

**ОАО «Газпром промгаз»**

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

**Москва, 2013 г.**

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

Разработаны в ОАО «Газпром промгаз», Москва, 2013 г.

Разработку выполнили:

Сеннова Е.В. – д.т.н., главный научн. сотр.

Кирюхин С.Н. – к.т.н., зав. лабораторией

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| СОКРАЩЕНИЯ.....                                                                                                                                                    | 4   |
| ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....                                                                                                                                                   | 5   |
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                                      | 7   |
| 1. Методические положения расчета надежности теплоснабжения<br>потребителей и резервирования тепловых сетей.....                                                   | 9   |
| 1.1. Особенности тепловых сетей и процессов теплоснабжения с<br>позиций расчета надежности.....                                                                    | 9   |
| 1.2. Методические положения .....                                                                                                                                  | 10  |
| 1.3. Принятые допущения.....                                                                                                                                       | 16  |
| 2. Основные расчетные зависимости .....                                                                                                                            | 18  |
| 3. Алгоритм расчета показателей надежности теплоснабжения<br>потребителей.....                                                                                     | 24  |
| 4. Обеспечение нормативных требований к надежности теплоснабжения<br>потребителей. Порядок разработки рекомендаций .....                                           | 28  |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....                                                                                                                                                   | 31  |
| Приложение 1. Перечень используемых переменных.....                                                                                                                | 32  |
| Приложение 2. Основные разделы и положения СНиП 41-02-<br>2003, используемые при расчете надежности<br>теплоснабжения и резервирования тепловых<br>сетей.....      | 39  |
| Приложение 3. Примеры заполнения форм статистического<br>учета отказов оборудования систем<br>теплоснабжения.....                                                  | 42  |
| Приложение 4. Пример расчета показателей надежности<br>теплоснабжения потребителей<br>нерезервированной тепловой сети от<br>котельной мощностью 4,8 Гкал/ч.....    | 45  |
| Приложение 5. Пример расчета показателей надежности<br>теплоснабжения потребителей тепловой<br>сети с резервированием от ТЭЦ тепловой<br>мощностью 646 Гкал/ч..... | 57  |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....                                                                                                                              | 103 |

## **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                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Источник     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Надежность                               | Свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования.<br>Это комплексное свойство, включающее единичные свойства безотказности, восстанавливаемости, долговечности, сохраняемости, живучести и ряд других.                                                          | [1, 2, 3]    |
| Система централизованного теплоснабжения | Система, состоящая из одного или нескольких ИТ, ТС (независимо от диаметра, числа и протяженности наружных теплопроводов) и потребителей теплоты.                                                                                                                                                                       | [4]          |
|                                          | Как объект исследования надежности СЦТ – открытая человеко-машинная производственная система, состоящая из совокупности ИТ, ТС, сетевых сооружений и узлов потребления, и предназначенная для производства, преобразования, передачи, распределения тепла и снабжения им потребителей с разнородной тепловой нагрузкой. | [2, 3, 5]    |
| 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.                                                                                                                                                   | [2]          |
| Надежность теплоснабжения                | Аспект системной надежности ТС (СЦТ), отражающий требования со стороны потребителей в бесперебойном снабжении тепловой энергией.                                                                                                                                                                                        | [2, 3, 5]    |
| Полностью рабочее состояние ТС           | Рабочее состояние ТС, при котором обеспечивается нормальный режим подачи теплоты всем потребителям.                                                                                                                                                                                                                     | [2]          |
| Частично рабочее состояние ТС            | Рабочее состояние ТС, при котором теплоснабжение одного или части потребителей ниже расчетного.                                                                                                                                                                                                                         | [2]          |
| Нормальный режим                         | Рабочее состояние ТС, при котором обеспечиваются заданные параметры режима работы в установленных пределах.                                                                                                                                                                                                             | [2]          |
| Послеаварийный режим                     | Режим, который устанавливается в ТС после отключения отказавшего элемента на время его восстановления.                                                                                                                                                                                                                  | [2, 3, 4, 5] |
| Отказ технологический ТС                 | Вынужденное отключение или ограничение работоспособности оборудования ТС, приведшее к нарушению процесса передачи тепловой энергии потребителям, если оно не содержит признаков аварии.                                                                                                                                 | [6]          |
| Отказ функционирования ТС                | Событие, заключающееся в переходе ТС с одного относительного уровня функционирования на другой, более низкий.                                                                                                                                                                                                           | [1, 2, 3, 5] |
| Авария                                   | Событие, заключающееся, как правило, во вне-                                                                                                                                                                                                                                                                            | [3, 6]       |

| Термин                     | Определение                                                                                                                                                                                                                     | Источник |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                            | запном 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. | [2, 5]   |
| Структурный элемент        | Неделимый при расчете надежности объект.                                                                                                                                                                                        |          |
| Элемент линейной части ТС  | 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, с помощью которых теплоноситель доставляется от ИТ к узлу потребления.                                                                                                                            |          |

## ВВЕДЕНИЕ

*Надежность* систем централизованного теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, 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, изношенностью оборудования, недостаточными надежностью теплоснабжения и уровнем комфорта в зданиях, большими потерями тепловой энергии.

Наиболее ненадежным звеном систем теплоснабжения являются тепловые сети, 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 теплопроводов и оборудования из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура тепловых сетей 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 государственной политики в сфере теплоснабжения определяет «*обеспечение надежности теплоснабжения в соответствии с техническими регламентами*» (Статья 3).

Закон обязывает развитие систем теплоснабжения населенных пунктов осуществлять на основании разработки *схем теплоснабжения*. Обязательным критерием принятия решений при этом должно быть обеспечение необходимых санитарно-гигиенических условий и требований к надежности теплоснабжения ка-

ждого из потребителей «путем резервирования и достижения бесперебойной работы источников тепла, тепловых сетей и системы в целом» (статья 23).

Разработанные в свете реализации этого закона документы [8, 9] регламентируют надежность теплоснабжения оценивать вероятностными показателями и обеспечивать их удовлетворение нормативным требованиям.

Таким образом, при разработке схем теплоснабжения решается два типа задач, связанных с расчетами надежности:

1. Расчет показателей надежности теплоснабжения потребителей по характеристикам надежности элементов при заданной схеме и параметрах системы (задачи анализа надежности).

2. Выбор (корректировка) схемы и параметров системы в рассматриваемой перспективе ее развития с учетом нормативных требований к надежности теплоснабжения потребителей (задачи синтеза (построения) надежной системы).

Существенную методическую сложность в решение этих задач вносят тепловые сети – нелинейные пространственные сетевые структуры с произвольной топологией, которые в расчетах надежности должны рассматриваться как системы с произвольными монотонными структурами [10], пропускные способности связей которых различны в различных режимах.

Представленные здесь методика и программно-реализуемый алгоритм предназначены для расчета показателей надежности в тепловых сетях систем централизованного теплоснабжения при разработке схем теплоснабжения с целью выбора решений, обеспечивающих нормативные требования к надежности теплоснабжения потребителей на основе резервирования тепловых сетей.

Методическая и нормативная базы, используемые при разработке схем теплоснабжения, создавались в течение длительного времени трудами отечественных ученых, научно-исследовательских институтов, проектных, наладочных и эксплуатационных организаций [2, 3, 11 - 17]. Эти исследования были обобщены и развиты в справочнике «Надежность систем энергетики и их оборудования» под ред. акад. Ю.Н. Руденко [5]. В 4-ом томе этого справочника «Надежность систем теплоснабжения» обоснован методический подход к оценке надежности теплоснабжения и построению систем с требуемым уровнем надежности на основе резервирования ТС. Представленные в справочнике результаты статистической обработки накопленной к тому времени статистики отказов оборудования систем теплоснабжения, а также разработанная система показателей надежности и их нор-

мативных значений, легли в основу регламентов для оценки надежности теплоснабжения, и в частности в СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» [4].

## **1. Методические положения расчета надежности теплоснабжения потребителей и резервирования тепловых сетей**

**Объект исследования** – тепловые сети систем централизованного теплоснабжения и подключенные к ним узлы потребления тепла.

**Цель** – расчет показателей надежности теплоснабжения потребителей и обоснование необходимых мероприятий по достижению нормативной надежности теплоснабжения для каждого потребителя.

### **1.1. Особенности тепловых сетей и процессов теплоснабжения с позиций расчета надежности**

**Методология** решения этих задач определяется технологическими особенностями процессов теплоснабжения и свойствами ТС как объектов исследования надежности. Основными из них являются следующие:

1. Тепловые сети это нелинейные пространственные сетевые структуры с произвольной топологией и большим числом подключенных к ним узлов-потребителей, которые предъявляют различные требования к надежности теплоснабжения. Тепловая нагрузка потребителей разнородна (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, низкотемпературные технологические процессы) и меняется в течение отопительного периода.

Учитывая социальную значимость надежного функционирования тепловой сети по передаче тепловой энергии рассредоточенным по узлам сети потребителям в соответствии с их индивидуальными требованиями, оценка надежности теплоснабжения каждого потребителя выполняется с помощью узловых показателей.

2. Тепловые сети характеризуются частичными отказами, приводящими к отключению (или снижению уровня теплоснабжения) одного или части потребителей с разными последствиями для каждого из них. Полный отказ системы – чрезвычайно редкое событие.

Интегральные показатели, по которым оценивается надежность системы в целом (например, суммарный часовой или годовой недоотпуск теплоты, средняя

производительность системы и т.п.), имеют вспомогательное значение и в задачах синтеза надежных систем не являются информативными.

3. Длительное нарушение теплоснабжения может привести к катастрофическим последствиям, что накладывает ограничения на допустимое время ликвидации отказов. Это время может быть увеличено резервированием тепловой сети, которое позволяет поддерживать некоторый пониженный уровень подачи теплоты потребителям (с некоторым снижением температуры воздуха в зданиях) во время ликвидации аварий и исключает возможное их катастрофическое развитие.

Наряду с повышением надежности конструкций, теплопроводов и оборудования, резервирование тепловой сети является основным способом обеспечения требуемого уровня надежности теплоснабжения, формирующим временной резерв потребителей, который представляет собой время (и частоту) снижения температуры воздуха в здании до нормированного, минимально допустимого значения.

4. Нелинейность гидравлических характеристик тепловых сетей ограничивает возможность эквивалентирования многоконтурных схем, которые не могут быть приведены к последовательно-параллельным и мостиковым структурам. В общем случае в многоконтурных тепловых сетях пропускные способности участков различны в различных режимах. Состояниям системы с отказами элементов кольцевой части сети соответствуют свои уровни расходов теплоносителя, разные у разных потребителей. Эти уровни и вероятности их реализации у каждого потребителя определяются на основе расчетов послеаварийных гидравлических режимов в программных средах геоинформационных систем.

## **1.2. Методические положения**

1. Рассматриваются два уровня теплоснабжения потребителей – расчетный и пониженный (аварийный). В соответствии со СНиП 41-02-2003 (таблица 4 и п. 6.33) пониженный уровень характеризуется подачей потребителям аварийной нормы тепла во время ликвидации отказов в резервируемой части ТС [4].

2. Отказ функционирования, как событие, соответствующее переходу ТС с более высокого на более низкий уровень функционирования, сопровождается снижением температуры воздуха в зданиях потребителя ниже нормированного, минимально допустимого для данного уровня значения. Для расчетного уровня теплоснабжения это граничное значение соответствует расчетной температуре

воздуха в здании [22], для пониженного уровня - нормам, установленным п. 4.2 СНиП 41-02-2003 [4].

3. Надежность теплоснабжения оценивается двумя вероятностными и одним детерминированным узловыми показателями, определяемыми за отопительный период для узлов расчетной схемы, к которым подключены потребители.

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, показатели рассчитываются для отопительно-вентиляционной нагрузки.

Надежность расчетного уровня теплоснабжения оценивается коэффициентами готовности  $K_j$ , определяемыми для каждого узла-потребителя и представляющими собой вероятности того, что в произвольный момент времени в течение отопительного периода в  $j$ -й узел будет обеспечена подача расчетного количества тепла (или иначе среднее значение доли отопительного сезона, в течение которой теплоснабжение потребителя в  $j$ -м узле не нарушается).

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы  $P_j$ , определяемыми для каждого узла-потребителя и представляющими собой вероятности того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Детерминированный показатель – норма подачи тепла потребителям в аварийных ситуациях  $\varphi_k^{ab}$ .

Перечень используемых в методике переменных приведен в Приложении 1.

4. Расчет послеаварийных гидравлических режимов для определения расхода теплоносителя у каждого потребителя при авариях на участках кольцевой части сети, производится для расчетной температуры наружного воздуха.

5. Показатели надежности рассчитываются за отопительный период.

При определении показателя  $P_j$  временной резерв потребителей;

- его зависимость от температуры наружного воздуха;
- продолжительность стояния температур наружного воздуха, при которых время восстановления элементов превышает временной резерв потребителей, т.е. доля отопительного периода, в течение которой отказ каждого элемента нарушает теплоснабжение каждого потребителя.

6. В задачах синтеза (построения надежных ТС на рассматриваемую перспективу) обоснование решений, обеспечивающих выполнение требований СНиП 41-02-2003 к надежности теплоснабжения, производится на основе достижения двух следующих условий.

6.1. Вероятностные ПН должны удовлетворять нормативным значениям:

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

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

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

В соответствии со СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» минимально допустимое значение показателя вероятности безотказной работы системы теплоснабжения в целом, т.е. нормативное значение вероятностного, что температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения,  $P_{\text{сцт}} = 0,86$ . Вклад тепловой сети в этот показатель составляет 0,9, т.е.  $P_{TC} = 0,9$ .

В СНиП 41-02-2003 значение минимально допустимого показателя готовности системы теплоснабжения в целом принято равным 0,97 без выделения долей источника теплоты, тепловых сетей и потребителей. Поскольку вклад источника теплоты, и потребителей в этот показатель существенно ниже [5], нормативное значение коэффициента готовности  $K_r$  принимается равным 0,97.

На основе расчета показателей  $K_j$  и  $P_j$  выявляется необходимость структурного резервирования ТС и выделяется резервируемая часть сети.

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

$$\bar{q}_{j,k} \geq \varphi_k^{\text{аб}}, \quad j \in J, k \in F_j^k \quad (3)$$

где  $\bar{q}_{j,k}$  – относительный(к расчетному расходу) часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $k$ -го элемента кольцевой части сети при  $t^{\text{нр}}$ ;

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

Из условий подачи потребителям аварийной нормы тепла во время ликвидации отказов определяются диаметры участков кольцевой части тепловой сети (параметрическое резервирование).



Величина  $\varphi_k^{ab}$  нормирована в СНиП 41-02-2003 (пп. 6.33, 6.10) в зависимости от диаметра теплопровода и расчетной температуры наружного воздуха.

6.3. Вероятностные показатели  $K_j K_j$  и  $P_j P_j$ , а также детерминированный показатель  $\varphi_k^{ab} \varphi_k^{ab}$ , отражают специфику резервирования тепловой сети и позволяют организовать рациональный алгоритм построения ее структуры, удовлетворяющей требованиям надежности.

В тепловой сети без резервирования показатели  $K_j K_j$  имеет наибольшее значение по сравнению с показателями для одноименных потребителей в вариантах резервированной сети, показатели  $P_j P_j$  в сети без резервирования имеют наименьшее значение.

При резервировании сети значения  $P_j P_j$  увеличиваются, так как увеличивается временной резерв потребителей, получающих аварийную норму тепла во время ликвидации отказов в кольцевой части сети. При этом влияние элементов кольцевой части сети на пониженный уровень теплоснабжения потребителей резко снижается.

Значения же  $K_j K_j$  при резервировании сети уменьшаются, так как на расчетное теплоснабжение потребителей влияет большее число элементов – не только элементы, входящие в путь теплоснабжения потребителя, но и элементы связанной с ним кольцевой части сети (исключение составляет случай, когда норма аварийной подачи тепла равна 100 %, что маловероятно).

Так например, в сети, представленной на рисунке 1, при расчетной температуре наружного воздуха  $-38^\circ\text{C}$  и продолжительности отопительного периода 5784 ч с основными характеристиками:

- суммарная тепловая нагрузка 500 Гкал/ч;
- нагрузка каждого из потребителей (расположенных в узлах 12-21) 50 Гкал/ч;
- длина участка магистральной сети 2 км;
- параметр потока отказов участка (с подающим и обратным теплопроводом)  
 $0,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}(\text{км} \cdot \text{ч})$ ;

обеспечение расчетного уровня теплоснабжения потребителя в узле 16 зависит только от элементов, входящих в магистраль 1-6 и ответвления 6-16. В сети б) к ним добавляется перемычка и головной участок 1-7 и так далее. В сети е) расчетный уровень теплоснабжения потребителя в узле 16 (как и других потребителей) зависит от надежности элементов обеих магистралей.

Перемещением перемычки от головной части сети к ее концу менялся объем резервирования сети, диаметры кольцевой части определялись исходя из условия обеспечения нормы аварийной подачи тепла потребителям при отключении каждого из ее участков. Значения показателей надежности теплоснабжения для наиболее удаленного потребителя при разном объеме резервирования тепловой сети приведены в таблице 1.

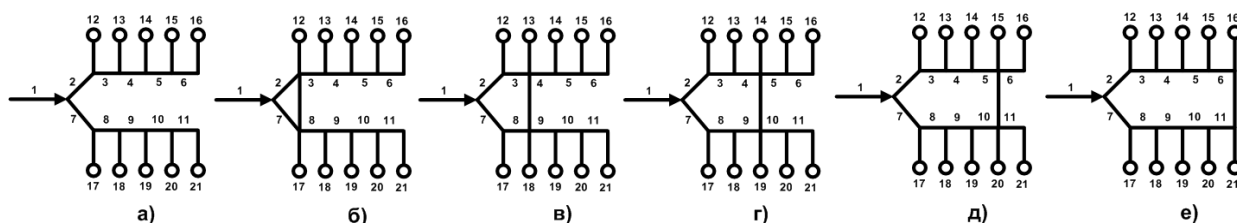


Рисунок 1. Увеличение объема резервирования тепловой сети

Таблица 1. Значения показателей надежности теплоснабжения для наиболее удаленного потребителя при разном объеме резервирования тепловой сети

| ПН       | Значение ПН для потребителя в узле сети 16 |        |        |        |        |        |
|----------|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | а)                                         | б)     | в)     | г)     | д)     | е)     |
| $K_{16}$ | 0,9973                                     | 0,9961 | 0,9954 | 0,9954 | 0,9954 | 0,9954 |
| $P_{16}$ | 0,77                                       | 0,81   | 0,862  | 0,909  | 0,953  | 0,986  |

Из таблицы видно, что показатель  $K_{16}$  удовлетворяет нормативному значению во всех вариантах сети. Показатель  $P_{16}$  достигает своего нормативного значения в сети г).

Таким образом, если в тупиковой сети все показатели  $P_j \geq P_{тс}$ , то резервирования сети не требуется. В противном случае объем резервирования должен увеличиваться до тех пор, пока  $P_j P_j$  не достигнут нормативного значения, а  $K_j K_j$  своего норматива еще не нарушат. Если в тепловой сети без резервирования значения  $K_j K_j$  оказываются меньше нормативного, это значит, что масштабы системы завышены и для обеспечения надежного теплоснабжения часть потребителей необходимо переключать на другие источники или необходимо введение дополнительных источников тепловой энергии. Аналогичный вывод следует сделать, если при увеличении объема резервирования сети, значения показателя  $K_j K_j$  становятся меньше нормативного значения, а показатель  $P_j P_j$  своего нормативного значения еще не достиг.

7. Для решения задач составляется расчетная схема, степень детализации которой зависит от решаемой задачи. Однолинейная расчетная схема отображает

только подающие или только обратные линии тепловой сети. В этой схеме участки сети отображаются ветвями, а места расположения источников и потребителей – узлами с притоками и отборами теплоносителя или без них.

В двухлинейных расчетных схемах, которые используются для расчетов послеаварийных гидравлических режимов, ветвями отображаются подающие и обратные линии сети, теплоподготовительные установки источников и потребители.

Для элементов оборудования (насосные станции, задвижки и пр.) в схемах используются соответствующие обозначения (графические примитивы).

В качестве потребителей могут рассматриваться отдельные здания, группы зданий, городские микрорайоны или другие совокупности потребителей, подключенных к узлам расчетной схемы. Соответствующую детализацию будет иметь и тепловая сеть.

8. Изложенные выше методические положения по расчету надежности теплоснабжения потребителей и резервирования тепловых сетей обеспечены регламентами, нормативами и показателями, включенными в СНиП 41-02-2003. Основные разделы и положения СНиП 41-02-2003, используемые при расчете надежности теплоснабжения и резервирования тепловых сетей приведены в Приложении 2.

9. Для реализации методики используются вероятностные модели функционирования системы и расчета узловых показателей надежности, детерминированные модели теплообмена в зданиях и расчета гидравлических режимов в многоконтурных ТС. Их эффективная реализация возможна только в геоинформационных системах, в которых разрабатываются электронные модели схем теплоснабжения.

### 1.3. Принятые допущения

1. Рассматривается марковский стационарный процесс смены состояний ТС с простым пуассоновским распределением потока отказов [18].

2. При восстановлении отказавшего элемента сети отказы других элементов не происходят, поскольку вероятность возникновения нескольких отказов в определенном временном интервале в одной системе в соответствии с законом Пуассона пренебрежимо мала (на три-четыре порядка меньше вероятности возникновения одного отказа).

3. Исходными данными для расчетов показателей надежности теплоснабжения потребителей являются характеристики надежности элементов тепловой сети: интенсивность отказов и среднее время восстановления теплопроводов и оборудования.

Фактический уровень надежности в конкретной системе теплоснабжения должен оцениваться на основе обработки статистических данных об отказах элементов данной системы. Для того, чтобы статистические выборки обладали необходимой однородностью, полнотой и значимостью [19], в каждой системе должен быть организован сбор исходных данных об отказах в соответствии с рекомендованной в [6] формой, пример заполнения которой представлен в Приложении 3. В этом же Приложении 3 приведены примеры заполнения форм с дополнительными эксплуатационными данными оборудования системы теплоснабжения, которые должны использоваться при обработке и анализе статистических данных об отказах элементов данной системы.

4. Если статистические данные по отказам не используются, расчет интенсивности отказов теплопроводов  $\lambda$  с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла [20] 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 запорно-регулирующей арматуры (например, задвижки) принимается равной  $2,28 \cdot 10^{-7}$  1/ч или 0,002 1/год [5].

5. Если статистические данные о времени восстановления не используются, расчет среднего времени восстановления участков тепловой сети в зависимости от их диаметра и расстояния между секционирующими задвижками производится по формуле (8).

6. Для схем теплоснабжения городов и городских округов с общим количеством жителей более 100 тыс. человек расчет показателей надежности 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 наихудшей теплоустойчивостью.

## 2. Основные расчетные зависимости

### 1. Интенсивность отказов элементов ТС

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

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

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

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

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

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

#### 1.2. Интенсивность отказов ЗРА (одной единицы):

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

### 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]:

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

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

$d$  – диаметр теплопровода, м.

Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  для формулы (8), приведенные в таблице 2, получены на основе численных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров, рекомендуемых СНиП 41-02-2003 (таблица 4).

Расстояния  $L_{\text{сз}}$  между СЗ должны соответствовать требованиям СНиП 41–02–2003 (п. 10.17) [4] и приниматься в соответствии с таблицей 3.

Таблица 2. Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  в формуле (8).

| Коэффициент | $a$              | $b$              | $c$               |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|
| Значение    | 2.91256074780734 | 20.8877641154199 | -1.87928919400643 |

Таблица 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, 1500 м)         | непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м)         |
| 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.

### 3.2. 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).

4. Интенсивность восстановления элементов ТС:

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

5. Стационарная вероятность рабочего состояния сети:

$$p_0 = \left( 1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i} \right)^{-1} \quad (10)$$

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

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

$$p_f = \frac{\omega_f}{\mu_f} \cdot p_0 \quad (11)$$

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

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

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

$t^{\text{HP}}$  – 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  $t^{\text{HP}}$ , Гкал/ч;

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

$\bar{q}_{j,f} = \frac{q_{j,f}}{q_j^{\text{P}}}$  – относительный часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ :

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

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



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

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

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

9. 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 [5]):

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

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

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

9.1. Температура наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$ , 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):

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

При  $\bar{q}_{j,f} > 0$ :

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

Здесь  $t_{j,\min}^{\text{в}}$  - 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 [21].

Расчетные температуры воздуха в зданиях принимаются в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.2.2645-10 [22],  $t_{j,\min}^{\text{в}}$  - по СНиП 41-02-2003 (п. 4.2) [4].

Продолжительности стояния температур наружного воздуха принимаются по СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [23].

## 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  $t^{\text{нр}}$ , отказ  $f$ -го элемента влияет на теплоснабжение  $j$ -го потребителя только при температурах ниже расчетных и  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  в формуле (14) берется равной  $\tau^{\text{мин}}$  - числу часов стояния температуре наружного воздуха ниже  $t^{\text{нр}}$ .

Если  $t_{j,f}^{\text{пав}} < t^{\text{мин}}$  (минимальная температура наружного воздуха), отказ  $f$ -го элемента не влияет на теплоснабжение  $j$ -го потребителя и в формуле (14)  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  берется равной нулю.

$$\text{Если } t^{\text{мин}} < t_{j,f}^{\text{пав}} < t^{\text{нр}}, \text{ то } \tau_{j,f}^{\text{пав}} = \frac{t^{\text{нр}} - t_{j,f}^{\text{пав}}}{t^{\text{нр}} - t^{\text{мин}}} \times \tau^{\text{мин}}.$$

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

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

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

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

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

Таким образом, автоматически выделяются: а) элементы, отказы которых нарушают и не нарушают пониженный уровень теплоснабжения потребителя, и б) доля отопительного периода, в течение которой нарушение имеет место.

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

$$Q_j^- = \left( g_j^{\text{п}} - \sum_{f=0} p_f g_{j,f} \right) \cdot (\tau_1^{\text{п}} - \tau_2^{\text{п}}) \cdot \frac{t_j^{\text{вп}} - t^{\text{н ср}}}{t_j^{\text{вп}} - t_{\text{нр}}} \cdot \tau^{\text{от}} \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал} \quad (17)$$

где  $g_j^{\text{п}}$  - расчетный при  $t_{\text{нр}}$  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;

$\tau_1^{\text{п}}$  и  $\tau_2^{\text{п}}$  - расчетные (при  $t_{\text{нр}}$ ) температуры воды в подающей и обратной магистралях ТС,  $^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Алгоритм расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей

Блок-схема алгоритма расчета показателей надежности, включающая шесть блоков, приведена на рисунке 2.

**В блоке I** определяются характеристики надежности элементов тепловой сети: интенсивность и параметр потока отказов, интенсивность и среднее время восстановления. Расчет показателей производится в следующем порядке.

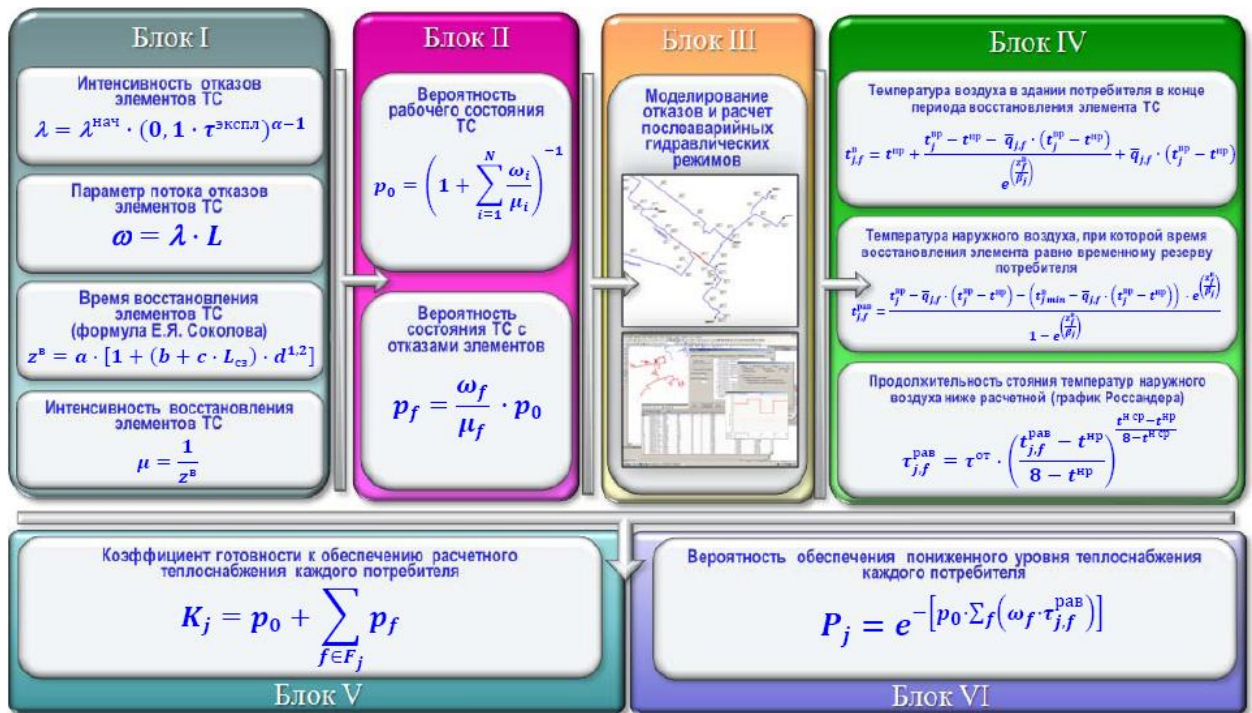


Рисунок 2. Алгоритм расчета показателей надежности тепловых сетей

1. При наличии статистических данных об отказах элементов используются характеристики надежности, полученные на основе обработки статистики.

Если по интенсивности отказов теплопроводов ситуация существенно хуже достигнутого уровня, то уже на этом этапе необходима разработка предложений по замене участков ТС.

При несоблюдении рекомендаций СНиП 41-02-2003 (таблица 2) по времени восстановления теплопроводов разрабатываются предложения по его снижению.

2. При отсутствии статистических данных расчет интенсивности отказов теплопроводов со сроком службы до 25 лет производится с использованием распределения Вейбулла по зависимостям (4) и (5) [9].

Участки сети, работающие более 25 лет, выделяются в отдельную группу как

потенциально ненадежные. После дополнительного анализа их состояния выбираются участки, рекомендуемые к замене. Для участков этой группы, не рекомендуемых к замене, интенсивность отказов принимается как для теплопроводов со сроком службы 25 лет.

При отсутствии статистических данных о времени восстановления элементов ТС значения времени восстановления выбираются в соответствии с нормированными в таблице 2 СНиП 41-02-2003 значениями по формуле (8).

3. Для последующих расчетов показателей надежности и объема резервирования характеристики надежности элементов следует принимать с учетом разработанных предложений по их улучшению, поскольку недопустимо низкий технический уровень тепловой сети компенсировать ее резервированием. В частности для участков сети, рекомендуемых к замене, в дальнейших расчетах интенсивность отказов следует принимать как для новых теплопроводов в период нормальной эксплуатации ( $0,05 \text{ 1/(км}\cdot\text{год)}$ ).

4. По формулам (6) и (7) определяется параметр потока отказов элементов.

5. По выражению (9) рассчитывается интенсивность восстановления элементов ТС (участков и задвижек).

**В блоке II** по зависимостям (10) и (11) определяются вероятности рабочего состояния сети и вероятности состояний сети с отказом одного из элементов.

**Блок III.** Для расчета показателей надежности вычисленным вероятностям состояний сети необходимо поставить в соответствие количество тепловой энергии, подаваемой каждому потребителю в этих состояниях.

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

В тепловых сетях, имеющих кольцевую часть, каждому состоянию сети с выходом из строя элемента кольцевой части соответствует свой уровень подачи тепла потребителям.

Для его определения в **блоке III** производится моделирование отказов элементов и расчет соответствующих им послеаварийных гидравлических режимов.

На основе этих расчетов составляются матрицы относительных (по отношению к расчетному) расходов тепла в этих режимах у каждого из потребителей.

Моделирование послеаварийных ситуаций производится путем автоматического поочередного исключения элементов из расчетной схемы. Расчеты послеа-

варийных гидравлических режимов выполняются с помощью математических моделей потокораспределения, реализованных в соответствующих геоинформационных системах и программно-расчетных комплексах (например, ПРК ZuluThermo ГИС Zulu) для двухлинейной расчетной схемы системы.

**В блоке IV** на основе данных, полученных в блоке III, по зависимости (12) определяются температуры воздуха в зданиях в конце периода восстановления теплоснабжения ( $t_{j,f}^B$ ). По их значениям определяются элементы сети, отказ которых нарушает расчетный уровень теплоснабжения потребителей, и формируются множества  $F_j$  для зависимости (13).

Временной резерв потребителей учитывается при определении  $P_j$  через продолжительность стояния ( $\tau_{j,f}^{pав}$ ) температуры наружного воздуха ( $t_{j,f}^{pав}$ ), при которой время восстановления элемента ( $z_f^B$ ) равно временному резерву  $j$ -го потребителя.

Кроме того, **в блоке IV** для учета (при определении показателя  $P_j$ ) временного резерва потребителей и доли отопительного периода, в течение которой отказ каждого элемента нарушает теплоснабжение каждого потребителя, определяются:

- температуры равенства времени восстановления элемента и временного резерва потребителя ( $t_{j,f}^{pав}$ ) – по зависимостям (15) и (15а);
- продолжительности стояния этих температур в течение отопительного периода ( $\tau_{j,f}^{pав}$ ) – по зависимости (16) и правилам, изложенным в п. 9.2 предыдущего раздела.

**В блоках V и VI** по зависимостям (13) и (14) рассчитываются коэффициенты готовности ТС к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей ( $K_j$ ) и вероятности обеспечения пониженного уровня теплоснабжения потребителей ( $P_j$ ).

После расчета показателей надежности проверяется выполнение требований (1) – (3) к надежности теплоснабжения потребителей и, если они выполняются, то задача решена.

Если расчетные значения показателей надежности для существующего состояния не соответствуют нормативным требованиям, тогда разрабатываются рекомендации по обеспечению надежности теплоснабжения потребителей.

Пример расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей

нерезервированной тепловой сети от котельной мощностью 4,8 Гкал/ч приведен в Приложении 4.

