК-3 - К-1	33,33	0,15	7	0,0000114	0,0000004	8,741595	0,114396	0,0000033
5) К-1 - К-2	20,98	0,15	7	0,0000114	0,0000002	8,741595	0,114396	0,0000021
6) К-2 - Д/с, приют	3	0,082	40	0,0000226	0,0000001	5,936871	0,168439	0,0000004
7) К-1 - ж/д №15	90	0,07	40	0,0000226	0,0000002	5,394286	0,185381	0,000011
8) К-2 - ТК-3	19,52	0,15	7	0,0000114	0,0000002	8,741595	0,114396	0,0000019
9) ТК-3 - ж/д №5	40	0,082	40	0,0000226	0,0000009	5,926801	0,168725	0,0000053
10) ТК-3 - К-8	135	0,1	40	0,0000226	0,0000003	6,704485	0,149154	0,0000204
11) К-8 - ж/д №6	7	0,07	40	0,0000226	0,0000002	5,411169	0,184803	0,0000009
12) К-8 - ж/д №7	8	0,07	40	0,0000226	0,0000002	5,411169	0,184803	0,000001
13) ТК-3 - К-7	50,16	0,15	7	0,0000114	0,0000006	8,741595	0,114396	0,0000005
14) К-7 - УТ-1	50	0,07	40	0,0000226	0,0000011	5,383931	0,185738	0,0000061
15) УТ-1 - ж/д №2	6	0,07	40	0,0000226	0,0000001	5,383931	0,185738	0,0000007
16) УТ-1 - ж/д №15	80	0,07	40	0,0000226	0,0000018	5,383931	0,185738	0,0000097
17) К-7 - ТК-5	215	0,15	7	0,0000114	0,0000025	8,741595	0,114396	0,0000214
18) ТК-5 - ТК-4.1	50	0,07	40	0,0000226	0,0000011	5,385281	0,185691	0,0000061
19) ТК-4.1 - ж/д №1	105	0,082	40	0,0000226	0,0000024	5,909109	0,16923	0,000014
20) ТК-4.1 - Контора	80	0,07	40	0,0000226	0,0000018	5,385281	0,185691	0,0000097
21) ТК-5 - ТК-11	160	0,1	7	0,0000114	0,0000018	6,695851	0,149346	0,0000122

