

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



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

**Книга 3. Электронная модель системы теплоснабжения Качканарского  
городского округа**

## 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

## СОДЕРЖАНИЕ

Состав работы	2
<b>ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАЧКАНАРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГ</b>	<b>6</b>
3.1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов	8
3.2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения	8
3.3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	8
3.4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	8
3.5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	8
3.6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	8
3.7 Расчет показателей надежности систем теплоснабжения	9
3.8 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	9
3.9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	9
3.10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	9
3.11 Отражение изменения гидравлических режимов, определяемые в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, с учетом изменений в составе оборудования источников тепловой энергии, тепловой сети и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения	9

### ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАЧКАНАРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

Электронная модель системы теплоснабжения инструмент учета, наладки и модернизации тепловых сетей, разработки схем теплоснабжения. В современных условиях целесообразно иметь и использовать математическую компьютерную модель системы централизованного теплоснабжения, позволяющую просчитывать возможные последствия планируемых мероприятий и таким образом, принимать оптимальные экономически обоснованные решения по наладке, регулировке и модернизации систем центрального теплоснабжения при обеспечении потребителей расчетными тепловыми и гидравлическими параметрами.

Электронная модель системы теплоснабжения Качканарского городского округа содержит:

а) графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе городского поселения и с полным топологическим описанием связности объектов;

б) паспортизацию объектов системы теплоснабжения;

в) паспортизацию и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное;

г) гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе - гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;

д) моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе - переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;

е) расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку;

ж) расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя;

з) расчет показателей надежности теплоснабжения;

и) групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;

к) сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.

С помощью данного продукта возможна реализация следующего состава задач:

#### 1. Построение расчетной модели тепловой сети.

При работе в геоинформационной системе сеть достаточно просто и быстро заносится с помощью мышки или по координатам. При этом сразу формируется расчетная модель. Остается лишь задать расчетные параметры объектов и нажать кнопку выполнения расчета.

#### 2. Наладочный расчет тепловой сети.

Целью наладочного расчета является обеспечение потребителей расчетным количеством воды и тепловой энергии. В результате расчета осуществляется подбор дросселирующих устройств, определяется количество и место установки дроссельных шайб. Расчет может производиться при известном располагаемом напоре на источнике и его автоматическом подборе в случае, если заданного напора недостаточно.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), величина избыточного напора у потребителей, температура внутреннего воздуха.

Дросселирование избыточных напоров на абонентских вводах производят с помощью дроссельных шайб. Дроссельные шайбы перед абонентскими вводами устанавливаются автоматически на подающем, обратном или обоих трубопроводах в зависимости от необходимого для системы гидравлического режима. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями.

Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

#### Поверочный расчет тепловой сети

Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количестве тепловой энергии получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей.

Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т. д.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

#### Конструкторский расчет тепловой сети

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при выдаче разрешения на подключение потребителей к тепловой сети, так как в качестве источника может выступать любой узел системы теплоснабжения, например, тепловая камера. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность изменения скорости движения воды по участкам тепловой сети, что приводит к изменению диаметров трубопровода, а значит и располагаемого напора в точке подключения.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов тепловой сети, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети, располагаемые напоры на потребителях.

#### Расчет требуемой температуры на источнике.

Целью задачи является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у заданного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной.

#### Коммутационные задачи

Анализ отключений, переключений, поиск ближайшей запорной арматуры, отключающей участок от источников, или полностью изолирующей участок.

#### Построение пьезометрических графиков

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского).

#### Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

### **3.1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.**

Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения поселения в слоях ЭМ представлены графическим изображением объектов системы теплоснабжения с привязкой к топооснове поселения и полным топологическим описанием связности объектов, а также паспортизацией объектов системы теплоснабжения (источников теплоснабжения, участков тепловых сетей, оборудования ЦТП, ИТП).

### **3.2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения.**

В программном комплексе к объектам системы теплоснабжения относятся следующие элементы, которые образуют между собой связанную структуру: источник, участок тепловой сети, узел, потребитель. Каждый элемент имеет свой паспорт объекта, состоящий из описательных характеристик. Среди этих характеристик есть как необходимые для проведения гидравлического расчета и решения иных расчетно-аналитических задач, так и чисто справочные. Процедуры технологического ввода позволяют корректно заполнить базу данных характеристик узлов и участков тепловой сети.

### **3.3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.**

В паспортизацию объектов тепловой сети также включена привязка к административным районам поселения, что позволяет получать справочную информацию по объектам базы данных в разрезе территориального деления расчетных единиц.

### **3.4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.**

Модель тепловых сетей в своем расчете имитирует гидравлический режим тепловых сетей в таком виде, как это фактически реализовано: с многочисленными закольцовками магистралей и параллельной работой источников тепла.

### **3.5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.**

Моделирование переключений позволяет отслеживать программой состояние запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных описания тепловой сети. Любое переключение на схеме тепловой сети влечет за собой автоматическое выполнение гидравлического расчета и, таким образом, в любой момент времени пользователь видит тот гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокупности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме тепловой сети.