Пример расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей тепловой сети с резервированием от ТЭЦ тепловой мощностью 646 Гкал/ч приведен в Приложении 5.

#### **4. Обеспечение нормативных требований к надежности теплоснабжения потребителей. Порядок разработки рекомендаций**

Задача состоит в обосновании решений, обеспечивающих выполнение требований СНиП 41-02-2003 к надежности теплоснабжения потребителей.

Доведение показателей надежности теплоснабжения потребителей до нормативных значений и обоснование объема резервирования тепловой сети требуют проведения нескольких этапов расчетов с принятием определенных решений на каждом из них.

Проверка эффективности планируемых к реализации мероприятий по обеспечению надежного теплоснабжения потребителей осуществляется путем моделирования мероприятий, расчета новых значений показателей надежности и их сопоставления с нормативными значениями.

1. На первом этапе выявляются участки сети с высокими значениями параметра потока отказов, и разрабатывается план переключений (замены) этих участков по отдельной программе.

При несоблюдении рекомендаций СНиП 41-02-2003 (таблица 2) по времени восстановления теплопроводов разрабатываются предложения по его снижению путем повышения технической оснащенности аварийно-восстановительной службы, увеличения численности ремонтного персонала.

Для дальнейших расчетов характеристики надежности элементов принимаются с учетом принятых рекомендаций, поскольку низкий технический уровень тепловой сети недопустимо компенсировать ее резервированием.

2. Рассчитываются новые значения показателей надежности теплоснабжения потребителей при моделировании принятых рекомендаций по улучшению характеристик надежности элементов ТС.

3. Новые значения показателей сравниваются с нормативными значениями, т.е. снова проверяется выполнение условий (1) – (3).

4. Если нормативные значения не достигнуты, разрабатываются рекомендации по повышению надежности, состав которых зависит от того, какие из условий (1) – (3) нарушаются (рисунок 3).

5. Если при выполнении условий (1) не выполняются все или часть условий (2), состав мероприятий включает:

- введение или увеличение объема резервирования сети путем устройства аварийных перемычек;



- снижение времени восстановления теплоснабжения после отказов;
- секционирование сети;
- увеличение диаметров теплопроводов;
- увеличение располагаемого напора на коллекторах источника.



Рисунок 3. Рекомендации по обеспечению надежного теплоснабжения потребителей

При принятии решений о введении или увеличении объема резервирования сначала следует резервировать головную часть сети, 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 – условие (3).

Следует иметь в виду, что затраты на резервирование могут быть снижены, если в системах есть возможность отключения нагрузки горячего водоснабжения во время ликвидации отказов. Не отключаемая по каким-либо причинам часть нагрузки горячего водоснабжения должна учитываться при расчете послеаварийных режимов и резервирования сети.

6. Если выполняются не все ограничения (3), необходимо рассмотреть 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.

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

7. Если в сети без резервирования или при увеличении объема резервирования кольцевой сети коэффициент готовности становится меньше нормативного, т.е. не выполняются условия (1), а возможности замены участков и снижения времени восстановления исчерпаны, это значит, что масштабы системы завышены и необходимо уменьшать радиус действия и общую длину сети от данного источника. Это может быть достигнуто либо введением дополнительного источника, либо переключением части потребителей на другие источники.

8. Разработка рекомендаций, моделирование и анализ результатов выполняются последовательными итерациями до тех пор, пока будет найден оптимальный вариант программы мероприятий, позволяющий в перспективе повысить надежность теплоснабжения потребителей до требуемого нормативами уровня.

Повторение расчетов в условиях программной реализации на базе ГИС не является сложной задачей и сводится к корректировке некоторых исходных данных для последующего расчета.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1. Перечень используемых переменных

| № п.п. | № формулы   | Переменная              | Ед. изм. | Определение                                                                                                                                                                                                | Значение (зависимость, формула)                                                                                                  | Категория              | стр.                           |
|--------|-------------|-------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1.     | 2.          | 3.                      | 4.       | 5.                                                                                                                                                                                                         | 6.                                                                                                                               | 7.                     | 8.                             |
| 1.     | (13)        | $K_j$                   | -        | коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения $j$ -го потребителя (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС)                                                               | $K_j = p_0 + \sum_{f \in F_j} p_f$                                                                                               | выходной параметр      | 11,<br>12,<br>13<br>20         |
| 2.     | (1)         | $j$                     | ед.      | множество узлов расчетной схемы ТС, к которым подключены потребители тепловой энергии                                                                                                                      | $j \in J$<br>задается пользователем<br>(считывается из базы электронной модели)                                                  | исходные данные        | 11,<br>12                      |
| 3.     | (1)<br>(14) | $P_j$                   | -        | вероятность обеспечения в течение отопительного периода температуры воздуха в здании $j$ -го потребителя не ниже минимально допустимого значения (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС) | $P_j = e^{-[p_0 \cdot \Sigma_f (\omega_f \cdot \tau_{j,f}^{\text{пав}})]}$                                                       | выходной параметр      | 11,<br>12,<br>13,<br>15,<br>20 |
| 4.     | (2)         | $K_{\Gamma}$            | -        | минимально допустимое значение показателя готовности СЦТ к исправной работе                                                                                                                                | $K_{\Gamma} = 0,97$<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                                       | исходные данные        | 12,<br>15                      |
| 5.     | (1)         | $J$                     | ед.      | множество узлов расчетной схемы ТС, к которым подключены потребители тепловой энергии                                                                                                                      | $j \in J$<br>задается пользователем<br>(считывается из базы электронной модели)                                                  | исходные данные        | 11                             |
| 6.     | (1)         | $P_{\text{ТС}}$         | -        | минимально допустимое значение вероятности безотказной работы тепловых сетей                                                                                                                               | $P_{\text{ТС}} = 0,9$<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                                     | исходные данные        | 12                             |
| 7.     | (3)         | $\varphi_k^{\text{ав}}$ | %        | допускаемое снижение подачи теплоты (аварийная норма подачи теплоты)                                                                                                                                       | СНиП 41-02-2003 [4]                                                                                                              | исходные данные        | 11,<br>12,<br>13,<br>14        |
| 8.     | (3)         | $k$                     | ед.      | множество участков кольцевой части ТС, гидравлически связанных с $j$ -м потребителем                                                                                                                       | $k \in F_j^k$<br>задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                 | исходные данные        | 12,<br>13                      |
| 9.     | (3)         | $\bar{q}_{j,k}$         | -        | относительный часовой расход тепла у $j$ -го потребителя при отказе $k$ -го элемента при $t^{\text{нр}} t^{\text{нр}} t^{\text{нр}}$                                                                       | $\bar{q}_{j,k} = \frac{q_{j,k}}{q_j^{\text{п}}}$<br>рассчитывается по результатам моделирования аварийных гидравлических режимов | промежуточный параметр | 12                             |

| № п.п. | № формулы | Переменная      | Ед. изм. | Определение                                                                                         | Значение (зависимость, формула)                                                                                   | Категория               | стр.           |
|--------|-----------|-----------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1.     | 2.        | 3.              | 4.       | 5.                                                                                                  | 6.                                                                                                                | 7.                      | 8.             |
| 10.    | (3)       | $q_{j,k}$       | Гкал/ч   | часовой расход теплоты у $j$ -го потребителя при отказе $k$ -го элемента при $t^{нр} t^{нр} t^{нр}$ | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                   | промежуточный параметр  | 12             |
| 11.    | (3)       | $q_j^p$         | Гкал/ч   | расчетная часовая нагрузка $j$ -го потребителя при $t^{нр} t^{нр} t^{нр}$                           | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                   | промежуточный параметр  | 12, 20, 80     |
| 12.    | (3)       | $F_j^k$         | ед.      | множество участков кольцевой части ТС, гидравлически связанных с $j$ -м потребителем                | $k \in F_j^k$<br>задается пользователем<br>(считывается из базы электронной модели)                               | исходные данные         | 12, 13         |
| 13.    | (3)       | $n$             | ед.      | типоразмер диаметра теплопровода, для которого установлена норма аварийной подачи тепла             | $n \in N$<br>задается пользователем<br>(считывается из базы электронной модели)                                   | исходные данные         | 12, 13         |
| 14.    | -         | $P$             | -        | вероятность безотказной работы                                                                      | -                                                                                                                 | информационный параметр | 15             |
| 15.    | -         | $\mathcal{J}$   | -        | живучесть                                                                                           | -                                                                                                                 | информационный параметр | 15             |
| 16.    | -         | $t_0$           | °C       | расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления                                | таблица 2<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                                  | исходные данные         | 15             |
| 17.    | -         | $P_{ИТ}$        | -        | минимально допустимое значение вероятности безотказной работы источника теплоты                     | $P_{ИТ} = 0,97$<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                            | информационный параметр | 15             |
| 18.    | -         | $P_{ПТ}$        | -        | минимально допустимое значение вероятности безотказной работы потребителя теплоты                   | $P_{ПТ} = 0,99$<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                            | информационный параметр | 15             |
| 19.    | -         | $P_{СЦТ}$       | -        | минимально допустимое значение вероятности безотказной работы СЦТ в целом                           | $P_{СЦТ} = 0,86$<br>СНиП 41-02-2003 [4]                                                                           | информационный параметр | 15             |
| 20.    | (4)       | $\lambda$       | 1/(ч·км) | интенсивность отказов теплопроводов                                                                 | задается пользователем.<br>Если не задана:<br>$\lambda = \lambda^{нач} \cdot (0,1 \cdot \tau^{экспл})^{\alpha-1}$ | промежуточный параметр  | 11, 13, 16, 17 |
| 21.    | (4)       | $\lambda^{нач}$ | 1/(ч·км) | начальная интенсивность отказов 1 км однолинейного теплопровода                                     | $\lambda^{нач} = 5,7 \cdot 10^{-6}$<br>(рекомендуемое значение [5])                                               | исходные данные         | 16, 17         |
| 22.    | (4)       | $\tau^{экспл}$  | лет      | продолжительность эксплуатации участка                                                              | задается пользователем<br>(считывается из базы электронной модели)                                                | исходные данные         | 17, 27         |

| № п.п. | № формулы  | Переменная             | Ед. изм. | Определение                                                     | Значение (зависимость, формула)                                                                                                                                                                                                     | Категория              | стр.                                                |
|--------|------------|------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1.     | 2.         | 3.                     | 4.       | 5.                                                              | 6.                                                                                                                                                                                                                                  | 7.                     | 8.                                                  |
| 23.    | (4)<br>(5) | $\alpha$               | -        | коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка | $\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau^{\text{пэ}} \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau^{\text{пэ}} \leq 17 \\ 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau^{\text{экспл}}}{20}\right)} & \text{при } \tau^{\text{пэ}} > 17 \end{cases}$ | промежуточный параметр | 17,<br>27                                           |
| 24.    | -          | $\lambda_{\text{зра}}$ | 1/ч      | интенсивность отказов единицы ЗРА                               | задается пользователем. Если не задана: $\lambda_{\text{зра}} = 2,28 \cdot 10^{-7}$ (рекомендуемое значение [5])                                                                                                                    | исходные данные        | 17,<br>18,<br>29,<br>30                             |
| 25.    | (6)        | $\omega$               | 1/ч      | параметр потока отказов элементов ТС                            | $\omega = \lambda \cdot L$                                                                                                                                                                                                          | промежуточный параметр | 18,<br>19,<br>20,<br>30,<br>31,<br>32,<br>40,<br>63 |
| 26.    | (6)        | $L$                    | км       | длина участка ТС                                                | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                                                                     | исходные данные        | 18                                                  |
| 27.    | (7)        | $\omega_{\text{зра}}$  | 1/ч      | параметр потока отказов ЗРА                                     | $\omega_{\text{зра}} = \lambda_{\text{зра}}$                                                                                                                                                                                        | промежуточный параметр | 18                                                  |
| 28.    | (8)        | $L_{\text{сз}}$        | км       | расстояние между СЗ                                             | считывается из базы электронной модели. Если модель не содержит СЗ, расстояния между ними принимаются в соответствии с требованиями СНиП 41-02-2003 [4] (таблица 3)                                                                 | исходные данные        | 18,<br>30                                           |
| 29.    | (8)        | $d$                    | м        | диаметр теплопровода                                            | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                                                                     | исходные данные        | 18,<br>30,<br>32,<br>40,<br>63                      |
| 30.    | (8)        | $a$                    | -        | коэффициент                                                     | $a = 2.91256074780734$ (рекомендуемое значение)                                                                                                                                                                                     | промежуточный параметр | 18,<br>30                                           |
| 31.    | (8)        | $b$                    | -        | коэффициент                                                     | $b = 20.8877641154199$ (рекомендуемое значение)                                                                                                                                                                                     | промежуточный параметр | 18,<br>30                                           |
| 32.    | (8)        | $c$                    | -        | коэффициент                                                     | $c = -1.87928919400643$                                                                                                                                                                                                             | промежуточный          | 18,                                                 |

| № п.п. | № формулы | Переменная | Ед. изм. | Определение                                                                         | Значение (зависимость, формула)                                                                                                                                                  | Категория              | стр.                       |
|--------|-----------|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1.     | 2.        | 3.         | 4.       | 5.                                                                                  | 6.                                                                                                                                                                               | 7.                     | 8.                         |
|        |           |            |          |                                                                                     | (рекомендуемое значение)                                                                                                                                                         | параметр               | 30                         |
| 33.    | (8)       | $z^B$      | ч        | среднее время до восстановления участков ТС                                         | задается пользователем (считывается из базы электронной модели). Если не задано:<br>$z^B = a \cdot [1 + (b + c \cdot L_{сз}) \cdot d^{1,2}]$<br>(рекомендуемая зависимость [10]) | промежуточный параметр | 18, 19, 20, 30, 32, 40, 63 |
| 34.    | (9)       | $\mu$      | 1/ч      | интенсивность восстановления элементов ТС                                           | $\mu = \frac{1}{z^B}$                                                                                                                                                            | промежуточный параметр | 19                         |
| 35.    | (10)      | $i$        | ед.      | номер элемента ТС                                                                   | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                  | исходные данные        | 19, 31                     |
| 36.    | (10)      | $N$        | ед.      | число элементов ТС (участков и ЗРА)                                                 | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                  | исходные данные        | 19                         |
| 37.    | (10)      | $p_0$      | -        | стационарная вероятность рабочего состояния тепловой сети                           | $p_0 = \left(1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i}\right)^{-1}$                                                                                                                | промежуточный параметр | 19                         |
| 38.    | (11)      | $p_f$      | -        | вероятность состояния сети, соответствующая отказу $f$ -го элемента                 | $p_f = \frac{\omega_f}{\mu_f} \cdot p_0$                                                                                                                                         | промежуточный параметр | 19                         |
| 39.    | (11)      | $f$        | ед.      | номер отказавшего элемента ТС                                                       | определяется автоматически в ходе моделирования аварийных гидравлических режимов                                                                                                 | промежуточный параметр | 19                         |
| 40.    | (12)      | $t_j^{BP}$ | °C       | расчетная температура воздуха в здании $j$ -го потребителя                          | задается пользователем в соответствии с СанПиН 2.1.2.2645-10 [15]<br>(считывается из базы электронной модели)                                                                    | исходные данные        | 20                         |
| 41.    | (12)      | $t^{HP}$   | °C       | расчетная (для отопления) температура наружного воздуха                             | задается пользователем в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [16]<br>(считывается из базы электронной модели)                                            | исходные данные        | 20                         |
| 42.    | (12)      | $q_{j,f}$  | Гкал/ч   | часовой расход тепла у $j$ -го потребителя при отказе $f$ -го элемента при $t^{HP}$ | определяется при моделировании аварийных гидравлических режи-                                                                                                                    | промежуточный параметр | 20                         |

| № п.п. | № формулы    | Переменная         | Ед. изм.           | Определение                                                                                                                                                                                                                                                              | Значение (зависимость, формула)                                                                                                                                             | Категория              | стр.      |
|--------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| 1.     | 2.           | 3.                 | 4.                 | 5.                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6.                                                                                                                                                                          | 7.                     | 8.        |
|        |              |                    |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                          | мов                                                                                                                                                                         |                        |           |
| 43.    | (12)         | $q_j^p$            | Гкал/ч             | расчетная часовая нагрузка $j$ -го потребителя при $t^{нр}$                                                                                                                                                                                                              | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                                                                             | промежуточный параметр | 20        |
| 44.    | (3)<br>(12)  | $\bar{q}_{j,f}$    | -                  | относительный часовой расход теплоты у $j$ -го потребителя при отказе $f$ -го элемента при $t^{нр}$                                                                                                                                                                      | $\bar{q}_{j,f} = \frac{q_{j,f}^p}{q_j^p}$                                                                                                                                   | промежуточный параметр | 12,<br>20 |
| 45.    | (12)         | $z_f^B$            | ч                  | время восстановления $f$ -го элемента ТС                                                                                                                                                                                                                                 | задается пользователем (считывается из базы электронной модели). Если не задано, определяется по зависимости (8)                                                            | промежуточный параметр | 20        |
| 46.    | (12)         | $\beta_j$          | ч                  | коэффициент тепловой аккумуляции здания $j$ -го потребителя                                                                                                                                                                                                              | задается пользователем в соответствии с МДС 41-6.2000 [14]                                                                                                                  | исходные данные        | 20        |
| 47.    | (12)         | $t_{j,f}^B$        | $^{\circ}\text{C}$ | температура воздуха в здании $j$ -го потребителя в конце периода восстановления $f$ -го элемента                                                                                                                                                                         | $t_{j,f}^B = t^{нр} + \frac{t_j^{Bp} - t^{нр} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{Bp} - t^{нр})}{e^{\left(\frac{z_f^B}{\beta_j}\right)}} + \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{Bp} - t^{нр})$ | промежуточный параметр | 20        |
| 48.    | (13)         | $F_j$              | ед.                | множество элементов ТС, отказ которых не нарушает расчетный уровень теплоснабжения $j$ -го потребителя                                                                                                                                                                   | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                                                                             | промежуточный параметр | 20        |
| 49.    | (14)<br>(16) | $\tau_{j,f}^{рав}$ | ч                  | продолжительность (число часов) стояния в течение отопительного периода температуры наружного воздуха $t^H$ ниже $t_{j,f}^{рав}$ - температура наружного воздуха, при которой время восстановления $f$ -го элемента $z_f^B$ равно временному резерву $j$ -го потребителя | $\tau_{j,f}^{рав} = \tau^{хол} + (\tau^{от} - \tau^{хол}) \cdot \left( \frac{t_{j,f}^{рав} - t^{нр}}{8 - t^{нр}} \right)^{\frac{t^H_{cp} - t^{нр}}{8 - t^H_{cp}}}$          | промежуточный параметр | 20,<br>22 |
| 50.    | (14)         | $t^H$              | $^{\circ}\text{C}$ | температура наружного воздуха, ниже $t_{j,f}^{рав}$ - температуры наружного воздуха, при которой время восстановления $f$ -го элемента $z_f^B$ равно временному резерву $j$ -го потребителя                                                                              | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [16]                                          | исходные данные        | 20,<br>25 |



| № п.п. | № формулы    | Переменная              | Ед. изм. | Определение                                                                                                                                                                                            | Значение (зависимость, формула)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Категория              | стр.      |
|--------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| 1.     | 2.           | 3.                      | 4.       | 5.                                                                                                                                                                                                     | 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7.                     | 8.        |
| 51.    | (15)<br>(15) | $t_{j,f}^{\text{рав}}$  | °C       | температура наружного воздуха $t_{j,f}^{\text{рав}}$ , при которой время восстановления $f$ -го элемента равно временному резерву $j$ -го потребителя                                                  | $t_{j,f}^{\text{рав}} = \frac{t_j^{\text{вп}} - t_{j \min}^{\text{в}} \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}$ $= \frac{t_j^{\text{вп}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{вп}}) - (t_{j \min}^{\text{в}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{вп}})) \cdot e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}$ | промежуточный параметр | 21        |
| 52.    | (15)         | $t_{j \min}^{\text{в}}$ | °C       | минимально допустимая температура воздуха в здании $j$ -го потребителя                                                                                                                                 | задается пользователем в соответствии с требованиями СНиП 41-02-2003 [4]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | исходные данные        | 21        |
| 53.    |              | $t^{\text{мин}}$        | ч        | минимальная температура наружного воздуха                                                                                                                                                              | задается пользователем в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [16]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | исходные данные        | 22        |
| 54.    | (16)         | $\tau^{\text{хол}}$     | ч        | продолжительность стояния температуры наружного воздуха ниже расчетной для отопления                                                                                                                   | определяется в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [16]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22        |
| 55.    | (16)         | $\tau^{\text{от}}$      | ч        | продолжительность отопительного периода                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22        |
| 56.    | (16)         | $t^{\text{н ср}}$       | °C       | средняя за отопительный период температура наружного воздуха                                                                                                                                           | определяется в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология» [16]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22        |
| 57.    |              | $g_j^{\text{р}}$        | т/ч      | расчетный при $t^{\text{вп}} t^{\text{вп}} t^{\text{вп}}$ часовой расход теплоносителя у $j$ -го потребителя                                                                                           | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22,<br>35 |
| 58.    |              | $g_{j,f}$               | т/ч      | часовой расход теплоносителя у $j$ -го потребителя при отказе $f$ -го элемента                                                                                                                         | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22,<br>35 |
| 59.    |              | $\tau_1^{\text{р}}$     | °C       | расчетная (при $t^{\text{вп}}$ ) температура воды в подающей магистрали ТС                                                                                                                             | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22        |
| 60.    |              | $\tau_2^{\text{р}}$     | °C       | расчетная (при $t^{\text{вп}}$ ) температура воды в обратной магистрали ТС                                                                                                                             | задается пользователем (считывается из базы электронной модели)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | исходные данные        | 22        |
| 61.    | -            | $t_{j,f}^{\text{н}}$    | °C       | температура наружного воздуха, ниже $t_{j,f}^{\text{рав}}$ - температуры наружного воздуха, при которой время восстановления $f$ -го элемента $z_f^{\text{в}}$ равно временному резерву $j$ -го потре- | определяется при моделировании аварийных гидравлических режимов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | промежуточный параметр | 25        |

| № п.п. | № формулы | Переменная | Ед. изм. | Определение                                                                              | Значение (зависимость, формула)                                                                                                                                      | Категория                          | стр. |
|--------|-----------|------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|
| 1.     | 2.        | 3.         | 4.       | 5.                                                                                       | 6.                                                                                                                                                                   | 7.                                 | 8.   |
|        |           |            |          | бителя                                                                                   |                                                                                                                                                                      |                                    |      |
| 62.    | (17)      | $Q_j^-$    | Гкал     | средний суммарный недоотпуск теплоты $j$ -му потребителю в течение отопительного периода | $Q_j^- = \left( g_j^p - \sum_{f=0} p_f g_{j,f} \right) \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p) \cdot \frac{t_j^{bp} - t^{ncp}}{t_j^{bp} - t^{np}} \cdot \tau^{от} \cdot 10^{-3}$ | выходной, вспомогательный параметр | 22   |

## **Приложение 2. Основные разделы и положения СНиП 41-02-2003, используемые при расчете надежности теплоснабжения и резервирования тепловых сетей**

### ***Раздел 4. Классификация***

**4.2.** 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.

### ***Раздел 6. Схемы теплоснабжения и тепловых сетей***

**6.10.** 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 4.

### ***Надежность***

**6.27.** 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 [ $P$ ], коэффициенту готовности [ $K_r$ ], живучести [ $\lambda$ ]. Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя.

Таблица 4.

| Диаметр труб<br>тепловых<br>сетей, мм | Время<br>восстановления<br>теплоснабжения, ч | Расчетная температура наружного воздуха<br>для проектирования отопления $t_o$ , °C |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                       |                                              | минус 10                                                                           | минус 20 | минус 30 | минус 40 | минус 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       |

**6.28.** Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника теплоты  $P_{ИТ} = 0,97$ ;
- тепловых сетей  $P_{ТС} = 0,9$ ;
- потребителя теплоты  $P_{ПТ} = 0,99$ ;
- СЦТ в целом  $P_{СЦТ} = 0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$ .

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

**6.31.** Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе  $K_r$  принимается 0,97.

В п. **6.29** 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.

### **Резервирование**

**6.33** 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 4.

Приложение 3. Примеры заполнения форм статистического учета отказов оборудования систем теплоснабжения

Таблица 3.1. Форма статистического учета отказов оборудования систем теплоснабжения

| № ТН п.п. | Объект № (ID объекта)                     | Дата возникновения ТН<br>Время возникновения ТН | Описание технологического нарушения (ТН)                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                          | Дата ликвидации ТН<br>Время ликвидации ТН | Примечания<br>(№ акта расследования ТН;<br>№ приказа по организации и т.п.) |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|           |                                           |                                                 | Местоположение ТН<br>(принадлежность к РТС;<br>принадлежность к организации;<br>расстояние до ближайших ТК (ЗРА);<br>координаты ТН) | Вид ТН<br>(авария - А;<br>инцидент:<br>технологический отказ - ТО;<br>функциональный отказ - ФО) | Характеристика ТН<br>(конкретная неисправность отказавшего оборудования;<br>нарушенная функция) | Причина ТН<br>(при прямых внешних воздействиях - установленная причина ТН;<br>при косвенных внешних воздействиях - предполагаемая причина ТН)                                                                                                                                                                                                               | Последствия ТН<br>(количество отключенных потребителей по категориям;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии;<br>затраты на восстановление в руб;<br>иные социальные последствия)                                                                                                                                      | Способ ликвидации ТН<br>(перечень выполненных работ: ТО, ТР, КР или полная замена отказавшего оборудования с указанием характеристик вновь установленно-го оборудования) |                                           |                                                                             |
| 1         | 2                                         | 3                                               | 4                                                                                                                                   | 5                                                                                                | 6                                                                                               | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9                                                                                                                                                                        | 10                                        | 11                                                                          |
| 1.        | Источник № 1<br>ID=1                      | 19.01.2007.<br>18:15:00                         | РТС № 1<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Ленина, д. 1                                                                                  | ФО                                                                                               | Образование свища в ниж-ней части КПН котла № 5                                                 | Деформация труб при технологическом нарушении от 19.12.2005.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | количество отключенных потребителей - 0;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 0 Гкал;<br>затраты на восстановление - 20 т. руб.                                                                                                                                                                                    | демонтаж поврежденного участка;<br>монтаж элементов КПН котла № 5;<br>сварочные работы.                                                                                  | 21.01.2007.<br>12:15:00                   | Акт № 23 от<br>19.01.2007.<br>Приказ № 19/01 от<br>22.01.2007.              |
| 2.        | Участок № 256<br>ID=256                   | 09.02.2007.<br>13:25:00                         | РТС № 1<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Суворова, д. 15<br>ЗРА в ТК № 34 L = 45 м.                                                    | ТО                                                                                               | Свищ на подающем тепло-проводе Ду = 600 мм.<br>Ориентация свища: 17.00 часов.                   | Внутренняя коррозия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 1: ул. Суворова, д. 15 ;<br>категория II - 5: ул. Нахимова, д. 4, 6, 8, 10, 12;<br>категория III - 15: ул. Мира, д. 1 - 15;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 3000 Гкал;<br>затраты на восстановление - 50 т. руб.                                        | демонтаж поврежденного участка;<br>замена теплопровода Ду=600 мм, L=5м;<br>монтаж и сварочные работы на подающем теплопроводе.                                           | 09.02.2007.<br>23:25:00                   | Акт № 25 от<br>09.02.2007.<br>Приказ № 34/02 от<br>12.02.2007.              |
| 3.        | Перемычка № 52<br>ID= 235                 | 12.03.2007.<br>15:15:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Буденного, д. 4<br>ЗРА в ТК № 48 L = 52 м.                                                    | ТО                                                                                               | Свищ на обратном тепло-проводе Ду = 250 мм.<br>Ориентация свища: 11.00 часов.                   | Наружная коррозия из-за повреждения изоляции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 0;<br>категория II - 3: ул. Свободы, д. 3, 5, 7;<br>категория III - 0;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 1000 Гкал;<br>затраты на восстановление - 10 т. руб.                                                                                             | демонтаж поврежденного участка;<br>замена теплопровода Ду=250 мм, L=2м;<br>монтаж и сварочные работы на обратном теплопроводе.                                           | 13.03.2007.<br>00:15:00                   | Акт № 35 от<br>12.03.2007.<br>Приказ № 43/03 от<br>15.03.2007.              |
| 4.        | Вспомогательный<br>участок № 68<br>ID=356 | 21.03.2007.<br>09:10:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Фестивальная, д. 7<br>ЗРА в ТК № 35 L = 10 м.                                                 | ТО                                                                                               | Свищ на прямом теплопро-воде Ду = 110 мм.<br>Ориентация свища: 09.00 часов.                     | Наружная коррозия из-за повреждения изоляции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 0;<br>категория II - 0;<br>категория III - 0;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 0 Гкал;<br>затраты на восстановление - 15 т. руб.                                                                                                                         | демонтаж поврежденного участка;<br>замена теплопровода Ду=110 мм, L=1м;<br>монтаж и сварочные работы на прямом теплопроводе.                                             | 21.03.2007.<br>18:20:00                   | Акт № 47 от<br>21.03.2007.<br>Приказ № 49/03 от<br>25.03.2007.              |
| 5.        | Задвижка № 34<br>ТК № 55<br>ID=23         | 23.10.2007.<br>10:25:00                         | РТС № 1<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Гагарина, д. 13<br>ЗРА в ТК № 72 L = 40 м.                                                    | А                                                                                                | Разрушение задвижки на прямом теплопроводе                                                      | Прямые причины:<br>1. Мгновенное увеличение давления (гидравлический удар) в прямом и об-ратном теплопроводах от ТК № 55.<br>2. Коррозия металла задвижки № 34.<br>Косвенные причины:<br>1. Отключение электроснабжения обо-рудования НС-5 от ТП-227.<br>2. Отсутствие резервной (и аварийной) системы электроснабжения НС-5.                               | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 1: ул. Беляева, д. 25 ;<br>категория II - 3: ул. Кузнецова, д. 8, 10, 12;<br>категория III - 5: ул. Горького, д. 10 - 14;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 4000 Гкал;<br>затраты на восстановление - 25 т. руб.                                          | демонтаж разрушенной задвижки;<br>замена задвижки Ду=200 мм;<br>монтажные работы на прямом теплопроводе.                                                                 | 23.10.2007.<br>18:15:00                   | Акт № 95 от<br>23.10.2007.<br>Приказ № 115/10 от<br>25.10.2007.             |
| 6.        | ТК № 145<br>ID=345                        | 29.10.2007.<br>11:10:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Запорожская, д. 8<br>ЗРА в ТК № 144 L = 200 м.                                                | А                                                                                                | Разрушение неподвижной опоры                                                                    | Прямые причины:<br>изменение жесткости опоры.<br>Косвенные причины:<br>разгерметизация ТК;<br>затекание опоры из-за капли с верху.                                                                                                                                                                                                                          | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 2: ул. Некрасова, д. 1, 3 ;<br>категория II - 10: ул. Пушкина, д. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20;<br>категория III - 5: ул. Лермонтова, д. 10, 12, 14, 16, 18;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 5000 Гкал;<br>затраты на восстановление - 70 т. руб. | демонтаж поврежденной опоры;<br>замена опоры;<br>монтаж и сварочные работы в ТК № 145.                                                                                   | 30.01.2007.<br>21:10:00                   | Акт № 97 от<br>29.10.2007.<br>Приказ № 119/10 от<br>01.11.2007.             |
| 7.        | ЦТП № 15<br>ID=213                        | 09.11.2007.<br>13:35:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Заволжская, д. 3<br>ЗРА в ТК № 10 L = 250 м.                                                  | ФО                                                                                               | Отказ насоса № 5                                                                                | Прямые причины:<br>разрушение подшипника насоса.<br>Косвенные причины:<br>не качественное ТО насоса.                                                                                                                                                                                                                                                        | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 0 ;<br>категория II - 0;<br>категория III - 0;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 0 Гкал;<br>затраты на восстановление - 60 т. руб.                                                                                                                        | демонтаж электродвигателя насоса;<br>замена электродвигателя насоса;<br>монтаж насоса № 5.                                                                               | 09.11.2007.<br>21:15:00                   | Акт № 98 от<br>09.11.2007.<br>Приказ № 120/11 от<br>15.11.2007.             |
| 8.        | НС № 5<br>ID=13                           | 13.11.2007.<br>14:15:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Фадеева, д. 43<br>ЗРА в ТК № 145 L = 210 м.                                                   | А                                                                                                | Разрушение (порыв) обрат-ного теплопровода                                                      | Прямые причины:<br>1. Мгновенное увеличение давления (гидравлический удар) в прямом и об-ратном теплопроводах от НС-5.<br>2. Коррозия металла трубопровода на участках тепловой сети от НС-4.<br>Косвенные причины:<br>1. Отключение электроснабжения обо-рудования НС-5 от ТП-227.<br>2. Отсутствие резервной (и аварийной) системы электроснабжения НС-5. | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 1: ул. Плеханова, д. 18 ;<br>категория II - 5: ул. Капитанская, д. 4, 6, 8, 10, 12;<br>категория III - 15: ул. Зеленая, д. 1 - 15;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 7000 Гкал;<br>затраты на восстановление - 100 т. руб.                                | демонтаж поврежденного участка;<br>замена теплопровода Ду=110 мм, L= 25м;<br>монтаж и сварочные работы на обратном теплопроводе.                                         | 14.11.2007.<br>16:00:00                   | Акт № 99 от<br>13.11.2007.<br>Приказ № 121/11 от<br>15.11.2007.             |
| 9.        | Потребитель № 5<br>ID=154                 | 19.12.2007.<br>09:15:00                         | РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"<br>ул. Красная, д. 37<br>ЗРА в ТК № 23 L = 50 м.                                                     | ТО                                                                                               | Разрушение (порыв) прямого теплопровода                                                         | Прямые причины:<br>1. Коррозия металла теплопровода.<br>Косвенные причины:<br>1. Некачественно обслуживание.                                                                                                                                                                                                                                                | количество отключенных потребителей:<br>категория I - 0;<br>категория II - 1: ул. Красная, д. 37;<br>категория III - 0;<br>количество недоотпущенной тепловой энергии - 100 Гкал;<br>затраты на восстановление - 40 т. руб.                                                                                                   | демонтаж поврежденного участка;<br>замена теплопровода Ду=70 мм, L=5м;<br>монтаж и сварочные работы на прямом теплопроводе.                                              | 19.12.2007.<br>22:15:00                   | Акт № 115 от<br>19.12.2007.<br>Приказ № 134/12 от<br>22.12.2007.            |