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) ТК-11 - Магазин Халимбекова	32,29	0,032	7	0,0000114	0,0000004	3,887738	0,257219	0,0000014
23) ТК-11 - ж/д №9 + Амбулатория	20	0,051	7	0,0000114	0,0000002	4,620486	0,216427	0,0000011
24) ТК-3 - К-12	161,33	0,1	35	0,0000226	0,0000036	6,416561	0,155847	0,0000234
25) К-12 - ж/д №17	41,55	0,04	35	0,0000226	0,0000009	4,1861	0,238886	0,0000039
26) К-12 - УТ-2	124,48	0,1	35	0,0000226	0,0000028	6,416561	0,155847	0,000018
27) УТ-2 - Школа	80	0,082	30	0,0000226	0,0000018	5,915914	0,169036	0,0000107
28) УТ-2 - УТ-3	17,02	0,1	35	0,0000226	0,0000004	6,416561	0,155847	0,0000025
29) УТ-3 - ТК-2	8	0,1	35	0,0000226	0,0000002	6,416561	0,155847	0,0000012
30) ТК-2 - ж/д №30	260	0,1	35	0,0000226	0,0000059	6,416561	0,155847	0,0000376
31) ТК-2 - УТ-4	50	0,1	35	0,0000226	0,0000011	6,416561	0,155847	0,0000072
32) УТ-4 - ж/д №31	7,35	0,051	35	0,0000226	0,0000002	4,622434	0,216336	0,0000008
33) УТ-4 - ГРП	10	0,082	35	0,0000226	0,0000002	5,934966	0,168493	0,0000013
34) УТ-3 - УТ-5	197,82	0,1	32	0,0000226	0,0000045	6,416561	0,155847	0,0000286
35) УТ-5 - УТ-6	21,82	0,1	7	0,0000114	0,0000002	6,416561	0,155847	0,0000016
36) УТ-6 - УТ-7	37,46	0,1	7	0,0000114	0,0000004	6,416561	0,155847	0,0000027
37) УТ-6 - ж/д №80	19,7	0,032	7	0,0000114	0,0000002	3,888846	0,257146	0,0000009
38) УТ-7 - ж/д №81	20,33	0,032	7	0,0000114	0,0000002	3,885206	0,257387	0,0000009
39) УТ-7 - ж/д №83	40,73	0,032	7	0,0000114	0,0000005	3,885206	0,257387	0,0000018
40) УТ-5 - УТ-8	17,02	0,1	7	0,0000114	0,0000002	6,416561	0,155847	0,0000012
41) УТ-8 - УТ-9	33,84	0,1	7	0,0000114	0,0000004	6,416561	0,155847	0,0000025
42) УТ-9 - УТ-10	39,91	0,1	7	0,0000114	0,0000005	6,416561	0,155847	0,0000029
43) УТ-10 - ж/д №77	19,92	0,032	7	0,0000114	0,0000002	3,888826	0,257147	0,0000009
44) УТ-9 - ж/д №78	22,2	0,032	7	0,0000114	0,0000003	3,888626	0,25716	0,000001
45) УТ-8 - ж/д №79	21,46	0,032	7	0,0000114	0,0000002	3,888691	0,257156	0,000001

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) ТК-1 - Гараж + Подсобное помещение	23,6	0,1	8	0,0000114	0,0000003	6,742958	0,148303	0,0000018
47) К-7 - Коттедж 1а + ч/п Салихов	29,58	0,051	40	0,0000226	0,0000007	4,619012	0,216497	0,0000031
48) ТК-4.1 - Эйвазова Т.Т. - магазин	22,63	0,051	40	0,0000226	0,0000005	4,620082	0,216446	0,0000024

