

**Общество с ограниченной ответственностью
«Строительно-монтажная компания СпецСтрой»**



**Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения
Качканарского городского округа на период до 2039 года**

Книга 11. Оценка надежности теплоснабжения

СОСТАВ РАБОТ

Схема теплоснабжения Качканарского городского округа	Разработка схемы теплоснабжения Качканарского городского округа на период до 2039 года
Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Глава 1 – Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения</p> <p>Часть 1 – Функциональная структура теплоснабжения</p> <p>Часть 2 – Источники тепловой энергии</p> <p>Часть 3 – Тепловые сети, сооружения на них</p> <p>Часть 4 – Зоны действия источников тепловой энергии</p> <p>Часть 5 – Тепловые нагрузки потребителей тепловой энергии, групп потребителей тепловой энергии</p> <p>Часть 6 – Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки</p> <p>Часть 7 – Балансы теплоносителя</p> <p>Часть 8 – Топливные балансы источников тепловой энергии и система обеспечения топливом</p> <p>Часть 9 – Надежность теплоснабжения</p> <p>Часть 10 – Технико-экономические показатели теплоснабжающих и теплосетевых организаций</p> <p>Часть 11 – Цены (тарифы) в сфере теплоснабжения</p> <p>Часть 12 – Описание существующих технических и технологических проблем в системах теплоснабжения Качканарского городского округа</p>
Книга 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Глава 2 – Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения</p>
Приложение 1. Пьезометрические графики	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Приложение 1 - Пьезометрические графики тепловой сети к схеме теплоснабжения Качканарского городского округа</p>
Приложение 2. Сведения о состоянии тепловой сети Качканарского городского округа	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Приложение 2 – Сведения о состоянии тепловой сети Качканарского городского округа</p>
Книга 3. Электронная модель системы теплоснабжения Качканарского городского округа	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Глава 3 – Электронная модель системы теплоснабжения Качканарского городского округа</p>
Книга 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Глава 4 – Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей</p>
Книга 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения Качканарского городского округа	<p>Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа</p> <p>Глава 5 – Мастер-план развития систем теплоснабжения Качканарского городского округа</p>

Книга 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимальное потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 6 – Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимальное потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах
Книга 7. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 7 – Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии
Книга 8. Предложения по строительству и реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 8 – Предложения по строительству и реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей
Книга 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 9 – Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения
Книга 10. Перспективные топливные балансы	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 10 – Перспективные топливные балансы
Книга 11. Оценка надежности теплоснабжения	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 11 – Оценка надежности теплоснабжения
Книга 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение и (или) модернизацию	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 12 – Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение и (или) модернизацию
Книга 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения Качканарского городского округа	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 13 – Индикаторы развития систем теплоснабжения Качканарского городского округа
Книга 14. Ценовые (тарифные) последствия	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 14 – Ценовые (тарифные) последствия
Книга 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 15 – Реестр единых теплоснабжающих организаций
Книга 16. Реестр проектов схемы теплоснабжения	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 16 – Реестр проектов схемы теплоснабжения
Книга 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Глава 17 – Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения

Приложение 3. Графическая часть	Графическая часть к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Схема 1 – Исполнительная схема тепловых сетей, присоединенных к «Качканарская ТЭЦ» Схема 2 – Существующая схема тепловых сетей присоединенных к котельной главного карьера п. Валериановск
Приложение 4. Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Приложение 4.1 – Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей 2017 год Приложение 4.2 – Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей 2018 год Приложение 4.3 – Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей 2019 год Приложение 4.4 – Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей 2020 год Приложение 4.5 – Статистика отказов и восстановлений тепловых сетей 2021 год
Приложение 5. Сведение о наличии коммерческого прибора учета ТЭ	Обосновывающие материалы к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Приложение 5 - Сведение о наличии коммерческого прибора учета ТЭ
Приложение 6. Гидравлические расчеты ПЛАС	Электронная модель к разработке схемы теплоснабжения Качканарского городского округа Приложение 6.1 – Авария от ТЭЦ до ГПНС Южная подающий трубопровод Приложение 6.2 – Авария от ТЭЦ до ГПНС Южная обратный трубопровод Приложение 6.3 – Авария от ТЭЦ до ГПНС Северная подающий трубопровод Приложение 6.4 – Авария от ТЭЦ до ГПНС Северная обратный трубопровод Приложение 6.5 – Авария от ГПНС Южная до ТК-5 обратный трубопровод Приложение 6.6 – Авария от ГПНС Северная до ТК-7 подающий трубопровод

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 11.1 – Средняя частота отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) во время эксплуатации в отопительные периоды 2017-2021 гг	7
Таблица 11.2 – Нормативное время восстановления тепловых сетей в зависимости от диаметр	7
Таблица 11.3 - Результаты расчета показателей надежности потребителей тепловой энергии	8
Таблица 11.4 - Результаты расчета показателей готовности теплопроводов к несению тепловой энергии	9
Таблица 11.5 - Результаты расчета недоопуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии	9

СОДЕРЖАНИЕ

Состав работы	7
Перечень таблиц	9
ГЛАВА 11. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	7
11.1 Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения	7
11.2 Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения	7
11.3 Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	8
11.4 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	8
11.5 Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии	9
11.6 Описание изменений в показателях надёжности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей, и сооружений на них	9
11.7 Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения с моделированием гидравлических режимов работы таких систем, в том числе при отказе элементов тепловых сетей и при аварийных режимах работы систем теплоснабжения, связанных с прекращением подачи тепловой энергии	9

Глава 11. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

11.1 Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения.