Таблица 3.2. Пример формы «Сведения по источнику теплоснабжения»

| Источник №    | ID   | Адрес<br>(принадлежность к РТС,<br>принадлежность к организации) | Дата ввода в эксплуатацию | Сведения об эксплуатации основного оборудования источников |                                        |                                                                                                                                                                                 |    |    |                                                                               |    |                                                                                                                   |    |                                                                                 |
|---------------|------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------|
|               |      |                                                                  |                           | Год эксплуата-<br>ции                                      | Наработка<br>основного<br>оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования<br>(техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР,<br>испытания - И, реконструкция - Р) |    |    |                                                                               |    | Сведения об отказах основного оборудования<br>(авария - А, технологический отказ - ТО, функциональный отказ - ФО) |    |                                                                                 |
|               |      |                                                                  |                           |                                                            |                                        | ТО                                                                                                                                                                              | ТР | КР | И                                                                             | Р  | А                                                                                                                 | ТО | ФО                                                                              |
| 1             | 2    | 3                                                                | 4                         | 5                                                          | 6                                      | 7                                                                                                                                                                               | 8  | 9  | 10                                                                            | 11 | 12                                                                                                                | 13 | 14                                                                              |
| Котельная № 1 | ID=1 | ул. Ленина, д. 1<br>РТС № 1<br>ООО "Тепловые се-<br>ти"          | 20.09.2006.               | 20.09.2007.                                                | 5760                                   | 20.06.2007. - котел № 1<br>20.07.2007. - котел № 2<br>20.08.2007. - котел № 3                                                                                                   |    |    | 20.06.2007. - котел № 1<br>20.07.2007. - котел № 2<br>20.08.2007. - котел № 3 |    |                                                                                                                   |    | Акт № 23 от 19.01.2007.<br>Образование свища в<br>нижней части КПН котла<br>№ 3 |
|               |      |                                                                  |                           | 20.09.2008.                                                | 11300                                  | 20.06.2008. - котел № 1<br>20.07.2008. - котел № 2<br>20.08.2008. - котел № 3                                                                                                   |    |    | 20.06.2008. - котел № 1<br>20.07.2008. - котел № 2<br>20.08.2008. - котел № 3 |    |                                                                                                                   |    |                                                                                 |
|               |      |                                                                  |                           | 20.09.2009.                                                | 16680                                  | 20.06.2009. - котел № 1<br>20.07.2009. - котел № 2<br>20.08.2009. - котел № 3                                                                                                   |    |    | 20.06.2009. - котел № 1<br>20.07.2009. - котел № 2<br>20.08.2009. - котел № 3 |    |                                                                                                                   |    |                                                                                 |

Таблица 3.3. Пример формы «Сведения по участку тепловой сети»

| Участок № | ID     | Начало участка | Конец участка | Условный диаметр, мм | Длина, м | Вид изоляции | Тип прокладки                   | Дата ввода в эксплуатацию (год прокладки) | Сведения об эксплуатации участка тепловой сети |                                  |                                                                                                                                                                           |      |     |      |      |                                                                                                                |     |                         |    |
|-----------|--------|----------------|---------------|----------------------|----------|--------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------|----|
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           | Год эксплуатации                               | Наработка основного оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования (техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР, испытания - И, реконструкция - Р) |      |     |      |      | Сведения об отказах основного оборудования (авария - А, технологический отказ - ТО, функциональный отказ - ФО) |     |                         |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           |                                                |                                  | час                                                                                                                                                                       | ТО   | ТР  | КР   | И    | Р                                                                                                              | А   | ТО                      | ФО |
| 1         | 2      | 3              | 4             | 5                    | 6        | 7            | 8                               | 9                                         | 10                                             | 11                               | 12                                                                                                                                                                        | 13   | 14  | 15   | 16   | 17                                                                                                             | 18  | 19                      |    |
| 256       | ID=256 | 01-04-ТК-8н    | 01-04-ТК-9н   | 600                  | 98       | ППУ (ППМА)   | подземная, в непроходном канале | 1990                                      | 1991                                           | 8760                             | 1991                                                                                                                                                                      |      |     | 1991 | 2015 |                                                                                                                |     |                         |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           | 1992                                           | 17520                            | 1992                                                                                                                                                                      |      |     | 1992 |      |                                                                                                                |     |                         |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           | 1993                                           | 26280                            |                                                                                                                                                                           | 1993 |     | 1993 |      |                                                                                                                |     |                         |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           | ...                                            | ...                              | ...                                                                                                                                                                       | ...  | ... | ...  |      | ...                                                                                                            | ... | ...                     |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           | 2007                                           | 148920                           | 2007                                                                                                                                                                      |      |     | 2007 |      |                                                                                                                |     | Акт № 25 от 09.02.2007. |    |
|           |        |                |               |                      |          |              |                                 |                                           |                                                |                                  |                                                                                                                                                                           |      |     |      |      |                                                                                                                |     |                         |    |

Таблица 3.4. Пример формы «Сведения по насосным станциям»

| Насосная станция № | ID    | Адрес<br>(принадлежность к РТС,<br>принадлежность к органи-<br>зации) | Дата ввода в эксплуатацию | Сведения об эксплуатации основного оборудования насосной станции |                                        |                                                                                                                                                                                 |    |    |                                                            |      |                                                                                                                   |    |    |
|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                    |       |                                                                       |                           | Год эксплуата-<br>ции                                            | Наработка<br>основного<br>оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования<br>(техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР,<br>испытания - И, реконструкция - Р) |    |    |                                                            |      | Сведения об отказах основного оборудования<br>(авария - А, технологический отказ - ТО, функциональный отказ - ФО) |    |    |
|                    |       |                                                                       |                           |                                                                  |                                        | ТО                                                                                                                                                                              | ТР | КР | И                                                          | Р    | А                                                                                                                 | ТО | ФО |
| 1                  | 2     | 3                                                                     | 4                         | 5                                                                | 6                                      | 7                                                                                                                                                                               | 8  | 9  | 10                                                         | 11   | 12                                                                                                                | 13 | 14 |
| НС № 5             | ID=13 | ул. Фадеева, д. 43<br>РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"                  | 2006                      | 2007                                                             | 5760                                   | 20.06.2007. - насосы № 1, 2<br>20.07.2007. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.06.2007. - насосы № 1, 2<br>20.07.2007. - насосы № 3, 4 | 2030 | Акт № 99 от<br>13.11.2007.                                                                                        |    |    |
|                    |       |                                                                       |                           | 2008                                                             | 11300                                  | 20.07.2008. - насосы № 1, 2<br>20.08.2008. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.07.2008. - насосы № 1, 2<br>20.08.2008. - насосы № 3, 4 |      |                                                                                                                   |    |    |
|                    |       |                                                                       |                           | 2009                                                             | 16680                                  | 20.06.2009. - насосы № 1, 2<br>20.07.2009. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.06.2009. - насосы № 1, 2<br>20.07.2009. - насосы № 3, 4 |      |                                                                                                                   |    |    |



Таблица 3.5. Пример формы «Сведения по ТК»

| Тепловая камера № | ID     | Адрес<br>(принадлежность к РТС, принадлежность к организации) | Дата ввода в эксплуатацию | Сведения об эксплуатации основного оборудования тепловой камеры |                                  |                                                                                                                                                                              |     |                                                      |                                                      |      |                                                                                                                   |     |     |
|-------------------|--------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|                   |        |                                                               |                           | Год эксплуатации                                                | Наработка основного оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования<br>(техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР, испытания - И, реконструкция - Р) |     |                                                      |                                                      |      | Сведения об отказах основного оборудования<br>(авария - А, технологический отказ - ТО, функциональный отказ - ФО) |     |     |
|                   |        |                                                               |                           |                                                                 |                                  | час                                                                                                                                                                          | ТО  | ТР                                                   | КР                                                   | И    | Р                                                                                                                 | А   | ТО  |
| 1                 | 2      | 3                                                             | 4                         | 5                                                               | 6                                | 7                                                                                                                                                                            | 8   | 9                                                    | 10                                                   | 11   | 12                                                                                                                | 13  | 14  |
| ТК № 145          | ID=345 | ул. Запорожская, д. 8<br>РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"       | 1996                      | 1997                                                            | 8760                             | 20.06.1997. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1997. - ЗПА № 3, 4                                                                                                                         |     |                                                      | 20.06.1997. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1997. - ЗПА № 3, 4 | 2030 |                                                                                                                   |     |     |
|                   |        |                                                               |                           | 1998                                                            | 17520                            | 20.06.1998. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1998. - ЗПА № 3, 4                                                                                                                         |     |                                                      | 20.06.1998. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1998. - ЗПА № 3, 4 |      |                                                                                                                   |     |     |
|                   |        |                                                               |                           | 1999                                                            | 26280                            | 20.06.1999. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1999. - ЗПА № 3, 4                                                                                                                         |     |                                                      | 20.06.1999. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.1999. - ЗПА № 3, 4 |      |                                                                                                                   |     |     |
|                   |        |                                                               |                           | ...                                                             | ...                              | ...                                                                                                                                                                          | ... | ...                                                  | ...                                                  | ...  | ...                                                                                                               | ... | ... |
|                   |        |                                                               |                           | 2007                                                            | 87600                            |                                                                                                                                                                              |     | 20.06.2007. - ЗПА № 1, 2<br>20.07.2007. - ЗПА № 3, 4 |                                                      |      | Акт № 97 от 29.10.2007.                                                                                           |     |     |

Таблица 3.6. Пример формы «Сведения по ЦТП»

| ЦТП №       | ID     | Адрес<br>(принадлежность к РТС,<br>принадлежность к орга-<br>низации) | Дата ввода в<br>эксплуатацию | Сведения об эксплуатации основного оборудования центрального теплового пункта |                                        |                                                                                                                                                                                 |    |    |                                                            |      |                                                                                                                        |    |                            |
|-------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------|
|             |        |                                                                       |                              | Год эксплуа-<br>тации                                                         | Наработка<br>основного<br>оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования<br>(техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР,<br>испытания - И, реконструкция - Р) |    |    |                                                            |      | Сведения об отказах основного оборудования<br>(авария - А, технологический отказ - ТО, функ-<br>циональный отказ - ФО) |    |                            |
|             |        |                                                                       |                              |                                                                               |                                        | час                                                                                                                                                                             | ТО | ТР | КР                                                         | И    | Р                                                                                                                      | А  | ТО                         |
| 1           | 2      | 3                                                                     | 4                            | 5                                                                             | 6                                      | 7                                                                                                                                                                               | 8  | 9  | 10                                                         | 11   | 12                                                                                                                     | 13 | 14                         |
| ЦТП №<br>15 | ID=213 | ул. Заволжская, д. 3<br>РТС № 2<br>ООО "Тепловые сети"                | 2006                         | 2007                                                                          | 5760                                   | 20.06.2007. - насосы № 1, 2<br>20.07.2007. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.06.2007. - насосы № 1, 2<br>20.07.2007. - насосы № 3, 4 | 2030 |                                                                                                                        |    | Акт № 98 от<br>09.11.2007. |
|             |        |                                                                       |                              | 2008                                                                          | 11300                                  | 20.07.2008. - насосы № 1, 2<br>20.08.2008. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.07.2008. - насосы № 1, 2<br>20.08.2008. - насосы № 3, 4 |      |                                                                                                                        |    |                            |
|             |        |                                                                       |                              | 2009                                                                          | 16680                                  | 20.06.2009. - насосы № 1, 2<br>20.07.2009. - насосы № 3, 4                                                                                                                      |    |    | 20.06.2009. - насосы № 1, 2<br>20.07.2009. - насосы № 3, 4 |      |                                                                                                                        |    |                            |

Таблица 3.7. Пример формы «Сведения по Потребителям»

| Потребитель №   | ID     | Адрес              | Категория<br>категория I - не допускается перерыв в теплоснабжении;<br>категория II - перерыв в теплоснабжении не более 54 ч.;<br>категория III - остальные потребители. | Дата ввода в<br>эксплуатацию | Сведения об эксплуатации основного оборудования потребителя |                                        |                                                                                                                                                                              |    |    |                                                                                    |      |                                                                                                                        |                             |    |
|-----------------|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|
|                 |        |                    |                                                                                                                                                                          |                              | Год<br>эксплуатации                                         | Наработка<br>основного<br>оборудования | Сведения о ремонтах и обслуживании основного оборудования<br>(техническое обслуживание - ТО, текущий ремонт - ТР, капитальный ремонт - КР, испытания - И, реконструкция - Р) |    |    |                                                                                    |      | Сведения об отказах основного оборудования<br>(авария - А, технологический отказ - ТО, функ-<br>циональный отказ - ФО) |                             |    |
|                 |        |                    |                                                                                                                                                                          |                              |                                                             |                                        | час                                                                                                                                                                          | ТО | ТР | КР                                                                                 | И    | Р                                                                                                                      | А                           | ТО |
| 1               | 2      | 3                  | 4                                                                                                                                                                        | 5                            | 6                                                           | 7                                      | 8                                                                                                                                                                            | 9  | 10 | 11                                                                                 | 12   | 13                                                                                                                     | 14                          | 15 |
| Потребитель № 5 | ID=154 | ул. Красная, д. 37 | II                                                                                                                                                                       | 2006                         | 2007                                                        | 5760                                   | 20.06.2007. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2007. - теплообменный аппарат № 2                                                                                           |    |    | 20.06.2007. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2007. - теплообменный аппарат № 2 | 2030 |                                                                                                                        | Акт № 115 от<br>19.12.2007. |    |
|                 |        |                    |                                                                                                                                                                          |                              | 2008                                                        | 11300                                  | 20.06.2008. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2008. - теплообменный аппарат № 2                                                                                           |    |    | 20.06.2008. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2008. - теплообменный аппарат № 2 |      |                                                                                                                        |                             |    |
|                 |        |                    |                                                                                                                                                                          |                              | 2009                                                        | 16680                                  | 20.06.2009. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2009. - теплообменный аппарат № 2                                                                                           |    |    | 20.06.2009. - теплообменный аппарат № 1<br>20.07.2009. - теплообменный аппарат № 2 |      |                                                                                                                        |                             |    |



#### Приложение 4. Пример расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей нерезервированной тепловой сети от котельной мощностью 4,8 Гкал/ч

Источником теплоты является районная котельная с присоединенной тепловой нагрузкой 4,8 Гкал/ч.

Расчетная температура наружного воздуха:  $t^{np} = -30^\circ\text{C}$  (г. Нижний Новгород).

Продолжительность отопительного периода:  $\tau^{от} = 5232 \text{ ч} = 218 \text{ суток} = 0,597$  года.

Средняя температура отопительного периода:  $t^{h\text{cp}} = -4,7^\circ\text{C}$ .

Тепловая энергия подается потребителям по двухтрубным водяным ТС, проложенным преимущественно в непроходных каналах. ТС тупиковая без колец.

Схема ТС, приведенная на рисунке 4, включает 27 участков, 6 потребителей: 31, 35, 37, 41, 61, 63.

Общая длина сети 11 км. Диаметр головного участка 300 мм, длина 1,3 км. Наиболее удаленным от ИТ является потребитель в узле 35 (6,9 км).

#### Результаты расчета

1. Статистические данные по отказам элементов ТС отсутствуют, поэтому интенсивности отказов участков сети со сроком эксплуатации не более 25 лет определялись по зависимости (4) при начальной<sup>1</sup> интенсивности отказов теплопроводов  $\lambda^{нач} = 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ 1/км}\cdot\text{ч}$ . Интенсивность отказов ЗРА в соответствии с [5] приняты равными  $2,28 \cdot 10^{-7} \text{ 1/ч}$  (см. раздел 1.3, п. 4).

Участков сети, работающих более 25 лет, в сети нет.

*Примеры расчета:*

1.1. Для подающего и обратного теплопроводов участка 3 (срок службы 25 лет):

$$\lambda_3 = 2 \cdot \lambda^{нач} \cdot (0,1 \cdot \tau_3^{экспл})^{\alpha_3 - 1}, \text{ 1/(км}\cdot\text{ч)}.$$

$$\alpha_3 = 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau_3^{экспл}}{20}\right)} = 0,5 \cdot e^{\left(\frac{25}{20}\right)} = 0,5 \cdot 3,49 = 1,745.$$

$$\lambda_3 = 2 \cdot 5,7 \cdot 10^{-6} \cdot (0,1 \cdot 25)^{1,745 - 1} = 2,26 \cdot 10^{-5} \text{ 1/(км}\cdot\text{ч)};$$

---

<sup>1</sup>Начальная интенсивность отказов соответствует периоду нормальной эксплуатации нового теплопровода (после периода приработки)

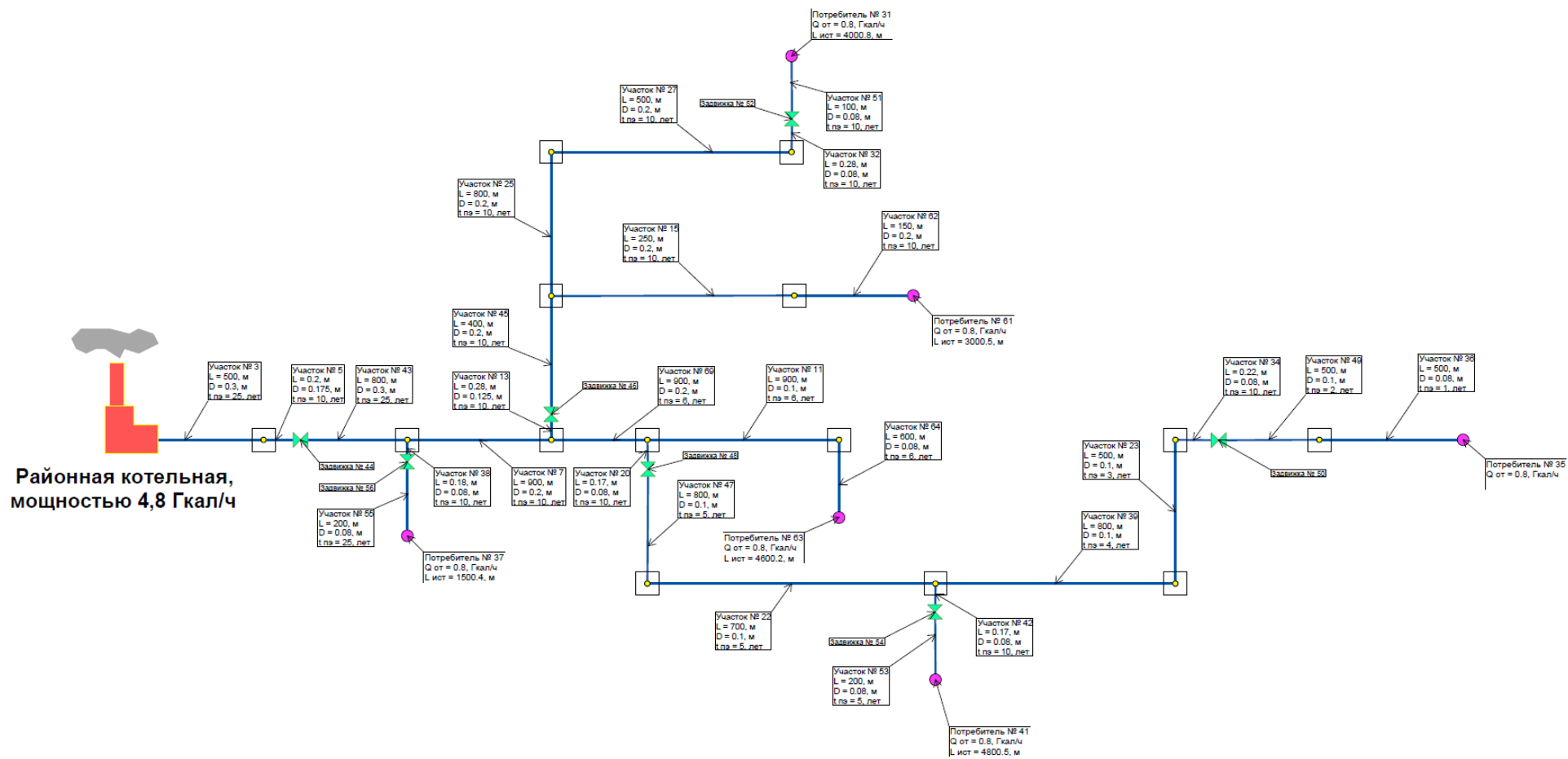


Рисунок 4. Схема системы теплоснабжения районной котельной, мощностью 4,8 Гкал/ч

1.2. Для участков 45 и 69 со сроком службы 10 и 6 лет:  $\alpha = 1$ ;

$$\lambda_{45} = 5,7 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot (0,1 \cdot 10)^{1,0-1} = 1,14 \cdot 10^{-5} 1/\text{км} \cdot \text{ч};$$

$$\lambda_{69} = 5,7 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot (0,1 \cdot 6)^{1,0-1} = 1,14 \cdot 10^{-5} 1/\text{км} \cdot \text{ч};$$

1.3. Для задвижек 44, учитывая их наличие в прямом и обратном теплопроводах:  $\lambda_{44} = \lambda_{\text{зпа}} \cdot 2 = 4,56 \cdot 10^{-7} 1/\text{ч}$ .

Значения интенсивностей отказов элементов ТС приведены на рисунке 5 и в таблице 5.

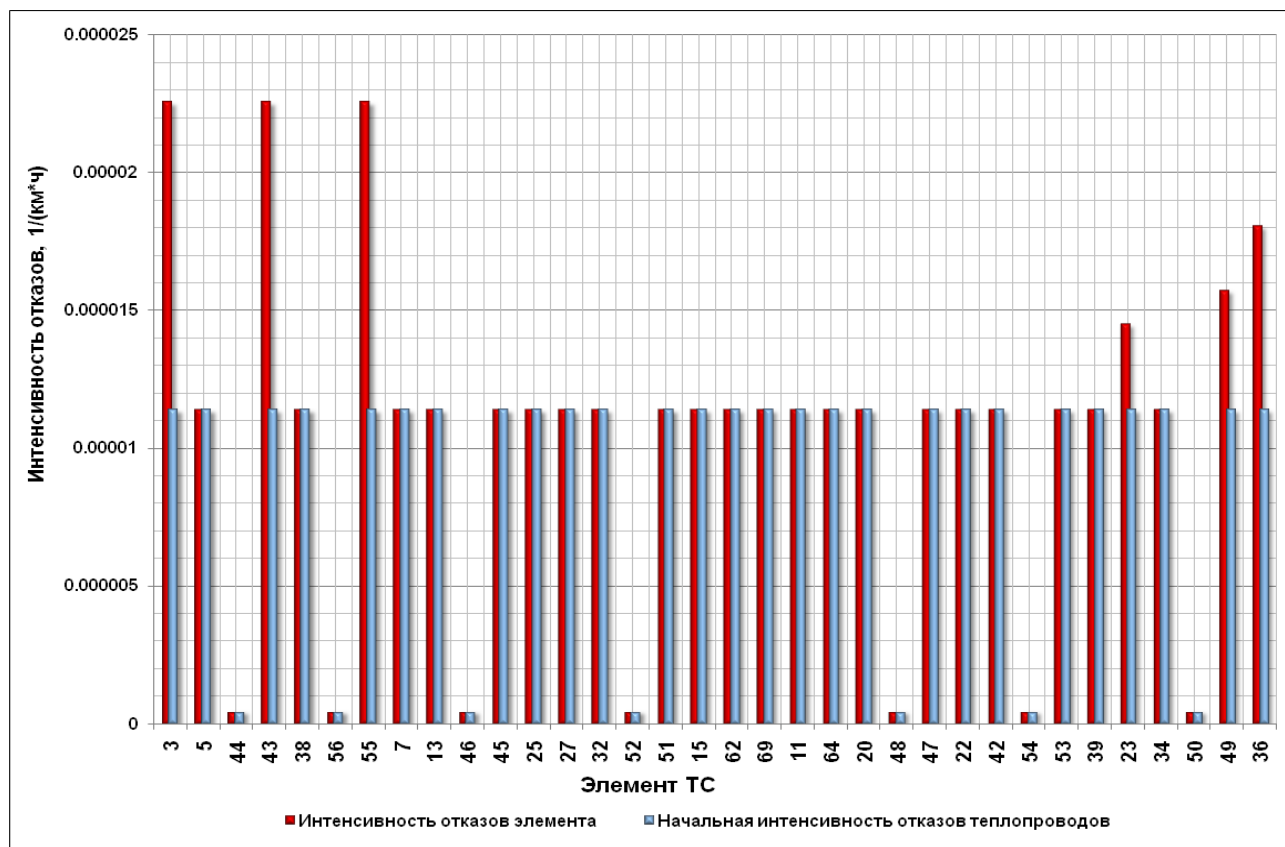


Рисунок 5. Интенсивность отказов элементов ТС

Большие значения интенсивностей отказов участков 3, 43 и 55 обусловлены длительным сроком их эксплуатации – 25 лет. Техническое состояние и условия эксплуатации этих участков следует еще раз проанализировать и на основе этого анализа разработать предложения по замене участков.

Некоторое превышение значениями интенсивностей отказов участков 23, 49 и 36 среднего уровня обусловлено тем, что период их эксплуатации меньше периода приработки (1 ÷ 3 года). Для расчетов на перспективу интенсивность отказов теплопроводов на этих участках должна приниматься для периода нормальной эксплуатации ( $5,7 \cdot 10^{-6} 1/\text{км} \cdot \text{ч}$ ).

2. Значения параметра потока отказов элементов ТС (см. (6) и (7)), приведены на рисунке 6 и в таблице 5.

*Примеры расчета:*

2.1. Для участка 3:  $\omega_3 = \lambda_3 \cdot L_3 = 2,26 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 = 1,13 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч}$ ;

2.2. Для задвижек 44, учитывая их наличие в прямом и обратном теплопроводах:  $\omega_{44} = \lambda_{44} = \lambda_{\text{зпа}} \cdot 2 = 4,56 \cdot 10^{-7} \text{ 1/ч}$ .

Учет длины участков в значениях параметра потока отказов, выделяет участки с наибольшими вероятностями отказов: 3, 43, 7, 69 и 11 (рисунок 6).

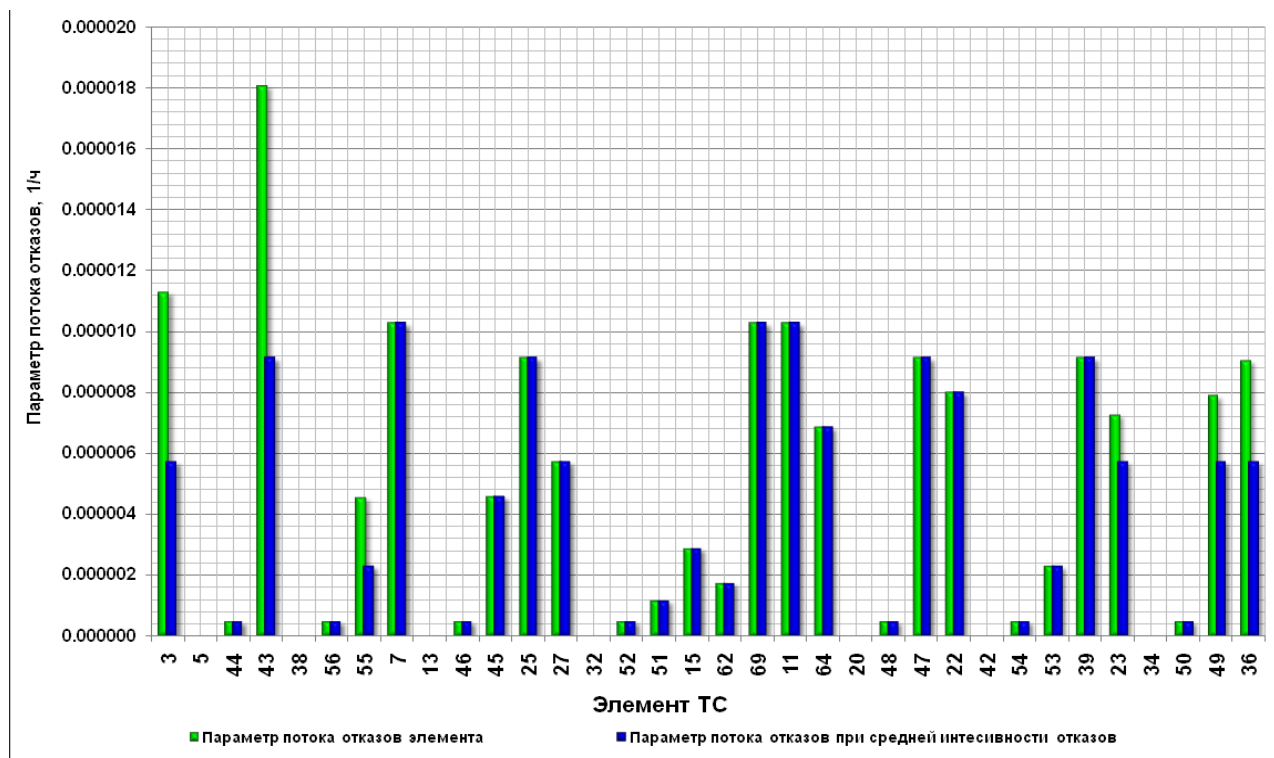


Рисунок 6. Параметр потока отказов элементов ТС

3. Величины среднего времени до восстановления элементов ТС, полученные по формуле (8), приведены в таблице 5.

Значения коэффициентов для расчетной зависимости (8) приняты в соответствии с таблицей 2, расстояние между секционирующими задвижками – 1 км (в соответствии с таблицей 3).

*Примеры расчета:*

3.1. Для участка 3:

$$z_3^B = 2,913 \cdot [1 + (20,89 - 1,88 \cdot L_3) \cdot d_3^{1,2}] = 2,913 \cdot (1 + (20,89 - 1,88 \cdot 1) \cdot 0,3^{1,2}) = 15,97 \text{ ч};$$

3.2. Для задвижек 44:

$$z_{44}^B = 2,913 \cdot [1 + (20,89 - 1,88 \cdot L_5) \cdot d_{44}^{1,2}] = 2,913 \cdot (1 + (20,89 - 1,88 \cdot 1) \cdot 0,175^{1,2}) = 9,75, \text{ ч.}$$

4. Интенсивности восстановления элементов ТС, определенные по формуле (9), приведены также в таблице 5.

*Пример расчета:*

$$\text{для участка 3: } \mu_3 = \frac{1}{z_3^B} = \frac{1}{15,97} = 0,06, \text{ 1/ч.}$$

5. Стационарная вероятность рабочего состояния сети (10):

$$p_0 = \left(1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{\omega_3}{\mu_3} + \frac{\omega_5}{\mu_5} + \dots + \frac{\omega_{36}}{\mu_{36}}\right)^{-1} =$$

$$= \left(1 + \frac{1,13 \cdot 10^{-5}}{0,06} + \frac{2,28 \cdot 10^{-9}}{0,1} + \dots + \frac{9,03 \cdot 10^{-5}}{0,18}\right)^{-1} = 0,998563198$$

6. Вероятности состояния, соответствующие отказам одного из элементов ТС и рассчитанные по формуле (11), приведены на рисунке 7 и в таблице 5.

Например, вероятность состояния сети, соответствующая отказу участка 3:

$$p_3 = \frac{\omega_3}{\mu_3} \cdot p_0 = \frac{1,13 \cdot 10^{-5}}{0,06} \cdot 0,998563198 = 0,000179893.$$

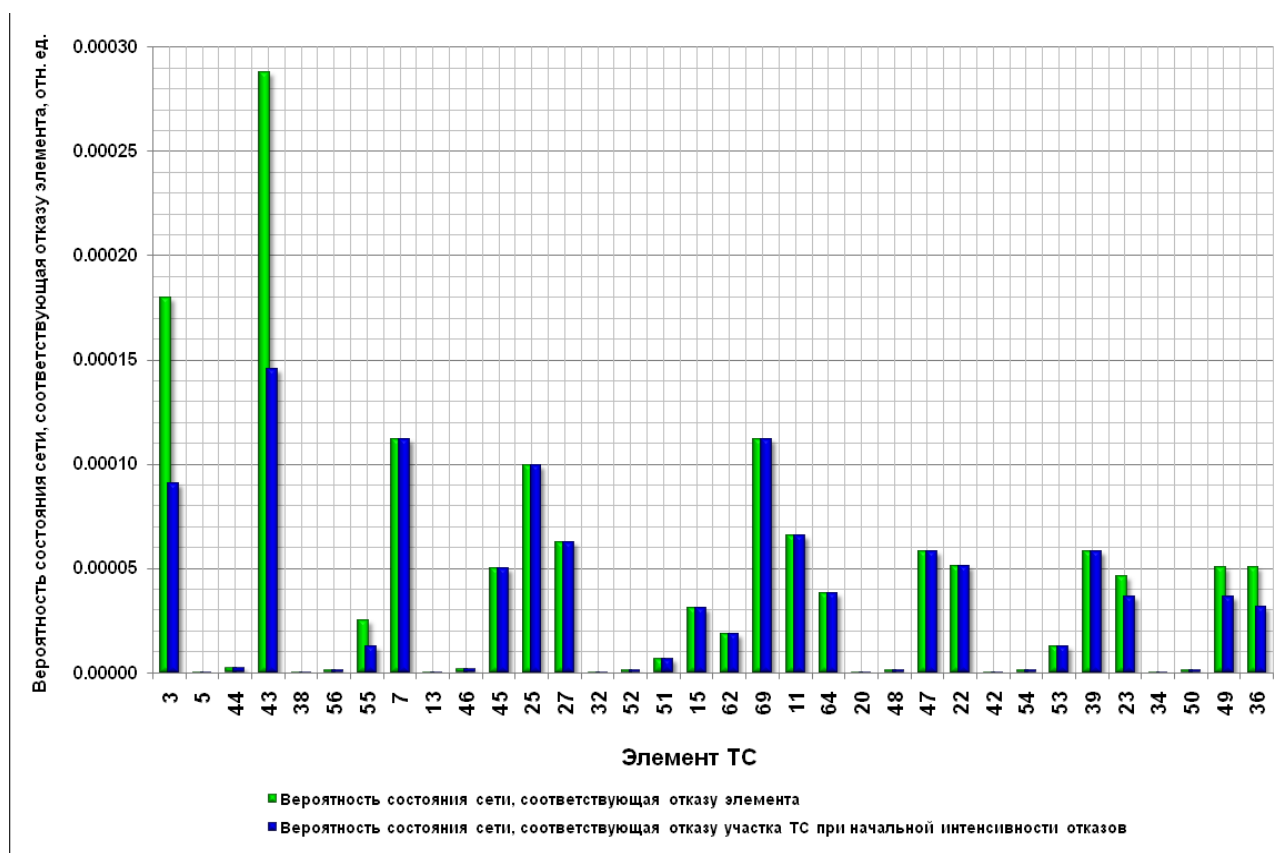


Рисунок 7. Вероятности состояния ТС, соответствующие отказам ее элементов

При вычислении вероятностей состояния ТС, кроме срока службы и длины участка, учитывается его диаметр и время восстановления после отказа. Наибольший вклад в состояния ТС с отказами вносят участки 3, 43, 7 и 69.