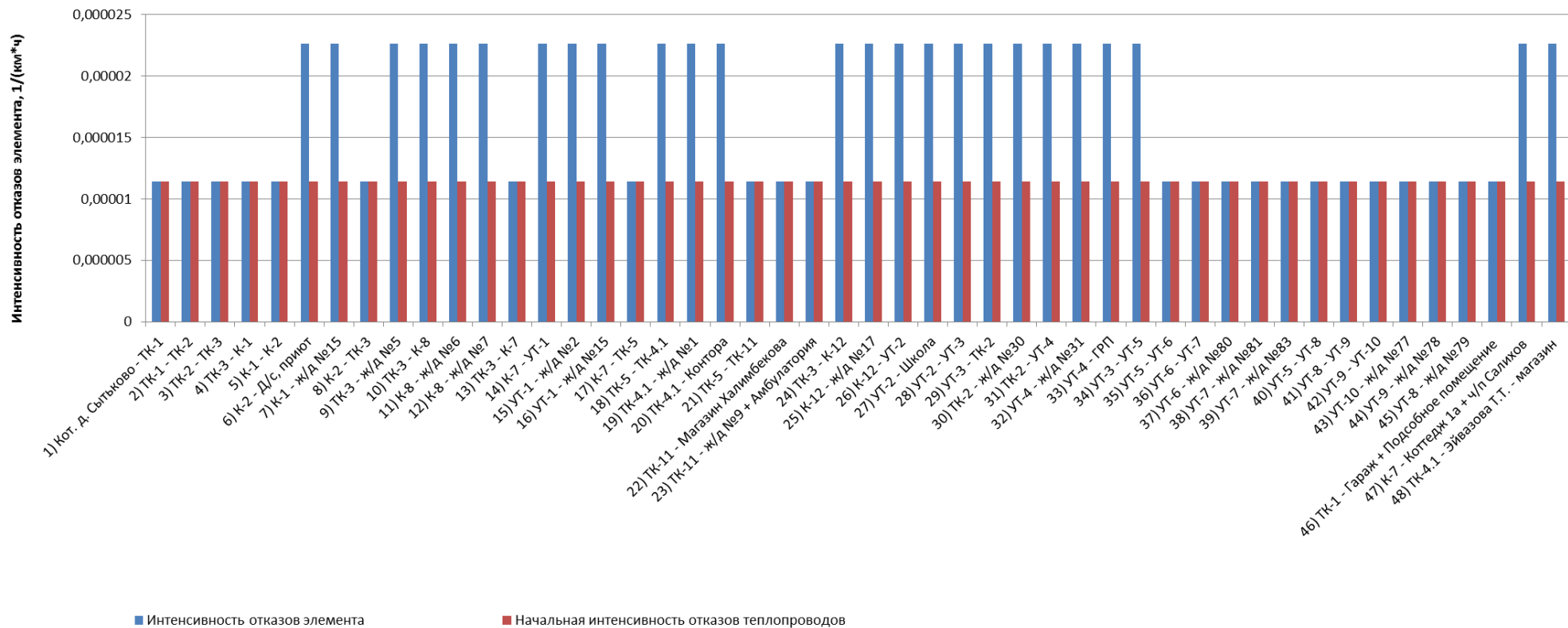


Рисунок 10.31 - Интенсивность отказов элементов тепловой сети от котельной д. Сытьково