Оценка надежности теплоснабжения по существующему положению представлена в части 9 Главы 1.

Для оценки надежности теплоснабжения, с точки зрения численности отказов на участках тепловых сетей, применен количественный метод анализа. Данный метод направлен на выявление динамики изменения частоты отказов (аварий) на составных элементах тепловой сети (шт).

В таблице 11.1 приведена средняя частота отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) во время эксплуатации в отопительные периоды 2017-2021 гг.

Таблица 11.1 – Средняя частота отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) во время эксплуатации в отопительные периоды 2017-2021 гг.

Отопительные период	Количество отказов, шт
Качканарская ТЭЦ	
2017 г.	43
2018 г.	40
2019 г.	61
2020 г.	29
2021 г.	41
Котельная главного карьера	
2017 г.	21
2018 г.	43
2019 г.	38
2020 г.	31
2021 г.	43

11.2 Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения.

Время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений, в значительной степени зависит от следующих факторов: диаметр трубопровода, тип прокладки, объём дренирования и заполнения тепловой сети, а также времени, затраченного на согласование раскопок с собственниками смежных коммуникаций.

Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений в отопительный период, зависит от характеристик трубопровода отключаемой теплосети, и соответствует установленным нормативам. Нормативных перерыв теплоснабжения (с момента обнаружения, идентификация дефекта и подготовки рабочего места, включающего в себя установление точного места повреждения (со вскрытием канала) и начала операций по локализации поврежденного трубопровода). Указанные нормативы представлены в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Нормативное время восстановления тепловых сетей в зависимости от диаметра.

Диаметр труб тепловых сетей, мм	Время восстановления теплоснабжения, ч
300	15
400	18

500	22
600	26
700	29
800-1000	40
1200-1400	До 54

Существенных от нормативного времени восстановления теплоснабжения за 5-летний период не наблюдалось.

11.3 Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам.

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы, определяемыми для каждого потребителя и представляющими собой вероятность того, что в течении отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Пограничные значения температур разные для разных категорий потребителей.

Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества тепла и снижения температуры воздуха в помещениях ниже 20°C или договором между поставщиком и потребителем тепла. Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты, операционные, реанимационные помещения и т.п.

Вторая категория – потребителей, допускающие временное снижение температуры в отапливаемых помещениях.

а) жилых и общественных зданий – до +12°C;

б) промышленных зданий – до +8°C.

Третья категория – остальные потребители. Например, временные здания и сооружения, вспомогательные здания промышленных предприятий, бытовые помещения и т.п.

В таблице 11.3 представлены результаты расчета показателей надежности потребителей тепловой энергии.

Таблица 11.3 - Результаты расчета показателей надежности потребителей тепловой энергии.

Источник тепловой энергии	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей
Качканарская ТЭЦ	0,5
Котельная главного карьера	0,5

11.4 Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки.

Надежность расчетного уровня теплоснабжения оценивается коэффициентами готовности, определяемыми для каждого узла-потребителя и представляющими собой вероятность того, что в произвольный момент времени в течении отопительного периода потребителю будет обеспечена подача расчетного количества тепла.

В таблице 11.4 представлены результаты расчета показателей готовности теплопроводов к несению тепловой энергии.

Таблица 11.4 - Результаты расчета показателей готовности теплопроводов к несению тепловой энергии.

Источник тепловой энергии	Коэффициент готовности теплопроводов к несению тепловой энергии
Качканарская ТЭЦ	0,9
Котельная главного карьера	0,9

11.5 Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.

Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии представлены в таблице 11.5.

Таблица 11.5 - Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.

Источник тепловой энергии	Коэффициент недоотпуска тепловой энергии
Качканарская ТЭЦ	1,0
Котельная главного карьера	1,0

11.6 Описание изменений в показателях надёжности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей, и сооружений на них.

Изменения в показателях надёжности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения – отсутствуют.

11.7 Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения с моделированием гидравлических режимов работы таких систем, в том числе при отказе элементов тепловых сетей и при аварийных режимах работы систем теплоснабжения, связанных с прекращением подачи тепловой энергии.

1. Авария от ТЭЦ до ГПНС «Юг» подающий трубопровод.

После определения участка повреждения

На ТЭЦ:

- остановить сетевые насосы на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ в сторону ГПНС «Южная».

- закрыть задвижки ОСВР-1, ОСВР-2А, ОСВР-1А АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Южная».

- открыть задвижки ОСВП-4, ОСВП-3 на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ.

На ГПНС «Южная»:

- остановить сетевые насосы

- закрыть задвижки №10,11

В ТК-4:

- закрыть задвижку №1 (на падающем трубопроводе).