Таблица 5. Технические характеристики и показатели надежности элементов ТС

| № элемента | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau^{\text{экспл}}$ | $\lambda$   | $\omega$    | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом элемента $f$ |
|------------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|-------|-------|-------------------------------------------------|
| $f$        | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)    | 1/ч         | ч     | 1/ч   | $p_f$                                           |
| 3          | 500           | 0.3             | 25                    | 2.25652E-05 | 1.12826E-05 | 15.97 | 0.06  | 0.000179893                                     |
| 5          | 0.2           | 0.175           | 10                    | 0.0000114   | 2.28E-09    | 9.75  | 0.10  | 0.000000022                                     |
| 44         | -             | 0.175           | 25                    | 0.000000228 | 0.000000456 | 9.75  | 0.10  | 0.000004439                                     |
| 43         | 800           | 0.3             | 25                    | 2.25652E-05 | 1.80521E-05 | 15.97 | 0.06  | 0.000287829                                     |
| 38         | 0.18          | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 2.052E-09   | 5.59  | 0.18  | 0.000000011                                     |
| 56         | -             | 0.08            | 25                    | 0.000000228 | 0.000000456 | 5.59  | 0.18  | 0.000002543                                     |
| 55         | 200           | 0.08            | 25                    | 2.25652E-05 | 4.51303E-06 | 5.59  | 0.18  | 0.000025170                                     |
| 7          | 900           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.00001026  | 10.94 | 0.09  | 0.000112061                                     |
| 13         | 0.28          | 0.125           | 10                    | 0.0000114   | 3.192E-09   | 7.48  | 0.13  | 0.000000024                                     |
| 46         | -             | 0.125           | 10                    | 0.000000228 | 0.000000456 | 7.48  | 0.13  | 0.000003405                                     |
| 45         | 400           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.00000456  | 10.94 | 0.09  | 0.000049805                                     |
| 25         | 800           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.00000912  | 10.94 | 0.09  | 0.000099609                                     |
| 27         | 500           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.0000057   | 10.94 | 0.09  | 0.000062256                                     |
| 32         | 0.28          | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 3.192E-09   | 5.59  | 0.18  | 0.000000018                                     |
| 52         | -             | 0.08            | 10                    | 0.000000228 | 0.000000456 | 5.59  | 0.18  | 0.000002543                                     |
| 51         | 100           | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 0.00000114  | 5.59  | 0.18  | 0.000006358                                     |
| 15         | 250           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.00000285  | 10.94 | 0.09  | 0.000031128                                     |
| 62         | 150           | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 0.00000171  | 10.94 | 0.09  | 0.000018677                                     |
| 69         | 900           | 0.2             | 6                     | 0.0000114   | 0.00001026  | 10.94 | 0.09  | 0.000112061                                     |
| 11         | 900           | 0.1             | 6                     | 0.0000114   | 0.00001026  | 6.41  | 0.16  | 0.000065629                                     |
| 64         | 600           | 0.08            | 6                     | 0.0000114   | 0.00000684  | 5.59  | 0.18  | 0.000038147                                     |
| 20         | 0.17          | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 1.938E-09   | 5.59  | 0.18  | 0.000000011                                     |
| 48         | -             | 0.08            | 5                     | 0.000000228 | 0.000000456 | 5.59  | 0.18  | 0.000002543                                     |
| 47         | 800           | 0.1             | 5                     | 0.0000114   | 0.00000912  | 6.41  | 0.16  | 0.000058337                                     |
| 22         | 700           | 0.1             | 5                     | 0.0000114   | 0.00000798  | 6.41  | 0.16  | 0.000051044                                     |
| 42         | 0.17          | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 1.938E-09   | 5.59  | 0.18  | 0.000000011                                     |
| 54         | -             | 0.08            | 5                     | 0.000000228 | 0.000000456 | 5.59  | 0.18  | 0.000002543                                     |
| 53         | 200           | 0.08            | 5                     | 0.0000114   | 0.00000228  | 5.59  | 0.18  | 0.000012716                                     |
| 39         | 800           | 0.1             | 4                     | 0.0000114   | 0.00000912  | 6.41  | 0.16  | 0.000058337                                     |
| 23         | 500           | 0.1             | 3                     | 1.45038E-05 | 7.25188E-06 | 6.41  | 0.16  | 0.000046387                                     |
| 34         | 0.22          | 0.08            | 10                    | 0.0000114   | 2.508E-09   | 5.59  | 0.18  | 0.000000014                                     |
| 50         | -             | 0.08            | 3                     | 0.000000228 | 0.000000456 | 5.59  | 0.18  | 0.000002543                                     |
| 49         | 500           | 0.1             | 2                     | 1.57289E-05 | 7.86446E-06 | 6.41  | 0.16  | 0.000050305                                     |
| 36         | 500           | 0.08            | 1                     | 1.80678E-05 | 9.03389E-06 | 5.59  | 0.18  | 0.000050383                                     |

7. Расчет послеаварийных гидравлических режимов в данном случае проводить не требуется, так как рассматриваемая ТС не имеет кольцевой части. В этом случае очевидно, что при выходе из строя одного из элементов ТС полностью прекращается теплоснабжение потребителей, путь снабжения которых разрывается, а теплоснабжение остальных потребителей не нарушается.

8. Коэффициенты готовности относительно расчетного уровня теплоснабжения потребителей ( $K_j$ ) определяются в соответствии с (13), при этом для каждого потре-

бителя в множество  $F_j$  включаются все элементы сети, кроме входящих в путь его снабжения.

*Пример расчета коэффициента готовности для потребителя в узле 31.*

Множество  $F_{31}$  включает участки 38, 55, 15, 62, 69, 11, 64, 20, 47, 22, 42, 53, 39, 23, 34, 49, 36 и задвижки 56, 48, 54, 50.

$$\begin{aligned} K_{31} &= p_0 + p_{38} + p_{55} + p_{15} + p_{62} + p_{69} + p_{11} + p_{64} + p_{20} + p_{47} + p_{22} + p_{42} + p_{53} + p_{39} + p_{23} \\ &+ p_{34} + p_{49} + p_{36} + p_{56} + p_{48} + p_{54} + p_{50} = \\ &= 0,998563198 + 0,000000011 + 0,00002517 + \dots + 0,000002543 = 0,9992. \end{aligned}$$

9. Для определения по формуле (14) величин  $P_j$  - вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню сначала рассчитываются температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  (формулы (15) и (15)), при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя (таблица 6). Продолжительности стояния этих температур  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  (правила и зависимости для их определения изложены в п. 9.2 раздела 2) приведены в таблице 7.

Таблица 6. Температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$ , при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя

| № отказавшего элемента ТС, $f$ | $t_{j,f}^{\text{пав}}, ^\circ\text{C}$ – для потребителя, расположенного в узле № ( $j$ ) |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 31                                                                                        | 35    | 37    | 41    | 61    | 63    |
| 3                              | -14.2                                                                                     | -14.2 | -14.2 | -14.2 | -14.2 | -14.2 |
| 5                              | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 44                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 43                             | -14.2                                                                                     | -14.2 | -14.2 | -14.2 | -14.2 | -14.2 |
| 38                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 56                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 55                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 7                              | -28.0                                                                                     | -28.0 | -28.0 | -30.0 | -28.0 | -28.0 |
| 13                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 46                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 45                             | -28.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -28.0 | -30.0 |
| 25                             | -28.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 27                             | -28.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 32                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 52                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 51                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 15                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -28.0 | -30.0 |
| 62                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -28.0 | -30.0 |
| 69                             | -30.0                                                                                     | -28.0 | -30.0 | -28.0 | -30.0 | -28.0 |
| 11                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 64                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 20                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 48                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 47                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 22                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 42                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 54                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |

| № отказавшего элемента ТС, $f$ | $t_{j,f}^{\text{рав}}, ^\circ\text{C}$ – для потребителя, расположенного в узле № ( $j$ ) |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 31                                                                                        | 35    | 37    | 41    | 61    | 63    |
| 53                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 39                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 23                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 34                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 50                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 49                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |
| 36                             | -30.0                                                                                     | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 | -30.0 |

Таблица 7. Продолжительности стояния  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  температур  $t_{j,f}^{\text{рав}}$  в течение отопительного периода

| № отказавшего элемента ТС, $f$ | $\tau_{j,f}^{\text{рав}}, \text{ч}$ – для потребителя, расположенного в узле $j$ |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                | 31                                                                               | 35  | 37  | 41  | 61  | 63  |
| 3                              | 906                                                                              | 906 | 906 | 906 | 906 | 906 |
| 5                              | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 44                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 43                             | 906                                                                              | 906 | 906 | 906 | 906 | 906 |
| 38                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 56                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 55                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 7                              | 15                                                                               | 15  | 15  | 0   | 15  | 15  |
| 13                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 46                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 45                             | 15                                                                               | 0   | 0   | 0   | 15  | 0   |
| 25                             | 15                                                                               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 27                             | 15                                                                               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 32                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 52                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 51                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 15                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 15  | 0   |
| 62                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 15  | 0   |
| 69                             | 0                                                                                | 15  | 0   | 15  | 0   | 15  |
| 11                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 64                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 20                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 48                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 47                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 22                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 42                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 54                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 53                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 39                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 23                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 34                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 50                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 49                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 36                             | 0                                                                                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

В таблице 8 приведены численные значения показателей, необходимых для расчета температур  $t_{j,f}^{\text{рав}}$ .



Таблица 8. Значения  $\beta$ ,  $t^{BP}$  и  $t_{min}^B$  для различных типов зданий

| Тип здания                              | $\beta$ , ч | $t^{BP}$ , °C | $t_{min}^B$ , °C |
|-----------------------------------------|-------------|---------------|------------------|
| Панельный с толщиной стены 16 см        | 32÷51       | 20            | 12               |
| Панельный с толщиной стены 21 см        | 42÷77       | 20            | 12               |
| Железобетонный с толщиной стены 22 см   | 40          | 20            | 12               |
| Кирпичный с толщиной стены 2,5 кирпича  | 60÷100      | 20            | 12               |
| Промышленные с толщиной стены 2 кирпича | 14÷25       | 18            | 8                |

*Пример расчета показателя  $P_{31}$  для потребителя в узле 31.*

Из таблиц 6 и 7 следует, что на теплоснабжение потребителя в узле 31 не влияют, во-первых, элементы, не входящие в путь его снабжения (38, 56, 55, 15, 62, 69, 11, 64, 20, 48, 47, 22, 42, 54, 53, 39, 23, 34, 50, 49, 36), а также элементы 5, 13, 32, 51, 44, 46, 52, для которых температура  $t_{31,f}^{pав}$  (равенства временного резерва потребителя 31 и времени восстановления этих элементов) ниже  $t^{HP}$ , поскольку продолжительность ее стояния равна нулю.

Температура  $t_{31,f}^{pав}$  для элементов 3 и 43 составляет минус 14,2 °C, для элементов 7, 45, 25, 27 минус 28 °C, продолжительности их стояния – соответственно 906 и 15 часов. Эти элементы и определяют вероятность безотказного теплоснабжения потребителя в узле 31.

$$P_{31} = e^{-A} = e^{-\left[p_0 \cdot \sum_{f \in F_{31}}^{(2)} (\omega_f \cdot \tau_{31,f}^{pав})\right]},$$

$$A = p_0 \cdot (\omega_3 \cdot \tau_{31,3}^{pав} + \omega_{43} \cdot \tau_{31,43}^{pав} + \omega_7 \cdot \tau_{31,7}^{pав} + \omega_{45} \cdot \tau_{31,45}^{pав} + \omega_{25} \cdot \tau_{31,25}^{pав} + \omega_{27} \cdot \tau_{31,27}^{pав});$$

$$A = 0,99856 \cdot (1,13 \cdot 10^{-5} \cdot 906 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 906 + 1,03 \cdot 10^{-5} \cdot 15 + 4,56 \cdot 10^{-6} \cdot 15 + 9,12 \cdot 10^{-6} \cdot 15 + 5,7 \cdot 10^{-6} \cdot 15) = 0,02699;$$

$$P_{31} = e^{-[0,02699]} = 0,97338.$$

10. Результаты расчета ПН теплоснабжения потребителей, а также среднего суммарного недоотпуска теплоты каждому потребителю за отопительный период приведены в таблице 9.

Таблица 9. Показатели надежности теплоснабжения потребителей

| № потребителя | Нагрузка отопления, $q_j^p$ | $\beta_j$ | $t_{j,min}^B$ | $P_j$   | $K_j$   | Средний суммарный недоотпуск теплоты за отопительный период, $Q_j^-$ |
|---------------|-----------------------------|-----------|---------------|---------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| $j$           | Гкал/ч                      | ч         | °C            | -       | -       | Гкал                                                                 |
| 31            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97338 | 0.99920 | 1.66                                                                 |
| 35            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97351 | 0.99898 | 2.09                                                                 |
| 37            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97380 | 0.99950 | 1.03                                                                 |
| 41            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97365 | 0.99918 | 1.66                                                                 |
| 61            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97352 | 0.99931 | 1.41                                                                 |
| 63            | 0.8                         | 60        | 12            | 0.97351 | 0.99920 | 1.65                                                                 |

11. Сопоставление полученных значений показателей надежности с нормативными значениями показывает, что ПН теплоснабжения всех потребителей существенно выше нормативных значений (рисунки 8 и 9).

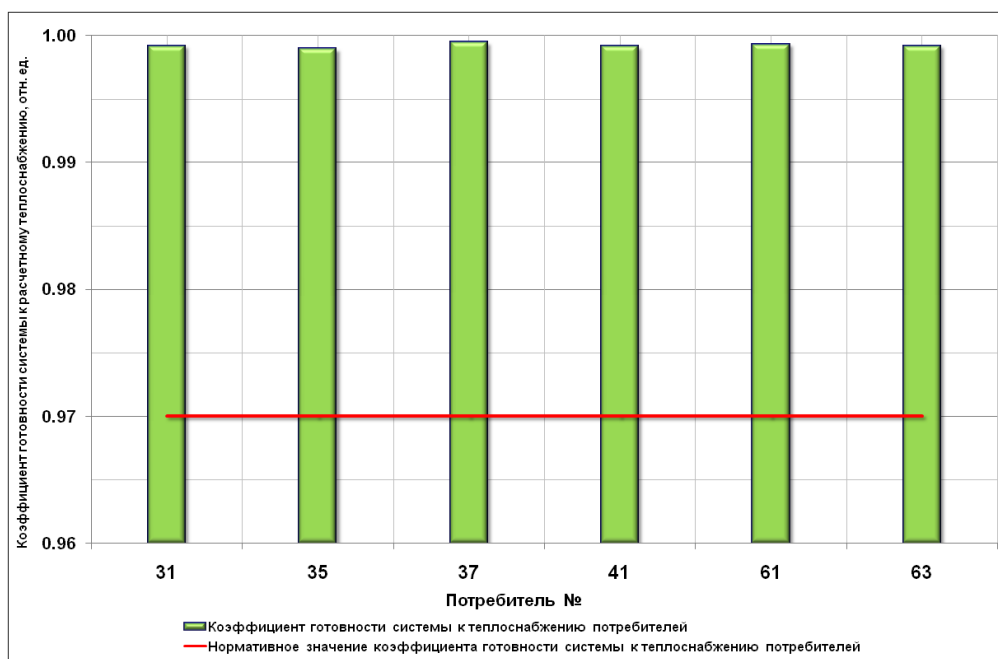


Рисунок 8. Сопоставление коoeffициентов готовности  $K_j$  с нормативным значением

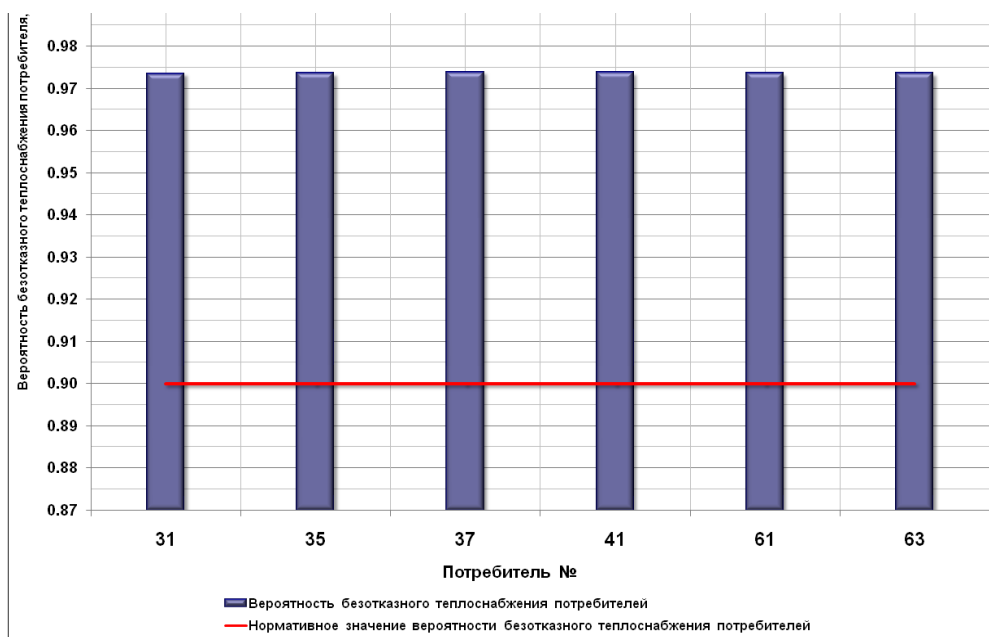


Рисунок 9. Сопоставление вероятностей  $P_j$  с нормативным значением

Таким образом, поскольку рассматриваемая ТС имеет небольшие масштабы (присоединенная нагрузка, радиусы теплоснабжения, диаметры головных участков), нормативные требования к надежности теплоснабжения потребителей обеспечиваются, как для расчетного, так и для пониженного уровня теплоснабжения.

12. Средний суммарный недоотпуск теплоты каждому потребителю за отопительный период определяется в соответствии с (13) при следующих исходных данных:

- расчетный при  $t^{HP}$  часовой расход теплоносителя у  $j$ -го потребителя:  $g_j^p = 10$  т/ч;
- расчетная (при  $t^{HP}$ ) температура воды в подающей магистрали ТС:  $\tau_1^p = 150$  °С;
- расчетная (при  $t^{HP}$ ) температура воды в обратной магистрали ТС:  $\tau_2^p = 70$  °С;
- часовой расход теплоносителя у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента  $g_{j,f}$  - в соответствии с результатами моделирования послеаварийных гидравлических режимов (таблица 10). Результаты расчета приведены в таблице Таблица 9 и на рисунке 10.

*Пример расчета среднего суммарного недоотпуска теплоты для потребителя в узле 31.*

$$\begin{aligned}
 Q_{31}^- &= \left( g_{31}^p - \sum_{f=0} p_f g_{31,f} \right) \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p) \cdot \frac{t_j^{BP} - t^{HCP}}{t_j^{BP} - t^{HP}} \cdot \tau^{OT} \cdot 10^{-3} = \\
 &= \left( g_{31}^p - (p_0 \cdot g_{31,0} + p_3 \cdot g_{31,3} + p_5 \cdot g_{31,5} + \dots + p_{36} \cdot g_{31,36}) \right) \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p) \cdot \frac{t_j^{BP} - t^{HCP}}{t_j^{BP} - t^{HP}} \cdot \tau^{OT} \cdot 10^{-3} = \\
 &= \left( 10 - (0,99856 \cdot 10 + 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0 + 2,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0 + \dots + 5,04 \cdot 10^{-5} \cdot 10,036) \right) \cdot (150 - 70) \cdot \frac{20 - (-4,7)}{20 - (-30)} \cdot 5232 \cdot 10^{-3} = \\
 &= 1,66, \quad \text{Гкал}
 \end{aligned}$$

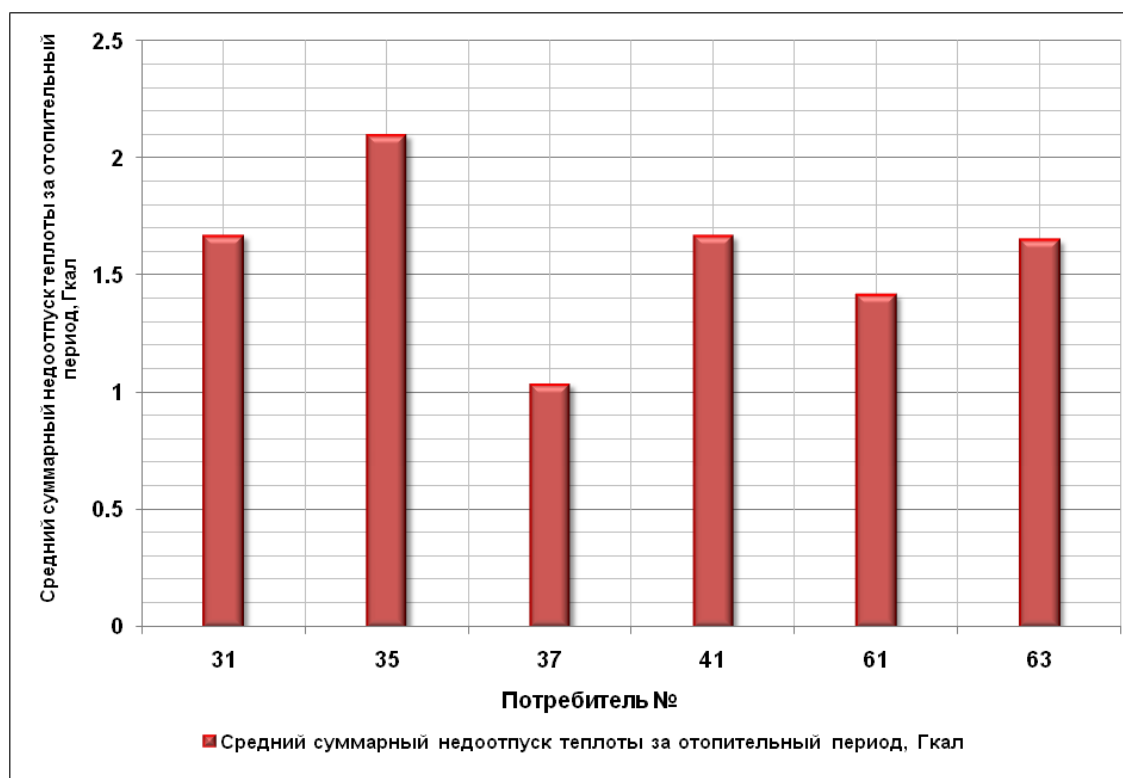


Рисунок 10. Средний суммарный недоотпуск теплоты потребителям за отопительный период

Таблица 10. Часовой расход теплоносителя у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента

| № отказавшего элемента ТС, $f$ | $g_{j,f}$ , т/ч – для потребителя, расположенного в узле $j$ |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                | 31                                                           | 35     | 37     | 41     | 61     | 63     |
| Без аварий                     | 10                                                           | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     |
| 3                              | 0                                                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5                              | 0                                                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 44                             | 0                                                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 43                             | 0                                                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 38                             | 10.007                                                       | 10.006 | 0      | 10.007 | 10.007 | 10.006 |
| 56                             | 10.007                                                       | 10.006 | 0      | 10.007 | 10.007 | 10.006 |
| 55                             | 10.007                                                       | 10.006 | 0      | 10.007 | 10.007 | 10.006 |
| 7                              | 0                                                            | 0      | 10.021 | 0      | 0      | 0      |
| 13                             | 0                                                            | 10.069 | 10.012 | 10.069 | 0      | 10.069 |
| 46                             | 0                                                            | 10.069 | 10.012 | 10.069 | 0      | 10.069 |
| 45                             | 0                                                            | 10.069 | 10.012 | 10.069 | 0      | 10.069 |
| 25                             | 0                                                            | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 10.044 | 10.038 |
| 27                             | 0                                                            | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 10.044 | 10.038 |
| 32                             | 0                                                            | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 10.044 | 10.038 |
| 52                             | 0                                                            | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 10.044 | 10.038 |
| 51                             | 0                                                            | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 10.044 | 10.038 |
| 15                             | 10.043                                                       | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 0      | 10.038 |
| 62                             | 10.043                                                       | 10.038 | 10.007 | 10.039 | 0      | 10.038 |
| 69                             | 10.092                                                       | 0      | 10.016 | 0      | 10.092 | 0      |
| 11                             | 10.038                                                       | 10.056 | 10.007 | 10.057 | 10.039 | 0      |
| 64                             | 10.038                                                       | 10.056 | 10.007 | 10.057 | 10.039 | 0      |
| 20                             | 10.069                                                       | 0      | 10.012 | 0      | 10.069 | 10.099 |
| 48                             | 10.069                                                       | 0      | 10.012 | 0      | 10.069 | 10.099 |
| 47                             | 10.069                                                       | 0      | 10.012 | 0      | 10.069 | 10.099 |
| 22                             | 10.069                                                       | 0      | 10.012 | 0      | 10.069 | 10.099 |
| 42                             | 10.036                                                       | 10.83  | 10.006 | 0      | 10.036 | 10.053 |
| 54                             | 10.036                                                       | 10.83  | 10.006 | 0      | 10.036 | 10.053 |
| 53                             | 10.036                                                       | 10.83  | 10.006 | 0      | 10.036 | 10.053 |
| 39                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |
| 23                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |
| 34                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |
| 50                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |
| 49                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |
| 36                             | 10.036                                                       | 0      | 10.006 | 10.83  | 10.036 | 10.053 |

## **Приложение 5. Пример расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей тепловой сети с резервированием от ТЭЦ тепловой мощностью 646 Гкал/ч**

Источником теплоты в системе теплоснабжения, является ТЭЦ электрической мощностью 350 МВт с присоединенной тепловой нагрузкой 646 Гкал/ч.

Расчетная температура наружного воздуха  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (район Нижнего Новгорода), продолжительность отопительного периода 5232 ч, что составляет 218 суток или 0,597 г.

Средняя в отопительном периоде температура наружного воздуха  $-4,7^{\circ}\text{C}$ .

Тепловая энергия подается потребителям по двухтрубным водяным ТС, проложенным преимущественно в непроходных каналах.

Схема ТС, приведенная на рисунке 11, включает 178 участков и 29 потребителей. Сеть частично резервирована. От ТЭЦ идут две магистрали. Магистраль первой очереди содержит 33 участка с диаметрами от 400 до 1000 мм, общей протяженностью 5,8 км. Магистраль второй очереди содержит 9 участков с диаметрами от 800 до 1000 мм, общей протяженностью 3,3 км. Кольцевая часть сети образована 22 участками третьей очереди с диаметрами от 500 до 600 мм, общей протяженностью 2,4 км, а также 17 участками четвертой очереди с диаметрами от 400 до 500 мм, общей протяженностью 2,2 км.

### **Результаты расчета**

1. Результаты расчета интенсивности отказов (с учетом положений п. 4 раздела 1.3), параметра потока отказов, среднего времени до восстановления, интенсивности восстановления и вероятности состояний сети, соответствующих отказу каждого из участков ТС, приведены в таблице Таблица 11. На рисунке 12 представлены результаты расчета интенсивности отказов участков ТС.

2. Значение стационарной вероятности рабочего состояния сети составляет 0.9904 (10).

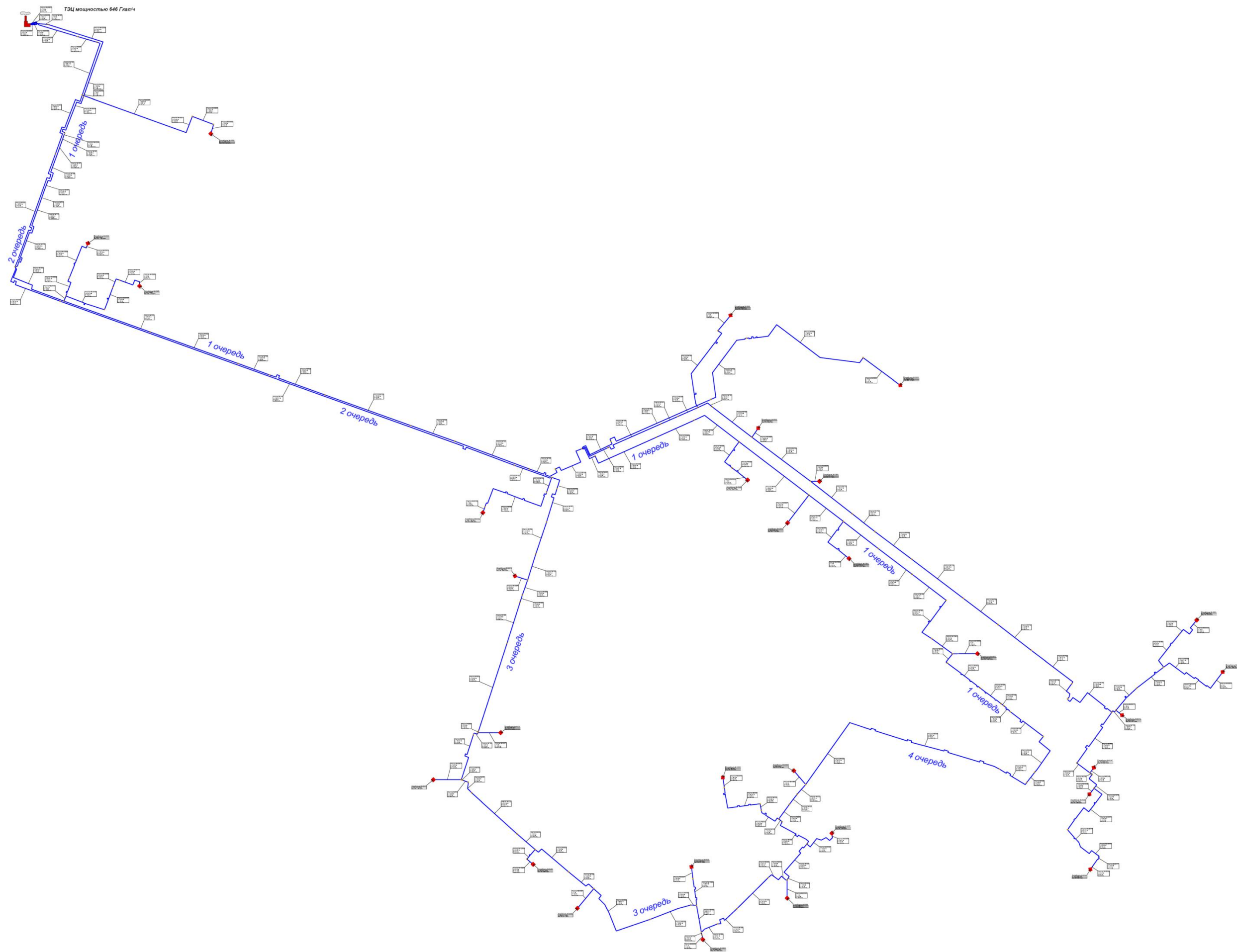


Рисунок 11. Схема резервированной тепловой сети источника, мощностью 646 Гкал/ч

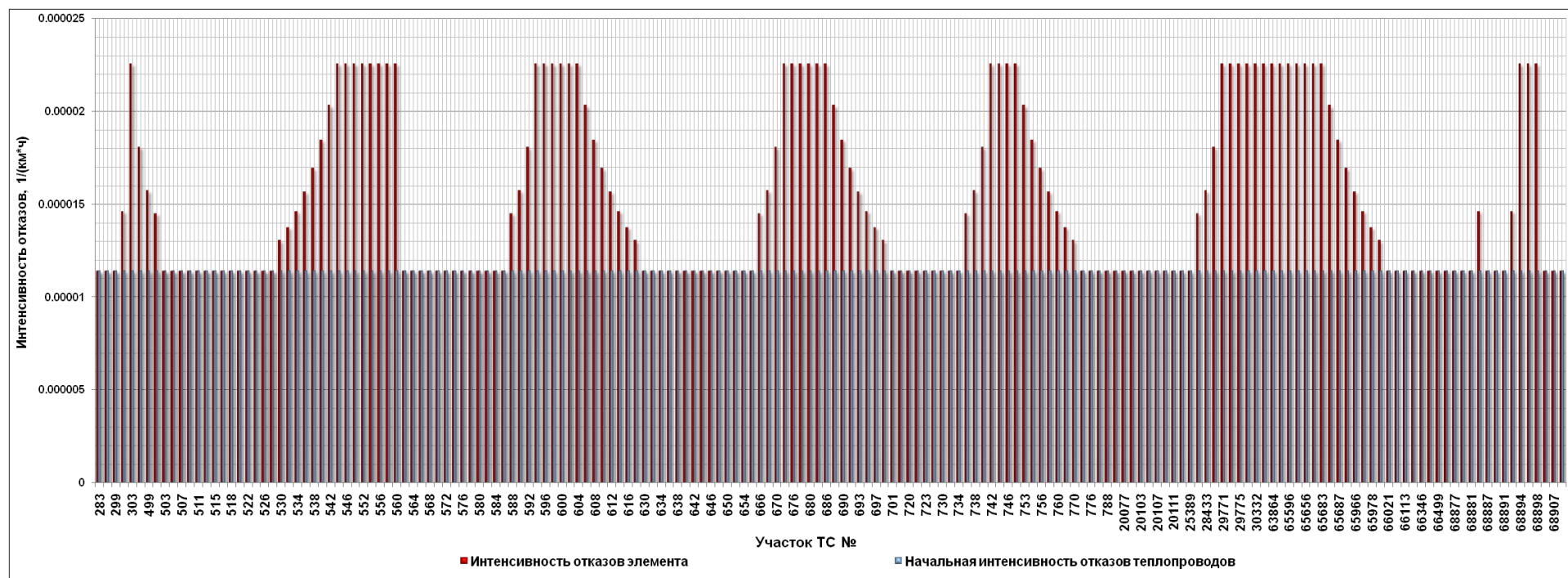


Рисунок 12. Интенсивность отказов участков тепловой сети

Таблица 11. Технические характеристики и показатели надежности участков ТС.