### **3.6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку.**

Расчет балансов тепловой энергии по источникам в модели тепловых сетей поселения организован по принципу того, что каждый источник привязан к своему административному району. В результате получается расчет балансов тепловой энергии по источникам тепла и по территориальному признаку.



### **3.7 Расчет показателей надежности систем теплоснабжения.**

Расчет существующих и перспективных показателей надежности системы теплоснабжения представлен в Главе 11.

### **3.8 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.**

Нормы тепловых потерь через изоляцию трубопроводов рассчитаны в ГИС Zulu Thermo 8.0.

### **3.9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.**

Групповые изменения характеристик объектов применимы для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение - калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождениям результатов гидравлического расчета по «проектным» значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов, что вряд ли реализуемо.

### **3.10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.**

Сравнительные пьезометрические графики одновременно отображают графики давлений тепловой сети, рассчитанные в двух различных базах: контрольной, показывающей существующий гидравлический режим и модельной, показывающей перспективный гидравлический режим. Данный инструментарий реализован в модели тепловых сетей и является удобным средством анализа.

При проведении работ по актуализации и оптимизации схемы теплоснабжения Качканарского городского округа, для наладки и анализа режимов теплоснабжения в тепловых сетях, был использован ГИС Zulu Thermo. Пакет Zulu Thermo позволяет создать расчетную математическую модель сети, выполнить паспортизацию сети, и на основе созданной модели решать информационные задачи, задачи топологического анализа, и выполнять различные тепло-гидравлические расчеты.

Электронная модель прилагается к данному техническому отчету на CD-диске.

### **3.11 Отражение изменения гидравлических режимов, определяемые в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, с учетом изменений в составе оборудования источников тепловой энергии, тепловой сети и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения.**

В 2018-2019 годах в г. Качканар проводилось обследование системы теплоснабжения для разработки оптимального тепло-гидравлического режима и наладка тепловых сетей. Основание:

- контракт № 27-03/18 от 27 марта 2018 года;
- контракт № 64-07/19 от 01 июля 2019 года.

Показатели работы системы теплоснабжения после наладки сравнивались с расчетными параметрами работы системы теплоснабжения и с параметрами работы системы теплоснабжения в аналогичный период за прошлый год с сопоставимыми климатическими условиями.

Параметры работы системы теплоснабжения соответствуют расчетным значениям. Гидравлический режим работы тепловых сетей стабилен и соответствует разработанному.

#### **Анализ результатов наладки гидравлического режима тепловых сетей г. Качканар направление «Юг».**

1. Среднесуточный расход сетевой воды.

Среднесуточный расход сетевой воды снизился с 17814 т/сутки до 16775 т/сут.

Снижение расхода обусловлено наладочными мероприятиями, приведением расхода теплоносителя через теплопотребители к расчетным значениям.

В результате снижения расхода теплоносителя снизилось потребление электроэнергии для транспортировки теплоносителя на 125 Квт/час, что позволит сэкономить до 3,5 млн. рублей за отопительный период:

- снижение потребления эл/эн. на ГПНС «Южная» - на 75 кВт/час;

- снижение потребления эл/эн. на ТНС №11 – на 50 кВт/час.

2. Среднесуточный расход на подпитку тепловой сети.

Среднесуточный расход на подпитку тепловой сети снизился с 1898 т/сут. до 1416 т/сут.

Снижение среднесуточного расхода на подпитку тепловой сети, составило 25,4%. Снижение расхода обусловлено наладочными мероприятиями, приведшими к повышению качества ГВС и соответственно снижению потребления. Данное мероприятие позволяет сэкономить более 10,5 млн. рублей за отопительный сезон.

#### **Анализ результатов наладки гидравлического режима тепловых сетей г. Качканар направление «Север».**

При проведении наладки гидравлического режима выявлено, в многоквартирных жилых домах имеет место неравномерное распределение теплоносителя по стоякам внутренней системы теплопотребления зданий. Это происходит в следствие отсутствия регулировки гидравлического режима внутренних систем теплопотребления.

В ИТП потребителей, напрямую подключенных к тепломагистрали отсутствуют узлы подмеса для снижения температуры теплоносителя на вводе в потребитель. По этой причине температура теплоносителя на выходе из ТЭЦ ограничена 125 °С, что соответствует температуре наружного воздуха -30 °С. Соответственно при температуре наружного воздуха ниже -30 °С возникает дефицит тепловой энергии. Угрозы к размораживанию систем теплоснабжения нет, но температура воздуха внутри отапливаемых помещений будет ниже нормативной.

При проведении наладки на части потребителей потребовалось пересчитать диаметр дроссельной диафрагмы. Основными причинами для пересчета явились:

А. Внутреннее сопротивление системы теплопотребления здания выше расчетных значений, заложенных при проектировании, в результате заужения диаметров при проведении ремонтов и самовольное вмешательство абонентов в систему теплопотребления.

Б. В расчете неправильно учтена тепловая нагрузка потребителя.

В. Неравномерное распределение теплоносителя по внутренним системам теплопотребления в результате отсутствия наладки и вмешательства в ходе реконструкций. Расчетного количества теплоносителя недостаточно для прогрева отдельных помещений. В целом потребитель работает с перетопом.