В ТК-23:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Южная»).

В ТК-11-13:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Северная»).

На время устранения аварии на подающем трубопроводе от Качканарской ТЭЦ до ГПНС «Южная» теплоснабжение Южной части г. Качканар осуществляется от ТФУ «Север» АО «ЕВРАЗ КГОК», филиал Качканарская ТЭЦ.

2. Авария от ТЭЦ до ГПНС «Южная» обратный трубопровод.

После определение участка повреждения

На ТЭЦ:

- закрыть задвижку ОСВР-2 на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Южная». Подпитку теплосети осуществлять по подающему трубопроводу.

На ГПНС «Южная»

- собрать технологическую схему по работе на «малое кольцо». В работе оставить один сетевой насос. Закрыть задвижку №9, №9А. Открыть задвижку №17.

Закрыть задвижки на ООО «Качканар-Авто», ООО «Агросталь Комплект», ЖДЦ КГОК

Для увеличения подпитки и улучшение циркуляции теплоносителя организовать слив теплоносителя из обратного трубопровода на ГПНС «Южная» в объеме 100 м³/час.

Температуру теплоносителя в подающем трубопроводе поддерживать по температурному графику 150-70°С

3. Авария от ТЭЦ до ГПНС «Северная» подающий трубопровод.

После определение участка повреждения

На ТЭЦ:

- остановить сетевые насосы на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Северная».

- закрыть задвижки ОСВЖ-1, ОСВЖ-1А, ОСВЖ-2А на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Северная».

- открыть задвижки ОСВП-3, ОСВП-4 на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ.

В ТК-1:

-закрыть задвижки №1, 1А, 3.

В ГПНС «Северная»:

- отключить все сетевые насосы.

В ТК-23:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Южная»).

В ТК-11-13:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Северная»).

На время устранения аварии на подающем трубопроводе от Качканарской ТЭЦ до ГПНС «Северная» теплоснабжение Северной части г. Качканар осуществляется от ТФУ «Промобъекты» АО «ЕВРАЗ КГОК», филиал Качканарская ТЭЦ.

4. Авария от ТЭЦ до ГПНС «Северная» обратный трубопровод.

После определение участка повреждения

На ТЭЦ:

- закрыть задвижку ОСВЖ-2, на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Северная». Подпитку теплосети осуществлять по подающему трубопроводу.

В ТК-1:

- закрыть задвижку №2 на обратном трубопроводе.

- закрыть задвижку №6 на управление АО «ЕВРАЗ КГОК».

В ГПНС «Северная»:

-остановить один из двух работающих сетевых насосов. ГПНС работает по схеме «малое кольцо».

Для увеличения подпитки и улучшение циркуляции теплоносителя, организовать слив теплоносителя из обратного трубопровода после узла «А» в объеме 200 м³/ час.

5. Авария от ГПНС «Южная» до ТК-4 обратный трубопровод.

После определение участка повреждения

На ТЭЦ:

- закрыть задвижку ОСВР-2 на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Южная». Подпитку теплосети осуществлять по подающему трубопроводу.

На ГПНС «Южная»

- остановить один сетевой насос, закрыть задвижку №9,9а.

В подающем трубопроводе поддерживать давление 9-9,5 кгс/см². Давление регулировать задвижкой №12.

В ТК-4:

- закрыть задвижку №2, открыть спускные краны, опорожнить обратный трубопровод от ТК-4 до ГПНС «Южная».

- для увеличения подпитки и улучшение циркуляции теплоносителя организовать слив теплоносителя из обратного трубопровода в объеме 130 м³/ч.

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе поддерживать по температурному графику 150-70°C

6. Авария от ТЭЦ до ГПНС «Северная» подающий трубопровод.

После определение участка повреждения

На ТЭЦ:

- остановить сетевые насосы на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Северная».

- закрыть задвижки ОСВЖ-1, ОСВЖ-1А, ОСВЖ-2А на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ, в сторону ГПНС «Северная».

- открыть задвижки ОСВП-3, ОСВП-4 на АО «ЕВРАЗ КГОК» филиал Качканарская ТЭЦ.

В ТК-1:

- закрыть задвижки №1, 1А, 3.

В ГПНС «Северная»:

- отключить все сетевые насосы

- закрыть задвижку №2.

В ТК-2

- закрыть задвижки №7,9 на подающем трубопроводе.

В ТК-3

- закрыть задвижки №1, 1А, 3.

В ТК-5

- закрыть задвижки №1, 3.

В ТК-6

- закрыть задвижки №1, 1А.

В ТК-7

- закрыть задвижки №1, 3, 5.

В ТК-23:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Южная»).

В ТК-11-13:

- открыть задвижку на подающем трубопроводе (в сторону ГПНС «Северная»).

На время устранения аварии на подающем трубопроводе от ГПНС «Северная» до ТК-4, теплоснабжение Северной части г. Качканар осуществляется от ТФУ «Промобъекты» АО «ЕВРАЗ КГОК», филиал Качканарская ТЭЦ.