| № участка | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau_{\text{экспл}}$ | $\lambda$   | $\omega$   | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом элемента $f$ |
|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|------------|-------|-------|-------------------------------------------------|
| $f$       | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)    | 1/ч        | ч     | 1/ч   | $p_f$                                           |
| 283       | 31.9          | 0.9             | 5                     | 0.0000114   | 3.6366E-07 | 42.05 | 0.02  | 1.51462E-05                                     |
| 297       | 141.51        | 0.9             | 10                    | 0.0000114   | 1.6132E-06 | 42.05 | 0.02  | 6.71893E-05                                     |
| 299       | 70.32         | 1               | 15                    | 0.0000114   | 8.0165E-07 | 36.38 | 0.03  | 2.88849E-05                                     |
| 301       | 202.91        | 0.9             | 20                    | 1.46223E-05 | 2.967E-06  | 42.05 | 0.02  | 0.000123574                                     |
| 303       | 260.92        | 0.9             | 25                    | 2.25652E-05 | 5.8877E-06 | 42.05 | 0.02  | 0.000245219                                     |
| 305       | 463.18        | 0.9             | 1                     | 1.80678E-05 | 8.3686E-06 | 42.05 | 0.02  | 0.000348548                                     |
| 499       | 10            | 1               | 2                     | 1.57289E-05 | 1.5729E-07 | 36.38 | 0.03  | 5.66744E-06                                     |
| 501       | 70.08         | 1               | 3                     | 1.45038E-05 | 1.0164E-06 | 36.38 | 0.03  | 3.66237E-05                                     |
| 503       | 10            | 1               | 4                     | 0.0000114   | 1.14E-07   | 36.38 | 0.03  | 4.10764E-06                                     |
| 505       | 28.06         | 0.8             | 5                     | 0.0000114   | 3.1988E-07 | 36.89 | 0.03  | 1.16885E-05                                     |
| 507       | 29.08         | 0.8             | 6                     | 0.0000114   | 3.3151E-07 | 36.89 | 0.03  | 1.21134E-05                                     |
| 509       | 133.52        | 0.8             | 7                     | 0.0000114   | 1.5221E-06 | 36.89 | 0.03  | 5.56184E-05                                     |
| 511       | 32.68         | 0.8             | 8                     | 0.0000114   | 3.7255E-07 | 36.89 | 0.03  | 1.3613E-05                                      |
| 513       | 59.83         | 0.8             | 9                     | 0.0000114   | 6.8206E-07 | 36.89 | 0.03  | 2.49225E-05                                     |
| 515       | 29.05         | 0.8             | 10                    | 0.0000114   | 3.3117E-07 | 36.89 | 0.03  | 1.21009E-05                                     |
| 516       | 227.82        | 0.8             | 11                    | 0.0000114   | 2.5971E-06 | 36.89 | 0.03  | 9.48996E-05                                     |
| 518       | 246.81        | 0.8             | 12                    | 0.0000114   | 2.8136E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.00010281                                      |
| 520       | 318.65        | 0.8             | 13                    | 0.0000114   | 3.6326E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000132735                                     |
| 522       | 325.28        | 0.8             | 14                    | 0.0000114   | 3.7082E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000135497                                     |
| 524       | 116.93        | 0.8             | 15                    | 0.0000114   | 1.333E-06  | 36.89 | 0.03  | 4.87078E-05                                     |
| 526       | 222.75        | 0.8             | 16                    | 0.0000114   | 2.5394E-06 | 36.89 | 0.03  | 9.27877E-05                                     |
| 528       | 316.69        | 0.8             | 17                    | 0.0000114   | 3.6103E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000131919                                     |
| 530       | 161.86        | 0.8             | 18                    | 1.30487E-05 | 2.1121E-06 | 36.89 | 0.03  | 7.71745E-05                                     |
| 532       | 277.29        | 0.8             | 19                    | 1.37575E-05 | 3.8148E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000139393                                     |
| 534       | 121.09        | 0.8             | 20                    | 1.46223E-05 | 1.7706E-06 | 36.89 | 0.03  | 6.46983E-05                                     |
| 536       | 163.58        | 0.8             | 21                    | 1.56704E-05 | 2.5634E-06 | 36.89 | 0.03  | 9.36653E-05                                     |
| 538       | 257.93        | 0.8             | 22                    | 1.69367E-05 | 4.3685E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000159624                                     |
| 540       | 1695.75       | 0.8             | 23                    | 1.84663E-05 | 3.1314E-05 | 36.89 | 0.03  | 0.00114422                                      |
| 542       | 155.12        | 0.8             | 24                    | 2.03173E-05 | 3.1516E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.00011516                                      |
| 544       | 55.22         | 0.35            | 25                    | 2.25652E-05 | 1.246E-06  | 18.62 | 0.05  | 2.29783E-05                                     |
| 546       | 332.1         | 0.35            | 26                    | 2.25652E-05 | 7.4939E-06 | 18.62 | 0.05  | 0.000138194                                     |
| 550       | 52.55         | 0.6             | 27                    | 2.25652E-05 | 1.1858E-06 | 26.97 | 0.04  | 3.16783E-05                                     |
| 552       | 141.1         | 0.6             | 28                    | 2.25652E-05 | 3.1839E-06 | 26.97 | 0.04  | 8.50583E-05                                     |
| 554       | 117.24        | 0.6             | 29                    | 2.25652E-05 | 2.6455E-06 | 26.97 | 0.04  | 7.0675E-05                                      |
| 556       | 95.01         | 0.5             | 30                    | 2.25652E-05 | 2.1439E-06 | 25.82 | 0.04  | 5.48229E-05                                     |
| 558       | 55.26         | 0.5             | 31                    | 2.25652E-05 | 1.247E-06  | 25.82 | 0.04  | 3.18862E-05                                     |
| 560       | 25.46         | 0.5             | 32                    | 2.25652E-05 | 5.7451E-07 | 25.82 | 0.04  | 1.4691E-05                                      |
| 562       | 152.28        | 0.5             | 16                    | 0.0000114   | 1.736E-06  | 25.82 | 0.04  | 4.43917E-05                                     |
| 564       | 319.45        | 0.5             | 15                    | 0.0000114   | 3.6417E-06 | 25.82 | 0.04  | 9.3124E-05                                      |
| 566       | 6.37          | 0.5             | 14                    | 0.0000114   | 7.2618E-08 | 25.82 | 0.04  | 1.85694E-06                                     |
| 568       | 23.8          | 0.5             | 13                    | 0.0000114   | 2.7132E-07 | 25.82 | 0.04  | 6.93803E-06                                     |
| 570       | 181.21        | 0.5             | 12                    | 0.0000114   | 2.0658E-06 | 25.82 | 0.04  | 5.28252E-05                                     |
| 572       | 4.65          | 0.5             | 11                    | 0.0000114   | 5.301E-08  | 25.82 | 0.04  | 1.35554E-06                                     |
| 574       | 21.69         | 0.5             | 10                    | 0.0000114   | 2.4727E-07 | 25.82 | 0.04  | 6.32293E-06                                     |
| 576       | 43.84         | 0.5             | 9                     | 0.0000114   | 4.9978E-07 | 25.82 | 0.04  | 1.278E-05                                       |
| 578       | 211.65        | 0.5             | 8                     | 0.0000114   | 2.4128E-06 | 25.82 | 0.04  | 6.16989E-05                                     |
| 580       | 82.7          | 0.5             | 7                     | 0.0000114   | 9.4278E-07 | 25.82 | 0.04  | 2.41082E-05                                     |
| 582       | 154.8         | 0.5             | 6                     | 0.0000114   | 1.7647E-06 | 25.82 | 0.04  | 4.51263E-05                                     |
| 584       | 113.85        | 0.5             | 5                     | 0.0000114   | 1.2979E-06 | 25.82 | 0.04  | 3.31888E-05                                     |
| 586       | 303.34        | 0.5             | 4                     | 0.0000114   | 3.4581E-06 | 25.82 | 0.04  | 8.84278E-05                                     |
| 588       | 150.09        | 0.5             | 3                     | 1.45038E-05 | 2.1769E-06 | 25.82 | 0.04  | 5.56655E-05                                     |
| 590       | 20.56         | 0.5             | 2                     | 1.57289E-05 | 3.2339E-07 | 25.82 | 0.04  | 8.26944E-06                                     |
| 592       | 95.77         | 0.5             | 1                     | 1.80678E-05 | 1.7304E-06 | 25.82 | 0.04  | 4.42475E-05                                     |



| № участка | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau_{\text{экспл}}$ | $\lambda$   | $\omega$   | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом элемента $f$ |
|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|------------|-------|-------|-------------------------------------------------|
| $f$       | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)    | 1/ч        | ч     | 1/ч   | $p_f$                                           |
| 594       | 93.47         | 0.4             | 30                    | 2.25652E-05 | 2.1092E-06 | 20.44 | 0.05  | 4.26934E-05                                     |
| 596       | 119.53        | 0.4             | 29                    | 2.25652E-05 | 2.6972E-06 | 20.44 | 0.05  | 5.45965E-05                                     |
| 598       | 152.82        | 0.4             | 28                    | 2.25652E-05 | 3.4484E-06 | 20.44 | 0.05  | 6.98021E-05                                     |
| 600       | 53.77         | 0.4             | 27                    | 2.25652E-05 | 1.2133E-06 | 20.44 | 0.05  | 2.456E-05                                       |
| 602       | 33.53         | 0.4             | 26                    | 2.25652E-05 | 7.5661E-07 | 20.44 | 0.05  | 1.53152E-05                                     |
| 604       | 11.94         | 0.5             | 25                    | 2.25652E-05 | 2.6943E-07 | 25.82 | 0.04  | 6.88964E-06                                     |
| 606       | 162.95        | 0.5             | 24                    | 2.03173E-05 | 3.3107E-06 | 25.82 | 0.04  | 8.46593E-05                                     |
| 608       | 149.63        | 0.5             | 23                    | 1.84663E-05 | 2.7631E-06 | 25.82 | 0.04  | 7.06566E-05                                     |
| 610       | 15.43         | 0.5             | 22                    | 1.69367E-05 | 2.6133E-07 | 25.82 | 0.04  | 6.68266E-06                                     |
| 612       | 94.84         | 0.35            | 21                    | 1.56704E-05 | 1.4862E-06 | 18.62 | 0.05  | 2.74066E-05                                     |
| 614       | 22.96         | 0.35            | 20                    | 1.46223E-05 | 3.3573E-07 | 18.62 | 0.05  | 6.19116E-06                                     |
| 616       | 207.87        | 0.35            | 19                    | 1.37575E-05 | 2.8598E-06 | 18.62 | 0.05  | 5.27368E-05                                     |
| 628       | 95.92         | 0.5             | 18                    | 1.30487E-05 | 1.2516E-06 | 25.82 | 0.04  | 3.20059E-05                                     |
| 630       | 28.58         | 0.5             | 17                    | 0.0000114   | 3.2581E-07 | 25.82 | 0.04  | 8.33146E-06                                     |
| 632       | 27.51         | 0.5             | 16                    | 0.0000114   | 3.1361E-07 | 25.82 | 0.04  | 8.01954E-06                                     |
| 634       | 341.57        | 0.5             | 15                    | 0.0000114   | 3.8939E-06 | 25.82 | 0.04  | 9.95723E-05                                     |
| 636       | 584.1         | 0.5             | 14                    | 0.0000114   | 6.6587E-06 | 25.82 | 0.04  | 0.000170273                                     |
| 638       | 123.92        | 0.5             | 13                    | 0.0000114   | 1.4127E-06 | 25.82 | 0.04  | 3.61244E-05                                     |
| 640       | 44.82         | 0.5             | 12                    | 0.0000114   | 5.1095E-07 | 25.82 | 0.04  | 1.30656E-05                                     |
| 642       | 165.64        | 0.5             | 11                    | 0.0000114   | 1.8883E-06 | 25.82 | 0.04  | 4.82863E-05                                     |
| 644       | 156.92        | 0.4             | 10                    | 0.0000114   | 1.7889E-06 | 20.44 | 0.05  | 3.62104E-05                                     |
| 646       | 38.26         | 0.4             | 9                     | 0.0000114   | 4.3616E-07 | 20.44 | 0.05  | 8.82876E-06                                     |
| 648       | 12.19         | 0.4             | 8                     | 0.0000114   | 1.3897E-07 | 20.44 | 0.05  | 2.81293E-06                                     |
| 650       | 100.27        | 0.4             | 7                     | 0.0000114   | 1.1431E-06 | 20.44 | 0.05  | 2.3138E-05                                      |
| 652       | 156.43        | 0.4             | 6                     | 0.0000114   | 1.7833E-06 | 20.44 | 0.05  | 3.60973E-05                                     |
| 654       | 33.35         | 0.4             | 5                     | 0.0000114   | 3.8019E-07 | 20.44 | 0.05  | 7.69574E-06                                     |
| 664       | 206.3         | 0.4             | 4                     | 0.0000114   | 2.3518E-06 | 20.44 | 0.05  | 4.76051E-05                                     |
| 666       | 149.4         | 0.5             | 3                     | 1.45038E-05 | 2.1669E-06 | 25.82 | 0.04  | 5.54096E-05                                     |
| 668       | 148.36        | 0.5             | 2                     | 1.57289E-05 | 2.3335E-06 | 25.82 | 0.04  | 5.96719E-05                                     |
| 670       | 152.97        | 0.5             | 1                     | 1.80678E-05 | 2.7638E-06 | 25.82 | 0.04  | 7.06749E-05                                     |
| 672       | 176.32        | 0.4             | 30                    | 2.25652E-05 | 3.9787E-06 | 20.44 | 0.05  | 8.0536E-05                                      |
| 676       | 150.74        | 0.5             | 29                    | 2.25652E-05 | 3.4015E-06 | 25.82 | 0.04  | 8.69803E-05                                     |
| 678       | 305.93        | 0.5             | 28                    | 2.25652E-05 | 6.9034E-06 | 25.82 | 0.04  | 0.000176528                                     |
| 680       | 134.93        | 0.35            | 27                    | 2.25652E-05 | 3.0447E-06 | 18.62 | 0.05  | 5.61474E-05                                     |
| 682       | 51.32         | 0.35            | 26                    | 2.25652E-05 | 1.158E-06  | 18.62 | 0.05  | 2.13554E-05                                     |
| 686       | 182.51        | 0.5             | 25                    | 2.25652E-05 | 4.1184E-06 | 25.82 | 0.04  | 0.000105312                                     |
| 688       | 143.59        | 0.5             | 24                    | 2.03173E-05 | 2.9174E-06 | 25.82 | 0.04  | 7.4601E-05                                      |
| 690       | 250.68        | 0.5             | 23                    | 1.84663E-05 | 4.6291E-06 | 25.82 | 0.04  | 0.000118373                                     |
| 691       | 68.69         | 0.5             | 22                    | 1.69367E-05 | 1.1634E-06 | 25.82 | 0.04  | 2.97493E-05                                     |
| 693       | 119.51        | 0.7             | 21                    | 1.56704E-05 | 1.8728E-06 | 31.86 | 0.03  | 5.9099E-05                                      |
| 695       | 222.41        | 0.7             | 20                    | 1.46223E-05 | 3.2522E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000102628                                     |
| 697       | 64.12         | 0.7             | 19                    | 1.37575E-05 | 8.8213E-07 | 31.86 | 0.03  | 2.78373E-05                                     |
| 699       | 75.55         | 0.7             | 18                    | 1.30487E-05 | 9.8583E-07 | 31.86 | 0.03  | 3.11097E-05                                     |
| 701       | 59.72         | 0.7             | 17                    | 0.0000114   | 6.8081E-07 | 31.86 | 0.03  | 2.14842E-05                                     |
| 705       | 340.2         | 0.5             | 15                    | 0.0000114   | 3.8783E-06 | 25.82 | 0.04  | 9.91729E-05                                     |
| 720       | 281.88        | 0.8             | 12                    | 0.0000114   | 3.2134E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000117419                                     |
| 722       | 403.25        | 0.8             | 11                    | 0.0000114   | 4.5971E-06 | 36.89 | 0.03  | 0.000167976                                     |
| 723       | 146.1         | 0.8             | 10                    | 0.0000114   | 1.6655E-06 | 36.89 | 0.03  | 6.08587E-05                                     |
| 728       | 173.45        | 0.7             | 7                     | 0.0000114   | 1.9773E-06 | 31.86 | 0.03  | 6.23985E-05                                     |
| 730       | 255.64        | 0.7             | 6                     | 0.0000114   | 2.9143E-06 | 31.86 | 0.03  | 9.19663E-05                                     |
| 732       | 184.16        | 0.7             | 5                     | 0.0000114   | 2.0994E-06 | 31.86 | 0.03  | 6.62514E-05                                     |
| 734       | 99.73         | 0.7             | 4                     | 0.0000114   | 1.1369E-06 | 31.86 | 0.03  | 3.58778E-05                                     |
| 736       | 159.89        | 0.7             | 3                     | 1.45038E-05 | 2.319E-06  | 31.86 | 0.03  | 7.31808E-05                                     |
| 738       | 225.48        | 0.7             | 2                     | 1.57289E-05 | 3.5466E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000111919                                     |
| 740       | 151.32        | 0.7             | 1                     | 1.80678E-05 | 2.734E-06  | 31.86 | 0.03  | 8.62773E-05                                     |

| № участка | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau_{\text{экспл}}$ | $\lambda$   | $\omega$   | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом элемента $f$ |
|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|------------|-------|-------|-------------------------------------------------|
| $f$       | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)    | 1/ч        | ч     | 1/ч   | $p_f$                                           |
| 742       | 146.38        | 0.7             | 30                    | 2.25652E-05 | 3.3031E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000104235                                     |
| 744       | 187.74        | 0.7             | 29                    | 2.25652E-05 | 4.2364E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000133687                                     |
| 746       | 66.79         | 0.7             | 28                    | 2.25652E-05 | 1.5071E-06 | 31.86 | 0.03  | 4.75603E-05                                     |
| 751       | 243.95        | 0.4             | 25                    | 2.25652E-05 | 5.5048E-06 | 20.44 | 0.05  | 0.000111427                                     |
| 753       | 20.83         | 0.4             | 24                    | 2.03173E-05 | 4.2321E-07 | 20.44 | 0.05  | 8.56654E-06                                     |
| 754       | 221.89        | 0.7             | 23                    | 1.84663E-05 | 4.0975E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000129304                                     |
| 756       | 116.51        | 0.4             | 22                    | 1.69367E-05 | 1.9733E-06 | 20.44 | 0.05  | 3.99432E-05                                     |
| 758       | 126.82        | 0.4             | 21                    | 1.56704E-05 | 1.9873E-06 | 20.44 | 0.05  | 4.02271E-05                                     |
| 760       | 105.11        | 0.3             | 20                    | 1.46223E-05 | 1.537E-06  | 15.97 | 0.06  | 2.43051E-05                                     |
| 766       | 322           | 0.2             | 19                    | 1.37575E-05 | 4.4299E-06 | 10.94 | 0.09  | 4.79877E-05                                     |
| 770       | 82.91         | 0.25            | 18                    | 1.30487E-05 | 1.0819E-06 | 13.40 | 0.07  | 1.43597E-05                                     |
| 774       | 56.85         | 0.4             | 17                    | 0.0000114   | 6.4809E-07 | 20.44 | 0.05  | 1.31185E-05                                     |
| 776       | 9.76          | 0.4             | 16                    | 0.0000114   | 1.1126E-07 | 20.44 | 0.05  | 2.25219E-06                                     |
| 778       | 5.61          | 0.5             | 15                    | 0.0000114   | 6.3954E-08 | 25.82 | 0.04  | 1.63539E-06                                     |
| 788       | 493.54        | 0.7             | 14                    | 0.0000114   | 5.6264E-06 | 31.86 | 0.03  | 0.000177551                                     |
| 20075     | 398.03        | 0.08            | 13                    | 0.0000114   | 4.5375E-06 | 5.59  | 0.18  | 2.50992E-05                                     |
| 20077     | 12.64         | 0.08            | 12                    | 0.0000114   | 1.441E-07  | 5.59  | 0.18  | 7.97059E-07                                     |
| 20083     | 79.47         | 0.08            | 11                    | 0.0000114   | 9.0596E-07 | 5.59  | 0.18  | 5.01125E-06                                     |
| 20103     | 19.2          | 0.2             | 10                    | 0.0000114   | 2.1888E-07 | 10.94 | 0.09  | 2.37105E-06                                     |
| 20105     | 151.03        | 0.2             | 9                     | 0.0000114   | 1.7217E-06 | 10.94 | 0.09  | 1.8651E-05                                      |
| 20107     | 92.63         | 0.2             | 8                     | 0.0000114   | 1.056E-06  | 10.94 | 0.09  | 1.14391E-05                                     |
| 20109     | 44.95         | 0.2             | 7                     | 0.0000114   | 5.1243E-07 | 10.94 | 0.09  | 5.55097E-06                                     |
| 20111     | 83.89         | 0.2             | 6                     | 0.0000114   | 9.5635E-07 | 10.94 | 0.09  | 1.03598E-05                                     |
| 24789     | 49.08         | 0.2             | 5                     | 0.0000114   | 5.5951E-07 | 10.94 | 0.09  | 6.061E-06                                       |
| 25389     | 106.87        | 0.2             | 4                     | 0.0000114   | 1.2183E-06 | 10.94 | 0.09  | 1.31976E-05                                     |
| 25707     | 116.92        | 0.3             | 3                     | 1.45038E-05 | 1.6958E-06 | 15.97 | 0.06  | 2.68167E-05                                     |
| 28433     | 89.3          | 0.4             | 2                     | 1.57289E-05 | 1.4046E-06 | 20.44 | 0.05  | 2.84315E-05                                     |
| 29755     | 67.93         | 0.2             | 1                     | 1.80678E-05 | 1.2273E-06 | 10.94 | 0.09  | 1.32954E-05                                     |
| 29771     | 236.28        | 0.15            | 37                    | 2.25652E-05 | 5.3317E-06 | 8.59  | 0.12  | 4.53851E-05                                     |
| 29773     | 81.14         | 0.1             | 36                    | 2.25652E-05 | 1.8309E-06 | 6.41  | 0.16  | 1.16158E-05                                     |
| 29775     | 83.89         | 0.1             | 35                    | 2.25652E-05 | 1.893E-06  | 6.41  | 0.16  | 1.20095E-05                                     |
| 29777     | 45.28         | 0.1             | 34                    | 2.25652E-05 | 1.0218E-06 | 6.41  | 0.16  | 6.48215E-06                                     |
| 30332     | 10            | 0.25            | 33                    | 2.25652E-05 | 2.2565E-07 | 13.40 | 0.07  | 2.9951E-06                                      |
| 63273     | 141.35        | 0.4             | 32                    | 2.25652E-05 | 3.1896E-06 | 20.44 | 0.05  | 6.4563E-05                                      |
| 63864     | 83.49         | 0.2             | 31                    | 2.25652E-05 | 1.884E-06  | 10.94 | 0.09  | 2.04083E-05                                     |
| 63866     | 138.59        | 0.2             | 30                    | 2.25652E-05 | 3.1273E-06 | 10.94 | 0.09  | 3.3877E-05                                      |
| 65596     | 27.46         | 0.1             | 29                    | 2.25652E-05 | 6.1964E-07 | 6.41  | 0.16  | 3.93109E-06                                     |
| 65654     | 138.59        | 0.2             | 28                    | 2.25652E-05 | 3.1273E-06 | 10.94 | 0.09  | 3.3877E-05                                      |
| 65656     | 10            | 0.2             | 27                    | 2.25652E-05 | 2.2565E-07 | 10.94 | 0.09  | 2.4444E-06                                      |
| 65681     | 102.96        | 0.08            | 26                    | 2.25652E-05 | 2.3233E-06 | 5.59  | 0.18  | 1.28512E-05                                     |
| 65683     | 10            | 0.35            | 25                    | 2.25652E-05 | 2.2565E-07 | 18.62 | 0.05  | 4.16123E-06                                     |
| 65685     | 93.37         | 0.08            | 24                    | 2.03173E-05 | 1.897E-06  | 5.59  | 0.18  | 1.04933E-05                                     |
| 65687     | 22.27         | 0.15            | 23                    | 1.84663E-05 | 4.1124E-07 | 8.59  | 0.12  | 3.50065E-06                                     |
| 65689     | 10            | 0.4             | 22                    | 1.69367E-05 | 1.6937E-07 | 20.44 | 0.05  | 3.4283E-06                                      |
| 65966     | 10            | 0.1             | 21                    | 1.56704E-05 | 1.567E-07  | 6.41  | 0.16  | 9.94158E-07                                     |
| 65970     | 36.42         | 0.1             | 20                    | 1.46223E-05 | 5.3255E-07 | 6.41  | 0.16  | 3.37856E-06                                     |
| 65978     | 30.17         | 0.2             | 19                    | 1.37575E-05 | 4.1506E-07 | 10.94 | 0.09  | 4.49624E-06                                     |
| 66010     | 1             | 0.5             | 18                    | 1.30487E-05 | 1.3049E-08 | 25.82 | 0.04  | 3.33673E-07                                     |
| 66021     | 20.86         | 0.1             | 17                    | 0.0000114   | 2.378E-07  | 6.41  | 0.16  | 1.50867E-06                                     |
| 66103     | 10            | 0.35            | 16                    | 0.0000114   | 1.14E-07   | 18.62 | 0.05  | 2.10227E-06                                     |
| 66113     | 10            | 0.1             | 15                    | 0.0000114   | 1.14E-07   | 6.41  | 0.16  | 7.23235E-07                                     |
| 66344     | 14.3          | 0.1             | 14                    | 0.0000114   | 1.6302E-07 | 6.41  | 0.16  | 1.03423E-06                                     |
| 66346     | 29.87         | 0.15            | 13                    | 0.0000114   | 3.4052E-07 | 8.59  | 0.12  | 2.8986E-06                                      |
| 66348     | 56.36         | 0.1             | 12                    | 0.0000114   | 6.425E-07  | 6.41  | 0.16  | 4.07615E-06                                     |
| 66499     | 46.5          | 0.15            | 11                    | 0.0000114   | 5.301E-07  | 8.59  | 0.12  | 4.51239E-06                                     |

| № участка | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau_{\text{экспл}}$ | $\lambda$   | $\omega$   | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом элемента $f$ |
|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|------------|-------|-------|-------------------------------------------------|
| $f$       | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)    | 1/ч        | ч     | 1/ч   | $p_f$                                           |
| 68875     | 45.02         | 0.25            | 10                    | 0.0000114   | 5.1323E-07 | 13.40 | 0.07  | 6.81213E-06                                     |
| 68877     | 1             | 0.25            | 9                     | 0.0000114   | 1.14E-08   | 13.40 | 0.07  | 1.51313E-07                                     |
| 68879     | 49.38         | 0.5             | 8                     | 0.0000114   | 5.6293E-07 | 25.82 | 0.04  | 1.43949E-05                                     |
| 68881     | 1             | 0.2             | 7                     | 0.0000114   | 1.14E-08   | 10.94 | 0.09  | 1.23492E-07                                     |
| 68885     | 1             | 0.4             | 3                     | 1.46223E-05 | 1.4622E-08 | 20.44 | 0.05  | 2.95983E-07                                     |
| 68887     | 1             | 0.5             | 5                     | 0.0000114   | 1.14E-08   | 25.82 | 0.04  | 2.91514E-07                                     |
| 68889     | 1             | 0.4             | 10                    | 0.0000114   | 1.14E-08   | 20.44 | 0.05  | 2.30757E-07                                     |
| 68891     | 1             | 0.7             | 15                    | 0.0000114   | 1.14E-08   | 31.86 | 0.03  | 3.59749E-07                                     |
| 68893     | 1             | 0.4             | 20                    | 1.46223E-05 | 1.4622E-08 | 20.44 | 0.05  | 2.95983E-07                                     |
| 68894     | 178.63        | 1               | 25                    | 2.25652E-05 | 4.0308E-06 | 36.38 | 0.03  | 0.000145238                                     |
| 68896     | 10            | 1               | 30                    | 2.25652E-05 | 2.2565E-07 | 36.38 | 0.03  | 8.13067E-06                                     |
| 68898     | 333.65        | 1               | 35                    | 2.25652E-05 | 7.5289E-06 | 36.38 | 0.03  | 0.00027128                                      |
| 68906     | 31.9          | 0.9             | 5                     | 0.0000114   | 3.6366E-07 | 42.05 | 0.02  | 1.51462E-05                                     |
| 68907     | 31.9          | 0.9             | 5                     | 0.0000114   | 3.6366E-07 | 42.05 | 0.02  | 1.51462E-05                                     |
| 68908     | 31.9          | 0.9             | 5                     | 0.0000114   | 3.6366E-07 | 42.05 | 0.02  | 1.51462E-05                                     |

3. Рассматриваемая ТС имеет кольцевую часть. Для определения подачи тепловой энергии потребителям при отказах участков кольцевой части сети необходимо проведение расчетов соответствующих послеаварийных гидравлических режимов.

4. Относительные расходы теплоносителя у потребителей в послеаварийных режимах приведены в таблице Таблица 12, температуры воздуха в зданиях в конце периода восстановления теплоснабжения при расчетной температуре наружного воздуха (12) – в таблице Таблица 13.

5. При расчете коэффициентов готовности  $K_j$  в множества  $F_j$  включаются элементы, при выходе которых в аварию относительный расход теплоносителя у потребителя равен (или близок) единице, а температура воздуха в зданиях равна или близка расчетной, т.е. расчетный уровень теплоснабжения потребителя не нарушается.

Например, при расчете коэффициента готовности для потребителя в узле 30331 –  $K_{30331}$  – в множество  $F_{30331}^{(1)}$  входят элементы кольцевой части сети 283, 297, 299, 301, 303, 305, 499, 501, 503, 505, 507, 509, 511, 513, 515, 516, 538, 540, 542, 550, 552, 554, 556, 558, 560, 562, 564, 566, 568, 570, 572, 574, 576, 578, 580, 582, 584, 586, 588, 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602, 604, 606, 608, 610, 628, 630, 632, 634, 636, 638, 640, 642, 644, 646, 648, 650, 652, 654, 664, 666, 668, 670, 676, 678, 686, 688, 690, 691, 28433, 68894, 68896, 68898, 68906, 68907, 68908, а также элементы 544, 546, 612, 614, 616, 672, 680, 682, 705, 720, 722, 723, 751, 760, 774, 776, 778, 788, 20075, 20077, 20083, 20103, 20105, 20107, 20109, 20111, 24789, 25389, 25707, 29755, 29771, 29773, 29775, 29777, 63273, 63864, 63866, 65596, 65654, 65656, 65681, 65683, 65685, 65687,

65689, 65966, 65970, 65978, 66010, 66021, 66103, 66113, 66344, 66346, 66348, 66499, 68875, 68877, 68879, 68881, 68885, 68887, 68889, 68891, 68893, не входящие в резервированную часть сети и в путь теплоснабжение потребителя 30331.

6. Для расчета по формуле (14) показателей  $P_j$  – вероятностей обеспечения температуры воздуха в зданиях в течение отопительного периода не ниже  $t_{j\min}^B$  – сначала определяются температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  (формулы (15) и (15)), при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя. Их значения приведены в таблице Таблица 14. Продолжительности стояния этих температур  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$ , определенные по правилам и зависимостям, изложенным в п. 9.4 раздела 2, приведены в таблице Таблица 15.

#### *Пример расчета $P_j$ для потребителя в узле 30331*

Из таблицы Таблица 13 следует, что при расчетной температуре наружного воздуха температура воздуха в здании потребителя 30331 опускается ниже минимально допустимого значения при отказах участков 518, 520, 522, 524, 526, 528, 530, 532, 534, 536, 693, 695, 697, 699, 701, 728, 730, 732, 734, 736, 738, 740, 742, 744, 746, 753, 754, 756, 758, 766, 770, 30332. Это элементы, которые оказывают влияние на значение показателя  $P_{30331}$ .