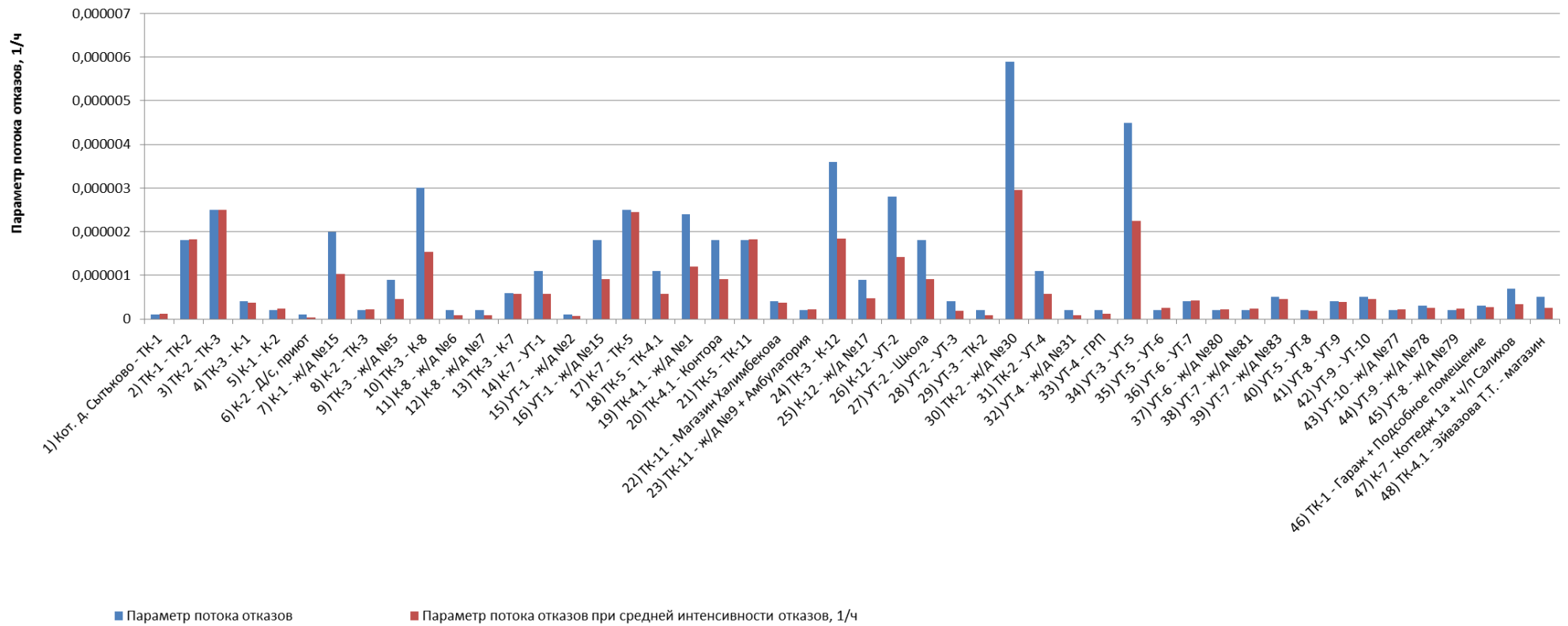


Рисунок 10.32 - Параметр потока отказов элементов тепловой сети от котельной д. Сытьково

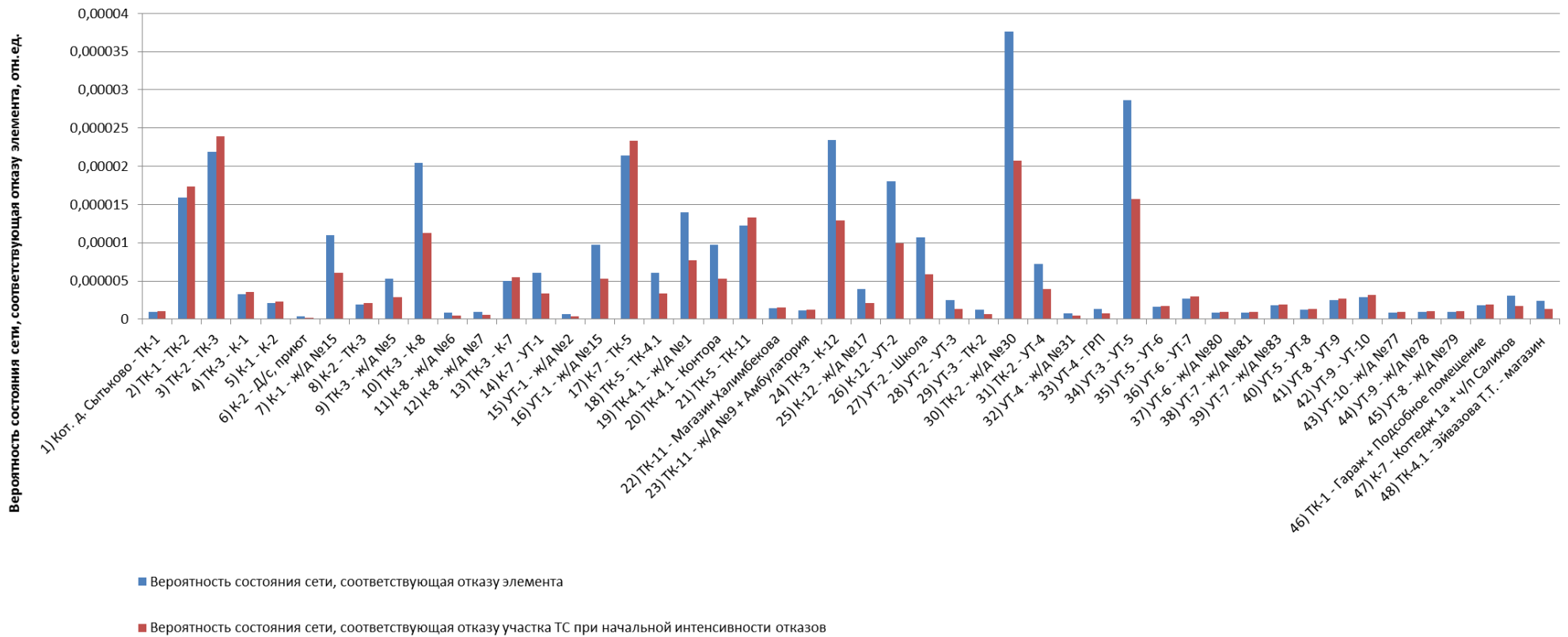


Рисунок 10.33 - Вероятности состояния тепловых сетей, соответствующие отказам ее элементов котельной д. Сытьково