Температуры  $t_{30331,f}^{\text{пав}}$  (равенства временного резерва потребителя 30331 и времени восстановления отказавших элементов сети) составляют: для элементов 518, 520, 522, 524, 526, 528, 530, 532, 534, 536, 693, 695, 697, 699, 701, 728, 730, 732, 734, 736, 738, 740, 742, 744, 746, 753, 754, 756, 758, 766, 770, 30332 – значения между  $+8^\circ\text{C}$  и  $t^{\text{нр}}$ ; для остальных элементов –  $t^{\text{нр}}$  (таблица Таблица 14). Элементов, для которых значения  $t_{30331,f}^{\text{пав}}$  равны или превышают  $+8^\circ\text{C}$ , нет.

$$\begin{aligned}
 P_{30331} &= e^{-\left[\sum_{f \in F_{30331}^{(2)}} (\omega_f \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,f}^{\text{пав}})\right]} \\
 &= e^{-\left[\omega_{518} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,518}^{\text{пав}} + \omega_{520} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,520}^{\text{пав}} + \omega_{522} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,522}^{\text{пав}} + \dots + \omega_{766} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,766}^{\text{пав}} + \omega_{770} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,770}^{\text{пав}} + \right. \\
 &\quad \left. + \omega_{30332} \cdot p_0 \cdot \tau_{30331,30332}^{\text{пав}}\right]} \\
 &= e^{-\left[\begin{aligned} &2,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 1320 + 3,63 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 1146 + 3,71 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 1146 + \dots + \\ &+ 4,43 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 15 + 1,08 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 369 + 2,26 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9904 \cdot 369 \end{aligned}\right]} = e^{-[0,16676]} = 0,8464
 \end{aligned}$$

Таблица 12. Относительные расходы теплоносителя у потребителей в послеаварийных режимах

[illegible]





| Режим № | № отказавшего участка, <i>f</i> | № потребителя, <i>j</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                                 | 30331                   | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 148.    | 65656                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 149.    | 65681                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 150.    | 65683                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  |
| 151.    | 65685                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 152.    | 65687                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 153.    | 65689                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.03  | 0.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.04  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  |
| 154.    | 65966                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 155.    | 65970                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 0.00  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.00  | 1.00  | 1.01  |
| 156.    | 65978                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 157.    | 66010                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.04  | 1.04  | 1.04  | 0.00  | 1.05  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.04  | 1.01  | 1.02  | 1.03  | 1.04  | 1.04  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.03  |
| 158.    | 66021                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  |
| 159.    | 66103                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 160.    | 66113                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 161.    | 66344                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 162.    | 66346                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 163.    | 66348                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 164.    | 66499                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 165.    | 68875                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 166.    | 68877                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 167.    | 68879                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 168.    | 68881                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  |
| 169.    | 68885                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.03  | 1.03  | 1.05  | 1.05  | 1.05  | 1.04  | 1.04  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.03  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.03  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.04  |
| 170.    | 68887                           | 1.03                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.03  | 1.02  | 1.03  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.03  | 1.02  | 1.02  |
| 171.    | 68889                           | 1.03                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.03  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 0.00  | 1.02  | 1.01  |
| 172.    | 68891                           | 1.02                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 0.00  | 1.01  |
| 173.    | 68893                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.03  | 1.02  | 1.03  | 1.03  | 1.02  | 1.02  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.03  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 0.00  |
| 174.    | 68894                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 175.    | 68896                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 176.    | 68898                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 177.    | 68906                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 178.    | 68907                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 179.    | 68908                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |



Таблица 13. Температуры воздуха в зданиях после ликвидации аварийных ситуаций (°C) при  $t^{нр}$

| Режим № | № отказавшего участка, <i>f</i> | № потребителя, <i>j</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                                 | 30331                   | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 1.      | Без аварий                      | 20                      | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 2.      | 283                             | 20                      | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 3.      | 297                             | 19.09                   | 18.93 | 19.09 | 19.09 | 19.11 | 19.09 | 19.14 | 19.10 | 19.09 | 19.05 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.08 | 19.08 | 19.11 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 |
| 4.      | 299                             | 19.18                   | 19.03 | 19.18 | 19.18 | 19.20 | 19.18 | 19.22 | 19.19 | 19.18 | 19.14 | 19.18 | 19.19 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.17 | 19.17 | 19.19 | 19.17 | 19.19 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 | 19.18 |
| 5.      | 301                             | 19.09                   | 18.93 | 19.09 | 19.09 | 19.11 | 19.09 | 19.14 | 19.10 | 19.09 | 19.05 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.08 | 19.08 | 19.11 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 | 19.09 |
| 6.      | 303                             | 19.10                   | 20.09 | 19.10 | 19.09 | 19.11 | 19.10 | 19.14 | 19.10 | 19.10 | 19.05 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.08 | 19.08 | 19.11 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 7.      | 305                             | 19.10                   | 20.09 | 19.10 | 19.09 | 19.11 | 19.10 | 19.14 | 19.10 | 19.10 | 19.05 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.08 | 19.08 | 19.11 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 8.      | 499                             | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 9.      | 501                             | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 10.     | 503                             | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 11.     | 505                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 12.     | 507                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 13.     | 509                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 14.     | 511                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 15.     | 513                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 16.     | 515                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 17.     | 516                             | 19.36                   | 19.80 | 19.36 | 19.35 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.30 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.38 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 | 19.36 |
| 18.     | 518                             | 3.26                    | 20.08 | 2.94  | 2.95  | 3.27  | 4.02  | 3.33  | 4.43  | 4.63  | 10.61 | 10.90 | 11.15 | 14.58 | 14.84 | 19.79 | 3.29  | 3.25  | 3.25  | 3.26  | 16.78 | 19.32 | 18.14 | 17.67 | 16.08 | 11.41 | 3.26  | 3.26  | 3.26  | 6.57  |
| 19.     | 520                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 20.     | 522                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 21.     | 524                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 22.     | 526                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 23.     | 528                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 24.     | 530                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 25.     | 532                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 | 19.32 | 18.15 | 17.69 | 16.12 | 11.53 | 3.86  | 3.86  | 3.86  | 6.90  |
| 26.     | 534                             | 3.86                    | 20.04 | 20.35 | 20.34 | 3.88  | 4.55  | 3.80  | 4.92  | 5.10  | 10.78 | 11.03 | 11.27 | 14.63 | 14.89 | 19.78 | 3.90  | 3.87  | 3.87  | 3.90  | 16.81 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890   | 68892 |
| 48.     | 580                      | 19.63            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.61 | 18.82 | 19.64 | 18.48 | 18.30 | 14.57 | 14.49 | 14.37 | 13.75 | 13.71 | 20.34 | 19.65 | 19.62 | 19.63 | 19.66 | 13.38 | 20.63 | 21.23 | 21.42 | 13.51 | 14.24 | 19.63 | 19.63 | 19.63   | 16.95 |
| 49.     | 582                      | 19.64            | 20.00 | 20.00 | 19.99 | 19.65 | 18.87 | 19.64 | 18.54 | 18.36 | 14.83 | 14.80 | 14.69 | 14.14 | 14.10 | 20.32 | 19.65 | 19.64 | 19.65 | 19.66 | 21.75 | 20.60 | 21.19 | 21.38 | 13.90 | 14.57 | 19.64 | 19.64 | 19.64   | 17.09 |
| 50.     | 584                      | 19.64            | 20.00 | 20.00 | 19.99 | 19.65 | 18.87 | 19.64 | 18.54 | 18.36 | 14.83 | 14.80 | 14.69 | 14.14 | 14.10 | 20.32 | 19.65 | 19.64 | 19.65 | 19.66 | 21.75 | 20.60 | 21.19 | 21.38 | 13.90 | 14.57 | 19.64 | 19.64 | 19.64   | 17.09 |
| 51.     | 586                      | 19.66            | 20.00 | 20.00 | 19.99 | 19.65 | 18.95 | 19.64 | 18.65 | 18.49 | 15.50 | 15.37 | 15.28 | 14.84 | 14.81 | 20.29 | 19.65 | 19.66 | 19.65 | 19.66 | 21.63 | 20.55 | 21.10 | 21.29 | 21.86 | 15.18 | 19.66 | 19.66 | 19.66   | 17.35 |
| 52.     | 588                      | 19.66            | 20.00 | 20.00 | 19.99 | 19.65 | 18.95 | 19.64 | 18.65 | 18.49 | 15.50 | 15.37 | 15.28 | 14.84 | 14.81 | 20.29 | 19.65 | 19.66 | 19.65 | 19.66 | 21.63 | 20.55 | 21.10 | 21.29 | 21.86 | 15.18 | 19.66 | 19.66 | 19.66   | 17.35 |
| 53.     | 590                      | 19.66            | 20.00 | 20.00 | 19.99 | 19.65 | 18.95 | 19.64 | 18.65 | 18.49 | 15.50 | 15.37 | 15.28 | 14.84 | 14.81 | 20.29 | 19.65 | 19.66 | 19.65 | 19.66 | 21.63 | 20.55 | 21.10 | 21.29 | 21.86 | 15.18 | 19.66 | 19.66 | 19.66   | 17.35 |
| 54.     | 592                      | 19.67            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.65 | 19.00 | 19.64 | 18.73 | 18.57 | 15.76 | 15.70 | 15.62 | 15.24 | 22.11 | 20.27 | 19.65 | 19.66 | 19.68 | 19.71 | 21.55 | 20.51 | 21.04 | 21.21 | 21.78 | 15.53 | 19.67 | 19.67 | 19.67   | 17.51 |
| 55.     | 594                      | 19.84            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.54 | 19.80 | 19.41 | 19.35 | 18.25 | 18.30 | 18.28 | 21.03 | 21.00 | 20.11 | 19.86 | 19.82 | 19.84 | 19.84 | 20.71 | 20.21 | 20.46 | 20.54 | 20.82 | 18.26 | 19.84 | 19.84 | 19.84   | 18.92 |
| 56.     | 596                      | 19.84            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.54 | 19.80 | 19.41 | 19.35 | 18.25 | 18.30 | 18.28 | 21.03 | 21.00 | 20.11 | 19.86 | 19.82 | 19.84 | 19.84 | 20.71 | 20.21 | 20.46 | 20.54 | 20.82 | 18.26 | 19.84 | 19.84 | 19.84   | 18.92 |
| 57.     | 598                      | 19.84            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.54 | 19.80 | 19.41 | 19.35 | 18.25 | 18.30 | 18.28 | 21.03 | 21.00 | 20.11 | 19.86 | 19.82 | 19.84 | 19.84 | 20.71 | 20.21 | 20.46 | 20.54 | 20.82 | 18.26 | 19.84 | 19.84 | 19.84   | 18.92 |
| 58.     | 600                      | 19.84            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.54 | 19.80 | 19.41 | 19.35 | 18.25 | 18.30 | 18.28 | 21.03 | 21.00 | 20.11 | 19.86 | 19.82 | 19.84 | 19.84 | 20.71 | 20.21 | 20.46 | 20.54 | 20.82 | 18.26 | 19.84 | 19.84 | 19.84   | 18.92 |
| 59.     | 602                      | 19.84            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.54 | 19.80 | 19.41 | 19.35 | 18.25 | 18.30 | 18.28 | 21.03 | 21.00 | 20.11 | 19.86 | 19.82 | 19.84 | 19.84 | 20.71 | 20.21 | 20.46 | 20.54 | 20.82 | 18.26 | 19.84 | 19.84 | 19.84   | 18.92 |
| 60.     | 604                      | 20.03            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.10 | 20.00 | 20.12 | 20.13 | 20.26 | 20.27 | 20.27 | 19.79 | 19.80 | 19.98 | 20.06 | 20.02 | 20.05 | 20.05 | 19.86 | 19.96 | 19.91 | 19.89 | 19.84 | 19.73 | 20.04 | 20.04 | 20.04   | 20.20 |
| 61.     | 606                      | 20.03            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.10 | 20.00 | 20.12 | 20.13 | 20.26 | 20.27 | 20.27 | 19.79 | 19.80 | 19.98 | 20.06 | 20.02 | 20.05 | 20.05 | 19.86 | 19.96 | 19.91 | 19.89 | 19.84 | 19.73 | 20.04 | 20.04 | 20.04   | 20.20 |
| 62.     | 608                      | 20.06            | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.08 | 20.17 | 20.12 | 20.21 | 20.22 | 20.40 | 20.45 | 19.53 | 19.64 | 19.65 | 19.97 | 20.06 | 20.06 | 20.07 | 20.10 | 19.77 | 19.93 | 19.85 | 19.82 | 19.72 | 19.53 | 20.06 | 20.06 | 20.06   | 20.34 |
| 63.     | 610                      | 20.06            | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.08 | 20.17 | 20.12 | 20.21 | 20.22 | 20.40 | 20.45 | 19.53 | 19.64 | 19.65 | 19.97 | 20.06 | 20.06 | 20.07 | 20.10 | 19.77 | 19.93 | 19.85 | 19.82 | 19.72 | 19.53 | 20.06 | 20.06 | 20.06   | 20.34 |
| 64.     | 612                      | 20.04            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.10 | 20.00 | 20.11 | 20.13 | 20.20 | 6.66  | 20.25 | 20.20 | 20.19 | 20.02 | 20.04 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.14 | 20.04 | 20.09 | 20.10 | 20.16 | 20.25 | 20.04 | 20.04 | 20.04   | 20.19 |
| 65.     | 614                      | 20.04            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.10 | 20.00 | 20.11 | 20.13 | 20.20 | 6.66  | 20.25 | 20.20 | 20.19 | 20.02 | 20.04 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.14 | 20.04 | 20.09 | 20.10 | 20.16 | 20.25 | 20.04 | 20.04 | 20.04   | 20.19 |
| 66.     | 616                      | 20.04            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.10 | 20.00 | 20.11 | 20.13 | 20.20 | 6.66  | 20.25 | 20.20 | 20.19 | 20.02 | 20.04 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.14 | 20.04 | 20.09 | 20.10 | 20.16 | 20.25 | 20.04 | 20.04 | 20.04   | 20.19 |
| 67.     | 628                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.49 | 20.53 | 20.93 | 18.84 | 18.85 | 19.14 | 19.17 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.34 | 18.85 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 68.     | 630                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.49 | 20.53 | 20.93 | 18.84 | 18.85 | 19.14 | 19.17 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.34 | 18.85 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 69.     | 632                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.49 | 20.53 | 20.93 | 18.84 | 18.85 | 19.14 | 19.17 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.34 | 18.85 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 70.     | 634                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.50 | 20.54 | 18.81 | 18.83 | 18.83 | 19.13 | 19.16 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.33 | 18.84 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 71.     | 636                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.50 | 20.54 | 18.81 | 18.83 | 18.83 | 19.13 | 19.16 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.33 | 18.84 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 72.     | 638                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.50 | 20.54 | 18.81 | 18.83 | 18.83 | 19.13 | 19.16 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.33 | 18.84 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 73.     | 640                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.50 | 20.54 | 18.81 | 18.83 | 18.83 | 19.13 | 19.16 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.33 | 18.84 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 74.     | 642                      | 20.16            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.15 | 20.40 | 20.12 | 20.50 | 20.54 | 18.81 | 18.83 | 18.83 | 19.13 | 19.16 | 19.93 | 20.17 | 20.15 | 20.17 | 20.20 | 19.44 | 19.85 | 19.65 | 19.58 | 19.33 | 18.84 | 20.16 | 20.16 | 20.16   | 20.79 |
| 75.     | 644                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 76.     | 646                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 77.     | 648                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 78.     | 650                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 79.     | 652                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 80.     | 654                      | 20.13            | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.13 | 20.33 | 20.10 | 20.41 | 20.44 | 19.02 | 19.03 | 19.04 | 19.28 | 19.31 | 19.94 | 20.14 | 20.12 | 20.14 | 20.16 | 19.53 | 19.87 | 19.71 | 19.65 | 19.45 | 19.04 | 20.13 | 20.13 | 20.13   | 20.66 |
| 81.     | 664                      | 20.31            | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.29 | 20.71 | 20.30 | 20.86 | 20.92 | 17.70 | 17.79 | 17.82 | 18.46 | 18.52 | 19.89 | 20.29 | 20.30 | 20.31 | 20.32 | 19.02 | 19.75 | 19.40 | 19.27 | 18.84 | 17.84 | 20.31 | 20.31 | 20.31   | 17.51 |
| 82.     | 666                      | 20.37            | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.35 | 20.86 | 20.36 | 21.04 | 21.11 | 17.22 | 17.33 | 17.36 | 18.13 | 18.21 | 19.86 | 20.35 | 20.36 | 20.37 | 20.39 | 18.82 | 19.69 | 19.28 | 19.11 | 18.59 | 17.39 | 20.37 | 20.37 | 20.37   | 16.98 |
| 83.     | 668                      | 20.37            | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.35 | 20.86 | 20.36 | 21.04 | 21.11 | 17.22 | 17.33 | 17.36 | 18.13 | 18.21 | 19.86 | 20.35 | 20.36 | 20.37 | 20.39 | 18.82 | 19.69 | 19.28 | 19.11 | 18.59 | 17.39 | 20.37 | 20.37 | 20.37   | 16.98 |
| 84.     | 670                      | 20.37            | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.35 | 20.86 | 20.36 | 21.04 | 21.11 | 17.22 | 17.33 | 17.36 | 18.13 | 18.21 | 19.86 | 20.35 | 20.36 | 20.37 | 20.39 | 18.82 | 19.69 | 19.28 | 19.11 | 18.59 | 17.39 | 20.37 | 20.37 | 20.37   | 16.98 |
| 85.     | 672                      | 20.13            | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.13 | 20.31 | 20.10 | 20.38 | 5.57  | 20.22 | 20.26 | 20.26 | 20.21 | 20.20 | 20.03 | 20.14 | 20.12 | 20.12 | 20.16 | 20.14 | 20.05 | 20.10 | 20.11 | 20.16 | 20.25 | 20.13 | 20.13 | 20.13</ |       |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 98.     | 701                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | -0.60 | 20.40 | -0.60 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.25 | 20.25 | 20.21 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.16 | 20.08 | 20.12 | 20.13 | 20.17 | 20.25 | 20.52 | -0.60 | 20.45 | 20.31 |
| 99.     | 705                      | 20.48            | 20.00 | 20.08 | 20.08 | 20.46 | 20.37 | 20.48 | 20.35 | 20.34 | 20.13 | 20.23 | 20.23 | 20.19 | 20.18 | 20.06 | 20.46 | 20.47 | 20.47 | 20.49 | 20.14 | 20.07 | 20.11 | 20.11 | 20.16 | 20.23 | 2.51  | 20.48 | 20.41 | 20.29 |
| 100.    | 720                      | 20.35            | 20.00 | 20.07 | 20.05 | 20.35 | 20.31 | 20.31 | 20.30 | 20.29 | 20.17 | 20.20 | 20.20 | 20.16 | 20.16 | 20.05 | 20.38 | 20.34 | 20.36 | 20.38 | 20.12 | 20.06 | 20.09 | 20.10 | 20.13 | 20.20 | 20.35 | 20.35 | -2.97 | 20.25 |
| 101.    | 722                      | 20.35            | 20.00 | 20.07 | 20.05 | 20.35 | 20.31 | 20.31 | 20.30 | 20.29 | 20.17 | 20.20 | 20.20 | 20.16 | 20.16 | 20.05 | 20.38 | 20.34 | 20.36 | 20.38 | 20.12 | 20.06 | 20.09 | 20.10 | 20.13 | 20.20 | 20.35 | 20.35 | -2.97 | 20.25 |
| 102.    | 723                      | 20.35            | 20.00 | 20.07 | 20.05 | 20.35 | 20.31 | 20.31 | 20.30 | 20.29 | 20.17 | 20.20 | 20.20 | 20.16 | 20.16 | 20.05 | 20.38 | 20.34 | 20.36 | 20.38 | 20.12 | 20.06 | 20.09 | 20.10 | 20.13 | 20.20 | 20.35 | 20.35 | -2.97 | 20.25 |
| 103.    | 728                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | -0.60 | 20.40 | -0.60 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.25 | 20.25 | 20.21 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.16 | 20.08 | 20.12 | 20.13 | 20.17 | 20.25 | 20.52 | -0.60 | 20.45 | 20.31 |
| 104.    | 730                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | -0.60 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.25 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 105.    | 732                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 106.    | 734                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 107.    | 736                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 108.    | 738                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 109.    | 740                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 110.    | 742                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 111.    | 744                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 112.    | 746                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 113.    | 751                      | 20.03            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.05 | 5.57  | 5.57  | 5.57  | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.03 | 20.02 | 20.01 |
| 114.    | 753                      | 5.57             | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.35 | 20.26 | 20.40 | 20.25 | 20.24 | 20.11 | 20.16 | 20.16 | 20.13 | 20.13 | 20.04 | 5.57  | 20.39 | 20.41 | 20.40 | 20.10 | 20.05 | 20.08 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.34 | 5.57  | 20.29 | 20.20 |
| 115.    | 754                      | -0.60            | 20.00 | 20.09 | 20.08 | 20.50 | 20.39 | 20.56 | 20.38 | 20.37 | 20.16 | 20.24 | 20.25 | 20.20 | 20.20 | 20.06 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | -0.60 | 20.15 | 20.08 | 20.11 | 20.11 | 20.17 | 20.24 | 20.51 | -0.60 | 20.44 | 20.31 |
| 116.    | 756                      | 5.57             | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.35 | 20.26 | 20.40 | 20.25 | 20.24 | 20.11 | 20.16 | 20.16 | 20.13 | 20.13 | 20.04 | 20.43 | 20.39 | 20.41 | 20.40 | 20.10 | 20.05 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.33 | 5.57  | 20.29 | 20.20 |
| 117.    | 758                      | 5.57             | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.35 | 20.26 | 20.40 | 20.25 | 20.24 | 20.11 | 20.16 | 20.16 | 20.13 | 20.13 | 20.04 | 20.43 | 20.39 | 20.41 | 20.40 | 20.10 | 20.05 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.33 | 5.57  | 20.29 | 20.20 |
| 118.    | 760                      | 20.39            | 20.00 | 20.04 | 20.04 | 20.23 | 20.18 | 20.24 | 20.17 | 20.16 | 20.09 | 20.11 | 20.11 | 20.09 | 20.09 | 20.03 | 20.27 | 20.27 | 20.28 | 20.29 | 20.07 | 20.03 | 20.05 | 20.06 | 20.08 | 20.11 | 20.23 | 8.32  | 20.20 | 20.14 |
| 119.    | 766                      | 11.67            | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.04 | 20.02 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.03 | 20.06 | 20.03 | 20.02 |
| 120.    | 770                      | 9.99             | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.07 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.00 | 20.07 | 20.05 | 20.06 | 20.06 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.04 | 20.08 | 20.03 | 20.02 |
| 121.    | 774                      | 20.03            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.05 | 5.57  | 5.57  | 5.57  | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.03 | 20.02 | 20.01 |
| 122.    | 776                      | 20.03            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.05 | 5.57  | 5.57  | 20.04 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 |
| 123.    | 778                      | 20.13            | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.12 | 20.29 | 20.12 | 20.35 | 20.38 | 20.66 | 20.71 | 20.71 | 2.51  | 20.88 | 20.11 | 20.12 | 20.13 | 20.12 | 20.15 | 20.62 | 20.20 | 20.41 | 20.47 | 20.72 | 20.71 | 20.13 | 20.13 | 20.13 | 20.56 |
| 124.    | 788                      | 20.31            | 20.00 | 20.06 | 20.05 | 20.32 | 20.28 | 20.28 | 20.26 | 20.26 | 20.16 | 20.18 | 20.18 | 20.14 | 20.14 | 20.04 | 20.34 | 20.30 | 20.32 | 20.35 | 20.11 | 20.05 | 20.08 | 20.09 | 20.12 | 20.17 | 20.31 | 20.31 | -0.60 | 20.22 |
| 125.    | 20075                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 126.    | 20077                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 127.    | 20083                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 128.    | 20103                    | 20.02            | 20.00 | 11.67 | 11.67 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 |
| 129.    | 20105                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 130.    | 20107                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 131.    | 20109                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 132.    | 20111                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 133.    | 24789                    | 20.01            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.05 | 20.06 | 20.06 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 11.67 | 20.02 | 20.05 | 20.05 | 20.07 | 20.05 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.04 |
| 134.    | 25389                    | 20.01            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.06 | 20.06 | 20.06 | 20.07 | 11.67 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.05 | 20.02 | 20.03 | 20.04 | 20.06 | 20.06 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.04 |
| 135.    | 25707                    | 20.01            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.07 | 8.32  | 20.05 | 20.05 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.03 | 20.04 | 20.01 | 20.03 | 20.02 | 20.04 | 20.07 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.05 |
| 136.    | 28433                    | 20               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

| Режим № | № отказавшего участка, <i>f</i> | № потребителя, <i>j</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                                 | 30331                   | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 148.    | 65656                           | 20.00                   | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 149.    | 65681                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 150.    | 65683                           | 20.14                   | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.15 | 6.66  | 20.18 | 20.31 | 20.30 | 20.20 | 20.19 | 20.19 | 20.16 | 20.15 | 20.03 | 20.13 | 20.13 | 20.15 | 20.15 | 20.11 | 20.04 | 20.08 | 20.08 | 20.12 | 20.19 | 20.14 | 20.14 | 20.14 | 20.25 |
| 151.    | 65685                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 152.    | 65687                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 13.33 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 |
| 153.    | 65689                           | 20.13                   | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.13 | 20.31 | 20.10 | 20.38 | 5.57  | 20.22 | 20.26 | 20.26 | 20.21 | 20.20 | 20.03 | 20.14 | 20.12 | 20.12 | 20.16 | 20.14 | 20.05 | 20.10 | 20.11 | 20.16 | 20.25 | 20.13 | 20.13 | 20.13 | 20.34 |
| 154.    | 65966                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 155.    | 65970                           | 20.02                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.04 | 20.00 | 20.04 | 20.05 | 20.08 | 14.94 | 20.10 | 20.08 | 20.07 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.05 | 20.02 | 20.03 | 20.04 | 20.06 | 20.09 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.07 |
| 156.    | 65978                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 11.67 | 20.04 | 20.04 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.05 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.04 |
| 157.    | 66010                           | 20.13                   | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.12 | 20.29 | 20.12 | 20.35 | 20.38 | 20.66 | 20.71 | 20.71 | 2.51  | 20.88 | 20.11 | 20.12 | 20.13 | 20.12 | 20.15 | 20.62 | 20.20 | 20.41 | 20.47 | 20.72 | 20.71 | 20.13 | 20.13 | 20.13 | 20.56 |
| 158.    | 66021                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 14.94 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.04 | 20.04 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.03 |
| 159.    | 66103                           | 20.01                   | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.04 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 6.66  | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.04 | 20.05 | 20.06 | 20.06 | 20.06 | 20.05 | 20.04 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.03 |
| 160.    | 66113                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 161.    | 66344                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 162.    | 66346                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 13.33 | 20.02 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 |
| 163.    | 66348                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 164.    | 66499                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.04 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 13.33 | 20.02 | 20.04 | 20.04 | 20.05 | 20.04 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.03 |
| 165.    | 68875                           | 20.02                   | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.07 | 20.07 | 20.05 | 20.03 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.09 | 9.99  | 20.09 | 20.09 | 20.08 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.05 |
| 166.    | 68877                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.03 | 20.07 | 20.03 | 9.99  | 20.07 | 20.06 | 20.05 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.03 |
| 167.    | 68879                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.02 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.02 | 20.03 | 2.51  | 20.03 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 |
| 168.    | 68881                           | 20.02                   | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.02 | 20.04 | 20.00 | 20.04 | 20.05 | 20.06 | 20.09 | 20.09 | 20.11 | 20.11 | 20.02 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.11 | 20.03 | 20.07 | 20.08 | 11.67 | 20.09 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.07 |
| 169.    | 68885                           | 20.14                   | 20.00 | 20.04 | 20.03 | 20.13 | 20.32 | 20.10 | 20.39 | 20.42 | 20.66 | 20.76 | 20.77 | 20.63 | 20.61 | 20.08 | 20.14 | 20.14 | 20.14 | 20.16 | 20.44 | 20.14 | 20.29 | 20.34 | 20.50 | 5.57  | 20.14 | 20.14 | 20.14 | 20.62 |
| 170.    | 68887                           | 20.48                   | 20.00 | 20.08 | 20.08 | 20.46 | 20.37 | 20.48 | 20.35 | 20.34 | 20.13 | 20.23 | 20.23 | 20.19 | 20.18 | 20.06 | 20.46 | 20.47 | 20.47 | 20.49 | 20.14 | 20.07 | 20.11 | 20.11 | 20.16 | 20.23 | 2.51  | 20.48 | 20.41 | 20.29 |
| 171.    | 68889                           | 20.48                   | 20.00 | 20.05 | 20.05 | 20.29 | 20.22 | 20.30 | 20.21 | 20.20 | 20.11 | 20.14 | 20.14 | 20.11 | 20.11 | 20.03 | 20.34 | 20.33 | 20.35 | 20.36 | 20.08 | 20.04 | 20.06 | 20.07 | 20.09 | 20.14 | 20.28 | 5.57  | 20.24 | 20.17 |
| 172.    | 68891                           | 20.31                   | 20.00 | 20.06 | 20.05 | 20.32 | 20.28 | 20.28 | 20.26 | 20.26 | 20.16 | 20.18 | 20.18 | 20.14 | 20.14 | 20.04 | 20.34 | 20.30 | 20.32 | 20.35 | 20.11 | 20.05 | 20.08 | 20.09 | 20.12 | 20.17 | 20.31 | 20.31 | -0.60 | 20.22 |
| 173.    | 68893                           | 20.12                   | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.13 | 20.29 | 20.10 | 20.35 | 20.38 | 20.33 | 20.42 | 20.41 | 20.33 | 20.32 | 20.05 | 20.14 | 20.12 | 20.12 | 20.12 | 20.23 | 20.08 | 20.15 | 20.17 | 20.26 | 20.41 | 20.12 | 20.12 | 20.12 | 5.57  |
| 174.    | 68894                           | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 175.    | 68896                           | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 176.    | 68898                           | 19.36                   | 19.80 | 19.37 | 19.36 | 19.35 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.31 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.40 | 19.36 | 19.39 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 177.    | 68906                           | 20                      | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 178.    | 68907                           | 20                      | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 179.    | 68908                           | 20                      | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |

Таблица 14. Температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{рав}}$ , при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------|--------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         |                          | 30331            | 65595  | 65653  | 65655  | 65680  | 65682  | 65684  | 65686  | 65688  | 65965  | 65969  | 65977  | 66009  | 66020  | 66102  | 66112  | 66343  | 66345  | 66347  | 66498  | 68874  | 68876  | 68878  | 68880  | 68884  | 68886  | 68888  | 68890  | 68892  |
| 1.      | Без аварий               |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.      | 283                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 3.      | 297                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 4.      | 299                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 5.      | 301                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 6.      | 303                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 7.      | 305                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 8.      | 499                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 9.      | 501                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 10.     | 503                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 11.     | 505                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 12.     | 507                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 13.     | 509                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 14.     | 511                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 15.     | 513                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 16.     | 515                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 17.     | 516                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 18.     | 518                      | -10.96           | -30.00 | -10.28 | -10.29 | -10.99 | -12.63 | -11.12 | -13.51 | -13.95 | -26.96 | -27.61 | -28.16 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -11.04 | -10.95 | -10.94 | -10.96 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.73 | -10.97 | -10.96 | -10.97 | -18.19 |
| 19.     | 520                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 20.     | 522                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 21.     | 524                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 22.     | 526                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 23.     | 528                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 24.     | 530                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 25.     | 532                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 26.     | 534                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 27.     | 536                      | -12.27           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.32 | -13.78 | -12.14 | -14.58 | -14.98 | -27.34 | -27.89 | -28.41 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -12.37 | -12.30 | -12.29 | -12.36 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.98 | -12.28 | -12.28 | -12.29 | -18.89 |
| 28.     | 538                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -27.72 | -27.18 | -26.65 | -23.45 | -23.30 | -20.06 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -22.19 | -20.46 | -21.32 | -21.64 | -22.60 | -26.10 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 29.     | 540                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -27.72 | -27.18 | -26.65 | -23.45 | -23.30 | -20.06 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -22.19 | -20.46 | -21.32 | -21.64 | -22.60 | -26.10 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 30.     | 542                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -27.72 | -27.18 | -26.65 | -23.45 | -23.30 | -20.06 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -22.19 | -20.46 | -21.32 | -21.64 | -22.60 | -26.10 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 31.     | 544                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -9.99  | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 32.     | 546                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -9.99  | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 33.     | 550                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -29.91 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.90 | -27.19 | -28.05 | -28.36 | -29.28 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 34.     | 552                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -29.91 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.90 | -27.19 | -28.05 | -28.36 | -29.28 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 35.     | 554                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -29.91 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -28.90 | -27.19 | -28.05 | -28.36 | -29.28 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 36.     | 556                      | -30.00           | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -29.68 | -27.97 | -28.84 | -29.14 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 | -30.00 |
| 37.     | 558                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 38.     | 560                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 39.     | 562                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 40.     | 564                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 41.     | 566                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 42.     | 568                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 43.     | 570                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 44.     | 572                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 45.     | 574                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 46.     | 576                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 47.     | 578                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    | -30    |
| 48.     | 580                      | -30              | -30    | -30    | -30    | -30    | -3     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |







[illegible]



Таблица 15. Продолжительности стояния  $\tau_{j,f}^{рав}$  температур  $t_{j,f}^{рав}$  в течение отопительного периода

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 1.      | Без аварий               |                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2.      | 283                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 3.      | 297                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 4.      | 299                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5.      | 301                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 6.      | 303                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 7.      | 305                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 8.      | 499                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 9.      | 501                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10.     | 503                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 11.     | 505                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 12.     | 507                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13.     | 509                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 14.     | 511                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 15.     | 513                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 16.     | 515                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 17.     | 516                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 18.     | 518                      | 1320             | 0     | 1417  | 1415  | 1316  | 1100  | 1299  | 991   | 940   | 34    | 21    | 13    | 0     | 0     | 0     | 1310  | 1322  | 1323  | 1320  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 1320  | 1321  | 1319  | 510   |
| 19.     | 520                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 20.     | 522                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 21.     | 524                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 22.     | 526                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 23.     | 528                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 24.     | 530                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 25.     | 532                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 26.     | 534                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 27.     | 536                      | 1146             | 0     | 0     | 0     | 1140  | 959   | 1162  | 867   | 824   | 26    | 16    | 9     | 0     | 0     | 0     | 1133  | 1143  | 1143  | 1134  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 1144  | 1145  | 1144  | 451   |
| 28.     | 538                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19    | 29    | 41    | 158   | 165   | 362   | 0     | 0     | 0     | 0     | 224   | 333   | 276   | 256   | 201   | 56    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 29.     | 540                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19    | 29    | 41    | 158   | 165   | 362   | 0     | 0     | 0     | 0     | 224   | 333   | 276   | 256   | 201   | 56    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 30.     | 542                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19    | 29    | 41    | 158   | 165   | 362   | 0     | 0     | 0     | 0     | 224   | 333   | 276   | 256   | 201   | 56    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 31.     | 544                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 32.     | 546                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 33.     | 550                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 29    | 14    | 10    | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 34.     | 552                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 29    | 14    | 10    | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 35.     | 554                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 29    | 14    | 10    | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 36.     | 556                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 5     | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 37.     | 558                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 38.     | 560                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 39.     | 562                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 40.     | 564                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 41.     | 566                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 42.     | 568                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 43.     | 570                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 44.     | 572                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 45.     | 574                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 46.     | 576                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 47.     | 578                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |       |



| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |   |   |
| 102.    | 723                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3851  | 0     |   |   |
| 103.    | 728                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 104.    | 730                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 105.    | 732                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 106.    | 734                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 107.    | 736                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 108.    | 738                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 109.    | 740                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 110.    | 742                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 111.    | 744                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 112.    | 746                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 113.    | 751                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 1807  | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |   |
| 114.    | 753                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0 |   |
| 115.    | 754                      | 3395             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 3395  | 3395  | 3395  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 |   |
| 116.    | 756                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0 |   |
| 117.    | 758                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0 |   |
| 118.    | 760                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 906   | 0     | 0     | 0 |   |
| 119.    | 766                      | 15               | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |   |
| 120.    | 770                      | 369              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |   |
| 121.    | 774                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 1807  | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 122.    | 776                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 123.    | 778                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 124.    | 788                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0 | 0 |
| 125.    | 20075                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 126.    | 20077                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 127.    | 20083                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 128.    | 20103                    | 0                | 0     | 15    | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 129.    | 20105                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 130.    | 20107                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 131.    | 20109                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 132.    | 20111                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 133.    | 24789                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 134.    | 25389                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 135.    | 25707                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 906   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 136.    | 28433                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 137.    | 29755                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 138.    | 29771                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 139.    | 29773                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 140.    | 29775                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 141.    | 29777                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 |
| 142.    | 30332                    | 369              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |   |   |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 154.    | 65966                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 155.    | 65970                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 156.    | 65978                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 157.    | 66010                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 158.    | 66021                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 159.    | 66103                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 160.    | 66113                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 161.    | 66344                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 162.    | 66346                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 163.    | 66348                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 164.    | 66499                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 165.    | 68875                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 369   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 166.    | 68877                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 369   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 167.    | 68879                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 168.    | 68881                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 169.    | 68885                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 170.    | 68887                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     |
| 171.    | 68889                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     |
| 172.    | 68891                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0     |
| 173.    | 68893                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  |
| 174.    | 68894                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 175.    | 68896                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 176.    | 68898                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 177.    | 68906                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 178.    | 68907                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 179.    | 68908                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

7. Результаты расчета ПН теплоснабжения потребителей приведены в таблице Таблица 16.

Таблица 16. Показатели надежности теплоснабжения потребителей

| № потребителя | Расчетная нагрузка ОВ | Расчетная нагрузка ГВС | Расстояние до источника | $\beta_j$ | $t_{jmin}^B$ | $P_j$  | $K_j$  |
|---------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------|--------------|--------|--------|
| $j$           | Гкал/ч                | Гкал/ч                 | м                       | ч         | °C           | -      | -      |
| 30331         | 3.67                  | 0.54                   | 6534.5                  | 60        | 12           | 0.8464 | 0.9976 |
| 65595         | 0.45                  | 0.00                   | 964.2                   | 60        | 12           | 1.0000 | 1.0000 |
| 65653         | 11.51                 | 0.00                   | 1797.4                  | 60        | 12           | 0.9959 | 0.9998 |
| 65655         | 1.02                  | 0.00                   | 1819.2                  | 60        | 12           | 0.9960 | 0.9998 |
| 65680         | 0.36                  | 0.00                   | 4259.4                  | 60        | 12           | 0.9376 | 0.9987 |
| 65682         | 13.81                 | 2.33                   | 4283.4                  | 60        | 12           | 0.9673 | 0.9989 |
| 65684         | 0.12                  | 0.00                   | 4505.4                  | 60        | 12           | 0.9280 | 0.9986 |
| 65686         | 1.12                  | 0.24                   | 9274.1                  | 60        | 12           | 0.9760 | 0.9990 |
| 65688         | 13.13                 | 2.72                   | 9287.4                  | 60        | 12           | 0.9700 | 0.9989 |
| 65965         | 0.11                  | 0.00                   | 6607.3                  | 60        | 12           | 0.9985 | 0.9976 |
| 65969         | 6.87                  | 1.65                   | 6807.4                  | 60        | 12           | 0.9917 | 0.9975 |
| 65977         | 2.05                  | 0.32                   | 6427.3                  | 60        | 12           | 0.9966 | 0.9975 |
| 66009         | 19.66                 | 0.63                   | 5658.8                  | 60        | 12           | 0.9937 | 0.9986 |
| 66020         | 3.27                  | 0.50                   | 5684.2                  | 60        | 12           | 0.9937 | 0.9984 |
| 66102         | 9.06                  | 1.80                   | 3676.9                  | 60        | 12           | 0.9736 | 0.9984 |
| 66112         | 0.24                  | 0.00                   | 5886.3                  | 60        | 12           | 0.8532 | 0.9978 |
| 66343         | 0.66                  | 0.06                   | 6694.8                  | 60        | 12           | 0.8441 | 0.9977 |
| 66345         | 0.57                  | 0.00                   | 6263.8                  | 60        | 12           | 0.8440 | 0.9977 |
| 66347         | 0.29                  | 0.08                   | 6212.6                  | 60        | 12           | 0.8444 | 0.9977 |
| 66498         | 3.59                  | 0.16                   | 4909.4                  | 60        | 12           | 0.9914 | 0.9983 |
| 68874         | 10.63                 | 0.60                   | 3730.5                  | 60        | 12           | 0.9868 | 0.9983 |
| 68876         | 4.10                  | 0.41                   | 4245.3                  | 60        | 12           | 0.9893 | 0.9983 |
| 68878         | 1.16                  | 0.11                   | 4498.7                  | 60        | 12           | 0.9886 | 0.9983 |
| 68880         | 6.11                  | 0.51                   | 5083.5                  | 60        | 12           | 0.9923 | 0.9984 |
| 68884         | 20.90                 | 3.59                   | 6106.3                  | 60        | 12           | 0.9977 | 0.9976 |
| 68886         | 27.95                 | 5.45                   | 4264.5                  | 60        | 12           | 0.9362 | 0.9987 |
| 68888         | 19.65                 | 0.63                   | 6367.1                  | 60        | 12           | 0.8409 | 0.9976 |
| 68890         | 17.50                 | 3.24                   | 4767.4                  | 60        | 12           | 0.9165 | 0.9985 |
| 68892         | 14.62                 | 2.67                   | 8355.8                  | 60        | 12           | 0.9874 | 0.9990 |

8. Сопоставление полученных величин ПН с нормативными значениями показывает следующее.

8.1. Величины  $K_j$  существенно выше нормативного значения  $K_r = 0,97$  (рисунок 13). Это говорит о том, что масштабы системы и радиусы теплоснабжения не завышены.

8.2. Величины  $P_j$  для потребителей 30331, 66112, 66343, 66345, 66347 и 68888 ниже нормативного значения (рисунок 14). Следовательно, необходимо проведение мероприятий по повышению надежности теплоснабжения этих потребителей. Основным из них является увеличение объема резервирования ТС путем устройства перемычек, рассматриваемое в следующем разделе.

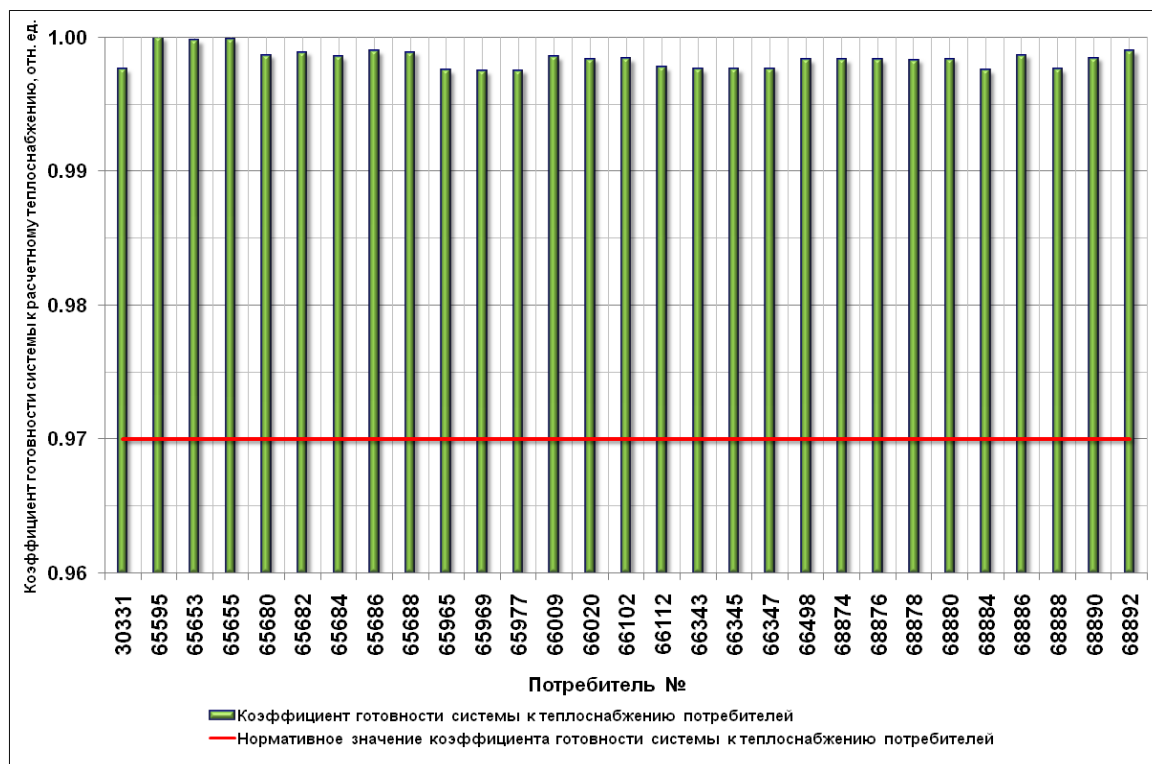


Рисунок 13. Сопоставление коэффициентов готовности  $K_j$  с нормативным значением

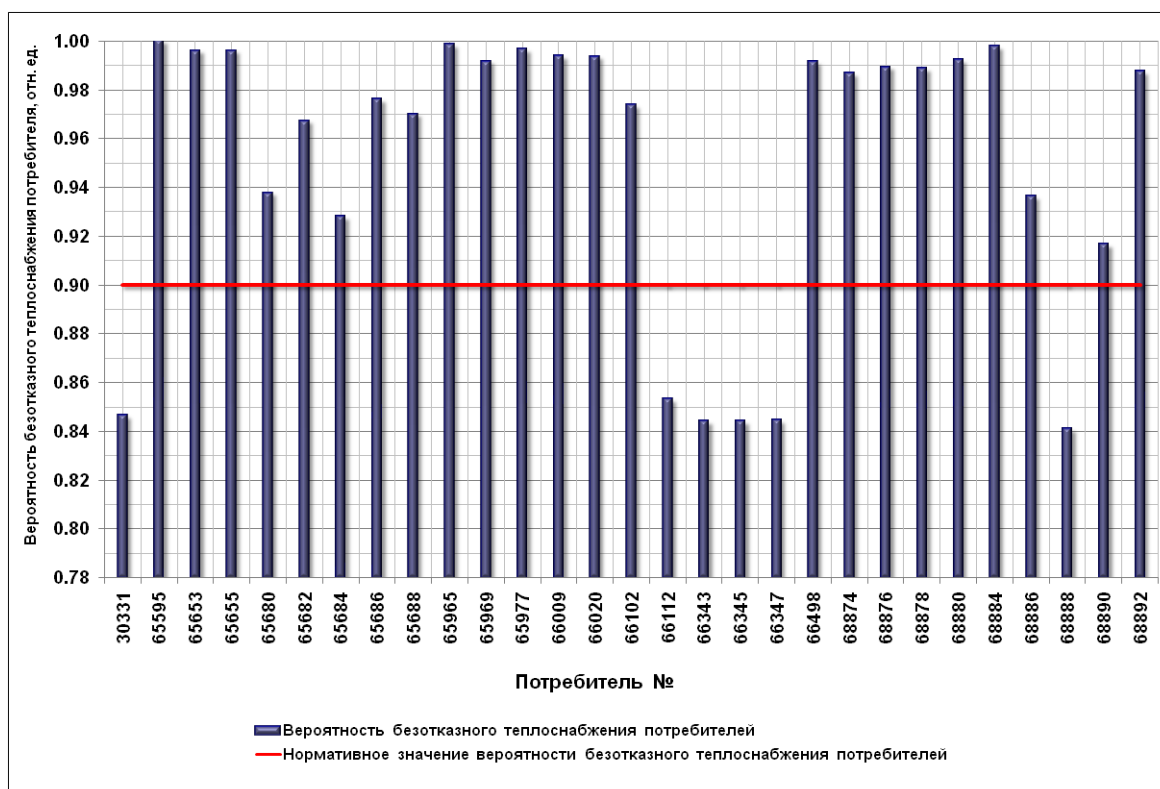


Рисунок 14. Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню  $P_j$  с нормативным значением

## Обеспечение надежного теплоснабжения потребителей от ТЭЦ тепловой мощностью 646 Гкал/ч увеличением объема резервирования ТС

Увеличение объема резервирования ТС выполнено введением перемычки между тепловыми камерами ТК-601 (участок № 644) и ТК-218-1 (участок № 751). Диаметр перемычки принят равным большему из диаметров смежных участков сети.

На рисунке 15 место установки перемычки обозначено заштрихованной зоной.

### Результаты расчета

1. Технические характеристики и показатели надежности перемычки (участок № 68909) приведены в таблице Таблица 17.

Таблица 17. Технические характеристики и показатели надежности перемычки

| № участка | Длина участка | $d_{\text{вн}}$ | $\tau_{\text{экспл}}$ | $\lambda$ | $\omega$   | $z^B$ | $\mu$ | Вероятность состояния ТС с отказом перемычки |
|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|-----------|------------|-------|-------|----------------------------------------------|
|           | м             | м               | лет                   | 1/(км*ч)  | 1/ч        | ч     | 1/ч   | $p_{68909}$                                  |
| 68909     | 149           | 0.5             | 5                     | 0.0000114 | 1.6986E-06 | 25.82 | 0.04  | 4.34336E-05                                  |

2. Стационарная вероятность рабочего состояния сети: 0.9903.

3. В таблице Таблица 18 приведены относительные расходы теплоносителя у потребителей в послеаварийных режимах. Значения температур воздуха в зданиях потребителей, рассчитанные по формуле (12) в конце периода восстановления теплоснабжения при расчетной температуре наружного воздуха представлены в таблице Таблица 19.

По данным таблицы Таблица 18 определены элементы ТС, выход которых в аварию нарушает расчетный уровень теплоснабжения потребителей, и сформированы множества  $F_j$  для расчета показателей  $K_j$  в соответствии с (13).

4. В таблице Таблица 20 приведены необходимые для расчета  $P_j$  значения температур наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  (формулы (15) и (15)), при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя. Продолжительности стояния этих температур, определенные по правилам и зависимостям, изложенным в п. 9.2 раздела 2, приведены в таблице Таблица 21.

5. Результаты расчетов ПН теплоснабжения потребителей в ТС с увеличенным объемом резервирования приведены в таблице Таблица 22 и на рисунках 16 и 17.



ТЭЦ, мощностью 646 Гкал/ч

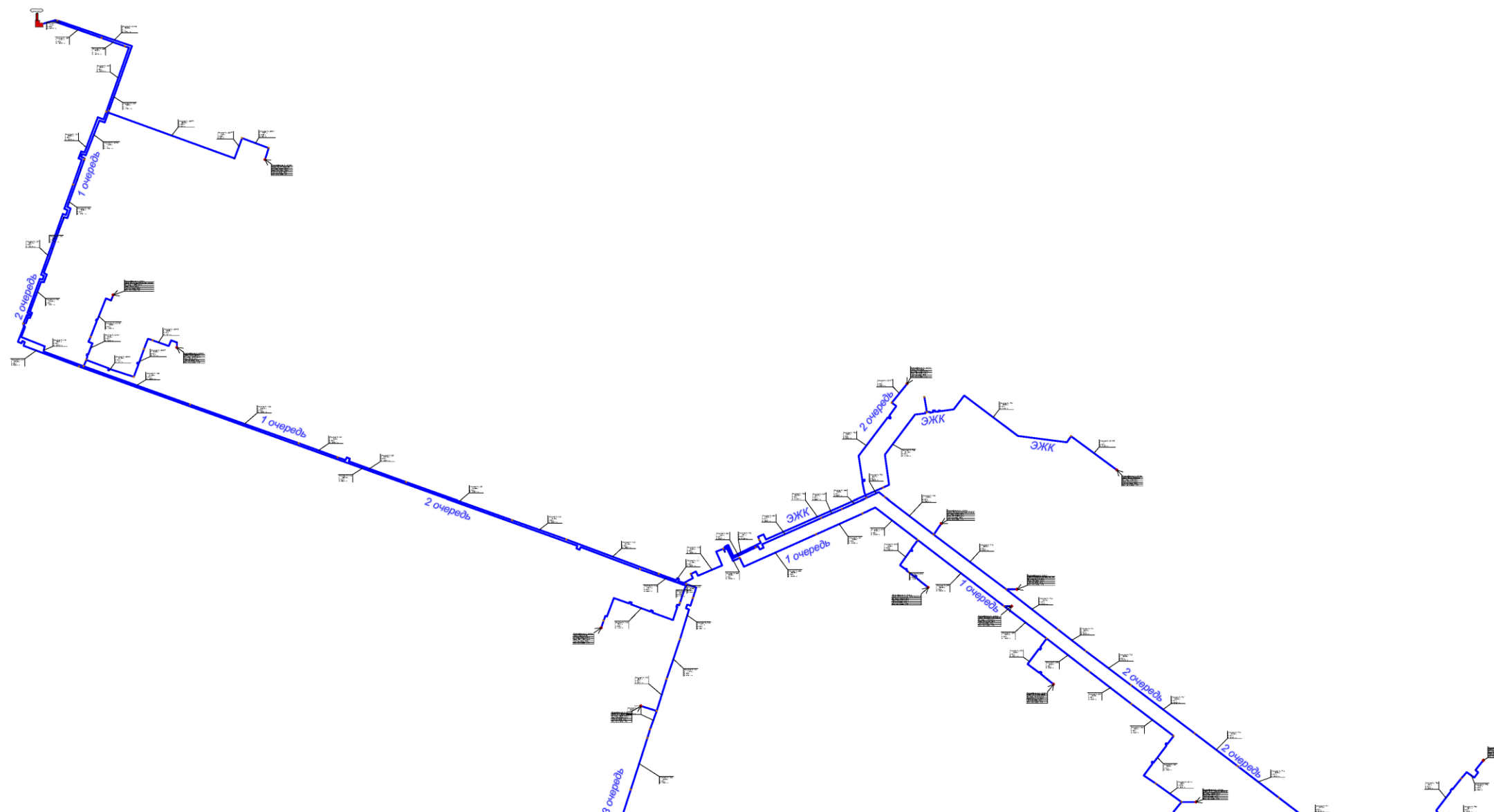


Рисунок 15 Схема резервированной тепловой сети источника, мощностью 646 Гкал/ч с выполненной аварийной перемычкой



Таблица 18. Относительные расходы теплоносителя у потребителей в послеаварийных режимах

[illegible]

[illegible]



| Режим № | № отказавшего участка, <i>f</i> | № потребителя, <i>j</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                                 | 30331                   | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 327.    | 65656                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 328.    | 65681                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 329.    | 65683                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  |
| 330.    | 65685                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 331.    | 65687                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 332.    | 65689                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  |
| 333.    | 65966                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 334.    | 65970                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  |
| 335.    | 65978                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 336.    | 66010                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 0.00  | 1.04  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.03  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.03  | 1.03  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  |
| 337.    | 66021                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 338.    | 66103                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 339.    | 66113                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 340.    | 66344                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 341.    | 66346                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 342.    | 66348                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 343.    | 66499                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 344.    | 68875                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 345.    | 68877                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 0.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 346.    | 68879                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 347.    | 68881                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.01  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 348.    | 68885                           | 1.02                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.04  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.03  | 0.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  |
| 349.    | 68887                           | 1.03                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.03  | 1.02  | 1.03  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.00  | 1.03  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 0.00  | 1.03  | 1.02  | 1.02  |
| 350.    | 68889                           | 1.03                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.03  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 0.00  | 1.02  | 1.02  |
| 351.    | 68891                           | 1.01                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 0.00  | 1.01  |
| 352.    | 68893                           | 1.02                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.01  | 1.00  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.01  | 1.00  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 1.02  | 1.01  |
| 353.    | 68894                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 354.    | 68896                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 355.    | 68898                           | 0.97                    | 0.99  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 356.    | 68906                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 357.    | 68907                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 358.    | 68908                           | 1.00                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 359.    | 68909                           | 1.02                    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.01  | 0.99  | 1.01  | 0.99  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.98  | 0.98  | 1.00  | 1.02  | 1.03  | 1.03  | 1.03  | 0.98  | 1.00  | 0.99  | 0.99  | 0.98  | 0.97  | 1.01  | 1.02  | 1.01  | 0.97  |

Таблица 19. Температуры воздуха в зданиях после ликвидации аварийных ситуаций (°C) при  $t^{нр}$

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 360.    | Без аварий               | 20.00            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 361.    | 283                      | 20.00            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 362.    | 297                      | 19.10            | 18.93 | 19.10 | 19.11 | 19.10 | 19.10 | 19.13 | 19.10 | 19.10 | 19.26 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.15 | 19.12 | 19.12 | 19.06 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 363.    | 299                      | 19.19            | 19.03 | 19.19 | 19.20 | 19.19 | 19.19 | 19.21 | 19.19 | 19.19 | 19.33 | 19.19 | 19.18 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.23 | 19.20 | 19.21 | 19.15 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 | 19.19 |
| 364.    | 301                      | 19.10            | 18.93 | 19.10 | 19.11 | 19.10 | 19.10 | 19.13 | 19.10 | 19.10 | 19.26 | 19.10 | 19.09 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.15 | 19.12 | 19.12 | 19.06 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 365.    | 303                      | 19.10            | 20.09 | 19.10 | 19.11 | 19.10 | 19.10 | 19.13 | 19.10 | 19.10 | 19.26 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.15 | 19.12 | 19.12 | 19.06 | 19.10 | 19.10 | 19.11 | 19.12 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 366.    | 305                      | 19.10            | 20.09 | 19.10 | 19.11 | 19.10 | 19.10 | 19.13 | 19.10 | 19.10 | 19.26 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.15 | 19.12 | 19.12 | 19.06 | 19.10 | 19.10 | 19.11 | 19.12 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 | 19.10 |
| 367.    | 499                      | 19.37            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 368.    | 501                      | 19.37            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 369.    | 503                      | 19.37            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 370.    | 505                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 371.    | 507                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 372.    | 509                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 373.    | 511                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 374.    | 513                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 375.    | 515                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 376.    | 516                      | 19.36            | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.37 | 19.49 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.36 | 19.36 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.34 | 19.36 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 377.    | 518                      | 5.17             | 20.08 | 4.41  | 4.41  | 4.98  | 5.02  | 5.01  | 5.07  | 5.10  | 8.69  | 8.87  | 9.21  | 13.43 | 13.74 | 19.69 | 5.21  | 5.87  | 5.89  | 5.85  | 16.05 | 19.11 | 17.68 | 17.13 | 15.22 | 9.57  | 4.92  | 5.17  | 4.85  | 5.40  |
| 378.    | 520                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 379.    | 522                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 380.    | 524                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 381.    | 526                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 382.    | 528                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 383.    | 530                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 384.    | 532                      | 5.76             | 20.08 | 20.35 | 20.36 | 5.54  | 5.64  | 5.65  | 5.68  | 5.72  | 9.02  | 9.16  | 9.48  | 13.55 | 13.84 | 19.68 | 5.75  | 6.39  | 6.39  | 6.38  | 16.10 | 19.12 | 17.70 | 17.16 | 15.30 | 9.83  | 5.54  | 5.77  | 5.46  | 5.97  |
| 385.    | 534                      | 5.76             | 20    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |



| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 407.    | 580                      | 19.12            | 20.03 | 19.97 | 19.97 | 19.38 | 19.19 | 19.39 | 19.09 | 19.05 | 17.56 | 17.30 | 17.16 | 16.51 | 16.47 | 20.27 | 19.17 | 18.75 | 18.75 | 18.75 | 16.17 | 20.51 | 20.98 | 21.14 | 16.30 | 17.02 | 19.38 | 19.12 | 19.47 | 18.77 |
| 408.    | 582                      | 19.17            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.41 | 19.24 | 19.39 | 19.14 | 19.10 | 17.69 | 17.51 | 17.38 | 16.83 | 16.80 | 20.25 | 19.17 | 18.84 | 18.85 | 18.85 | 21.36 | 20.48 | 20.94 | 21.10 | 16.62 | 17.26 | 19.42 | 19.17 | 19.50 | 18.85 |
| 409.    | 584                      | 19.17            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.41 | 19.24 | 19.39 | 19.14 | 19.10 | 17.69 | 17.51 | 17.38 | 16.83 | 16.80 | 20.25 | 19.17 | 18.84 | 18.85 | 18.85 | 21.36 | 20.48 | 20.94 | 21.10 | 16.62 | 17.26 | 19.42 | 19.17 | 19.50 | 18.85 |
| 410.    | 586                      | 19.27            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.45 | 19.33 | 19.51 | 19.24 | 19.21 | 18.07 | 17.89 | 17.79 | 17.38 | 17.35 | 20.22 | 19.29 | 18.99 | 19.01 | 19.00 | 21.25 | 20.43 | 20.86 | 21.00 | 21.42 | 17.69 | 19.48 | 19.27 | 19.56 | 18.99 |
| 411.    | 588                      | 19.27            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.45 | 19.33 | 19.51 | 19.24 | 19.21 | 18.07 | 17.89 | 17.79 | 17.38 | 17.35 | 20.22 | 19.29 | 18.99 | 19.01 | 19.00 | 21.25 | 20.43 | 20.86 | 21.00 | 21.42 | 17.69 | 19.48 | 19.27 | 19.56 | 18.99 |
| 412.    | 590                      | 19.27            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.45 | 19.33 | 19.51 | 19.24 | 19.21 | 18.07 | 17.89 | 17.79 | 17.38 | 17.35 | 20.22 | 19.29 | 18.99 | 19.01 | 19.00 | 21.25 | 20.43 | 20.86 | 21.00 | 21.42 | 17.69 | 19.48 | 19.27 | 19.56 | 18.99 |
| 413.    | 592                      | 19.33            | 20.00 | 19.97 | 19.97 | 19.49 | 19.38 | 19.51 | 19.30 | 19.27 | 18.20 | 18.10 | 18.01 | 17.67 | 21.56 | 20.20 | 19.35 | 19.08 | 19.08 | 19.05 | 21.18 | 20.40 | 20.80 | 20.94 | 21.34 | 17.92 | 19.52 | 19.33 | 19.59 | 19.07 |
| 414.    | 594                      | 19.78            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.79 | 19.90 | 19.77 | 19.75 | 19.58 | 19.46 | 19.44 | 20.62 | 20.60 | 20.06 | 19.80 | 19.71 | 19.71 | 19.71 | 20.43 | 20.13 | 20.28 | 20.34 | 20.50 | 19.42 | 19.84 | 19.78 | 19.86 | 19.70 |
| 415.    | 596                      | 19.78            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.79 | 19.90 | 19.77 | 19.75 | 19.58 | 19.46 | 19.44 | 20.62 | 20.60 | 20.06 | 19.80 | 19.71 | 19.71 | 19.71 | 20.43 | 20.13 | 20.28 | 20.34 | 20.50 | 19.42 | 19.84 | 19.78 | 19.86 | 19.70 |
| 416.    | 598                      | 19.78            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.79 | 19.90 | 19.77 | 19.75 | 19.58 | 19.46 | 19.44 | 20.62 | 20.60 | 20.06 | 19.80 | 19.71 | 19.71 | 19.71 | 20.43 | 20.13 | 20.28 | 20.34 | 20.50 | 19.42 | 19.84 | 19.78 | 19.86 | 19.70 |
| 417.    | 600                      | 19.78            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.79 | 19.90 | 19.77 | 19.75 | 19.58 | 19.46 | 19.44 | 20.62 | 20.60 | 20.06 | 19.80 | 19.71 | 19.71 | 19.71 | 20.43 | 20.13 | 20.28 | 20.34 | 20.50 | 19.42 | 19.84 | 19.78 | 19.86 | 19.70 |
| 418.    | 602                      | 19.78            | 20.00 | 19.99 | 19.99 | 19.84 | 19.79 | 19.90 | 19.77 | 19.75 | 19.58 | 19.46 | 19.44 | 20.62 | 20.60 | 20.06 | 19.80 | 19.71 | 19.71 | 19.71 | 20.43 | 20.13 | 20.28 | 20.34 | 20.50 | 19.42 | 19.84 | 19.78 | 19.86 | 19.70 |
| 419.    | 604                      | 20.21            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.16 | 20.20 | 20.24 | 20.21 | 20.23 | 20.51 | 20.42 | 20.42 | 19.37 | 19.39 | 19.94 | 20.24 | 20.28 | 20.28 | 20.25 | 19.57 | 19.88 | 19.73 | 19.68 | 19.50 | 19.21 | 20.16 | 20.21 | 20.14 | 20.27 |
| 420.    | 606                      | 20.21            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.16 | 20.20 | 20.24 | 20.21 | 20.23 | 20.51 | 20.42 | 20.42 | 19.37 | 19.39 | 19.94 | 20.24 | 20.28 | 20.28 | 20.25 | 19.57 | 19.88 | 19.73 | 19.68 | 19.50 | 19.21 | 20.16 | 20.21 | 20.14 | 20.27 |
| 421.    | 608                      | 20.26            | 20.00 | 20.02 | 20.03 | 20.20 | 20.24 | 20.24 | 20.26 | 20.28 | 20.51 | 20.50 | 19.01 | 19.22 | 19.25 | 19.93 | 20.30 | 20.33 | 20.36 | 20.35 | 19.48 | 19.85 | 19.67 | 19.61 | 19.39 | 19.02 | 20.19 | 20.26 | 20.17 | 20.32 |
| 422.    | 610                      | 20.26            | 20.00 | 20.02 | 20.03 | 20.20 | 20.24 | 20.24 | 20.26 | 20.28 | 20.51 | 20.50 | 19.01 | 19.22 | 19.25 | 19.93 | 20.30 | 20.33 | 20.36 | 20.35 | 19.48 | 19.85 | 19.67 | 19.61 | 19.39 | 19.02 | 20.19 | 20.26 | 20.17 | 20.32 |
| 423.    | 612                      | 20.08            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.06 | 20.08 | 20.09 | 20.08 | 20.09 | 20.20 | 6.66  | 20.16 | 20.14 | 20.13 | 20.02 | 20.09 | 20.10 | 20.12 | 20.11 | 20.10 | 20.03 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.06 | 20.08 | 20.06 | 20.11 |
| 424.    | 614                      | 20.08            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.06 | 20.08 | 20.09 | 20.08 | 20.09 | 20.20 | 6.66  | 20.16 | 20.14 | 20.13 | 20.02 | 20.09 | 20.10 | 20.12 | 20.11 | 20.10 | 20.03 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.06 | 20.08 | 20.06 | 20.11 |
| 425.    | 616                      | 20.08            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.06 | 20.08 | 20.09 | 20.08 | 20.09 | 20.20 | 6.66  | 20.16 | 20.14 | 20.13 | 20.02 | 20.09 | 20.10 | 20.12 | 20.11 | 20.10 | 20.03 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.16 | 20.06 | 20.08 | 20.06 | 20.11 |
| 426.    | 628                      | 20.42            | 20.00 | 20.03 | 20.04 | 20.35 | 20.39 | 20.36 | 20.42 | 20.44 | 20.77 | 18.35 | 18.36 | 18.74 | 18.78 | 19.89 | 20.47 | 20.53 | 20.53 | 20.50 | 19.17 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.02 | 18.37 | 20.32 | 20.42 | 20.27 | 20.50 |
| 427.    | 630                      | 20.42            | 20.00 | 20.03 | 20.04 | 20.35 | 20.39 | 20.36 | 20.42 | 20.44 | 20.77 | 18.35 | 18.36 | 18.74 | 18.78 | 19.89 | 20.47 | 20.53 | 20.53 | 20.50 | 19.17 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.02 | 18.37 | 20.32 | 20.42 | 20.27 | 20.50 |
| 428.    | 632                      | 20.42            | 20.00 | 20.03 | 20.04 | 20.35 | 20.39 | 20.36 | 20.42 | 20.44 | 20.77 | 18.35 | 18.36 | 18.74 | 18.78 | 19.89 | 20.47 | 20.53 | 20.53 | 20.50 | 19.17 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.02 | 18.37 | 20.32 | 20.42 | 20.27 | 20.50 |
| 429.    | 634                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.94 | 19.94 | 20.13 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 19.99 | 19.91 |
| 430.    | 636                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.94 | 19.94 | 20.13 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 19.99 | 19.91 |
| 431.    | 638                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.94 | 19.94 | 20.13 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 19.99 | 19.91 |
| 432.    | 640                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.94 | 19.94 | 20.13 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 19.99 | 19.91 |
| 433.    | 642                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.94 | 19.94 | 20.13 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 19.99 | 19.91 |
| 434.    | 644                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 435.    | 646                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 436.    | 648                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 437.    | 650                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 438.    | 652                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 439.    | 654                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 19.96 | 20.00 | 19.95 | 19.95 | 20.11 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.02 | 20.00 | 19.92 |
| 440.    | 664                      | 19.92            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.20 | 20.00 | 20.24 | 20.27 | 19.89 | 19.81 | 19.81 | 19.85 | 19.85 | 19.99 | 19.95 | 19.80 | 19.81 | 19.79 | 19.90 | 19.97 | 19.94 | 19.93 | 19.88 | 19.82 | 20.01 | 19.92 | 20.04 | 19.67 |
| 441.    | 666                      | 19.90            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.24 | 20.00 | 20.29 | 20.33 | 19.87 | 19.77 | 19.77 | 19.82 | 19.82 | 19.98 | 19.94 | 19.76 | 19.77 | 19.75 | 19.88 | 19.96 | 19.92 | 19.92 | 19.86 | 19.78 | 20.01 | 19.90 | 20.05 | 19.60 |
| 442.    | 668                      | 19.90            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.24 | 20.00 | 20.29 | 20.33 | 19.87 | 19.77 | 19.77 | 19.82 | 19.82 | 19.98 | 19.94 | 19.76 | 19.77 | 19.75 | 19.88 | 19.96 | 19.92 | 19.92 | 19.86 | 19.78 | 20.01 | 19.90 | 20.05 | 19.60 |
| 443.    | 670                      | 19.90            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.24 | 20.00 | 20.29 | 20.33 | 19.87 | 19.77 | 19.77 | 19.82 | 19.82 | 19.98 | 19.94 | 19.76 | 19.77 | 19.75 | 19.88 | 19.96 | 19.92 | 19.92 | 19.86 | 19.78 | 20.01 | 19.90 | 20.05 | 19.60 |
| 444.    | 672                      | 20.19            | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.16 | 20.25 | 20.20 | 20.28 | 5.57  | 20.21 | 20.18 | 20.18 | 20.15 | 20.14 | 20.03 | 20.20 | 20.22 | 20.23 | 20.21 | 20.11 | 20.04 | 20.08 | 20.09 | 20.12 |       |       |       |       |       |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |       |
| 457.    | 701                      | 17.76            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 17.56 | 19.72 | 17.57 | 19.47 | 19.34 | 18.33 | 18.31 | 18.32 | 18.70 | 18.75 | 19.90 | 17.77 | 18.06 | 18.08 | 18.05 | 19.15 | 19.77 | 19.46 | 19.35 | 18.99 | 18.33 | 20.56 | 17.77 | 20.40 | 18.56 |       |
| 458.    | 705                      | 20.44            | 20.03 | 20.08 | 20.08 | 20.47 | 20.39 | 20.49 | 20.39 | 20.39 | 20.39 | 20.32 | 20.31 | 20.27 | 20.26 | 20.06 | 20.47 | 20.39 | 20.41 | 20.40 | 20.20 | 20.09 | 20.14 | 20.17 | 20.23 | 20.31 | 2.51  | 20.45 | 20.39 | 20.39 |       |
| 459.    | 720                      | 20.32            | 20.04 | 20.07 | 20.07 | 20.36 | 20.32 | 20.32 | 20.31 | 20.31 | 20.34 | 20.25 | 20.23 | 20.21 | 20.20 | 20.05 | 20.31 | 20.29 | 20.33 | 20.26 | 20.16 | 20.07 | 20.12 | 20.14 | 20.17 | 20.24 | 20.33 | 20.32 | -2.97 | 20.30 |       |
| 460.    | 722                      | 20.32            | 20.04 | 20.07 | 20.07 | 20.36 | 20.32 | 20.32 | 20.31 | 20.31 | 20.34 | 20.25 | 20.23 | 20.21 | 20.20 | 20.05 | 20.31 | 20.29 | 20.33 | 20.26 | 20.16 | 20.07 | 20.12 | 20.14 | 20.17 | 20.24 | 20.33 | 20.32 | -2.97 | 20.30 |       |
| 461.    | 723                      | 20.32            | 20.04 | 20.07 | 20.07 | 20.36 | 20.32 | 20.32 | 20.31 | 20.31 | 20.34 | 20.25 | 20.23 | 20.21 | 20.20 | 20.05 | 20.31 | 20.29 | 20.33 | 20.26 | 20.16 | 20.07 | 20.12 | 20.14 | 20.17 | 20.24 | 20.33 | 20.32 | -2.97 | 20.30 |       |
| 462.    | 728                      | 17.76            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 17.56 | 19.72 | 17.57 | 19.47 | 19.34 | 18.33 | 18.31 | 18.32 | 18.70 | 18.75 | 19.90 | 17.77 | 18.06 | 18.08 | 18.05 | 19.15 | 19.77 | 19.46 | 19.35 | 18.99 | 18.33 | 20.56 | 17.77 | 20.40 | 18.56 |       |
| 463.    | 730                      | 17.79            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 17.57 | 19.47 | 19.34 | 18.33 | 18.33 | 18.34 | 18.71 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.05 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.00 | 18.35 | 20.55 | 17.79 | 20.39 | 18.57 |       |
| 464.    | 732                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 465.    | 734                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 466.    | 736                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 467.    | 738                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 468.    | 740                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 469.    | 742                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 470.    | 744                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 471.    | 746                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 472.    | 751                      | 20.32            | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.19 | 19.87 | 20.20 | 19.78 | 19.74 | 19.58 | 19.51 | 19.51 | 19.61 | 19.62 | 19.97 | 20.34 | 19.40 | 19.41 | 19.42 | 19.74 | 19.93 | 19.83 | 19.80 | 19.69 | 19.52 | 20.17 | 20.33 | 20.11 | 19.51 |       |
| 473.    | 753                      | 5.57             | 20.03 | 20.05 | 20.06 | 20.32 | 20.30 | 20.40 | 20.30 | 20.31 | 20.32 | 20.28 | 20.27 | 20.24 | 20.23 | 20.05 | 5.57  | 20.36 | 20.38 | 20.37 | 20.17 | 20.07 | 20.12 | 20.15 | 20.19 | 20.27 | 20.31 | 5.57  | 20.26 | 20.34 |       |
| 474.    | 754                      | 17.80            | 20.00 | 20.06 | 20.06 | 20.60 | 19.72 | 20.72 | 19.47 | 19.35 | 18.33 | 18.33 | 18.35 | 18.72 | 18.76 | 19.90 | 17.84 | 18.09 | 18.11 | 18.11 | 19.15 | 19.77 | 19.47 | 19.37 | 19.01 | 18.35 | 20.55 | 17.80 | 20.39 | 18.58 |       |
| 475.    | 756                      | 5.57             | 20.03 | 20.05 | 20.06 | 20.32 | 20.29 | 20.40 | 20.30 | 20.31 | 20.32 | 20.28 | 20.27 | 20.23 | 20.23 | 20.05 | 20.44 | 20.36 | 20.38 | 20.33 | 20.17 | 20.07 | 20.12 | 20.14 | 20.19 | 20.27 | 20.31 | 5.57  | 20.26 | 20.34 |       |
| 476.    | 758                      | 5.57             | 20.03 | 20.05 | 20.06 | 20.32 | 20.29 | 20.40 | 20.30 | 20.31 | 20.32 | 20.28 | 20.27 | 20.23 | 20.23 | 20.05 | 20.44 | 20.36 | 20.38 | 20.33 | 20.17 | 20.07 | 20.12 | 20.14 | 20.19 | 20.27 | 20.31 | 5.57  | 20.26 | 20.34 |       |
| 477.    | 760                      | 20.40            | 20.02 | 20.04 | 20.04 | 20.23 | 20.20 | 20.24 | 20.20 | 20.21 | 20.26 | 20.19 | 20.19 | 20.16 | 20.16 | 20.03 | 20.32 | 20.25 | 20.26 | 20.23 | 20.12 | 20.05 | 20.08 | 20.10 | 20.13 | 20.19 | 20.21 | 8.32  | 20.18 | 20.23 |       |
| 478.    | 766                      | 11.67            | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.04 | 20.03 | 20.06 | 20.02 | 20.03 | 20.06 | 20.03 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.06 | 20.03 | 20.04 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.03 | 20.06 | 20.02 | 20.03 |       |
| 479.    | 770                      | 9.99             | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.04 | 20.03 | 20.07 | 20.03 | 20.03 | 20.07 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.01 | 20.07 | 20.04 | 20.04 | 20.03 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.03 | 20.07 | 20.03 | 20.04 |       |
| 480.    | 774                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.11 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.05 | 5.57  | 5.57  | 5.57  | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.03 |       |
| 481.    | 776                      | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.11 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.00 | 20.05 | 5.57  | 5.57  | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 |
| 482.    | 778                      | 20.26            | 20.03 | 20.05 | 20.04 | 20.20 | 20.24 | 20.24 | 20.26 | 20.27 | 20.51 | 20.47 | 20.48 | 2.51  | 20.65 | 20.10 | 20.30 | 20.33 | 20.33 | 20.30 | 20.48 | 20.17 | 20.32 | 20.38 | 20.55 | 20.49 | 20.20 | 20.26 | 20.18 | 20.31 |       |
| 483.    | 788                      | 20.28            | 20.04 | 20.06 | 20.06 | 20.32 | 20.29 | 20.29 | 20.27 | 20.28 | 20.30 | 20.22 | 20.21 | 20.19 | 20.18 | 20.05 | 20.28 | 20.26 | 20.30 | 20.24 | 20.14 | 20.06 | 20.10 | 20.13 | 20.16 | 20.21 | 20.30 | 20.29 | -0.60 | 20.27 |       |
| 484.    | 20075                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 485.    | 20077                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 486.    | 20083                    | 20.00            | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 487.    | 20103                    | 20.02            | 20.00 | 11.67 | 11.67 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 |       |
| 488.    | 20105                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 489.    | 20107                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 490.    | 20109                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 491.    | 20111                    | 20.00            | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |       |
| 492.    | 24789                    | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.01 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 11.67 | 20.02 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 |       |
| 493.    | 25389                    | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.02 | 20.02 | 20.06 | 20.04 | 20.04 | 20.05 | 11.67 | 20.01 | 20.03 | 20.02 | 20.04 | 20.02 | 20.04 | 20.01 | 20.03 | 20.03 | 20.05 | 20.04 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.03 |       |
| 494.    | 25707                    | 20.02            | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.08 | 20.02 | 20.02 | 20.09 | 20.04 | 8.32  | 20.04 | 20.04 | 20.01 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.   |       |       |       |       |       |       |       |