Таблица 10.17 - Показатели надежности теплоснабжения потребителей котельной д. Сытьково

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) Д/с, приют (-)	0,099	0	60	12	1	0,999711	0,0537
2) ж/д №15 (-)	0,041	0	60	12	1	0,99972	0,0203
3) ж/д №5 (-)	0,094	0	60	12	1	0,999718	0,0501
4) ж/д №6 (-)	0,068	0	60	12	1	0,999734	0,0349
5) ж/д №7 (-)	0,068	0	60	12	1	0,999734	0,0349
6) ж/д №2 (-)	0,062	0	60	12	1	0,999725	0,0327
7) ж/д №15 (-)	0,041	0	60	12	1	0,999734	0,0199
8) ж/д №1 (-)	0,058	0	60	12	1	0,999759	0,0276
9) Контора (-)	0,059	0	60	12	1	0,999755	0,0287
10) Магазин Халимбекова (-)	0,002	0	60	12	1	0,999753	0,0007
11) ж/д №9 + Амбулатория (-)	0,14	0	60	12	1	0,999753	0,0708
12) ж/д №17 (-)	0,016	0	60	12	1	0,999733	0,008
13) Школа (-)	0,207	0	60	12	1	0,999758	0,1088
14) ж/д №30 (-)	0,2	0	60	12	1	0,999788	0,0997
15) ж/д №31 (-)	0,198	0	60	12	1	0,999758	0,1041
16) ГРП (-)	0,007	0	60	12	1	0,999759	0,0035
17) ж/д №80 (-)	0,018	0	60	12	1	0,99978	0,0084
18) ж/д №81 (-)	0,018	0	60	12	1	0,999783	0,0081
19) ж/д №83 (-)	0,011	0	60	12	1	0,999784	0,0047
20) ж/д №77 (-)	0,018	0	60	12	1	0,999785	0,0077
21) ж/д №78 (-)	0,018	0	60	12	1	0,999783	0,0082
22) ж/д №79 (-)	0,018	0	60	12	1	0,99978	0,0084

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	Кэф- фициент готовно- сти	Средний суммар- ный недо- отпуск теплоты, Гкал/от.пе- риод
23) Гараж + Подсобное помещение (-)	0,026	0	60	12	1	0,999669	0,0139
24) Коттедж 1а + ч/п Салихов (-)	0,022	0	60	12	1	0,999721	0,0113
25) Эйвазова Т.Т. - магазин (-)	0,006	0	60	12	1	0,999748	0,0027

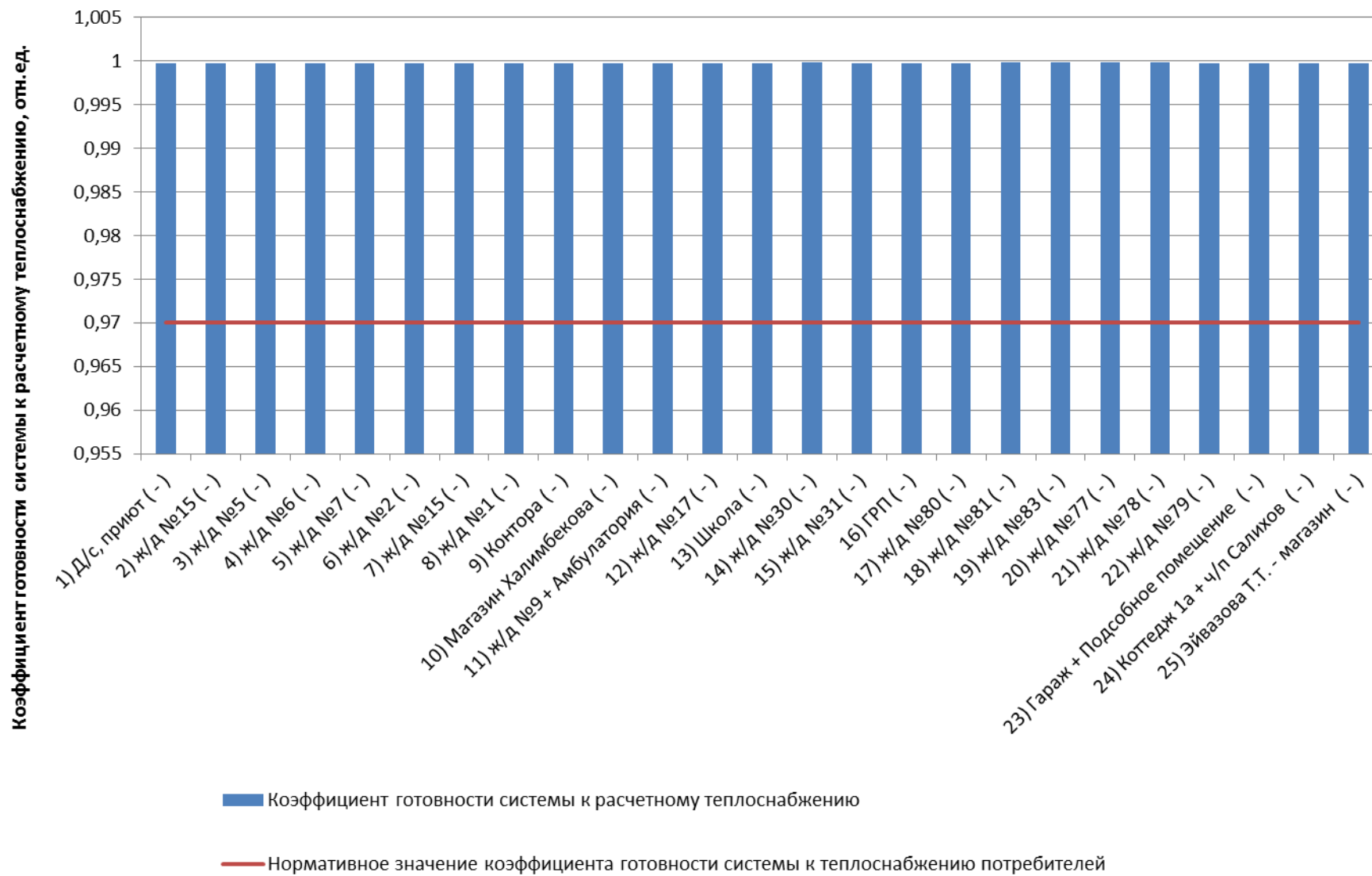


Рисунок 10.34 - Сопоставление коoeffициентов готовности с нормативным значением котельной д. Сытьково

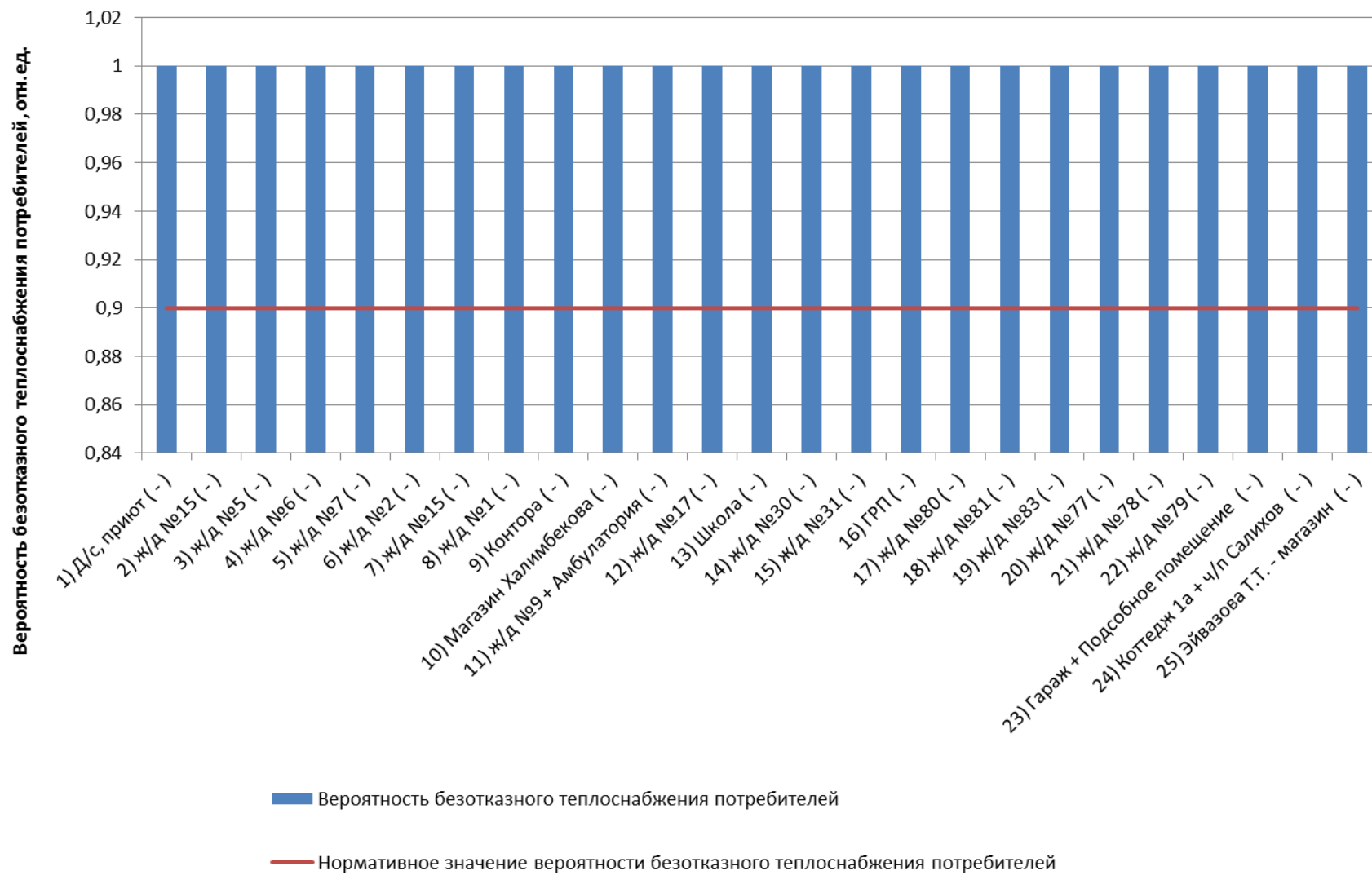


Рисунок 10.35 - Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню с нормативным значением котельной д. Сытьково

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 Старорусское 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 10.18.

Таблица 10.18 - Котельные с тепловыми сетями, имеющими длительный срок эксплуатации

№ п/п	Наименование котельной
1	д. Воробьево
2	«Дом творчества композиторов»
3	п. Новотеряево
4	д. Сытьково

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 Старорюзское приведены в главе 7 «Предложения по строительству, реконструкции тепловых сетей» обосновывающих материалов схемы теплоснабжения.