| Режим № | № отказавшего участка, <i>f</i> | № потребителя, <i>j</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                                 | 30331                   | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 507.    | 65656                           | 20.00                   | 20.00 | 20.01 | 11.67 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 508.    | 65681                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.03 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 509.    | 65683                           | 20.17                   | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.15 | 6.66  | 20.19 | 20.24 | 20.24 | 20.20 | 20.15 | 20.15 | 20.13 | 20.12 | 20.03 | 20.18 | 20.18 | 20.19 | 20.19 | 20.09 | 20.04 | 20.07 | 20.08 | 20.11 | 20.15 | 20.15 | 20.17 | 20.15 | 20.19 |
| 510.    | 65685                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 15.56 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 511.    | 65687                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 13.33 | 20.01 | 20.05 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 |
| 512.    | 65689                           | 20.19                   | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.16 | 20.25 | 20.20 | 20.28 | 5.57  | 20.21 | 20.18 | 20.18 | 20.15 | 20.14 | 20.03 | 20.20 | 20.22 | 20.23 | 20.21 | 20.11 | 20.04 | 20.08 | 20.09 | 20.12 | 20.17 | 20.16 | 20.19 | 20.15 | 20.23 |
| 513.    | 65966                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 514.    | 65970                           | 20.03                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.03 | 20.04 | 20.03 | 20.03 | 20.07 | 14.94 | 20.06 | 20.05 | 20.05 | 20.01 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.04 | 20.01 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.06 | 20.02 | 20.03 | 20.02 | 20.04 |
| 515.    | 65978                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.06 | 20.01 | 20.02 | 20.06 | 20.03 | 11.67 | 20.03 | 20.03 | 20.00 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 |
| 516.    | 66010                           | 20.26                   | 20.03 | 20.05 | 20.04 | 20.20 | 20.24 | 20.24 | 20.26 | 20.27 | 20.51 | 20.47 | 20.48 | 2.51  | 20.65 | 20.10 | 20.30 | 20.33 | 20.33 | 20.30 | 20.48 | 20.17 | 20.32 | 20.38 | 20.55 | 20.49 | 20.20 | 20.26 | 20.18 | 20.31 |
| 517.    | 66021                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.04 | 20.01 | 20.01 | 20.04 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 14.94 | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.03 | 20.03 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 |
| 518.    | 66103                           | 20.02                   | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.03 | 20.02 | 20.00 | 20.02 | 20.02 | 20.10 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 6.66  | 20.05 | 20.02 | 20.04 | 20.00 | 20.05 | 20.06 | 20.05 | 20.05 | 20.04 | 20.03 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 |
| 519.    | 66113                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 14.94 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 520.    | 66344                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 14.94 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 521.    | 66346                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.05 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.02 | 20.01 | 13.33 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 522.    | 66348                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.04 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 14.94 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 523.    | 66499                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.05 | 20.01 | 20.01 | 20.05 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 13.33 | 20.01 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.03 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.02 |
| 524.    | 68875                           | 20.02                   | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.02 | 20.07 | 20.02 | 20.03 | 20.07 | 20.04 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.05 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.03 | 20.07 | 9.99  | 20.08 | 20.08 | 20.06 | 20.04 | 20.02 | 20.03 | 20.02 | 20.03 |
| 525.    | 68877                           | 20.02                   | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.01 | 20.02 | 20.07 | 20.03 | 20.03 | 20.04 | 20.04 | 20.02 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.03 | 20.05 | 20.03 | 9.99  | 20.06 | 20.05 | 20.03 | 20.01 | 20.02 | 20.01 | 20.02 |
| 526.    | 68879                           | 20.01                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.00 | 20.00 | 20.01 | 20.13 | 20.02 | 20.01 | 20.02 | 20.02 | 20.01 | 20.06 | 20.02 | 20.03 | 20.00 | 20.03 | 20.01 | 20.03 | 2.51  | 20.03 | 20.02 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 20.01 |
| 527.    | 68881                           | 20.03                   | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.04 | 20.03 | 20.06 | 20.03 | 20.03 | 20.06 | 20.06 | 20.06 | 20.08 | 20.09 | 20.02 | 20.06 | 20.04 | 20.05 | 20.05 | 20.09 | 20.03 | 20.06 | 20.07 | 11.67 | 20.07 | 20.02 | 20.03 | 20.02 | 20.04 |
| 528.    | 68885                           | 20.28                   | 20.03 | 20.04 | 20.05 | 20.23 | 20.26 | 20.30 | 20.27 | 20.29 | 20.53 | 20.49 | 20.50 | 20.45 | 20.43 | 20.07 | 20.29 | 20.34 | 20.36 | 20.33 | 20.32 | 20.11 | 20.22 | 20.26 | 20.36 | 5.57  | 20.21 | 20.28 | 20.19 | 20.33 |
| 529.    | 68887                           | 20.44                   | 20.03 | 20.08 | 20.08 | 20.47 | 20.39 | 20.49 | 20.39 | 20.39 | 20.39 | 20.32 | 20.31 | 20.27 | 20.26 | 20.06 | 20.47 | 20.39 | 20.41 | 20.40 | 20.20 | 20.09 | 20.14 | 20.17 | 20.23 | 20.31 | 2.51  | 20.45 | 20.39 | 20.39 |
| 530.    | 68889                           | 20.49                   | 20.03 | 20.04 | 20.05 | 20.29 | 20.25 | 20.30 | 20.25 | 20.26 | 20.32 | 20.24 | 20.23 | 20.20 | 20.19 | 20.04 | 20.39 | 20.31 | 20.32 | 20.29 | 20.15 | 20.06 | 20.10 | 20.12 | 20.16 | 20.23 | 20.26 | 5.57  | 20.22 | 20.29 |
| 531.    | 68891                           | 20.28                   | 20.04 | 20.06 | 20.06 | 20.32 | 20.29 | 20.29 | 20.27 | 20.28 | 20.30 | 20.22 | 20.21 | 20.19 | 20.18 | 20.05 | 20.28 | 20.26 | 20.30 | 20.24 | 20.14 | 20.06 | 20.10 | 20.13 | 20.16 | 20.21 | 20.30 | 20.29 | -0.60 | 20.27 |
| 532.    | 68893                           | 20.23                   | 20.00 | 20.03 | 20.03 | 20.19 | 20.24 | 20.20 | 20.25 | 20.27 | 20.32 | 20.24 | 20.23 | 20.20 | 20.19 | 20.04 | 20.24 | 20.29 | 20.29 | 20.29 | 20.14 | 20.06 | 20.10 | 20.12 | 20.16 | 20.23 | 20.18 | 20.23 | 20.16 | 5.57  |
| 533.    | 68894                           | 19.37                   | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.50 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 534.    | 68896                           | 19.37                   | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.50 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 535.    | 68898                           | 19.37                   | 19.80 | 19.37 | 19.37 | 19.39 | 19.37 | 19.37 | 19.36 | 19.37 | 19.50 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.40 | 19.35 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.38 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 | 19.37 |
| 536.    | 68906                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 537.    | 68907                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 538.    | 68908                           | 20.00                   | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 539.    | 68909                           | 20.37                   | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 20.23 | 19.85 | 20.24 | 19.74 | 19.70 | 19.49 | 19.45 | 19.46 | 19.56 | 19.58 | 19.96 | 20.41 | 20.50 | 20.51 | 20.50 | 19.71 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |



Таблица 20. Температуры наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$ , при которых время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя

[illegible]







Таблица 21. Продолжительности стояния  $t_{j,f}^{рав}$  температур  $t_{j,f}^{рав}$  в течение отопительного периода

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 720.    | Без аварий               |                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 721.    | 283                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 722.    | 297                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 723.    | 299                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 724.    | 301                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 725.    | 303                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 726.    | 305                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 727.    | 499                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 728.    | 501                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 729.    | 503                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 730.    | 505                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 731.    | 507                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 732.    | 509                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 733.    | 511                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 734.    | 513                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 735.    | 515                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 736.    | 516                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 737.    | 518                      | 807              | 0     | 996   | 995   | 852   | 843   | 846   | 831   | 823   | 191   | 171   | 136   | 0     | 0     | 0     | 798   | 651   | 646   | 654   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 103   | 866   | 807   | 885   | 755   |
| 738.    | 520                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 739.    | 522                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 740.    | 524                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 741.    | 526                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 742.    | 528                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 743.    | 530                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 744.    | 532                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 745.    | 534                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 746.    | 536                      | 674              | 0     | 0     | 0     | 721   | 701   | 699   | 691   | 683   | 154   | 140   | 111   | 0     | 0     | 0     | 676   | 546   | 545   | 548   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 83    | 723   | 673   | 741   | 630   |
| 747.    | 538                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 8     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 748.    | 540                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 8     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 749.    | 542                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 8     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 750.    | 544                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 751.    | 546                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 752.    | 550                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 753.    | 552                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 754.    | 554                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 755.    | 556                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 756.    | 558                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 757.    | 560                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 758.    | 562                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 759.    | 564                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 760.    | 566                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 761.    | 568                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 762.    | 570                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 763.    | 572                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 764.    | 574                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 765.    | 576                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 766.    | 578                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 767.    | 580                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 768.    | 582                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 769.    | 584                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 770.    | 586                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 771.    | 588                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 772.    | 590                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 773.    | 592                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 774.    | 594                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 775.    | 596                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 776.    | 598                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 777.    | 600                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 778.    | 602                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 779.    | 604                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 780.    | 606                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 781.    | 608                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 782.    | 610                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 783.    | 612                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 784.    | 614                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 785.    | 616                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 786.    | 628                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 787.    | 630                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 788.    | 632                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 789.    | 634                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 790.    | 636                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 791.    | 638                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 792.    | 640                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 793.    | 642                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 794.    | 644                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 795.    | 646                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 796.    | 648                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 797.    | 650                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 798.    | 652                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 799.    | 654                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 800.    | 664                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 801.    | 666                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 802.    | 668                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 803.    | 670                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 804.    | 672                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 805.    | 676                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 806.    | 678                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 807.    | 680                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 808.    | 682                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 809.    | 686                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 810.    | 688                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 811.    | 690                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 812.    | 691                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 813.    | 693                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 814.    | 695                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 815.    | 697                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 816.    | 699                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       |



| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 817.    | 701                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 818.    | 705                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 819.    | 720                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3851  | 0     | 0     |
| 820.    | 722                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3851  | 0     | 0     |
| 821.    | 723                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3851  | 0     | 0     |
| 822.    | 728                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 823.    | 730                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 824.    | 732                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 825.    | 734                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 826.    | 736                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 827.    | 738                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 828.    | 740                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 829.    | 742                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 830.    | 744                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 831.    | 746                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 832.    | 751                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 833.    | 753                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     |
| 834.    | 754                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 835.    | 756                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     |       |
| 836.    | 758                      | 1807             | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     |       |
| 837.    | 760                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 906   | 0     | 0     |       |
| 838.    | 766                      | 15               | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 839.    | 770                      | 369              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 840.    | 774                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 1807  | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 841.    | 776                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 842.    | 778                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 843.    | 788                      | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0     |
| 844.    | 20075                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 845.    | 20077                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 846.    | 20083                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 847.    | 20103                    | 0                | 0     | 15    | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 848.    | 20105                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 849.    | 20107                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 850.    | 20109                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 851.    | 20111                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 852.    | 24789                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 853.    | 25389                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 854.    | 25707                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 906   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 855.    | 28433                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 856.    | 29755                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 857.    | 29771                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 858.    | 29773                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 859.    | 29775                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 860.    | 29777                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 861.    | 30332                    | 369              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 862.    | 63273                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     |
| 863.    | 63864                    | 0                | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 864.    | 63866                    | 0                | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 865.    | 65596                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       |       |

| Режим № | № отказавшего участка, f | № потребителя, j |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                          | 30331            | 65595 | 65653 | 65655 | 65680 | 65682 | 65684 | 65686 | 65688 | 65965 | 65969 | 65977 | 66009 | 66020 | 66102 | 66112 | 66343 | 66345 | 66347 | 66498 | 68874 | 68876 | 68878 | 68880 | 68884 | 68886 | 68888 | 68890 | 68892 |
| 867.    | 65656                    | 0                | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 868.    | 65681                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 869.    | 65683                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 870.    | 65685                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 871.    | 65687                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 872.    | 65689                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 873.    | 65966                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 874.    | 65970                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 875.    | 65978                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 876.    | 66010                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 877.    | 66021                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 878.    | 66103                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1459  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 879.    | 66113                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 880.    | 66344                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 881.    | 66346                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 882.    | 66348                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 883.    | 66499                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 884.    | 68875                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 369   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 885.    | 68877                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 369   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 886.    | 68879                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 887.    | 68881                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 888.    | 68885                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 889.    | 68887                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2673  | 0     | 0     | 0     |
| 890.    | 68889                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  | 0     | 0     |
| 891.    | 68891                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3395  | 0     | 0     |
| 892.    | 68893                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1807  |
| 893.    | 68894                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 894.    | 68896                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 895.    | 68898                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 896.    | 68906                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 897.    | 68907                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 898.    | 68908                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 899.    | 68909                    | 0                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |



Таблица 22. Результаты расчета ПН теплоснабжения потребителей

| №<br>потребителя | Расчетная<br>нагрузка<br>ОВ | Расчетная<br>нагрузка<br>ГВС | Расстояние<br>до источника | $\beta_j$ | $t_{jmin}^B$ | $P_j$  | $K_j$  |
|------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|--------------|--------|--------|
| $j$              | Гкал/ч                      | Гкал/ч                       | м                          | ч         | °C           | -      | -      |
| 30331            | 3.67                        | 0.54                         | 6534.5                     | 60        | 12           | 0.9730 | 0.9988 |
| 65595            | 0.45                        | 0.00                         | 964.2                      | 60        | 12           | 1.0000 | 1.0000 |
| 65653            | 11.51                       | 0.00                         | 1797.4                     | 60        | 12           | 0.9971 | 0.9998 |
| 65655            | 1.02                        | 0.00                         | 1819.2                     | 60        | 12           | 0.9972 | 0.9998 |
| 65680            | 0.36                        | 0.00                         | 4259.4                     | 60        | 12           | 0.9799 | 0.9990 |
| 65682            | 13.81                       | 2.33                         | 4283.4                     | 60        | 12           | 0.9742 | 0.9989 |
| 65684            | 0.12                        | 0.00                         | 4505.4                     | 60        | 12           | 0.9805 | 0.9990 |
| 65686            | 1.12                        | 0.24                         | 9274.1                     | 60        | 12           | 0.9807 | 0.9990 |
| 65688            | 13.13                       | 2.72                         | 9287.4                     | 60        | 12           | 0.9737 | 0.9989 |
| 65965            | 0.11                        | 0.00                         | 6607.3                     | 60        | 12           | 0.9956 | 0.9990 |
| 65969            | 6.87                        | 1.65                         | 6807.4                     | 60        | 12           | 0.9893 | 0.9989 |
| 65977            | 2.05                        | 0.32                         | 6427.3                     | 60        | 12           | 0.9954 | 0.9989 |
| 66009            | 19.66                       | 0.63                         | 5658.8                     | 60        | 12           | 0.9998 | 1.0000 |
| 66020            | 3.27                        | 0.50                         | 5684.2                     | 60        | 12           | 1.0000 | 1.0000 |
| 66102            | 9.06                        | 1.80                         | 3676.9                     | 60        | 12           | 0.9868 | 0.9984 |
| 66112            | 0.24                        | 0.00                         | 5886.3                     | 60        | 12           | 0.9804 | 0.9990 |
| 66343            | 0.66                        | 0.06                         | 6694.8                     | 60        | 12           | 0.9834 | 0.9990 |
| 66345            | 0.57                        | 0.00                         | 6263.8                     | 60        | 12           | 0.9834 | 0.9990 |
| 66347            | 0.29                        | 0.08                         | 6212.6                     | 60        | 12           | 0.9835 | 0.9990 |
| 66498            | 3.59                        | 0.16                         | 4909.4                     | 60        | 12           | 1.0000 | 1.0000 |
| 68874            | 10.63                       | 0.60                         | 3730.5                     | 60        | 12           | 0.9995 | 0.9986 |
| 68876            | 4.10                        | 0.41                         | 4245.3                     | 60        | 12           | 1.0000 | 0.9986 |
| 68878            | 1.16                        | 0.11                         | 4498.7                     | 60        | 12           | 0.9985 | 0.9986 |
| 68880            | 6.11                        | 0.51                         | 5083.5                     | 60        | 12           | 1.0000 | 1.0000 |
| 68884            | 20.90                       | 3.59                         | 6106.3                     | 60        | 12           | 0.9976 | 0.9990 |
| 68886            | 27.95                       | 5.45                         | 4264.5                     | 60        | 12           | 0.9698 | 0.9989 |
| 68888            | 19.65                       | 0.63                         | 6367.1                     | 60        | 12           | 0.9666 | 0.9988 |
| 68890            | 17.50                       | 3.24                         | 4767.4                     | 60        | 12           | 0.9269 | 0.9985 |
| 68892            | 14.62                       | 2.67                         | 8355.8                     | 60        | 12           | 0.9824 | 0.9990 |

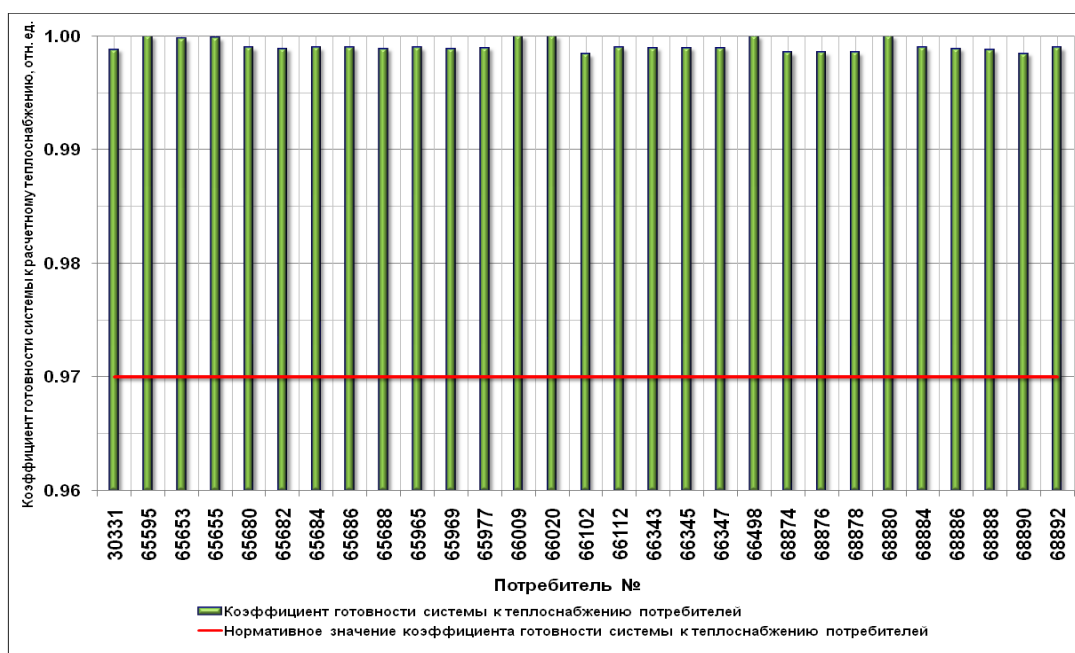


Рисунок 16. Сопоставление коэффицентов готовности  $K_j$  с нормативным значением

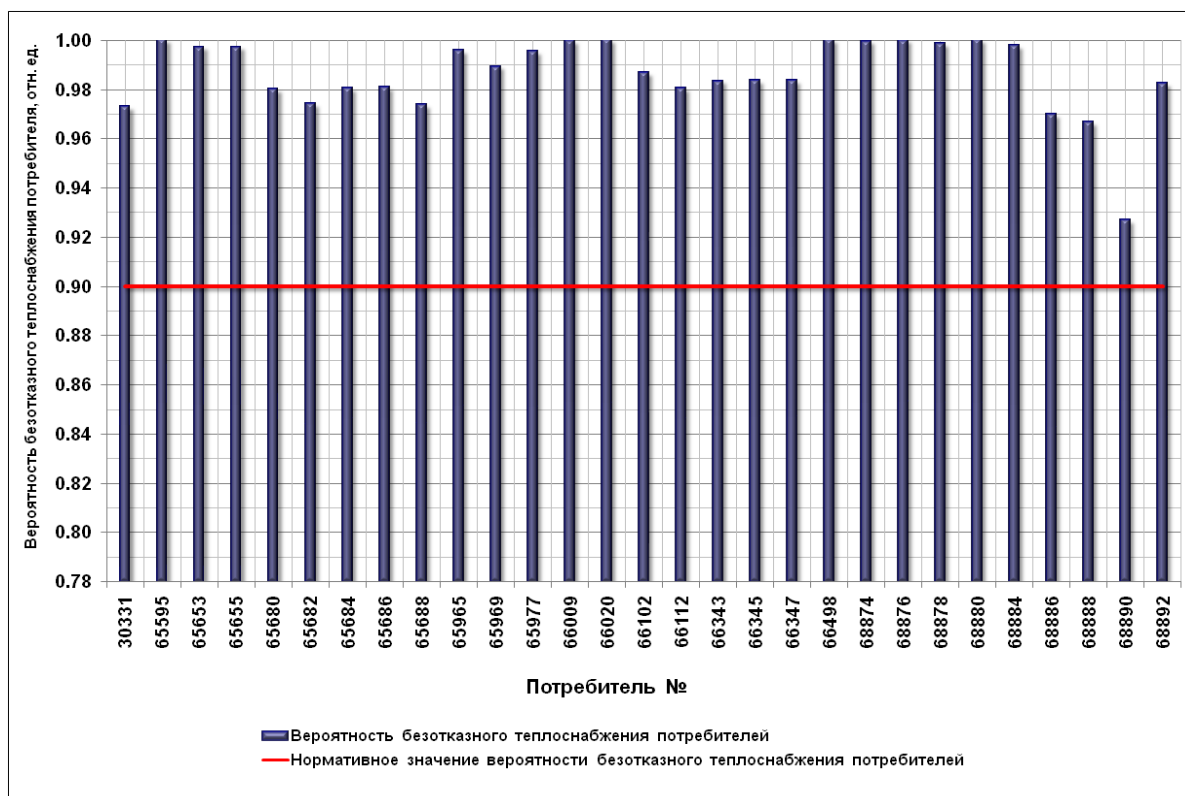


Рисунок 17. Сопоставление вероятностей безотказного теплоснабжения потребителей по отношению к пониженному уровню  $P_j$  с нормативным значением

6. Сопоставление полученных величин ПН с нормативными значениями показывает:

- при увеличении объема резервирования в ТС значения показателей  $K_j$  остались существенно выше нормативного значения  $K_T = 0,97$ ;
- вероятности безотказного теплоснабжения потребителей  $P_j$  после изменения структуры ТС также удовлетворяют нормативному значению  $P_{ТС} = 0.9$ .

Таким образом, увеличение объема резервирования ТС путем устройства аварийной перемычки между тепловыми камерами ТК-601 и ТК-218-1 обеспечит надежное теплоснабжение всех потребителей, подключенных к ТС.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 53480 – 2009 «Надежность в технике. Термины и определения».
2. Надежность систем энергетики. (Сборник рекомендуемых терминов). – М.: ИАЦ «Энергия», 2007.
3. Надежность систем энергетики. Терминология. – М.: Наука, 1980. – Вып. 95.
4. СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети». – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
5. Надежность систем энергетики и их оборудования: Справочное издание в 4 т. под ред. акад. Ю.Н. Руденко. Т. 4 Надежность систем теплоснабжения / Е.В. Сеннова, А.В. Смирнов, А.А. Ионин и др. – Новосибирск: Наука, 2000 г. – 351 с.
6. МДК 4-01.2001 «Методические рекомендации по техническому расследованию и учету технологических нарушений в системах коммунального энергоснабжения и работе энергетических организаций жилищно-коммунального комплекса» (утверждены приказом Министра Госстроя России от 20.08.01 № 191).
7. Федеральный закон от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
8. Постановление Правительства РФ № 154 «Требования к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» от 22 февраля 2012 г.
9. Совместный приказ Министерства энергетики РФ и Министерства регионального развития РФ № 565/667 «Методические рекомендации по разработке схем теплоснабжения» от 29.12.2012 г.
10. Надежность технических систем: Справочник / Под ред. И.А. Ушакова. - М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
11. Такайшвили М.К., Хасилев В.Я. Об основах методики расчета и резервирования тепловых сетей //Теплоэнергетика. - 1972. - №4. - С. 14-19.
12. Ионин А.А. Надежность систем тепловых сетей. - М.: Стройиздат, 1989. - 265 с.
13. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ. – 2011. – 472 с.
14. Красовский Б.М., Коломина Е.В. К вопросу об оценке надежности систем теплоснабжения //Тр. ин-та ВНИПИЭнергопром. 1976. Вып. 8. С. 51-54.
15. Сеннова Е.В., Сидлер В.Г. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. - Новосибирск, 1985 г. - 222 с.
16. Кучев В.А. Повышение надежности теплоснабжающих систем на базе совершенствования процессов восстановления теплоснабжения при отказах теплопроводов // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. - 1988. - №3. - С. 38-45.

17. Вариант структуры, состава и численных значений нормативов надежности теплоснабжающих систем/ Б.Н. Громов, В.А. Кучев, Е.В. Сеннова и др. // Метод. вопр. исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 37. - Киев, 1990. - С. 155-167.
18. Гнеденко В.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука. – 1965. – 524 с.
19. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. – М.: Наука. – 1984. – 328 с.
20. Гнеденко В.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука. – 1987. – 336 с.
21. МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ.
22. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 декабря 2010 года № 175 «Об утверждении СанПиН 2.1.2.2645-10».
23. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология».