

Актуализированная схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы



Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения

Книга 3 Электронная модель системы
теплоснабжения г. Тобольска
(С приложением отлаженной и
откалиброванной под расчетный и
фактические режимы работы электронной
модели системы теплоснабжения г.
Тобольска)
(ОМ ПСТ 03.00)



Состав документа

Наименование документа	Шифр
Обосновывающие материалы. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.	ОМ ПСТ 01.00
Обосновывающие материалы. Книга 2. Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	ОМ ПСТ 02.00
Обосновывающие материалы. Книга 3. Электронная модель системы теплоснабжения г. Тобольска (С приложением отлаженной и откалиброванной под расчетный и фактические режимы работы электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска)	ОМ ПСТ 03.00
Обосновывающие материалы. Книга 4. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	ОМ ПСТ 04.00
Обосновывающие материалы. Книга 5. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	ОМ ПСТ 05.00
Обосновывающие материалы. Книга 6. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	ОМ ПСТ 06.00
Обосновывающие материалы. Книга 7. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них	ОМ ПСТ 07.00
Обосновывающие материалы. Книга 8. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе аварийные режимы	ОМ ПСТ 08.00
Обосновывающие материалы. Книга 9. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Перспективные топливные балансы	ОМ ПСТ 09.00
Обосновывающие материалы. Книга 10. Разработка вариантов перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска. Оценка надежности теплоснабжения;	ОМ ПСТ 10.00
Обосновывающие материалы. Книга 11. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение;	ОМ ПСТ 11.00
Обосновывающие материалы. Книга 12. Обоснование предложения по определению единой теплоснабжающей организации.	ОМ ПСТ 12.00
Обосновывающие материалы. Книга 13. Сводный Том изменений при актуализации схемы теплоснабжения	ОМ ПСТ 13.00
Утверждаемая часть. Схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы	УЧ ПСТ 14.00

Содержание

Перечень принятых сокращений	4
Общие положения	6
Глава 3. Электронная модель схемы теплоснабжения г. Тобольска	9
1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов	9
2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения г. Тобольска	11
3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.....	30
4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	33
4.1 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности	33
4.1.1 Пример протокола теплогидравлического расчета Котельной № 1 (район Сумкино) (Наладка)	34
4.1.2 Пример протокола теплогидравлического расчета Котельной № 1 (район Сумкино) (Поверка)	37
4.2 Гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	39
5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	45
5.1 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях.....	45
5.2 Моделирование переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	46
6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	48
7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	49
8 Расчет показателей надежности теплоснабжения	51
9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	56
9.1 Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям.....	56
9.2 Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям	57
10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	59
Приложения	66

Перечень принятых сокращений

Сокращение	Пояснение
АСКУТЭ	Автоматическая система контроля и учета тепловой энергии
АСКУЭ	Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
БМК	Блочно-модульная котельная
ВК	Ведомственная котельная
ВПУ	Водоподготовительная установка
ГВС	Горячее водоснабжение
ГТУ	Газотурбинная установка
ЕТО	Единая теплоснабжающая организация
ИП	Инвестиционная программа
ИТП	Индивидуальный тепловой пункт
МК, КМ	Муниципальная котельная
МО ГО город Тобольск, город Тобольск, г. Тобольск, Тобольск	Муниципальное образование городской округ город Тобольск
НВВ	Необходимая валовая выручка
НДС	Налог на добавленную стоимость
ННЗТ	Неснижаемый нормативный запас топлива
НС	Насосная станция
НТД	Нормативная техническая документация
НЭЗТ	Нормативный эксплуатационный запас основного или резервного видов топлива
ПАО «СУЭНКО»	До 01.07.2014 г.- Открытое акционерное общество «Тепло Тюмени». С 01.07.2014 г. - «Тепло Тюмени» - филиал ОАО «СУЭНКО». С января 2015 г. - «Тепло Тюмени» - филиал Публичного акционерного общества «Сибирско-Уральская энергетическая компания». С марта 2018 г. - Публичное акционерное общество «Сибирско-Уральская энергетическая компания»
ОАО «УТСК»	ОАО «Уральская теплосетевая компания» Тобольский филиал
ОВ	Отопление и вентиляция
ОДЗ	Общественно-деловая застройка
ОДС	Оперативная диспетчерская служба
ОИК	Оперативный информационный комплекс
ОКК	Организация коммунального комплекса
ОНЗТ	Общий нормативный запас топлива
ОЭТС	Отдел эксплуатации тепловых сетей
ПВК	Пиковая водогрейная котельная
ПГУ	Парогазовая установка
ПИР	Проектные и изыскательские работы
ПНС	Повысительно-насосная станция
ПП РФ	Постановление Правительства Российской Федерации
ППМ	Пенополиминерал
ППУ	Пенополиуретан

Сокращение	Пояснение
ПСД	Проектно-сметная документация
СМР	Строительно-монтажные работы
СЦТ	Система централизованного теплоснабжения
ТРО	Тобольское региональное отделение
ТФУ	Теплофикационная установка
ТЭ	Тепловая энергия
ТЭО	Технико-экономическое обоснование
ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль
УРУТ	Удельный расход условного топлива
УСС	Укрупненный показатель сметной стоимости
ФОТ	Фонд оплаты труда
ФСТ	Федеральная служба по тарифам
ХВО	Химводоочистка
ХВП	Химводоподготовка
ЦТП	Центральный тепловой пункт
ЭБ	Энергоблок
ЭМ	Электронная модель системы теплоснабжения г. Тобольска

Общие положения

Схема теплоснабжения г. Тобольска на 2018-2032 годы разработана ПАО «СУЭНКО» на основании п. 22 Постановления Правительства РФ №154 от 22 февраля 2012 г. «Требования к порядку разработки и утверждения схем теплоснабжения».

Схема теплоснабжения разработана в составе обосновывающих материалов и утверждаемой части, разделенных на Книги.

Настоящий отчет сформирован в рамках Книги 3 Электронная модель системы теплоснабжения г. Тобольска.

Формирование главы по Электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска проведено в соответствии с п. 38 Требований.

Используемые сокращения

d – диаметр

L – протяженность

АИТП – автоматизированный индивидуальный тепловой пункт

БПК полн – биохимическая потребность в кислороде полная

ВЛ – воздушная линия

ВОС – водоочистные сооружения

ВПУ – водоподготовительные установки

ГВС – горячее водоснабжение

ГРП – газорегуляторный пункт

ГРС – газораспределительная станция

ГРУ – газорегуляторная установка

ГРЭС – государственная районная электрическая станция

ДДС – дежурно диспетчерских служб

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

ИТП – индивидуальный тепловой пункт

КЛ – кабельная линия

КОС – канализационные очистные сооружения

ЛК – локальная котельная

ЛЭП – линия электропередач

мкр. – микрорайон

МУП ЖКХ – муниципальное унитарное предприятие жилищно-коммунального хозяйства

МЭЗ – малоэтажная застройка

НСП – насосная станция подъема

ОПК – отопительно-производственная котельная

ОРУ – открытое распределительное устройство

ПАЭС – передвижная автоматизированная электростанция

ПГУ – парогазовый энергоблок

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПИР – проектно-изыскательские работы

Пос. – поселок

ППР – первичный преобразователь расхода

ППУ – тип изоляции, пенополиуретановая

ПРК – программно-расчетный комплекс

ПРТЭЦ – пускорезервная ТЭЦ

ПС – подстанция

РК – районная котельная

РП – распределительный пункт

РЭК – региональная энергетическая комиссия

СО – система отопления

СВ – система вентиляции

ТК – тепловая камера

ТП – трансформаторная подстанция

ТС – тепловые сети

ТЭР - топливно-энергетические ресурсы

ТЭЦ – теплоэнергоцентр

УТ – узел тепловой сети

ФГУ – федеральное государственное учреждение

ХВО – химводоочистка

ЦТП – центральный тепловой пункт

ГШЗ – топливо газоконденсатное широкофракционное (зимнее)

Глава 3. Электронная модель схемы теплоснабжения г. Тобольска

1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов

ГИС Zulu поддерживает линейно-узловую топологию, что позволяет моделировать тепловые сети. Линейно-узловое представление (векторно-топологическое представление) – разновидность векторного представления линейных и полигональных пространственных объектов, описывающего не только их геометрию, но и топологические отношения между полигонами, дугами и узлами.

Система Zulu позволяет создавать классифицируемые объекты, имеющие несколько режимов (состояний), каждый из которых (состояний) имеет свой стиль отображения на карте (схеме). При этом ввод сетей производится с автоматическим кодированием топологии. Нарисованная на экране сеть сразу готова для топологического анализа (информация о связях между объектами заносится автоматически).

В системе предусмотрены средства редактирования сетей теплоснабжения, включающие возможность создания объектов тепловой сети, нанесения сети на карту, а также контроля действий пользователя при определении компонентов сети или изменении ее конфигурации¹.

Электронная модель системы теплоснабжения сформирована путем нанесения на карту г. Тобольска графического представления объектов системы теплоснабжения (источники, сети, сооружения и пр.) и связанных с ней объектов и систем в соответствующих слоях.

В состав электронной модели г. Тобольска входит одна карта-схема, описывающая существующее и перспективное развитие г. Тобольска - Приложение 3.

Система теплоснабжения г. Тобольска представлена на карте с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволяет в дальнейшем не только проводить теплогидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение тепловых сетей.

В ГИС Zulu задана проекция план-схема и локальная система координат, в которой хранятся пространственные данные слоя системы теплоснабжения г. Тобольска – «Тепловые сети». Эта проекция называется проекцией хранения данных. На базе проекции исходных данных сформированы объекты слоя «Тепловые сети».

В Схему теплоснабжения г. Тобольска включены все магистральные тепловые сети до тепловых камер на магистральных тепловых сетях и до ответвления на распределительных (квартальных) тепловых сетях. Также

¹ Источник: <http://politerm.com.ru/index.htm>

включено описание распределительных (квартальных) тепловых сетей до конечных потребителей.

Карта-схема г. Тобольска включает в себя следующие слои:

- Слой 1 – Водоемы;
- Слой 2 – Флора;
- Слой 3 – Улицы;
- Слой 4 – Названия улиц;
- Слой 5 – Зоны действия источников (факт);
- Слой 6 – Зоны действия источников (перспектива);
- Слой 7 – Номера зданий;
- Слой 8 – Границы мкр;
- Слой 9 – Названия границ мкр;
- Слой 10 – Здания-13;
- Слой 11 – Здания-14;
- Слой 12 – Здания-15;
- Слой 13 – Здания-16;
- Слой 14 – Здания-17;
- Слой 15 – Здания-18;
- Слой 16 – Здания-19-23;
- Слой 17 – Здания-24-28;
- Слой 18 – Тепловые сети 13;
- Слой 19 – Тепловые сети 14;
- Слой 20 – Тепловые сети 15;
- Слой 21 – Тепловые сети 16;
- Слой 22 – Тепловые сети 17;
- Слой 23 – Тепловые сети 18;
- Слой 24 – Тепловые сети 19-23;
- Слой 25 – Тепловые сети 24-28;
- Слой 26 – «Калибровка».

Слой теплоснабжения – «Тепловые сети», вошедший в состав существующего и перспективного положений электронной модели г. Тобольска, содержит базу данных по каждому объекту тепловой сети: источник, узел, потребитель, задвижка, участки, перемычка.

2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения г. Тобольска

Паспортизация объектов системы теплоснабжения осуществлялась на основе предоставленных в базах исходных данных электронной модели.

Паспортизация необходима для диспетчеризации объектов теплоснабжения и ее структурирования в общей цепочке, а именно:

1) для источников тепловой энергии:

- номер источника;
- геодезическая отметка, м;
- расчетная температура в подающем трубопроводе, °С;
- расчетная температура холодной воды, °С;
- расчетная температура наружного воздуха, °С;
- расчетный располагаемый напор на выходе из источника, м;
- расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике, м;
- режим работы источника;
- продолжительность работы системы теплоснабжения;
- среднегодовые температуры воды в подающем и обратном трубопроводах, °С;
- среднегодовые температуры грунта и наружного воздуха, °С;

2) для участков тепловой сети:

- внутренний диаметр подающего и обратного трубопроводов, м;
- протяженность участка тепловой сети (в двухтрубном исчислении), м;
- шероховатость подающего и обратного трубопроводов, мм;
- местные сопротивления подающего и обратного трубопроводов;
- коэффициент местного сопротивления подающего и обратного трубопроводов;
- вид прокладки тепловой сети;
- теплоизоляционный материал подающего и обратного трубопроводов;
- год ввода в эксплуатацию.

3) для насосной станции:

- геодезическая отметка, м;
- напор насоса на подающем и обратном трубопроводах, м;
- марка насоса на подающем и обратном трубопроводах.

4) для потребителей тепловой энергии:

- высота здания потребителя, м;
- геодезическая отметка, м;
- номер схемы подключения потребителя;
- расчетная температура сетевой воды на входе в потребитель, °С.

Данные по системе отопления потребителей, а именно: расчетная нагрузка на отопление, коэффициент изменения нагрузки отопления,

расчетная температура воды на входе в системе отопления, расчетная температура воды на выходе из системы отопления, расчетная температура внутреннего воздуха для системы отопления, наличие регулятора на отопление, расчетный располагаемый напор в системе отопления, количество секций теплообменников на системе отопления (для независимых схем подключения), потери напора в 1-й секции теплообменника на системе отопления (для независимых схем подключения), количество параллельных групп теплообменников на системе отопления, расчетная температура сетевой воды на выходе из теплообменника, расчетная температура сетевой воды на выходе из потребителя.

Данные по системе вентиляции потребителей: расчетная нагрузка на вентиляцию, расчетная температура наружного воздуха для системы вентиляции, расчетная температура внутреннего воздуха для системы вентиляции, расчетный располагаемый напор в системе вентиляции, наличие регулирующего клапана на системе вентиляции.

Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения (поля паспортов) по источникам, тепловым сетям, потребителям, ЦТП, тепловым камерам, сформированные в электронной модели по каждому объекту, приведены в табл. 1-5.

Базы данных электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска содержат строки с исходной информацией, обязательной для заполнения; расчетными значениями, определенными ПРК по результатам расчета; необязательные значения, поля по которым формируются при выполнении определенных задач:

- исходная информация
- расчетные значения

Табличные формы баз данных объектов тепловой сети электронной модели являются аналитическим инструментом. Имея готовые семантические базы объектов тепловой сети, можно проанализировать любую сложившуюся ситуацию в целом по системе теплоснабжения в г. Тобольске.

Таблица 1

Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения (поля паспортов) по источникам тепловой энергии

Перечень показателей	Значение показателя
Наименование предприятия	исходная информация
Наименование источника	исходная информация
Номер источника	исходная информация
Геодезическая отметка, м	исходная информация
Административный район	исходная информация
Планировочный район	исходная информация
Кадастровый квартал	исходная информация
Год постройки	исходная информация
Год демонтажа	исходная информация
Расчетная температура в подающем трубопроводе, °С	исходная информация
Расчетная температура холодной воды, °С	исходная информация
Расчетная температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Текущая температура воды в подающем трубопроводе, °С	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Текущая температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Расчетный располага. напор на выходе из источника, м	исходная информация
Расчетный напор в обратн. тр-де на источнике, м	исходная информация
Режим работы источника	исходная информация
Максимальный расход на подпитку, т/ч	исходная информация
Установленная тепловая мощность, Гкал	исходная информация
Текущий располага. напор на выходе из источника, м	расчетное значение
Напор в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Давление в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Текущий напор в обратн. тр-де на источнике, м	расчетное значение
Давление в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Продолжительность работы системы теплоснабжения (1-2)	исходная информация
Среднегодовая температура воды в под. трубопроводе, °С	исходная информация
Среднегодовая температура воды в обр. трубопроводе, °С	исходная информация
Среднегодовая температура грунта, °С	исходная информация
Среднегодовая температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °С	исходная информация
Текущая температура грунта, °С	исходная информация
Текущая температура воздуха в подвалах, °С	исходная информация
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	расчетное значение
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	расчетное значение
Расчетная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	расчетное значение
Текущая нагрузка на отопление, Гкал/ч	расчетное значение
Текущая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	расчетное значение
Текущая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	расчетное значение
Суммарная тепловая нагрузка, Гкал/ч	расчетное значение
Температура на выходе из источника, °С	расчетное значение
Текущая температура воды в обратном трубопроводе, °С	расчетное значение
Расход сетевой воды на СО, т/ч	расчетное значение
Расход сетевой воды на СВ, т/ч	расчетное значение
Расход сетевой воды на ГВС, т/ч	расчетное значение
Суммарный расход сетевой воды в под. тр., т/ч	расчетное значение
Расход воды на утечку из сис. теплопотреб., т/ч	расчетное значение
Расход воды на подпитку, т/ч	расчетное значение
Расход сетевой воды на утечку из под. тр., т/ч	расчетное значение
Расход сетевой воды на утечку из обр. тр., т/ч	расчетное значение
Тепловые потери в тепловых сетях, Гкал/ч	расчетное значение
Давление вскипания, м	расчетное значение
Статический напор, м	расчетное значение
Диаметр выходного отверстия, м	расчетное значение
Высота выходного отверстия, м	расчетное значение
Примечание	исходная информация

Таблица 2

Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения (поля паспортов) по участкам тепловых сетей

Перечень показателей	Значение показателя
Административный район	исходная информация
Планировочный район	исходная информация
Кадастровый квартал	исходная информация
Наименование источника	исходная информация
Номер источника	исходная информация
Адрес участка	исходная информация
Адрес потребителя	исходная информация
Балансовая принадлежность	исходная информация
Наименование начала участка	исходная информация
Наименование конца участка	исходная информация
Длина участка, м	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Тип строительства	исходная информация
Год прокладки	исходная информация
Год демонтажа	исходная информация
Условный диаметр подающего трубопровода, м.	исходная информация
Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	исходная информация
Наружный диаметр подающего трубопровода, м.	исходная информация
Толщина стенки подающего трубопровода, мм.	исходная информация
Условный диаметр обратного трубопровода, м.	исходная информация
Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	исходная информация
Наружный диаметр обратного трубопровода, м.	исходная информация
Толщина стенки обратного трубопровода, мм.	исходная информация
Материал трубы	исходная информация
Сумма коэф. местных сопротивлений под. трубопровода	исходная информация
Местные сопротивления под. трубопровода	исходная информация
Сумма коэф. местных сопротивлений обр. трубопровода	исходная информация
Местные сопротивления обр. трубопровода	исходная информация
Шероховатость подающего трубопровода, мм	исходная информация
Шероховатость обратного трубопровода, мм	исходная информация
Заращение подающего трубопровода, мм	исходная информация
Заращение обратного трубопровода, мм	исходная информация
Коэффициент местного сопротивления под. трубопровода	исходная информация
Коэффициент местного сопротивления обр. трубопровода	исходная информация
Сопротивление подающего трубопровода, м/ (т/ч) * 2	исходная информация
Сопротивление обратного трубопровода, м/ (т/ч) * 2	исходная информация
Разделитель зон статического напора	исходная информация
Вид прокладки тепловой сети	исходная информация
Нормативные потери в тепловой сети (1-4)	исходная информация
Период работы подающего трубопровода	исходная информация
Период работы обратного трубопровода	исходная информация
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подающего трубопровода	исходная информация
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для обратного трубопровода	исходная информация
Вид грунта	исходная информация
Глубина заложения трубопровода, м	исходная информация
Теплоизоляционный материал под. трубопровода	исходная информация
Теплоизоляционный материал обр. трубопровода	исходная информация
Толщина изоляции подающего трубопровода, м	исходная информация
Толщина изоляции обратного трубопровода, м	исходная информация
Техническое состояние изоляции под. трубопровода	исходная информация
Техническое состояние изоляции обр. трубопровода	исходная информация
Расстояние между осями трубопроводов, м	исходная информация
Высота канала, м	исходная информация
Ширина канала, м	исходная информация
Дополнительные потери тепла под. трубопровода, ккал	исходная информация
Дополнительные потери тепла обр. трубопровода, ккал	исходная информация
Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	расчетное значение
Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	расчетное значение
Потери напора в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Потери напора в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Удельные линейные потери напора в под. трубопроводе, мм/м	расчетное значение
Удельные линейные потери напора в обр. трубопроводе, мм/м	расчетное значение
Скорость движения воды в под. трубопроводе, м/с	расчетное значение
Скорость движения воды в обр. трубопроводе, м/с	расчетное значение
Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	расчетное значение
Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	расчетное значение
Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч	расчетное значение
Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	расчетное значение
Среднегод. уд. тепл. потери под. трубопровода, ккал/ч*м	расчетное значение
Среднегод. уд. тепл. потери обр. трубопровода, ккал/ч*м	расчетное значение

Перечень показателей	Значение показателя
Норм. эксп. тепл. потери под. трубопровода, ккал/час*м ² *°C	расчетное значение
Норм. эксп. тепл. потери обр. трубопровода, ккал/час*м ² *°C	расчетное значение
Температура в начале участка под. трубопровода, °C	расчетное значение
Температура в конце участка под. трубопровода, °C	расчетное значение
Температура в начале участка обр. трубопровода, °C	расчетное значение
Температура в конце участка обр. трубопровода, °C	расчетное значение
Диаметр подающего трубопровода (конструкторский), м	расчетное значение
Диаметр обратного трубопровода (конструкторский), м	расчетное значение
Шероховатость под. трубопровода (конструкторский), мм	исходная информация
Шероховатость обр. трубопровода (конструкторский), мм	исходная информация
Оптимальная скорость в подающем (конструкторский), м/с	исходная информация
Оптимальная скорость в обратном (конструкторский), м/с	исходная информация
Удельные линейные потери подающего (конструкторский), мм/м	исходная информация
Удельные линейные потери обратного (конструкторский), мм/м	исходная информация
Время прохождения воды от источника, мин	расчетное значение
Путь, пройденный от источника, м	расчетное значение
Количество тепловой энергии в подающем трубопроводе	расчетное значение
Количество тепловой энергии в обратном трубопроводе	расчетное значение
Сортамент	исходная информация
Примечание	исходная информация

Таблица 3

**Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения
(поля паспортов) по центральным тепловым пунктам**

Перечень показателей	Значение показателя
Адрес	исходная информация
Наименование узла	исходная информация
Номер источника	исходная информация
Геодезическая отметка, м	исходная информация
Номер схемы подключения узла	исходная информация
Расчетная температура на входе 1 контура, °C	исходная информация
Расчетная температура на выходе 1 контура, °C	исходная информация
Расчетная температура на входе 2 контура, °C	исходная информация
Расчетная температура на выходе 2 контура, °C	исходная информация
Располагаемый напор второго контура, м	исходная информация
Напор в обратнике второго контура, м	исходная информация
Количество секций ТО на СО	исходная информация
Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м	исходная информация
Количество параллельных групп ТО на СО	исходная информация
Рекомендуемый номер элеватора	расчетное значение
Рекомендуемый диаметр сопла элеватора, мм	расчетное значение
Расчетный коэффициент смещения	расчетное значение
Фактический коэффициент смещения	расчетное значение
Номер установленного элеватора	исходная информация
Диаметр установленного сопла элеватора, мм	исходная информация
Потери напора в сопле элеватора, м	расчетное значение
Температура на входе 1 контура, °C	расчетное значение
Температура на выходе 1 контура, °C	расчетное значение
Температура на выходе 2 контура, °C	расчетное значение
Температура на входе 2 контура, °C	расчетное значение
Диаметр шайбы на под. трубопроводе, мм	расчетное значение
Количество шайб на под. трубопроводе, шт.	расчетное значение
Диаметр шайбы на обр. трубопроводе, мм	расчетное значение
Количество шайб на обр. трубопроводе, шт.	расчетное значение
Диаметр установленной шайбы на под. трубопроводе, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на под. трубопроводе, шт.	исходная информация
Диаметр установленной шайбы на обр. трубопроводе, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на обр. трубопроводе, шт.	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Потери напора на шайбе в под. трубопроводе, м	расчетное значение
Потери напора на шайбе в обр. трубопроводе, м	расчетное значение
Диаметр шайбы на ГВС, мм	расчетное значение
Количество шайб на ГВС, шт..	расчетное значение
Диаметр установленной шайбы на ГВС, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на ГВС, шт.	исходная информация
Потери напора на шайбе ГВС, м	расчетное значение
Температура холодной воды, °С	исходная информация
Температура воды на ГВС, °С	исходная информация
Располагаемый напор 2 контура ГВС, м	исходная информация
Напор в обратнике 2 контура ГВС, м	исходная информация
Текущая температура холодной воды, °С	исходная информация
Количество секций ТО ГВС I ступень	исходная информация
Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень	исходная информация
Потери напора в одной секции I ступени, м	исходная информация
Исп. температура на входе 1 контура I ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на выходе 1 контура I ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на входе 2 контура I ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на выходе 2 контура I ступени, °С	исходная информация
Исп. тепловая нагрузка I ступени, Гкал/час	исходная информация
Расход 1 контура I ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Расход 2 контура I ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка I ступени, Гкал/час	расчетное значение
Температура на входе 1 контура I ступени, °С	расчетное значение
Температура на выходе 1 контура I ступени, °С	расчетное значение
Температура на входе 2 контура I ступени, °С	расчетное значение
Температура на выходе 2 контура I ступени, °С	расчетное значение
Количество секций ТО ГВС II ступень	исходная информация
Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень	исходная информация
Потери напора в одной секции II ступени, м	исходная информация
Температура на входе 1 контура II ступени, °С	расчетное значение
Температура на выходе 1 контура II ступени, °С	расчетное значение
Температура на входе 2 контура II ступени, °С	расчетное значение
Температура на выходе 2 контура II ступени, °С	расчетное значение
Исп. температура на входе 1 контура II ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на выходе 1 контура II ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на входе 2 контура II ступени, °С	исходная информация
Исп. температура на выходе 2 контура II ступени, °С	исходная информация
Исп. тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час	исходная информация
Расход 1 контура II ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Расход 2 контура II ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час	расчетное значение
Расход сетевой воды на квартал после наладки, т/ч	расчетное значение
Подключенная нагрузка на отопление, Гкал/ч	расчетное значение
Подключенная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	расчетное значение
Подключенная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	расчетное значение
Суммарный расход сетевой воды, т/ч	расчетное значение
Располагаемый напор на вводе ЦТП, м	расчетное значение
Напор в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Напор в обратном тр-де на вводе ЦТП, м	расчетное значение
Давление в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Давление в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Располагаемый напор 2 контура ЦТП, м	расчетное значение
Напор в под. трубопроводе ГВС, м	расчетное значение
Напор в обр. трубопроводе ГВС, м	расчетное значение
Давление в под. трубопроводе, м	расчетное значение
Давление в под. трубопроводе ГВС, м	расчетное значение
Давление в обр. трубопроводе ГВС, м	расчетное значение

Перечень показателей	Значение показателя
Давление в обр. трубопроводе, м	расчетное значение
Напор в обратном трубопроводе 2 контура ЦТП, м	расчетное значение
Расход воды по перемычке, т/ч	расчетное значение
Расчетная температура внутр. воздуха для СО, °С	исходная информация
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	исходная информация
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	исходная информация
Наличие регулятора на ГВС	исходная информация
Балансовый коэффициент закр. ГВС	исходная информация
Способ дросселирования на ЦТП	исходная информация
Запас напора при дросселировании, м	исходная информация
Расчетная температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Текущая температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Среднегодовая температура воды в под. трубопроводе, °С	исходная информация
Среднегодовая температура воды в обр. трубопроводе, °С	исходная информация
Среднегодовая температура грунта, °С	исходная информация
Среднегодовая температура наружного воздуха, °С	исходная информация
Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °С	исходная информация
Текущая температура грунта, °С	исходная информация
Текущая температура воздуха в подвалах, °С	исходная информация
Суммарный расход воды во 2 контуре ЦТП, т/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка верхней ступени ТО ГВС, Гкал/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка нижней ступени ТО ГВС, Гкал/ч	расчетное значение
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе, Ккал/ч	расчетное значение
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе, Ккал/ч	расчетное значение
Потери тепла от утечек в сист. теплопотреб., Ккал/ч	расчетное значение
Исп. температура воды на входе 1 контура, °С	исходная информация
Исп. температура воды на выходе 1 контура, °С	исходная информация
Исп. температура воды на входе 2 контура, °С	исходная информация
Исп. температура воды на выходе 2 контура, °С	исходная информация
Исп. расход 1 контура, т/ч	расчетное значение
Исп. расход 2 контура, т/ч	расчетное значение
Суммарная тепловая нагрузка на ЦТП, Гкал/ч	расчетное значение
Тепловые потери в подающем трубопроводе, Ккал/ч	расчетное значение
Тепловые потери в обратном трубопроводе, Ккал/ч	расчетное значение
Расход воды на утечки из под. трубопровода, т/ч	расчетное значение
Расход воды на утечки из обр. трубопровода, т/ч	расчетное значение
Расход воды на утечки из систем теплопотреб., т/ч	расчетное значение
Время прохождения воды от источника, мин	расчетное значение
Путь, пройденный от источника, м	расчетное значение
Давление вскипания, м	расчетное значение
Давление вскипания на выходе ЦТП, м	расчетное значение
Статический напор, м	расчетное значение
Статический напор на выходе ЦТП, м	расчетное значение
Материал трубопровода	исходная информация
Оптимальная скорость (конструкторский), м/с	исходная информация

Таблица 4

**Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения
(поля паспортов) по тепловым камерам**

Перечень показателей	Значение показателя
Административный район	исходная информация
Планировочный район	исходная информация
Кадастровый квартал	исходная информация
Наименование узла	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Номер источника	исходная информация
Год постройки	исходная информация
Год демонтажа	исходная информация
Балансовая принадлежность	исходная информация
Геодезическая отметка, м	исходная информация
Слив из подающего трубопровода, т/ч	исходная информация
Слив из обратного трубопровода, т/ч	исходная информация
Располагаемый напор, м	расчетное значение
Напор в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Напор в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Температура воды в подающем трубопроводе, °С	расчетное значение
Температура воды в обратном трубопроводе, °С	расчетное значение
Давление в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Давление в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Время прохождения воды от источника, мин	расчетное значение
Путь, пройденный от источника, м	расчетное значение
Давление вскипания, м	расчетное значение
Статический напор, м	расчетное значение
Статический напор на выходе, м	расчетное значение
Схема	исходная информация

Таблица 5

**Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения
(поля паспортов) по потребителям**

Перечень показателей	Значение показателя
Адрес узла ввода	исходная информация
Наименование узла	исходная информация
Год подключения	исходная информация
Год сноса	исходная информация
Вид потребителя	исходная информация
Административный район	исходная информация
Планировочный район	исходная информация
Кадастровый квартал	исходная информация
Наименование источника	исходная информация
Номер источника	исходная информация
Геодезическая отметка, м	исходная информация
Высота здания потребителя, м	исходная информация
Номер схемы подключения потребителя	исходная информация
Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	исходная информация
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	исходная информация
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	исходная информация
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	исходная информация
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	исходная информация
Число жителей	исходная информация
Коэффициент изменения нагрузки отопления	исходная информация
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	исходная информация
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	исходная информация
Балансовый коэффициент закр. ГВС	исходная информация
Признак наличия регулятора на отопление	исходная информация
Признак наличия регулирующего клапана на СВ	исходная информация
Признак наличия регулятора температуры	исходная информация
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °С	исходная информация
Расчетная темп. воды на выходе из СО, °С	исходная информация
Расчетная темп. воды на входе в СО, °С	исходная информация
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °С	исходная информация
Расчетный располагаемый напор в СО, м	исходная информация
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СВ, °С	исходная информация
Расчетная темп. наружного воздуха для СВ, °С	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Расчетный располагаемый напор в СВ, м	исходная информация
Доля циркуляции от расхода на ГВС, %	исходная информация
Потери напора в системе ГВС, м	исходная информация
Напор насоса в контуре ГВС, м	исходная информация
Температура воды в цирк. контуре, °С	исходная информация
Температура холодной воды, °С	исходная информация
Температура воды на ГВС, °С	исходная информация
Максимальное давление в обратном трубопроводе на СО, м	исходная информация
Максимальное давление на ГВС, м	исходная информация
Текущая температура холодной воды, °С	исходная информация
Количество секций ТО на СО	исходная информация
Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м	исходная информация
Количество параллельных групп ТО на СО	исходная информация
Расчетная темп. сет. воды на выходе из ТО, °С	исходная информация
Расчетная темп. сет. воды на выходе из потреб., °С	расчетное значение
Температура воды на выходе из 2контюра ТО, °С	расчетное значение
Рекомендуемый номер элеватора	расчетное значение
Рекомендуемый диаметр сопла элеватора, мм	расчетное значение
Расчетный коэффициент смешения	расчетное значение
Фактический коэффициент смешения	расчетное значение
Номер установленного элеватора	исходная информация
Диаметр установленного сопла элеватора, мм	исходная информация
Температура сетевой воды в под. трубопроводе, °С	расчетное значение
Температура сетевой воды в обр. трубопроводе, °С	расчетное значение
Расход сетевой воды на СО, т/ч	расчетное значение
Относительный расход воды на СО	расчетное значение
Относительное количество теплоты на СО	расчетное значение
Температура воды на входе в СО, °С	расчетное значение
Температура воды на выходе из СО, °С	расчетное значение
Температура внутреннего воздуха СО, °С	расчетное значение
Диаметр шайбы на под. трубопроводе перед СО, мм	расчетное значение
Количество шайб на под. трубопроводе перед СО, шт.	расчетное значение
Диаметр шайбы на обр. трубопроводе после СО, мм	расчетное значение
Количество шайб на обр. трубопроводе после СО, шт.	расчетное значение
Потери напора на шайбе под. трубопровода перед СО, м	расчетное значение
Потери напора на шайбе обр. трубопровода после СО, м	расчетное значение
Потери напора на сопле, м	расчетное значение
Диаметр шайбы на вводе на под. трубопроводе, мм	исходная информация
Количество шайб на вводе на под. трубопроводе, шт.	исходная информация
Диаметр шайбы на вводе на обр. трубопроводе, мм	исходная информация
Количество шайб на вводе на обр. трубопроводе, шт.	исходная информация
Расход сетевой воды на СВ, т/ч	расчетное значение
Относительный расход воды на СВ, т/ч	расчетное значение
Темп. воды после системы вентиляции, °С	расчетное значение
Температура внутреннего воздуха СВ, °С	расчетное значение
Диаметр шайбы на систему вентиляции, мм	расчетное значение
Количество шайб на систему вентиляции, шт.	расчетное значение
Расход сетевой воды на ГВС, т/ч	расчетное значение
Расход сетевой воды в цирк. трубопроводе, т/ч	расчетное значение
Диаметр шайбы в циркуляционной линии ГВС, мм	расчетное значение
Количество шайб в циркуляционной линии ГВС, шт..	расчетное значение
Потери напора на шайбе ГВС, м	расчетное значение
Диаметр циркуляционной шайбы на ГВС, мм	расчетное значение
Количество циркуляционных шайб на ГВС, шт..	расчетное значение
Диаметр установленной шайбы на под. трубопроводе перед СО, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на под. трубопроводе перед СО, шт.	исходная информация
Диаметр установленной шайбы на обр. трубопроводе после СО, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на обр. трубопроводе после СО, шт.	исходная информация

Перечень показателей	Значение показателя
Диаметр установленной шайбы на систему вентиляции, мм	исходная информация
Количество установленных шайб на систему вентиляции, шт.	исходная информация
Диаметр установленной циркуляционной шайбы на ГВС, мм	исходная информация
Количество установленных циркуляционных шайб на ГВС, шт..	исходная информация
Диаметр установленной шайбы в циркуляционной линии ГВС, мм	исходная информация
Количество установленных шайб в циркуляционной линии ГВС, шт..	исходная информация
Количество секций ТО ГВС I ступень	исходная информация
Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень	исходная информация
Потери напора в одной секции I ступени, м	исходная информация
Исп. температура на входе 1 контура I ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на выходе 1 контура I ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на входе 2 контура I ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на выходе 2 контура I ступени, °C	исходная информация
Исп. тепловая нагрузка I ступени, Гкал/час	исходная информация
Расход 1 контура I ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Расход 2 контура I ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка I ступени, Гкал/час	расчетное значение
Температура на входе 1 контура I ступени, °C	расчетное значение
Температура на выходе 1 контура I ступени, °C	расчетное значение
Температура на входе 2 контура I ступени, °C	расчетное значение
Температура на выходе 2 контура I ступени, °C	расчетное значение
Количество секций ТО ГВС II ступень	расчетное значение
Количество параллельных групп ТО ГВС II ступень	расчетное значение
Потери напора в одной секции II ступени, м	расчетное значение
Температура на входе 1 контура II ступени, °C	расчетное значение
Температура на выходе 1 контура II ступени, °C	расчетное значение
Температура на входе 2 контура II ступени, °C	расчетное значение
Температура на выходе 2 контура II ступени, °C	расчетное значение
Исп. температура на входе 1 контура II ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на выходе 1 контура II ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на входе 2 контура II ступени, °C	исходная информация
Исп. температура на выходе 2 контура II ступени, °C	исходная информация
Исп. тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час	исходная информация
Расход 1 контура II ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Расход 2 контура II ступени ТО ГВС, т/ч	расчетное значение
Тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час	расчетное значение
Расход сетевой воды на СО после наладки, т/ч	расчетное значение
Напор на регуляторе давления СО, м	расчетное значение
Коэффициент пропускной способности РД СО	исходная информация
Суммарный расход сетевой воды, т/ч	расчетное значение
Располагаемый напор на вводе потребителя, м	расчетное значение
Напор в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Напор в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Утечка из системы теплопотребления, т/ч	расчетное значение
Потери тепла от утечки, Ккал	расчетное значение
Расчетный расход на СО (констр), т/ч	исходная информация
Расчетный расход на СВ (констр), т/ч	исходная информация
Расчетный расход на ГВС (констр), т/ч	исходная информация
Располагаемый напор на вводе (конструкторский), м	расчетное значение
Давление в подающем трубопроводе, м	расчетное значение
Давление в обратном трубопроводе, м	расчетное значение
Время прохождения воды от источника, мин	расчетное значение
Путь, пройденный от источника, м	расчетное значение
Давление вскипания, м	расчетное значение
Статический напор, м	расчетное значение
Примечание	

В электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска семантическая информация базы данных существует у каждого объекта тепловой сети: источник, потребитель, участок, задвижка (рис. 1).

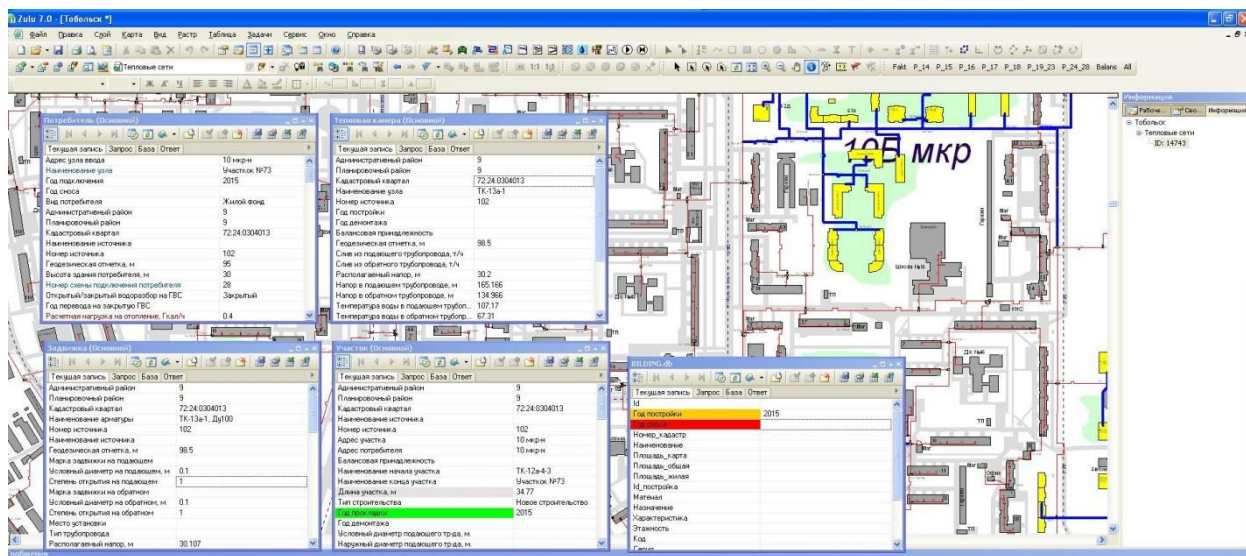


Рисунок 1. Семантическая информация объектов системы теплоснабжения г. Тобольска

Семантическая информация объектов тепловой сети существующего и перспективного положений системы теплоснабжения находится в электронной модели Схемы теплоснабжения. Примеры табличных форм баз данных источника, потребителей, участка тепловой сети от Котельной № 1 г. Тобольска, являющихся выгрузкой из разработанной электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска, приведены в табл. 6-8.

Таблица 6

**Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения
(поля паспортов) по источнику Котельной № 1**

Перечень показателей	Значение показателя
Наименование предприятия	ТРО «Тепло Тюмени»
Наименование источника	Котельная № 1
Номер источника	201
Геодезическая отметка, м	48
Административный район	7
Планировочный район	7
Кадастровый квартал	72:24:0701002
Год постройки	
Год демонтажа	2016
Расчетная температура в подающем трубопроводе, °С	95
Расчетная температура холодной воды, °С	5
Расчетная температура наружного воздуха, °С	-39
Текущая температура воды в подающем тру-де, °С	95
Текущая температура наружного воздуха, °С	-39
Расчетный располага. напор на выходе из источника, м	54.8
Расчетный напор в обратн. тр-де на источнике, м	80
Режим работы источника	Выделенный источник
Максимальный расход на подпитку, т/ч	83
Установленная тепловая мощность, Гкал	10.92
Текущий располага.напор на выходе из источника, м	54.8
Напор в подающем трубопроводе, м	134.8
Давление в подающем трубопроводе, м	86.8
Текущий напор в обратн. тр-де на источнике, м	80
Давление в обратном трубопроводе, м	32
Продолжительность работы системы теплоснабжения (1-2)	> 5000 часов в год
Среднегодовая температура воды в под. трубопроводе, С	69.9
Среднегодовая температура воды в обр.трубопроводе, °С	52.3
Среднегодовая температура грунта, °С	4
Среднегодовая температура наружного воздуха, °С	-7.9
Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °С	10
Текущая температура грунта, °С	-2.4
Текущая температура воздуха в подвалах, °С	10
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	9.08408
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.176
Расчетная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.88079
Текущая нагрузка на отопление, Гкал/ч	9.08408
Текущая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.176
Текущая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.88079
Суммарная тепловая нагрузка, Гкал/ч	11.24506
Температура на выходе из источника, °С	95
Текущая температура воды в обратном трубопроводе, °С	67.305
Расход сетевой воды на СО, т/ч	374.073
Расход сетевой воды на СВ, т/ч	7.1
Расход сетевой воды на ГВС, т/ч	0.437
Суммарный расход сетевой воды в под.тр., т/ч	402.216
Расход воды на утечку из сис.теплопотреб., т/ч	0.605
Расход воды на подпитку, т/ч	1.697
Расход сетевой воды на утечку из под.тр., т/ч	0.33
Расход сетевой воды на утечку из обр.тр., т/ч	0.325
Тепловые потери в тепловых сетях, Гкал/ч	1.00365
Давление вскипания, м	-1.37
Статический напор, м	83
Диаметр выходного отверстия, м	
Высота выходного отверстия, м	
Примечание	

Таблица 7

Семантическая информация потребителей Котельной № 1

Sys	Наименование узла	Кадастровый квартал	Геодетическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО, т/ч	Суммарный расход сетевой воды, т/ч	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Утечка из системы теплоснабжения, т/ч	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
28351	Пром. база "РБУ"	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,00506124	0	0	0,2024	0,202	27,01	122,18	95,165	0	74,18	47,16
28352	боксы "РБУ"	72:24:0701002	48	5	4	Отсутствует	0,0287796	0	0	1,1512	1,151	27,08	122,21	95,131	0,002	74,21	47,13
28353	Гараж пром. базы	72:24:0701002	48	5	4	Отсутствует	0,1374474	0	0	5,4979	5,498	22,56	119,96	97,398	0,009	71,96	49,4
28354	Столярный цех	72:24:0701002	48	4	4	Отсутствует	0,0079392	0	0	0,3176	0,318	27	122,17	95,169	0,001	74,17	47,17
28355	ул. Набережная, 2	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,01117542	0	0	0,447	0,447	28,3	122,85	94,548	0,001	74,85	46,55
28394	м-н "Престиж"	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,04924884	0	0	1,97	1,97	17,07	103,65	86,585	0,003	55,65	38,58
28422	ул. Водников, 1	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,3198535	0	0	12,794	12,794	12,26	101,25	88,989	0,021	53,25	40,99
28429	ГВС, БИТП, ул. Водников, 1	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,04353	0	0	0	0	0	0	0	0
28433	ГВС, ул. Водников, 1	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,024851	0	0,452	9,89	83,89	74	0,002	35,89	26
28469	ул. Мира, 2	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,14919146	0	0	5,9677	5,968	12,82	101,74	88,921	0,01	53,74	40,92
28470	ул. Мира, 4	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,1594628	0	0	6,3785	6,379	14,24	102,28	88,047	0,01	54,28	40,05
28471	ул. Водников, 17	72:24:0701002	48	12	4	Отсутствует	0,21904352	0	0	8,7617	8,762	13,99	102,22	88,236	0,014	54,22	40,24
28472	ул. Октябрьская, 2	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,21493598	0	0	8,5974	8,597	9,84	100,12	90,281	0,014	52,12	42,28
28473	ул. Водников, 19	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,38902775	0	0	15,561	15,561	11,26	100,84	89,577	0,025	52,84	41,58
28475	ул. Водников, 21	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,5374104	0	0	21,496	21,496	8,28	99,35	91,072	0,035	51,35	43,07
28476	Флюорография	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,0230217	0	0	0,9209	0,921	9,43	99,93	90,5	0,001	51,93	42,5
28477	АХК больницы - 2, прачечная	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,02049306	0	0	0,8197	0,82	9,08	99,75	90,675	0,001	51,75	42,68
28479	АХК больницы - 1, склады	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,02049306	0	0	0,8197	0,82	9,07	99,75	90,678	0,001	51,75	42,68
28491	ГВС, Мира, 2	72:24:0701002	48	9	26	Закрытый	0	0	0,009479	0	0,172	9,91	68,91	58,999	0,001	20,91	11
28495	ГВС, Водников, 17	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,014074	0	0,256	9,84	68,84	58,998	0,001	20,84	11
28496	ГВС, Октябрьская, 2	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,017858	0	0,325	9,75	68,75	59	0,001	20,75	11
28499	ГВС, Водников, 19	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,030452	0	0,554	9,85	68,85	59	0,002	20,85	11
28501	ГВС, Водников, 21	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,031882	0	0,58	9,82	68,81	59	0,002	20,81	11
28503	ГВС, прачечная-1	72:24:0701002	48	3	26	Закрытый	0	0	0,002188	0	0,04	9,86	68,86	59	0	20,86	11
28549	ГВС, АХК, прачечная-2	72:24:0701002	48	3	26	Закрытый	0	0	0,002188	0	0,04	9,87	68,87	59	0	20,87	11

Sys	Наименование узла	Кадастровый квартал	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО, т/ч	Суммарный расход сетевой воды, т/ч	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Утечка из системы теплоснабжения, т/ч	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
28616	КОС	72:24:0701002	48	8	4	Отсутствует	0,01771434	0	0	0,7086	0,709	27	122,17	95,172	0,001	74,17	47,17
28670	Гаражи ПУ №14	72:24:0701002	48	4	4	Отсутствует	0,09922343	0	0	3,9689	3,969	13,03	100,68	87,65	0,006	52,68	39,65
28672	ул. Садовая, 21 Вазенин	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,00908542	0	0	0,3634	0,363	13,09	100,71	87,617	0,001	52,71	39,62
28674	ул. Садовая, 17 (частн)	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,00854357	0	0	0,3417	0,342	13,06	100,69	87,634	0,001	52,69	39,63
28675	ул. Садовая, 23 Хисаметдинова	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,00929482	0	0	0,3718	0,372	13,06	100,7	87,631	0,001	52,7	39,63
28678	Общежитие, ПУ №14	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,353085	0	0	14,123	14,123	11,21	99,71	88,505	0,023	51,71	40,5
28707	ул. Маяковского, 13	72:24:0701002	48	30	4	Отсутствует	0,25669915	0	0	10,268	10,268	11,83	100,02	88,191	0,017	52,02	40,19
28711	ул. Пушкина, 2, уз. 2	72:24:0701002	48	30	4	Отсутствует	0,15288319	0	0	6,1153	6,115	11,11	99,54	88,439	0,01	51,54	40,44
28716	ул. Нагорная, 4, уз. 4	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,96	100,61	87,643	0,008	52,61	39,64
28720	ул. Нагорная, 4, уз. 5	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,93	100,59	87,658	0,008	52,59	39,66
28724	ул. Нагорная, 4, уз. 6	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,93	100,59	87,661	0,008	52,59	39,66
28732	ул. Нагорная, 4, уз. 3	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,91	100,56	87,653	0,008	52,56	39,65
28734	ул. Нагорная, 4, уз. 2	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,88	100,55	87,665	0,008	52,55	39,66
28736	ул. Нагорная, 4, уз. 1	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,12089814	0	0	4,8359	4,836	12,81	100,51	87,703	0,008	52,51	39,7
28738	ул. Нагорная, 3, уз. 1	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,63264011	0	0	25,305	25,306	3,48	95,81	92,326	0,041	47,81	44,33
28742	ул. Нагорная, 3, Минимар-т, Ви	72:24:0701002	48	3	4	Открытый	0,03652032	0	0,001617	1,4608	1,49	4,03	96,08	92,049	0,002	48,08	44,05
28752	ГВС, ул. Пушкина, 2	72:24:0701002	48	30	26	Закрытый	0	0	0,014416	0	0,262	9,88	83,88	74	0,001	35,88	26
28754	ГВС, ул. Нагорная, 4	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,048009	0	0,873	9,89	83,89	74	0,003	35,89	26
28755	ГВС, ул. Нагорная, 3	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,033220	0	0,604	9,89	83,89	74	0,002	35,89	26
28756	КНС, ул. Нагорная, 4	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,00836792	0	0	0,3347	0,335	14,26	101,24	86,983	0,001	53,24	38,98
28792	ГВС, ул. Маяковского, 13	72:24:0701002	48	30	26	Закрытый	0	0	0,0278622	0	0,507	9,92	83,92	74	0,002	35,92	26
28828	ул. Нагорная, 3, библиотека	72:24:0701002	48	3	4	Открытый	0,05005368	0	1,5985E-05	2,0021	2,002	2,44	95,29	92,846	0,003	47,29	44,85
28881	МАУ "Центр ФОР", Нагорная, 4	72:24:0701002	48	3	4	Открытый	0,13025845	0	0,003200	5,2103	5,269	7,12	97,63	90,508	0,009	49,63	42,51
28900	м-н "Юбилейный"	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,09381256	0	0	3,7525	3,753	16,69	103,47	86,778	0,006	55,47	38,78
28901	ГВС, Школьные мастерские	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,051	0	0	0	0	0	0	0	0

Sys	Наименование узла	Кадастровый квартал	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО, т/ч	Суммарный расход сетевой воды, т/ч	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Утечка из системы теплоснабжения, т/ч	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
28985	ГВС, Школа №6	72:24:0701002	48	9	26	Закрытый	0	0	0,006	0	0,109	9,94	83,94	74	0	35,94	26
29005	ГВС, общежитие ПУ-14	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,037291	0	0,678	9,78	83,78	74	0,002	35,78	26
29010	ГВС, ул. Пушкина, 14-2	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,003303	0	0,06	9,82	83,82	74	0	35,82	26
29144	ул. Водников, 11	72:24:0701002	48	12	4	Отсутствует	0,22301411	0	0	8,9206	8,921	17,02	103,71	86,694	0,014	55,71	38,69
29145	Пекарня	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,03675155	0	0	1,4701	1,47	18,11	104,23	86,12	0,002	56,23	38,12
29148	ул. Мира, 1	72:24:0701002	48	12	4	Отсутствует	0,21908818	0	0	8,7635	8,764	17,45	103,94	86,488	0,014	55,94	38,49
29152	ул. Гагарина, 4	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,38198468	0	0	15,279	15,279	15,36	103,46	88,097	0,025	55,46	40,1
29156	Вет. лечебница, Гагарина, 6	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,00768912	0	0	0,3076	0,308	16,1	103,75	87,654	0	55,75	39,65
29161	ул. Заводская, 4	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,0938215	0	0	3,7529	3,753	9,24	100,32	91,078	0,006	52,32	43,08
29165	ул. Мира, 3	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,1158498	0	0	4,634	4,634	14,79	103,13	88,338	0,007	55,13	40,34
29169	Линейная больница	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,14886	0	0	5,9544	5,954	13,4	102,44	89,034	0,01	54,44	41,03
29172	ул. Мира, 5	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,0755792	0	0	3,0232	3,023	13,97	102,72	88,749	0,005	54,72	40,75
29175	База "Лидия"	72:24:0701002	48	4	4	Отсутствует	0,07903474	0	0	3,1614	3,161	11,11	99,65	88,536	0,005	51,65	40,54
29178	ул. Мира, 7	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,13188996	0	0	5,2756	5,276	14,63	101,42	86,787	0,009	53,42	38,79
29182	Средняя школа №6	72:24:0701002	48	10	4	Отсутствует	0,22	0,1775	0	8,8	15,9	15,57	101,88	86,31	0,026	53,88	38,31
29189	ул. Мира, 10	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,03057584	0	0	1,223	1,223	15,98	102,08	86,102	0,002	54,08	38,1
29191	ПУ №14	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,27526199	0	0	11,010	11,01	12,95	100,64	87,687	0,018	52,64	39,69
29194	Столовая ПУ №14	72:24:0701002	48	3	4	Отсутствует	0,06971015	0	0	2,7884	2,788	14,71	101,47	86,758	0,004	53,47	38,76
29195	ул. Маяковского, 8	72:24:0701002	48	15	4	Отсутствует	0,48784101	0	0	19,513	19,514	7,85	98,03	90,182	0,031	50,03	42,18
29198	ул. Пушкина, 10	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,03864505	0	0	1,5458	1,546	14,24	101,22	86,982	0,002	53,22	38,98
29202	ГВС, ул.Пушкина, 14	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,03121594	0	0	1,2486	1,249	11,57	99,89	88,315	0,002	51,89	40,31
29204	ул. Пушкина, 14	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,03121594	0	0	1,2486	1,249	11,48	99,84	88,363	0,002	51,84	40,36
29206	ул. Гагарина, 1а	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,11633012	0	0	4,6532	4,653	12,18	100,23	88,045	0,008	52,23	40,04
29208	ул. Маяковского, 2а	72:24:0701002	48	9	4	Отсутствует	0,10369488	0	0	4,1478	4,148	10,38	99,32	88,946	0,007	51,32	40,95
29209	ул. заводская, 7 Уч. комбинат	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,10028202	0	0	4,0113	4,011	10,45	99,37	88,913	0,006	51,37	40,91
29212	ул. Маяковского, 4	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,03707606	0	0	1,483	1,483	14,54	101,39	86,847	0,002	53,39	38,85
29215	ул. Маяковского, 2	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,0508873	0	0	2,0355	2,035	14,43	101,34	86,911	0,003	53,34	38,91
29218	ул. Пушкина, 2, уз. 1	72:24:0701002	48	30	4	Отсутствует	0,15288319	0	0	6,1153	6,115	10,85	99,42	88,567	0,01	51,42	40,57

Sys	Наименование узла	Кадастровый квартал	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО, т/ч	Суммарный расход сетевой воды, т/ч	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Утечка из системы теплоснабжения, т/ч	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
29223	ул. Маяковского, 7а, уз. 2	72:24:0701002	48	30	4	Отсутствует	0,17088136	0	0	6,8353	6,835	5,22	96,6	91,379	0,011	48,6	43,38
29227	ул. Маяковского, 7а, уз. 1	72:24:0701002	48	30	4	Отсутствует	0,17088136	0	0	6,8353	6,835	8,69	98,34	89,645	0,011	50,34	41,65
29230	Детский сад №22	72:24:0701002	48	7	4	Открытый	0,23602348	0	0,019203	9,4409	9,79	8,53	98,23	89,701	0,016	50,23	41,7
29242	ГВС, ул. Мира, 11	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,019531	0	0,355	9,85	83,85	74	0,001	35,85	26
29243	ГВС, ул. Мира, 7	72:24:0701002	48	9	26	Закрытый	0	0	0,005265	0	0,096	9,94	83,94	74	0	35,94	26
29244	ГВС, ул. Маяковского, 7а	72:24:0701002	48	30	26	Закрытый	0	0	0,011489	0	0,209	9,81	83,81	74	0,001	35,81	26
29247	ГВС, Водников, 11	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,011776	0	0,214	9,94	68,94	58,999	0,001	20,94	11
29248	ГВС, пекарня	72:24:0701002	48	3	26	Закрытый	0	0	0,003282	0	0,06	9,96	68,96	59	0	20,96	11
29252	ГВС, Мира, 1	72:24:0701002	48	12	26	Закрытый	0	0	0,022404	0	0,407	9,87	68,86	58,999	0,001	20,86	11
29255	ГВС, Гагарина 4	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,023272	0	0,423	9,89	68,89	59	0,002	20,89	11
29258	ГВС, вет. лечеб-а, Гагарина, 6	72:24:0701002	48	3	26	Закрытый	0	0	0,000328	0	0,006	9,83	68,83	59	0	20,83	11
29264	ГВС, Заводская, 4	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,005170	0	0,094	9,77	68,77	59	0	20,77	11
29267	ГВС, Мира, 3	72:24:0701002	48	9	26	Закрытый	0	0	0,009479	0	0,172	9,9	68,9	58,999	0,001	20,9	11
29271	ГВС, Линейная больница	72:24:0701002	48	4	26	Закрытый	0	0	0,005937	0	0,108	9,89	68,88	58,999	0	20,88	11
29273	ГВС, Мира, 5-1	72:24:0701002	48	12	26	Закрытый	0	0	0,004308	0	0,078	9,87	68,87	58,999	0	20,87	11
29287	ДК "Водник"	72:24:0701002	48	7	4	Отсутствует	0,12443902	0	0	4,9776	4,978	16,65	103,45	86,804	0,008	55,45	38,8
29338	ГВС, Детсад №22	72:24:0701002	48	7	26	Закрытый	0	0	0,078498	0	1,427	9,76	83,76	74	0,005	35,76	26
29341	ГВС, ул. Мира, 10	72:24:0701002	48	3	26	Закрытый	0	0	0,000219	0	0,004	9,96	83,96	74	0	35,96	26
29345	ГВС, База ООО "Лидия"	72:24:0701002	48	4	26	Закрытый	0	0	0,001969	0	0,036	10	84	74	0	36	26
29347	ГВС, ул. Пушкина, 14-1	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,003303	0	0,06	9,83	83,83	74	0	35,83	26
29349	ГВС, ул. Пушкина, 10	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,0034470	0	0,063	9,92	83,92	74	0	35,92	26
29351	ГВС, ул. Маяковского, 2а	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,004308	0	0,078	9,92	83,92	74	0	35,92	26
29352	ГВС, ул. Гагарина, 1а	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,003159	0	0,057	9,92	83,92	74	0	35,92	26
29357	ГВС, ПУ-14	72:24:0701002	48	9	26	Закрытый	0	0	0,01725	0	0,314	9,79	83,79	74	0,001	35,79	26
29358	ГВС, ул. Маяковского, 8	72:24:0701002	48	15	26	Закрытый	0	0	0,033992	0	0,618	9,91	83,91	74	0,002	35,91	26
29367	ГВС, ул. Мира, 5-2	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,004308	0	0,078	9,86	68,86	58,999	0	20,86	11
29457	ул. Гагарина, 6, АБК	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,02809683	0	0	1,1239	1,124	17,1	104,28	87,181	0,002	56,28	39,18
29459	ГВС, ул. Гагарина, 6	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,001395	0	0,025	9,93	68,93	59	0	20,93	11

Sys	Наименование узла	Кадастровый квартал	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО, т/ч	Суммарный расход сетевой воды, т/ч	Располагаемый напор на вводе потребителя, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Утечка из системы теплоснабжения, т/ч	Давление в подающем трубопроводе, м	Давление в обратном трубопроводе, м
33083	ул. Заводская, 2	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,09122836	0	0	3,6491	3,649	13,71	102,56	88,85	0,006	54,56	40,85
33084	ул. Мира, 11	72:24:0701002	48	12	4	Отсутствует	0,18654937	0	0	7,462	7,462	15,02	101,61	86,592	0,012	53,61	38,59
33085	ГВС, Заводская, 2	72:24:0701002	48	6	26	Закрытый	0	0	0,005170	0	0,094	9,79	68,79	59	0	20,79	11
33086	ул. Заводская, 11	72:24:0701002	48	6	4	Отсутствует	0,03756333	0	0	1,5025	1,503	15,09	103,25	88,16	0,002	55,25	40,16

Таблица 8

**Поля информации семантических баз данных элементов системы теплоснабжения
(поля паспортов) по участкам тепловой сети от Котельной № 1**

Перечень показателей	Значение показателя	
Sys	28357	28348
Административный район	7	7
Планировочный район	7	7
Кадастровый квартал	72:24:0701002	72:24:0701002
Наименование источника	Котельная №1	Котельная №1
Номер источника	201	201
Адрес участка	Сумкино	Сумкино
Адрес потребителя	Сумкино	Сумкино
Балансовая принадлежность	Тепло Тюмени	Тепло Тюмени
Наименование начала участка	ТК-2	Котельная № 1
Наименование конца участка	ТК-3	ТК-1
Длина участка, м	87,02	13,05
Тип строительства	Реконструкция	
Год прокладки	1987	1987
Год демонтажа	2016	2016
Условный диаметр подающего трубопровода, м.		
Наружный диаметр подающего трубопровода, м.		
Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	0,259	0,259
Толщина стенки подающего трубопровода, мм.		
Условный диаметр обратного трубопровода, м.		
Наружный диаметр обратного трубопровода, м.		
Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	0,259	0,259
Толщина стенки обратного трубопровода, мм.		
Материал трубы	Сталь	Сталь
Сумма коэф. местных сопротивлений под. трубопровода	3,1	3,5
Местные сопротивления под.трубопровода	0.0;0;0;0;0;0;0;0;0;0; 0;1;0;0;0;0;0;0;1;0; 0;0;0;0;0;0;0;0;0;0	0.0;1;0;0;0;0;0;0;0;0; 0;0;0;0;3;0;0;0;0;0; 0;0;0;0;0;0;0;0;0;0
Сумма коэф. местных сопротивлений обр. трубопровода	3,1	13,5
Местные сопротивления обр.трубопровода	0.0;0;0;0;0;0;0;0;0;0; 0;1;0;0;0;0;0;0;1;0; 0;0;0;0;0;0;0;0;0;0	0.0;1;0;0;0;0;0;0;0;0; 0;0;0;0;3;0;0;0;0;0; 0;0;0;0;0;0;0;0;0;1
Шероховатость подающего трубопровода, мм	3	3
Шероховатость обратного трубопровода, мм	3	3
Заращение подающего трубопровода, мм	5	5
Заращение обратного трубопровода, мм	5	5
Коэффициент местного сопротивления под.трубопровода	1	1
Коэффициент местного сопротивления обр.трубопровода	1	1
Сопротивление подающего трубопровода, м/(т/ч)*2		
Сопротивление обратного трубопровода, м/(т/ч)*2		
Разделитель зон статического напора		
Вид прокладки тепловой сети	Подземная бесканальная	Подземная бесканальная
Нормативные потери в тепловой сети (1-3)	1959 год	1959 год
Период работы подающего трубопровода	Весь год	Весь год
Период работы обратного трубопровода	Весь год	Весь год
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подающего трубопровода	1,3	1,3
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для обратного трубопровода	1,3	1,3
Вид грунта	Суглинок	Суглинок
Глубина заложения трубопровода, м	1-2	1-2
Теплоизоляционный материал под.трубопровода (1-39)	Минвата	Минвата
Теплоизоляционный материал обр.трубопровода (1-39)	Минвата	Минвата
Толщина изоляции подающего трубопровода, м		

Перечень показателей	Значение показателя	
Толщина изоляции обратного трубопровода, м		
Техническое состояние изоляции под.трубопровода (1-8)		
Техническое состояние изоляции обр.трубопровода (1-8)		
Расстояние между осями трубопроводов, м		
Высота канала, м		
Ширина канала, м		
Дополнительные потери тепла под.трубопровода, ккал		
Дополнительные потери тепла обр.трубопровода, ккал		
Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	393,8612	402,2159
Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	-392,2374	-400,5187
Потери напора в подающем трубопроводе, м	4,548	1,547
Потери напора в обратном трубопроводе, м	4,511	4,262
Удельные линейные потери напора в под.трубопроводе, мм/м	42,864	44,701
Удельные линейные потери напора в обр.трубопроводе, мм/м	42,511	44,324
Скорость движения воды в под.трубопроводе, м/с	2,304	2,353
Скорость движения воды в обр.трубопроводе, м/с	-2,295	-2,343
Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	0,01	0,002
Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	0,01	0,002
Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч	18464,4	2770,2
Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	7911,26	1187,2
Среднегод.уд.тепл.потери под.трубопровода, ккал/ч*м		
Среднегод.уд.тепл.потери обр.трубопровода, ккал/ч*м		
Норм.эксп.тепл.потери под.трубопровода, ккал/час*м ² *С		
Норм.эксп.тепл.потери обр.трубопровода, ккал/час*м ² *С		
Температура в начале участка под.трубопровода, °С	94,88	95
Температура в конце участка под.трубопровода, °С	94,83	94,99
Температура в начале участка обр.трубопровода, °С	67,36	67,31
Температура в конце участка обр.трубопровода, °С	67,34	67,31
Диаметр подающего трубопровода (конструкторский), м		
Диаметр обратного трубопровода (конструкторский), м		
Шероховатость под. трубопровода (конструкторский), мм	0,5	0,5
Шероховатость обр. трубопровода (конструкторский), мм	0,5	0,5
Оптимальная скорость в подающем (конструкторский), м/с		
Оптимальная скорость в обратном (конструкторский), м/с		
Удельные линейные потери подающего (конструкторский), мм/м	4	4
Удельные линейные потери обратного (конструкторский), мм/м	4	4
Время прохождения воды от источника, мин		
Путь, пройденный от источника, м		
Количество тепловой энергии в подающем трубопроводе		
Количество тепловой энергии в обратном трубопроводе		
Сортамент		
Примечание		

Табличные формы базы данных по тепловым камерам, насосным станциям и ЦТП расположены в электронной модели схемы теплоснабжения г. Тобольска.

3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

В качестве расчетных элементов территориального деления приняты 8 районов, выделенных в Генеральном плане г. Тобольска:

- Нагорный;
- Подгорный;
- мкр. Иртышский;
- мкр. Менделеево;
- Юго-Восточный;
- ТО Левобережье;
- п. Сумкино;
- Восточная промышленная зона.

Дополнительно выполнена территория промышленной зоны района Пионерной базы.

Выделение расчетных элементов территориального деления обусловлено их территориальной удаленностью. В составе каждого элемента территориального деления выделены планировочные районы в соответствии с утвержденными проектами планировок.

В составе каждого элемента территориального деления выделены планировочные районы. Схема расположения существующих элементов территориального деления г. Тобольска показана на рис. 2, перспективных элементов территориального деления г. Тобольска – на рис. 3.

Перспектива развития системы теплоснабжения г. Тобольска нанесена в соответствии с утвержденными проектами планировок.

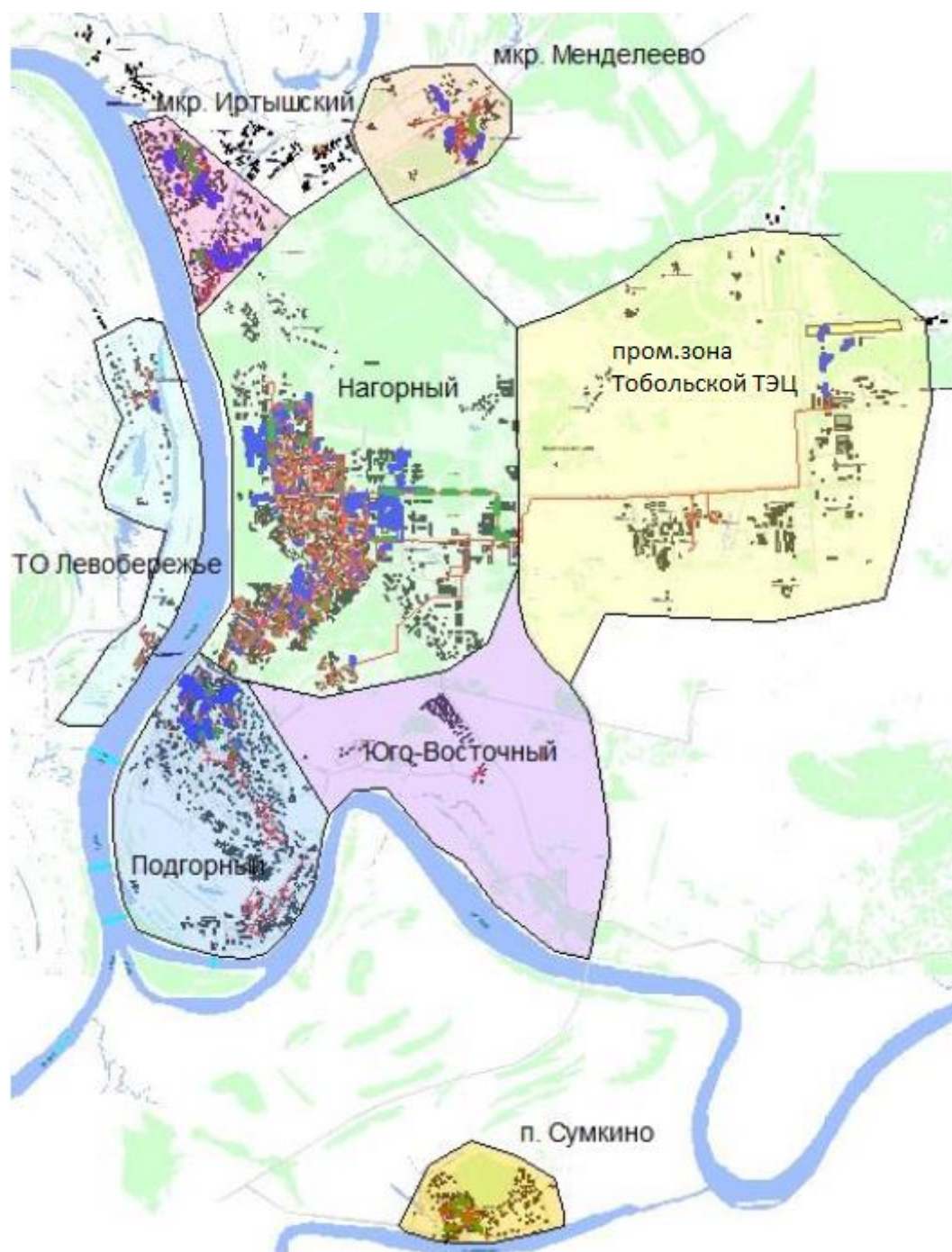


Рисунок 2. Схема расположения существующих элементов территориального деления г. Тобольска

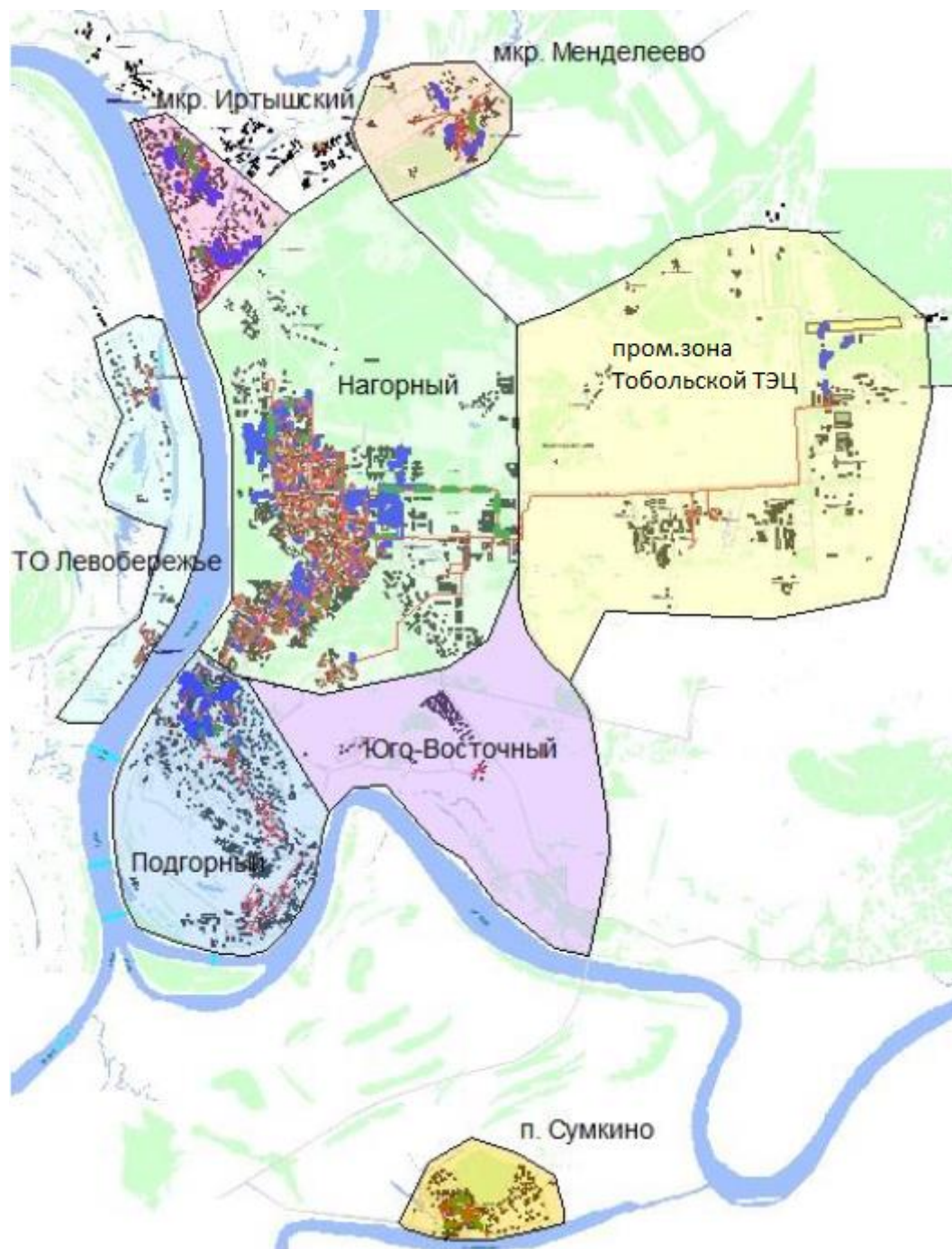


Рисунок 3. Схема расположения перспективных элементов территориального деления г. Тобольска

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

4.1 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности

Теплогидравлический расчет программно-расчетного комплекса ZuluThermo включает в себя полный набор функциональных компонент и соответствующие им информационные структуры базы данных, необходимых для гидравлического расчета и моделирования тепловых сетей.

Размерность рассчитываемых тепловых сетей, степень их закольцованности, а также количество теплоисточников, работающих на общую сеть, не ограничены.

После графического представления объектов и формирования паспортизации каждого объекта системы теплоснабжения в электронной модели Схемы теплоснабжения г. Тобольска произведен теплогидравлический расчет от источников, представленных в табл. 9.

Таблица 9

Перечень источников г. Тобольска

№ п/п	Наименование источника тепловой энергии	Наименование расчетного элемента территориального деления (проекта планировки)
Источники комбинированной выработки		
1	ООО «Тобольская ТЭЦ»	район Нагорный
Коммунально-отопительные котельные		
1	Котельная № 4	район Подгорный
2	Котельная № 5	
3	Котельная № 6	
4	Котельная № 8	
5	Котельная № 10	
6	Котельная № 12	
7	Котельная № 13	
8	Котельная № 14	
9	Котельная № 17	
10	Котельная № 18	
11	Котельная № 24	
12	Котельная № 25	
13	Котельная № 27	
14	Котельная № 29	
15	Котельная № 31	
16	Котельная № 3	район Иртышский
17	Котельная № 20	район Менделеево
18	Котельная № 22	
19	Котельная № 16	район Юго-Восточный
20	Котельная № 15	район Левобережье

№ п/п	Наименование источника тепловой энергии	Наименование расчетного элемента территориального деления (проекта планировки)
21	Котельная № 19	район Сумкино
22	Котельная № 9	
23	Котельная № 2	
24	Котельная № 11	
25	Котельная № 1 (выведена из эксплуатации в конце 2017 года)	
26	Котельная № 28	район Пионерной базы

ПРК Zulu Thermo состоит из двух теплогидравлических расчетов: наладочного и поверочного.

Расчет выполнен с обеспечением удовлетворительной работы тепловых сетей на диапазоне температур наружного воздуха от +10 °С до -39 °С, безаварийности оборудования системы теплоснабжения и оптимального использования вводимых мощностей на источниках теплоснабжения г. Тобольска.

Результаты теплогидравлических расчетов в существующем режиме циркуляции теплоносителя системы теплоснабжения г. Тобольска сформированы в Приложении 1 «Теплогидравлический расчет существующего положения» к Электронной модели.

4.1.1 Пример протокола теплогидравлического расчета Котельной № 1 (район Сумкино) (Наладка)

- * ZuluThermo 7.0.0.5023
- * Наладка сети "Тепловые сети"
- * С учетом открытой ГВС
- * Не учитывать неравномерность потребления горячей воды
- * Доля циркуляции по средней тепловой нагрузке на ГВС
- * С учетом утечек
- * Доля утечки из тепловой сети 0.25%
- * Доля утечки из систем теплоснабжения 0.25%
- * С учетом нормативных тепловых потерь
- * Не компенсировать тепловые потери расходом
- * Гашение избыточного напора дроссельными шайбами
- * Минимальный диаметр сопла 3.0 мм
- * Минимальный диаметр шайбы 3.0 мм
- * Температура полки 70.0°C
- * Запас напора на заполнение системы 5.0 м
- * Максимально допустимое давление в обратном трубопроводе 60.0 м
- * Не включать в расчет тупики без нагрузки
- * Формула для расчета коэффициента гидравлического трения: Колбрука-Уайта
- * Плотность теплоносителя в подающем: 0.975 т/м3
- * Плотность теплоносителя в обратном: 0.975 т/м3
- * Точность по расходам: 0.00100 т/час
- * Точность по температурам: 0.05000 °C

Анализ топологии...

----- **Наладка тепловой сети от источника: ID=28346** -----

Кодировка сети...

Чтение данных по источникам...

Чтение данных по ЦТП...

Чтение данных по потребителям...

Чтение данных по участкам...

Чтение данных по дросселирующим узлам...

Чтение данных по камерам...

Чтение данных по задвижкам...

Расчет от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200

Расчет от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255

Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534

Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106

Расчет потокораспределения #1...

Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен

delta 0.000000 ID=-1

Расчет от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200

Расчет от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255

Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534

Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106

Расчет потокораспределения #2...

Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен

delta 0.000000 ID=-1

Контроль напора...

Расчет тепловых потерь в обратном трубопроводе...

Расчет от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200

Расчет от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255

Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534

Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106

Расчет потокораспределения #3...

Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен

delta 0.000000 ID=-1

Расчет от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200

Расчет от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255

Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534
Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106
Расчет потокораспределения #4..
Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен
delta 0.000000 ID=-1
Контроль напора..
Расчет тепловых потерь в обратном трубопроводе..
Расчет от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200
Расчет от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255
Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534
Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106
Расчет потокораспределения #5..
Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен
delta 0.000000 ID=-1
Расчет от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200
Расчет от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255
Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534
Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106
Расчет потокораспределения #6..
Предупреждение Z615: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Температура на потребителе ниже 10 градусов. Расчет остановлен
delta 0.000000 ID=-1
Контроль напора..
Расчет тепловых потерь в обратном трубопроводе..
Расчет дросселирующих устройств уровень: 1
Расчет от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 15.384 G = 153.200
Расчет от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 18.515 G = 223.255
Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)..
ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.534
Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)..
ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.106
Расчет потокораспределения #7..
Контроль напора..
Расчет тепловых потерь в обратном трубопроводе..
Расчет дросселирующих устройств уровень: 2
Запись результатов по потребителям..
Предупреждение Z618: ID=28368 'Проходная ООО "Сумкино"' Количество шайб на подающем трубопроводе на СО больше 3 (101)

Запись результатов по объектам 'Участки'
 Запись результатов по объектам 'Узел'
 Запись результатов по объектам 'Задвижка'
 Расчет баланса по теплу и воде...
 Запись результатов по объектам 'ЦТП'
 Запись результатов по объектам 'Источник'

Источник ID=28346 Котельная № 1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за ч.	12.111, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	9.130, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.353, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.134, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.390, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.008, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.67011, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.33294, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.030, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.021, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.042, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	443.271, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	440.441, т/ч
Суммарный расход на подпитку	2.830, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	375.833, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	14.200, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая сх.)	1.557, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	51.354, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.327, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.323, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.623, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	85.000, м
Давление в обратном трубопроводе	32.000, м
Располагаемый напор	53.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.080, °C

4.1.2 Пример протокола теплогидравлического расчета Котельной № 1 (район Сумкино) (Поверка)

- * ZuluThermo 7.0.0.5023
- * Поверочный расчет сети "Тепловые сети (расчет)"
- * Сопла и шайбы из наладочного расчета
- * Диаметры фактически установленные
- * Не учитывать неравномерность потребления горячей воды
- * Доля циркуляции по средней тепловой нагрузке на ГВС
- * С учетом утечек
- * Доля утечки из тепловой сети 0.25%
- * Доля утечки из систем теплоснабжения 0.25%
- * С учетом нормативных тепловых потерь
- * Минимальный диаметр сопла 3.0 мм
- * Минимальный диаметр шайбы 3.0 мм
- * Температура полки 70.0 °C
- * Не включать в расчет тупики без нагрузки

- * Формула для расчета коэффициента гидравлического трения: Колбрука-Уайта
- * Плотность теплоносителя в подающем: 0.975 т/м³
- * Плотность теплоносителя в обратном: 0.975 т/м³
- * Точность по расходам: 0.00100 т/час
- * Точность по температурам: 0.05000 °C

Анализ топологии...

----- Поверочный расчет тепловой сети от источника: ID=28346 -----

Кодировка сети...

Чтение данных по источникам...

Чтение данных по ЦТП...

Чтение данных по потребителям...

Чтение данных по участкам...

Чтение данных по камерам...

Чтение данных по задвижкам...

Расчет сети ГВС от ЦТП (28886)...

ЦТП: ID=28886 H = 10.000 G = 6.528

Расчет сети ГВС от ЦТП (29149)...

ЦТП: ID=29149 H = 10.000 G = 11.076

Расчет потокораспределения #1...

Узлов 1071 Участков 1183 Циклов 113

delta 207.853417 ID=29149 T1=94.374 T2=0.000 G=206.85342 H=-0.000

Расчет потокораспределения #2...

Запись результатов по объектам 'Участки'

Запись результатов по объектам 'Узел'

Запись результатов по объектам 'Задвижка'

Расчет баланса по теплу и воде...

Запись результатов по объектам 'ЦТП'

Запись результатов по объектам 'Источник'

Источник ID=28346 Котельная № 1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за ч.	10.501, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.010, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.485, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.003, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.64957, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.32528, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	2.867, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	2.081, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	4.080, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	365.456, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	363.147, т/ч
Суммарный расход на подпитку	2.309, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая сх.)	1.036, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	5.821, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.327, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.323, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.623, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	85.000, м
Давление в обратном трубопроводе	32.000, м
Располагаемый напор	53.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C

Температура в обратном трубопроводе

66.657,°C

В результате проведения калибровки теплогидравлических режимов были определены параметры (напоры, давления, температуры, расходы) на выходе для каждого источника источников теплоснабжения и в абонентских вводах всех присоединенных к нему потребителей. Данные по параметрам на источниках отражены в протоколах расчета.

С целью обеспечения надежного и качественного теплоснабжения потребителей от котельных, необходимо соблюдать расчетный теплогидравлический режим.

До начала отопительного периода системы теплоснабжения должны быть опрессованы и промыты. После подачи теплоносителя и установления устойчивой циркуляции теплоносителя необходимо произвести комплекс режимно-наладочных мероприятий, испытания всех сетей на прочность в соответствии с правилами эксплуатации.

В результате расчета соблюдены обязательные условия по обеспечению потребителей расчетным расходом и располагаемым напором, заполняемости систем теплоснабжения, не превышения давления в обратном трубопроводе - 6 кгс/см², не вскипания теплоносителя в подающем трубопроводе.

4.2 Гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

Рассмотрим теплогидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть на примере Котельной № 14 и Котельной № 18.

Зоны теплоснабжения Котельных №№ 14, 18 представлены на рис. 4-5.



Рисунок 4. Зона теплоснабжения Котельной № 14 (выделена красным цветом)



Рисунок 5. Зона теплоснабжения Котельной № 18 (выделена красным цветом)

В расчетной схеме обе зоны разделены задвижками, находящимися в режиме «отключена».

Искусственно задана аварийная ситуация – авария и отключение участка тепловой сети от Уз. 20 – Уз. 19, принадлежащего Котельной № 18, путем перекрытия соответствующей задвижки в Уз. 20, при которой потребители, входящие в зону действия Котельной № 18 от Уз. 20, останутся без тепловой энергии. Для ликвидации сложившейся аварийной ситуации необходимо произвести подачу тепла от Котельной № 14 по тепловым

сетям, путем включения трубопровода Уз. 17- Уз. 18. (рис. 6).

После включения трубопровода Уз. 17- Уз. 18 производится подача тепла к отключенным в результате аварии потребителям. Результаты гидравлического расчета Котельной № 14 до и после аварии приведены в табл. 13. Данные по потребителям представлены в табл. 10.

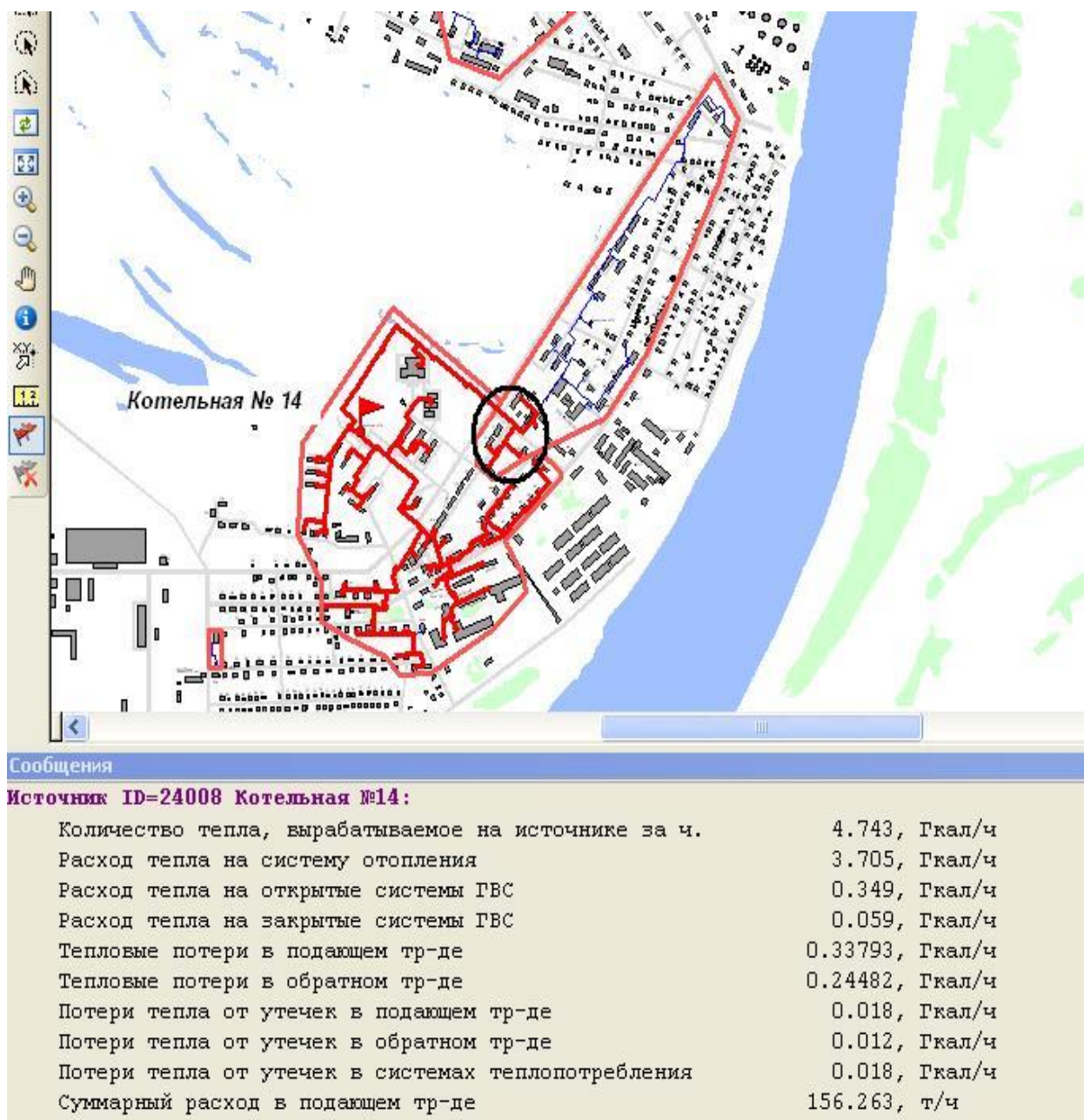


Рисунок 6. Зона теплоснабжения Котельной № 14 (выделена красным цветом) и присоединенных потребителей от Котельной № 18 (выделена черным кругом)

Таблица 10

Сравнительные результаты теплогидравлического расчета Котельной № 14

Показатель	Значения до отключения трубопровода Уз. 17- Уз. 18	Значения после отключения трубопровода Уз. 17- Уз. 18
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за ч.	4.355, Гкал/ч	4.743, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	3.446, Гкал/ч	3.705, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.326, Гкал/ч	0.349, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.059, Гкал/ч	0.059, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.28103, Гкал/ч	0.33793, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.20569, Гкал/ч	0.24482, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.013, Гкал/ч	0.018, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.009, Гкал/ч	0.012, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	0.016, Гкал/ч	0.018, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	145.113, т/ч	156.263, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	140.880, т/ч	151.623, т/ч
Суммарный расход на подпитку	4.233, т/ч	4.641, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	140.068, т/ч	150.884, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	3.712, т/ч	3.992, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	1.193, т/ч	1.193, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.140, т/ч	0.194, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.140, т/ч	0.194, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.242, т/ч	0.260, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	40.400, м	40.400, м
Давление в обратном трубопроводе	17.000, м	17.000, м
Располагаемый напор	23.400, м	23.400, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000,°C	95.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	66.788,°C	66.471,°C

Сравнительный гидравлический расчет Котельной № 14 до и после аварии на участке тепловой сети Уз. 17- Уз. 18 (табл. 10) показал, что отключенные потребители, входящие в зону действия Котельной № 18, будут запитаны тепловой энергией от Котельной № 14 (табл. 11).

Таблица 11

Отключенные в результате аварии потребители

Адрес узла ввода	Наименование узла	Вид потребителя	Геодезическая отметка, м	Высота здания потребителя, м	Номер схемы подключения потребителя	Открытый/ закрытый водоразбор на ГВС	Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Расход сетевой воды на СО после наладки, т/ч	Напор на регуляторе давления СО, м
Котельная №18	ул. 2-я Луговая, 52 Деркач	Жилье частное	45	3	4	Отсутствует	0,0073			0,292	2
Котельная №18	ул. 3-я Трудовая, 33	Жилой фонд	45	6	4	Открытый	0,0545	0,0044		2,18	2
Котельная №18	ул. 3-я Трудовая, 35а	Жилой фонд	45	6	4	Открытый	0,0538	0,0044		2,152	2
Котельная №18	ул. 2-я Луговая, Айтняков А.Ш.	Жилье частное	45	3	4	Открытый	0,0067	0,0008		0,268	2
Котельная №18	ул. 3-я Трудовая, 27, ТУЭС	Прочие	45	9	4	Открытый	0,1481	0,0058	0,0058	5,924	2

5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

5.1 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях

Программное обеспечение ПРК ZuluThermo позволяет проводить моделирование всех видов переключений в «гидравлической модели» сети. Суть заключается в автоматическом отслеживании программой состояния 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.

Переключения могут быть как одиночными, так и групповыми для любой выбранной (помеченной) совокупности переключаемых элементов.

Для насосных агрегатов и их групп в модели доступны несколько видов переключений:

- включение/выключение;
- дросселирование;
- изменение частоты вращения привода.

Задвижки типа «дроссель», помимо двух крайних состояний (открыта/закрыта), могут иметь промежуточное состояние «прижата», определяемое либо в процентах открытия клапана, либо в числе оборотов штока. При этом состоянии задвижка моделируется своим гидравлическим сопротивлением, рассчитанным по паспортной характеристике клапана.

При любом переключении насосных агрегатов в насосной станции или на источнике автоматически пересчитывается суммарная расходно-напорная характеристика всей совокупности работающих насосов.

Для регуляторов давления и расхода переключением является изменение уставки.

Для потребителей переключением является любое из следующих действий:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- изменение температурного графика или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки.

Предусмотрена генерация специальных отчетов об отключенных/включенных абонентах и участках тепловой сети, состояние

которых изменилось в результате последнего произведенного единичного или группового переключения. Эти отчеты могут содержать любую информацию об этих объектах, имеющуюся в базе данных.

Режим гидравлического моделирования позволяет оперативно получать ответы на вопросы типа «Что будет, если...?» Это дает возможность избежать ошибочных действий при регулировании режима и переключениях на реальной тепловой сети.

В Схеме теплоснабжения г. Тобольска рассмотрены различные варианты перспективного развития системы теплоснабжения г. Тобольска, смоделированы работы Городской котельной № 1 в аварийном режиме.

Результаты перспективных теплогидравлических расчетов по основному варианту развития системы теплоснабжения г. Тобольска представлены в электронной модели.

В электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска сформированы новые модельные базы, которые отражают предложения по модернизации, реконструкции и новому строительству источников тепловой энергии.

5.2 Моделирование переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

Пример переключения потребителей от Котельной № 18 на Котельную № 14 путем открытия трубопровода Уз. 17- Уз. 18 показывает возможность работы нескольких источников на одну тепловую сеть в результате аварийной ситуации на участке тепловой сети (рис. 7) (см. п. 4.2 настоящей Главы).

Подсистема гидравлических расчетов позволяет моделировать произвольные режимы, в том числе аварийные и перспективные.

Гидравлическое моделирование предполагает внесение в модель каких-то изменений с целью воспроизведения режимных последствий этих изменений, которые искажают реальные данные, описывающие эксплуатируемую тепловую сеть в ее текущем состоянии.



Рисунок 7. Пример переключения потребителей от Котельной № 18 к Котельной № 14

Подсистема гидравлических расчетов содержит специальный инструментарий, позволяющий для целей моделирования создавать и администрировать специальные «модельные» базы – наборы данных, клонируемых из основной (контрольной) базы данных описания тепловой сети, на которых предусматривается произведение любых манипуляций без риска исказить или повредить контрольную базу.

Данный механизм также обеспечивает возможность осуществления сравнительного анализа различных режимов работы тепловой сети, реализованных в модельных базах, между собой. В частности, наглядным аналитическим инструментом является сравнительный пьезометрический график, на котором приводятся изменения гидравлического режима, произошедшие в результате тех или иных манипуляций.

6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку

На основании сформированной электронной модели Схемы теплоснабжения г. Тобольска проведены расчеты баланса тепловой энергии за базовый период (по текущему состоянию), на конец 1, 2, 3 этапов реализации Схемы теплоснабжения (2018 г., 2023 г., 2028 г.).

Результаты теплогидравлических расчетов, то есть протоколы расчетов источников теплоснабжения, представлены в электронной модели.

С помощью ПРК Zulu Thermo сформированы балансы каждого планировочного района.

Результаты расчетов в ПРК Zulu Thermo легли в основу формирования расчета балансов тепловой энергии по территориальному признаку г. Тобольска.

7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу с учетом работы трубопроводов тепловой сети в различные периоды (летний, зимний) (рис. 8 - 10).

Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии, а также по различным владельцам (балансодержателям) участков тепловой сети.

Потери тепла от утечек в подающем и обратном трубопроводах, потери тепла от утечек в системах теплоснабжения, тепловые потери в подающем и обратном трубопроводах от каждого источника тепловой энергии сформированы в результатах теплогидравлического расчета – протоколах – системы теплоснабжения г. Тобольска (см. п. 4.1).

Подробнее расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя представлен в программном комплексе ZuluThermo.

AAA

Тепловая сеть
Тобольская ТЭЦ

График

Тнв -39.0 Тсо 95.0
Тпод 150.0 Твв 20.0
Тобр 70.0

Среднегодовые

Тнв -7.9 Тгрунт 4.0
Тпод 86.2 Тповд 5.0
Тобр 48.4

☐ Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь
☒ Русские заголовки в отчете

Расчет потерь Сохранить
Отчет

☒ Суммарные по подсети
☐ По данному узлу

Владельцы:
(Все владельцы)

Месяц	П..	Про...	Тнв	Тгр	Тпод	Тобр	Тхв	Qпод Гкал	Qобр Гкал	Qут_под т	Qут_под ...	Qут_обр т	Qут_обр ...	Qут_пот т	Qут_пот ...
Январь	О	744	-18.0	0.0	103.5	54.6	0.0	2480.5	1793.6	11108.7	1149.7	10812.9	590.4	251.6	15.7
	Л	0	-18.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	О	672	-16.0	0.0	98.9	53.0	0.0	2119.2	1539.9	10068.5	995.8	9774.1	518.0	227.2	13.7
	Л	0	-16.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Март	О	744	-7.0	0.0	77.6	45.0	0.0	1729.5	1295.9	11311.3	877.8	10860.7	488.7	251.6	12.6
	Л	0	-7.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Апрель	О	720	1.0	0.0	57.6	36.9	0.0	1122.0	860.3	11072.2	637.8	10544.2	389.1	243.5	9.8
	Л	0	1.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Май	О	240	9.0	0.0	35.8	26.9	0.0	178.2	143.6	3726.0	133.4	3526.1	94.9	81.2	2.3
	Л	0	9.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	О	0	16.0	0.0	31.8	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Л	0	16.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июль	О	0	18.5	0.0	25.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Л	0	18.5	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Август	О	0	15.0	0.0	34.4	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Л	0	15.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	О	240	9.0	0.0	35.8	26.9	0.0	178.2	143.6	3726.0	133.4	3526.1	94.9	81.2	2.3
	Л	0	9.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Октябрь	О	744	1.0	0.0	57.6	36.9	0.0	1159.4	889.0	11441.3	659.0	10895.6	402.0	251.6	10.1
	Л	0	1.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ноябрь	О	720	-8.0	0.0	80.0	46.0	0.0	1740.7	1292.1	10929.7	874.4	10505.9	483.3	243.5	12.5
	Л	0	-8.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Декабрь	О	744	-15.0	0.0	96.6	52.1	0.0	2279.0	1658.1	11166.1	1078.6	10826.0	564.0	251.6	14.9
	Л	0	-15.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого:								12986.8	9606.0	84549.9	6539.9	81271.7	3625.3	1882.8	93.7

Рисунок 8. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в существующем режиме циркуляции теплоносителя Тобольской ТЭЦ

AAA

Тепловая сеть

- Городская Котельная
 - ЦТП, Тобольск-П
 - ЦТП, Тобольск-П
 - ЦТП-5.1
 - ЦТП-5.1 (ГВС)
 - ЦТП-5.2

График

Тнв -39.0 Тсо 95.0
Тпод 141.0 Тев 19.0
Тобр 70.0

Среднегодовые

Тнв -7.9 Тгрунт 4.0
Тпод 81.5 Тпове 5.0
Тобр 48.4

Расчет потерь Сохранить

Отчет

☒ Суммарные по подсети
☐ По данному узлу

Владельцы:
(Все владельцы)

☐ Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь
☒ Русские заголовки в отчете

Месяц	П...	Про...	Тнв	Тгр	Тпод	Тобр	Тхв	Qпод Гкал	Qобр Гкал	Qут_под т	Qут_под ...	Qут_обр т	Qут_обр ...	Qут_пот т	Qут_пот ...
Январь	О	744	-18.0	0.0	102.0	56.7	0.0	7567.5	4061.0	15269.1	1556.6	15685.1	889.1	12905.4	1018.0
Январь	Л	0	-18.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	О	672	-16.0	0.0	98.2	55.3	0.0	6572.9	3532.8	13830.7	1357.5	14177.1	783.7	11656.5	889.2
Февраль	Л	0	-16.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Март	О	744	-7.0	0.0	80.4	48.6	0.0	5920.2	3211.7	15502.0	1245.9	15746.0	765.0	12905.4	828.3
Март	Л	0	-7.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Апрель	О	720	1.0	0.0	63.9	41.9	0.0	4506.0	2466.0	15150.5	967.9	15281.8	640.1	12489.1	658.1
Апрель	Л	0	1.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Май	О	240	9.0	0.0	46.3	34.1	0.0	1085.6	599.7	5114.9	236.8	5127.5	174.7	4332.7	172.9
Май	Л	0	9.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	О	0	16.0	0.0	28.9	25.3	0.0	24.9	14.8	29.6	1.1	26.7	0.6	242.4	7.0
Июнь	Л	0	16.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июль	О	0	18.5	0.0	21.2	20.6	0.0	23.7	14.2	30.6	1.0	27.6	0.5	250.4	6.5
Июль	Л	0	18.5	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Август	О	0	15.0	0.0	31.6	26.7	0.0	26.5	15.6	30.6	1.2	27.6	0.6	250.4	7.4
Август	Л	0	15.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	О	240	9.0	0.0	46.3	34.1	0.0	1084.6	599.1	5113.9	236.8	5126.6	174.7	4324.6	172.7
Сентябрь	Л	0	9.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Октябрь	О	744	1.0	0.0	63.9	41.9	0.0	4656.2	2548.2	15655.5	1000.1	15791.2	661.4	12905.4	680.1
Октябрь	Л	0	1.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ноябрь	О	720	-8.0	0.0	82.4	49.4	0.0	5877.7	3186.0	14982.5	1234.1	15232.6	752.2	12489.1	819.0
Ноябрь	Л	0	-8.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Декабрь	О	744	-15.0	0.0	96.2	54.6	0.0	7126.3	3835.4	15335.0	1474.5	15701.5	857.0	12905.4	967.6
Декабрь	Л	0	-15.0	0.0	60.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого:								44472.1	24084.5	11604...	9313.5	11795...	5699.7	97656.9	6226.8

Рисунок 9 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в существующем режиме циркуляции теплоносителя Городской котельной № 1

AAA

Тепловая сеть

- Тобольская ТЭЦ

График

Тнв -39.0 Тсо 95.0
Тпод 150.0 Тев 20.0
Тобр 70.0

Среднегодовые

Тнв -7.9 Тгрунт 4.0
Тпод 86.2 Тпове 5.0
Тобр 48.4

Расчет потерь Сохранить

Отчет

☒ Суммарные по подсети
☐ По данному узлу

Владельцы:
(Все владельцы)

☐ Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь
☒ Русские заголовки в отчете

Месяц	П...	Про...	Тнв	Тгр	Тпод	Тобр	Тхв	Qпод Гкал	Qобр Гкал	Qут_под т	Qут_под ...	Qут_обр т	Qут_обр ...	Qут_пот т	Qут_пот ...
Январь	О	744	-18.0	0.0	103.5	54.6	0.0	2754.3	2104.0	18943.2	1960.6	19535.1	1066.6	251.6	15.7
Январь	Л	0	-18.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	О	672	-16.0	0.0	98.9	53.0	0.0	2353.1	1806.3	17169.4	1698.1	17658.3	935.9	227.2	13.7
Февраль	Л	0	-16.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Март	О	744	-7.0	0.0	77.6	45.0	0.0	1920.6	1508.3	19288.8	1496.8	19621.4	883.0	251.6	12.6
Март	Л	0	-7.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Апрель	О	720	1.0	0.0	57.6	36.9	0.0	1246.2	1009.0	18881.1	1087.5	19049.5	702.9	243.5	9.8
Апрель	Л	0	1.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Май	О	240	9.0	0.0	35.8	26.9	0.0	198.0	168.4	6353.9	227.5	6370.4	171.4	81.2	2.3
Май	Л	0	9.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	О	0	16.0	0.0	31.8	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	Л	0	16.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июль	О	0	18.0	0.0	26.5	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июль	Л	0	18.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Август	О	0	15.0	0.0	34.4	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Август	Л	0	15.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	О	240	9.0	0.0	35.8	26.9	0.0	198.0	168.4	6353.9	227.5	6370.4	171.4	81.2	2.3
Сентябрь	Л	0	9.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Октябрь	О	744	1.0	0.0	57.6	36.9	0.0	1287.8	1042.7	19510.4	1123.8	19684.5	726.4	251.6	10.1
Октябрь	Л	0	1.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ноябрь	О	720	-8.0	0.0	80.0	46.0	0.0	1933.0	1515.6	18638.1	1491.1	18980.3	873.1	243.5	12.5
Ноябрь	Л	0	-8.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Декабрь	О	744	-15.0	0.0	96.6	52.1	0.0	2530.7	1944.9	19041.2	1839.4	19558.7	1019.0	251.6	14.9
Декабрь	Л	0	-15.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого:								14421.9	11267.6	14418...	11152.2	14682...	6549.6	1882.8	93.7

Рисунок 10 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в перспективном режиме циркуляции теплоносителя Тобольской ТЭЦ вариант развития № 1

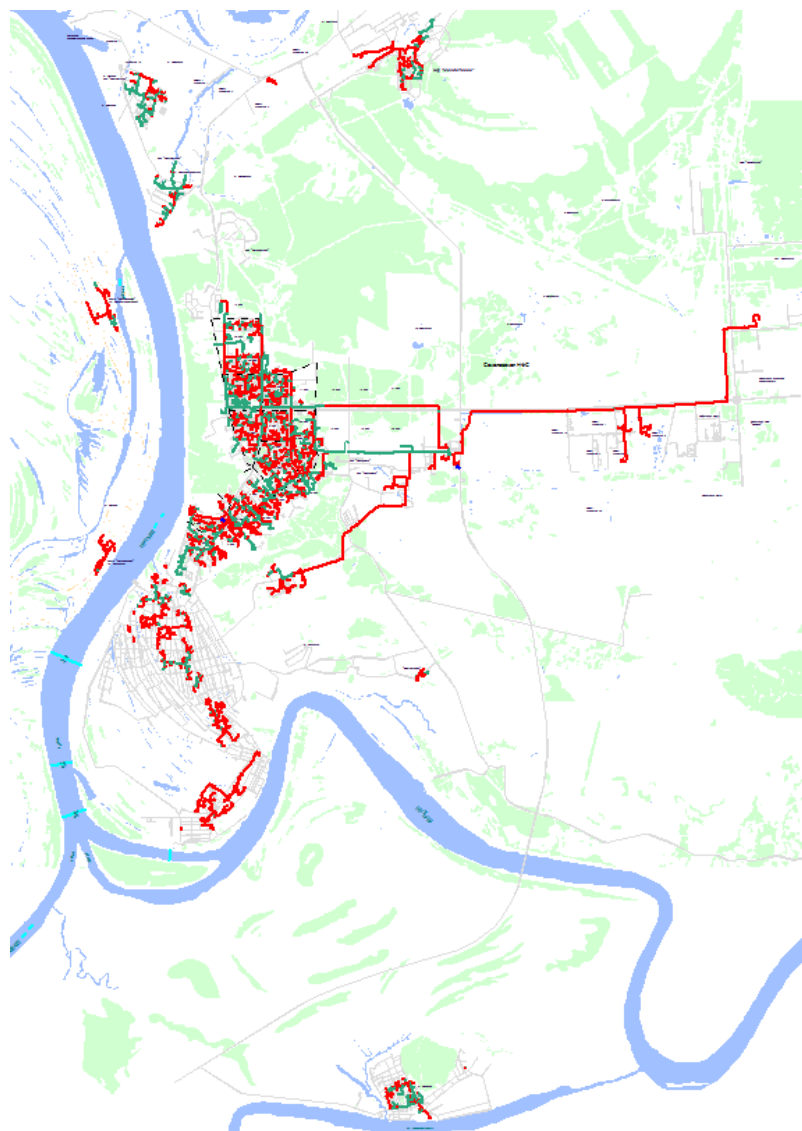
8 Расчет показателей надежности теплоснабжения

Расчет показателей надежности теплоснабжения проведен с использованием результатов расчета в ПРК ZuluThermo в соответствии с методиками, определенными в:

– Приказе Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения» для каждого источника;

– «Правилах определения плановых и расчета фактических значений показателей надежности и энергетической эффективности объектов теплоснабжения, а также определения достижения организацией, осуществляющей регулируемые виды деятельности в сфере теплоснабжения, указанных плановых значений», утв. Постановлением Правительства РФ от 16.05.2014 № 452.

В электронной модели системы теплоснабжения г. Тобольска сформирован фильтр по году ввода в эксплуатацию тепловых сетей (рис. 11).



Условные обозначения:

- Тепловые сети, введенные в эксплуатацию до 1988 года
- Тепловые сети, введенные в эксплуатацию после 1988 года

Рисунок 11. Схема тепловых сетей г. Тобольска

Рассмотрим пример расчетов показателей надежности сетей теплоснабжения Котельной № 1 (район Сумкино).

Первоначально в Электронной модели в соответствии с методикой, изложенной в Главе 9, сформированы пути движения теплоносителя от Котельной № 1 до потребителей.

Магистральный теплопровод Котельной № 1 начинается от камеры вывод Котельная №1 и закачивается у потребителя ул. Заводская, 11 (рис. 12).

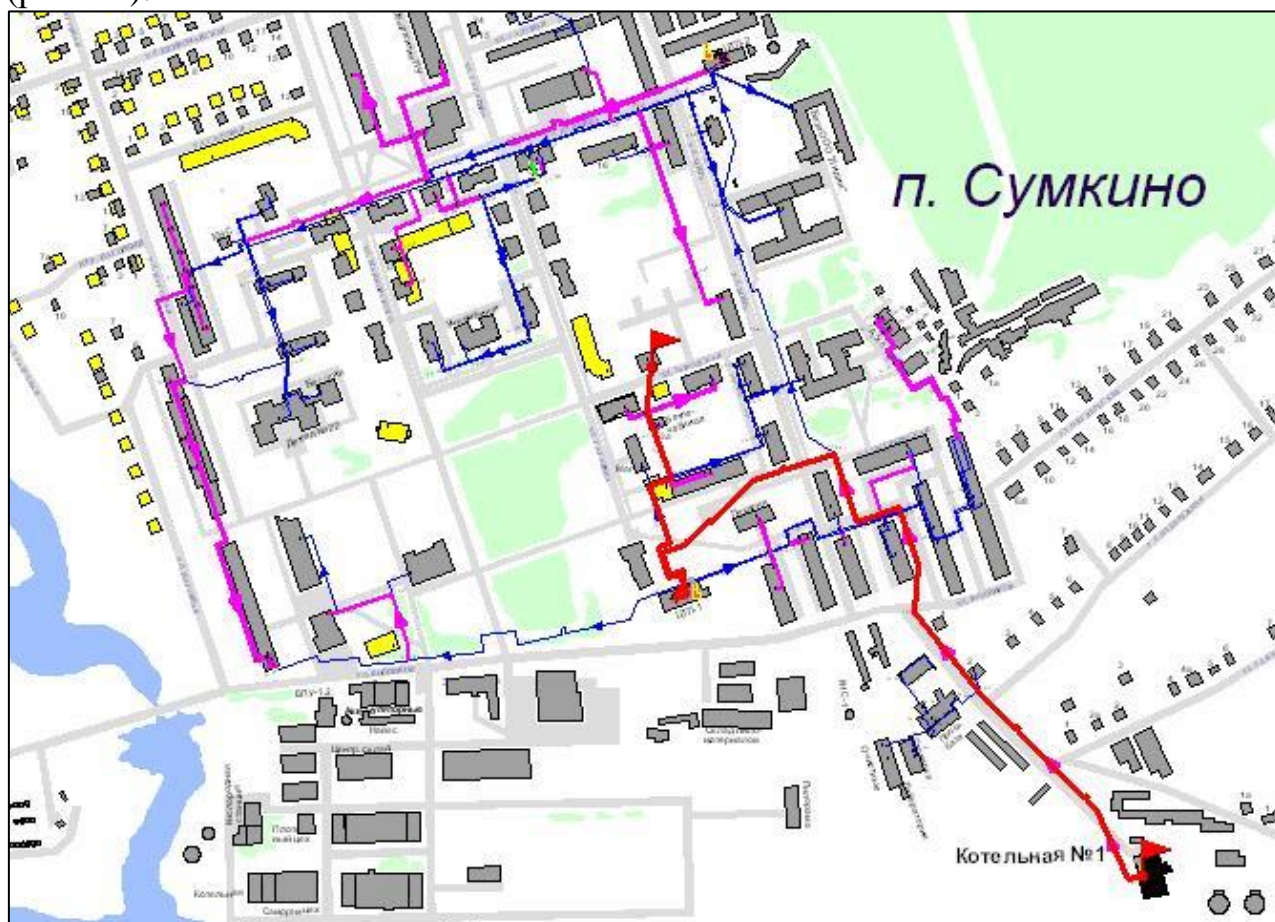


Рисунок 12. Трассировка магистрального теплопровода от Котельной № 1

В табл. 12 приведены данные расчета вероятности безотказной работы теплопровода по отношению к тепловым камерам, входящим в «путь 1» по движению теплоносителя, в соответствии с методикой, изложенной выше в настоящем разделе.

На рисунке 13 представлена иллюстрация результатов расчетов вероятности безотказной работы теплопровода относительно тепловых камер, входящих в состав магистрального теплопровода, которые формируют

данные о вероятности безотказной работы (ВБР) на входе в ответвление от этой камеры.

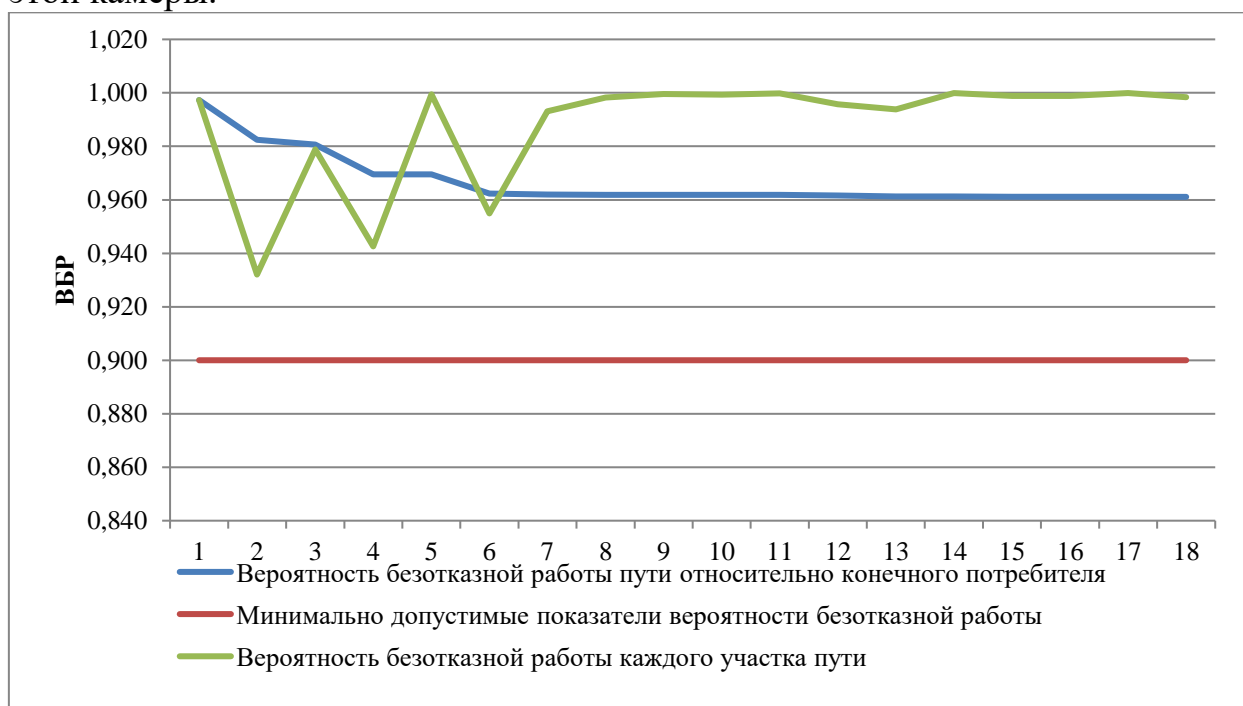


Рисунок 13. Вероятность безотказной работы (ВБР) относительно тепловой камеры магистрального теплопровода Котельная № 1

Результаты расчета показывают, что вероятность отказа теплоснабжения потребителей, присоединенных к тепловым камерам указанного пути выше нормативной величины, требуемой в СНиП 41-02-2003 (вероятность безотказной работы тепловых сетей относительно каждого потребителя не должна быть ниже $P_j \geq 0,9$). Данный факт позволяет сделать выводы о надежной (безотказной) работе системы теплоснабжения. Это и подтверждается графиком, предоставленным на рис. 13.

Таблица 12

Результаты расчета вероятности безотказной работы (далее ВБР) магистрального теплопровода Котельная № 1

Номер участка	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Вид прокладки тепловой сети	Нормативные потери в тепловой сети (1-4)	Температура в начале участка подающего трубопровода, °С	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта, лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/год	Среднее время восстановления участка, час	Вероятность безотказной работы каждого участка пути	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя	Оценка недопуска тепловой энергии потребителям, Гкал	Отклонение температуры воды в подающем трубопроводе в отопительном периоде
1	Котельная № 1	ТК-1	13,05	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	95	441,8729	26	0,0290	17,5	0,997	0,997	0	193,32
2	ТК-1	ТК-2	223,64	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	95	441,8714	26	0,4965	17,5	0,932	0,982	0	193,32
3	ТК-2	ТК-3	87,02	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	94,93	433,4532	26	0,1932	17,5	0,979	0,981	0,07	189,64
4	ТК-3	ТК-4	196,29	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	94,9	433,4429	26	0,4358	17,5	0,943	0,970	0,1	189,63
5	ТК-4	ТК-4, Ду250	3	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	94,84	170,9993	26	0,0067	17,5	0,999	0,970	0,16	74,81
6	ТК-4, Ду250	1987 / 2008 год ввода	162,32	0,259	0,259	Подземная бесканальная	1987	94,83	170,9989	26	0,3604	17,5	0,955	0,962	0,17	74,81
7	1987 / 2008 год ввода	Уз. ввод ЦТП-1	65,53	0,259	0,259	Подземная бесканальная	2008	94,7	170,9812	5	0,0655	17,5	0,993	0,962	0,3	74,80
8	Уз. ввод ЦТП-1	ЦТП-1	23,15	0,207	0,207	Подвальная	2008	94,65	170,974	5	0,0232	17,5	0,998	0,962	0,35	74,80
9	ЦТП-1	ЦТП-1, Ду200	5,35	0,207	0,207	Подвальная	2008	95	153,1996	5	0,0054	17,5	1,000	0,962	0	67,02
10	ЦТП-1, Ду200	Уз. ЦТП-1	8,53	0,207	0,207	Подвальная	2008	95	153,1992	5	0,0085	17,5	0,999	0,962	0	67,02
11	Уз. ЦТП-1	Уз. ЦТП-1, Ду250	2,61	0,207	0,15	Подземная бесканальная	2009	94,99	39,5403	4	0,0026	17,5	1,000	0,962	0,01	17,30

Номер участка	Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Вид прокладки тепловой сети	Нормативные потери в тепловой сети (1-4)	Температура в начале участка подающего трубопровода, °С	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Продолжительность эксплуатации участка без капитального ремонта, лет	Частота (интенсивность) отказа участка, 1/год	Среднее время восстановления участка, час	Вероятность безотказной работы каждого участка пути	Вероятность безотказной работы пути относительно конечного потребителя	Оценка недопуска тепловой энергии потребителям, Гкал	Отклонение температуры воды в подающем трубопроводе в отопительном периоде
12	Уз. ЦТП-1, Ду250	2007 / 2009 год ввода	53,67	0,207	0,15	Подземная бесканальная	2009	94,99	39,5402	4	0,0537	17,5	0,996	0,962	0,01	17,30
13	2007 / 2009 год ввода	ТК-11	73,43	0,207	0,15	Подземная канальная	2007	94,83	39,5366	6	0,0734	17,5	0,994	0,961	0,17	17,30
14	ТК-11	ТК-11, Ду80	3,34	0,082	0,082	Подземная бесканальная	2008	94,67	9,2837	5	0,0033	12,5	1,000	0,961	0,33	2,90
15	ТК-11, Ду80	ТК-11-1	42,81	0,082	0,082	Подземная бесканальная	2008	94,65	9,2836	5	0,0428	12,5	0,999	0,961	0,35	2,90
16	ТК-11-1	ТК12	15,98	0,082	0,082	Подземная бесканальная	1985	94,35	8,9733	28	0,0460	12,5	0,999	0,961	0,65	2,80
17	ТК12	ТК-12, Ду50	2,91	0,05	0,05	Подземная бесканальная	1985	94,23	1,5142	28	0,0084	12,5	1,000	0,961	0,77	0,47
18	ТК-12, Ду50	ул. Заводская, 11	38,13	0,05	0,05	Подземная бесканальная	1985	94,13	1,5142	28	0,1098	12,5	0,998	0,961	0,87	0,47

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

9.1 Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления;
- по признаку территориального деления.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей системы теплоснабжения г. Тобольска.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в %% от паспортной, в т.ч. и более 100%);
- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая).

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

9.2 Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям

Данный инструмент применим для различных целей и задач гидравлического моделирования. Основным предназначением является 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. Эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах тепловой сети г. Тобольска это приводит к значительным расхождением 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. Поэтому эти значения можно лишь косвенным образом оценить на основании сравнения реального (наблюдаемого) гидравлического режима с результатами расчетов на гидравлической модели, и внести в расчетную модель соответствующие поправки. В этом в первом приближении и состоит процесс калибровки.

Инструмент групповых операций позволяет выполнить изменение характеристик для подмножества участков тепловой сети, определяемого заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент тепловой сети (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- вдоль выбранного пути.

При этом на любой из вышеперечисленных «пространственных» критериев может быть наложена суперпозиция критериев отбора по классифицирующим признакам:

- по подающим или обратным трубопроводам тепловой сети либо симметрично;

- по виду тепловых сетей (магистральные, распределительные, внутриквартальные);
- по участкам тепловой сети определенного условного диаметра;
- по участкам тепловой сети с определенным типом прокладки, и т.п.

Критерии отбора могут быть произвольными при соблюдении основного требования: информация, на основании которой строится отбор, должна в явном виде присутствовать в паспортных описаниях участков тепловой сети.

Для участков тепловых сетей, отобранных по определенной совокупности критериев, можно произвести любую из следующих операций:

- изменение эквивалентной шероховатости;
- изменение степени зарастания трубопроводов;
- изменение коэффициента местных потерь;
- изменение способа расчета сопротивления.

После проведения серии изменений характеристик участков трубопроводов тепловой сети автоматически производится гидравлический расчет, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик участков тепловой сети их паспорта не модифицируются, в любой момент можно вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями характеристик участков тепловой сети.

10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей

Теплогидравлический расчет перспективной системы произведен в программном модуле ZuluThermo для каждого варианта развития системы теплоснабжения.

Для анализа проведенных расчетов гидравлических режимов сетей системы теплоснабжения г. Тобольска построены пьезометрические графики от источника теплоснабжения до наиболее удаленных потребителей. Пьезометрический график является наглядной иллюстрацией результатов теплогидравлического расчета.

На пьезометрических графиках отражены:

- линия напора в подающем трубопроводе;
- линия напора в обратном трубопроводе;
- линия потерь напора на шайбе;
- линия поверхности земли;
- высота зданий;
- линия статического напора;
- линия вскипания.

Линия напора в подающем трубопроводе обозначена красным цветом. Линия напора в обратном трубопроводе обозначена синим цветом. Они показывают разницу напоров в подающем и обратном трубопроводах в каждой конкретной точке тепловой сети. Одним из основных требований является обеспечение требуемого значения располагаемого напора на вводе потребителя, то есть величина располагаемого напора должна иметь положительное значение.

Линия поверхности земли показывает изменение рельефа местности от начальной до конечной точки пьезометрического графика, на которой обозначена вертикальная линия, соответствующая высоте здания.

Линия статического напора обозначена пунктирным голубым цветом и строится относительно самого высокого здания системы теплоснабжения каждого конкретного источника. Она показывает состояние системы при отсутствии циркуляции (отключении сетевых насосов). Линия статического напора может располагаться как ниже, так и выше линии напора на обратном трубопроводе.

Линия вскипания обозначена оранжевым цветом и должна находиться ниже линии напора в подающем трубопроводе.

В случае, когда линия напора на обратном трубопроводе находится ниже высоты здания потребителя, то происходит незаполняемость системы теплопотребления, которая приводит к прекращению циркуляции теплоносителя.

Для разрешения данной ситуации рекомендуем устанавливать шайбу на обратном трубопроводе. В случае, когда линия напора на обратном

трубопроводе находится выше высоты здания потребителя – устанавливаем шайбу на подающем трубопроводе. Потеря напора на дроссельной диафрагме (далее – шайба) представляет собой вертикальную линию подающего или обратного трубопроводов в зависимости от ее места расположения. Шайба устанавливается для снижения величины располагаемого напора до требуемого значения, при располагаемом напоре соответствующему нормативному показателю шайба не устанавливается.

Когда значение напора в обратном трубопроводе выше геодезической отметки на 60 м, то необходимо предусмотреть установку насосного оборудования на обратном трубопроводе или изменить зависимую схему присоединения на независимую. Давление в подающем трубопроводе не должно превышать допустимые значения на источнике тепловой сети и абонентских установках, которые зависят от характеристик оборудования и применяемого сортамента труб (в большинстве случаев составляет 16-25 кгс/см²). Минимальное значение давления в подающем и обратном трубопроводах принимают 0,5 кгс/см².

Построению собственно пьезометрического графика предшествует выбор искомого пути. Для этой цели на схеме тепловой сети отмечаются не менее двух узлов, через которые должен пройти выбранный путь. В общем случае с учетом закольцованности тепловых сетей может существовать более одного пути, соединяющего заданные точки. В этом случае для однозначного определения результата можно указать промежуточные точки, либо изменить критерий поиска пути (это может быть минимизация количества участков, минимизация гидравлического сопротивления либо минимизация суммарной длины, поиск по линиям подающей или обратной магистрали). Путь строится программой автоматически с учетом состояния запорной арматуры в узлах коммутации (тепловых камерах), найденный путь «подсвечивается» на экране цветом выделения.

После выбора требуемого пути строится пьезометрический график.

Рассмотрим на примере Котельной № 2 пьезометрический график от самой котельной до ул. Октябрьская, 57 (рис. 14).



Рисунок 14. Пьезометрический график от Котельной № 2 до ул. Октябрьская, 57

Представленный пьезометрический график существующего положения системы показывают соответствие основным требованиям к гидравлическому режиму водяных тепловых сетей из условий надежности работы системы теплоснабжения.

Основные выводы по результатам выполненного гидравлического расчета по магистральным сетям от Тобольской ТЭЦ:

- при существующем положении магистральные тепловые сети в зоне теплоснабжения Тобольской ТЭЦ обеспечивают пропуск расчетного расхода сетевой воды, при этом отсутствует резерв по пропускной способности (рис. 15);
- при сохранении диаметров трубопроводов пропускная способность сетей не обеспечивает подачу тепловой энергии с учетом увеличения нагрузки потребителям на перспективу (рис. 16);
- при подаче тепла Тобольской ТЭЦ и работе Городской котельной (ГК-1) в качестве насосной станции и аварийного источника (вариант № 2), при увеличении диаметров участков магистральных трубопроводов обеспечивается подача тепловой энергии потребителям с соблюдением необходимых гидравлических режимов (рис. 17-20).

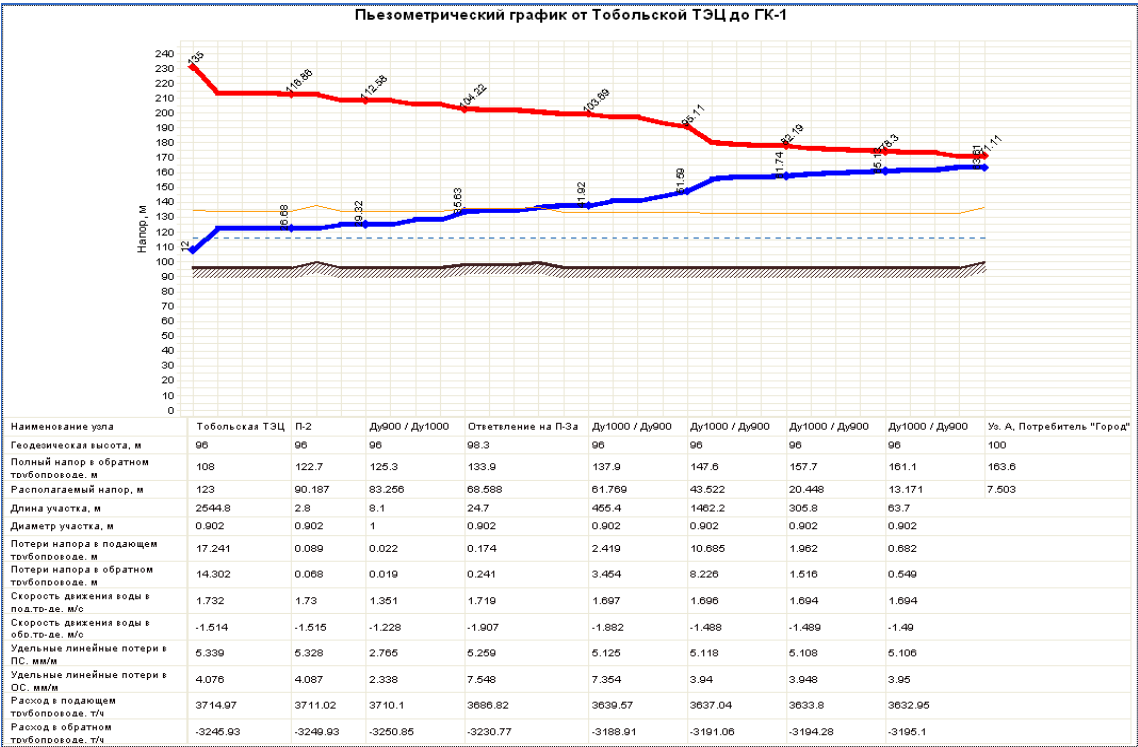


Рисунок 15. Пьезометрический график по участку от Тобольской ТЭЦ до ГК-1 на 2013 г.

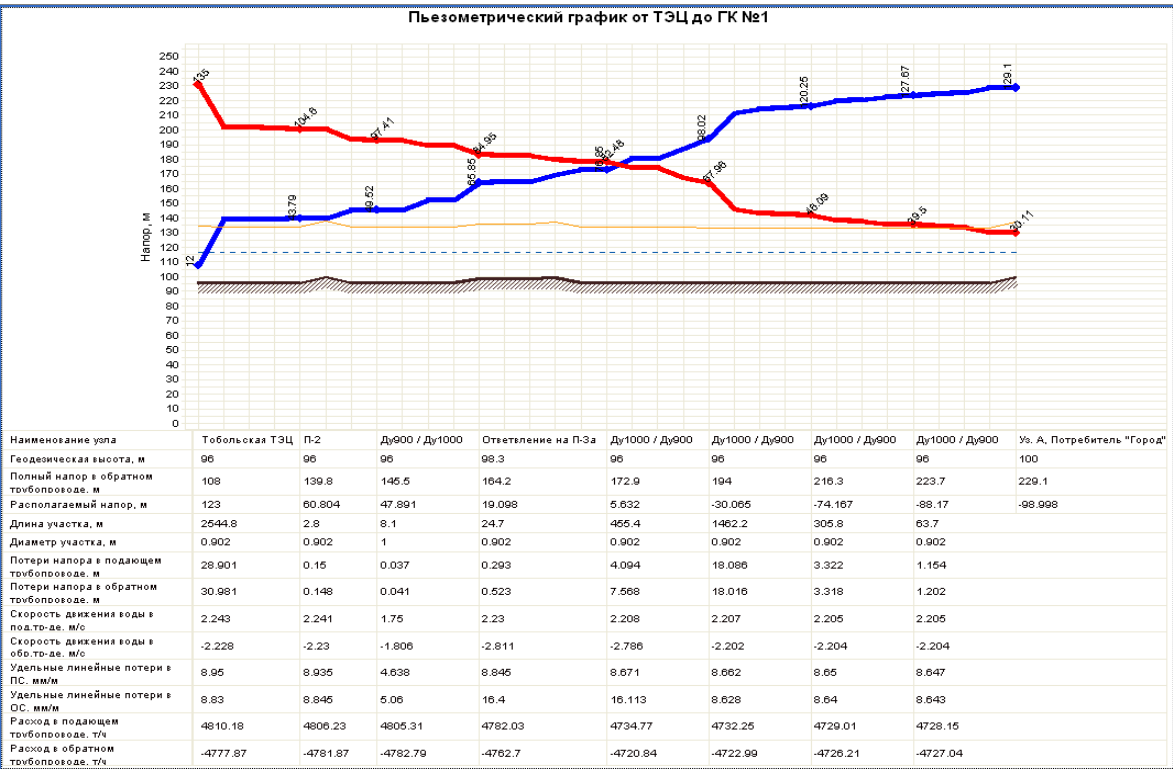


Рисунок 16. Пьезометрический график по участку магистральных сетей от Тобольской ТЭЦ до ГК-1 в перспективе до 2028 г. при сохранении существующего диаметра трубопроводов (900 мм)

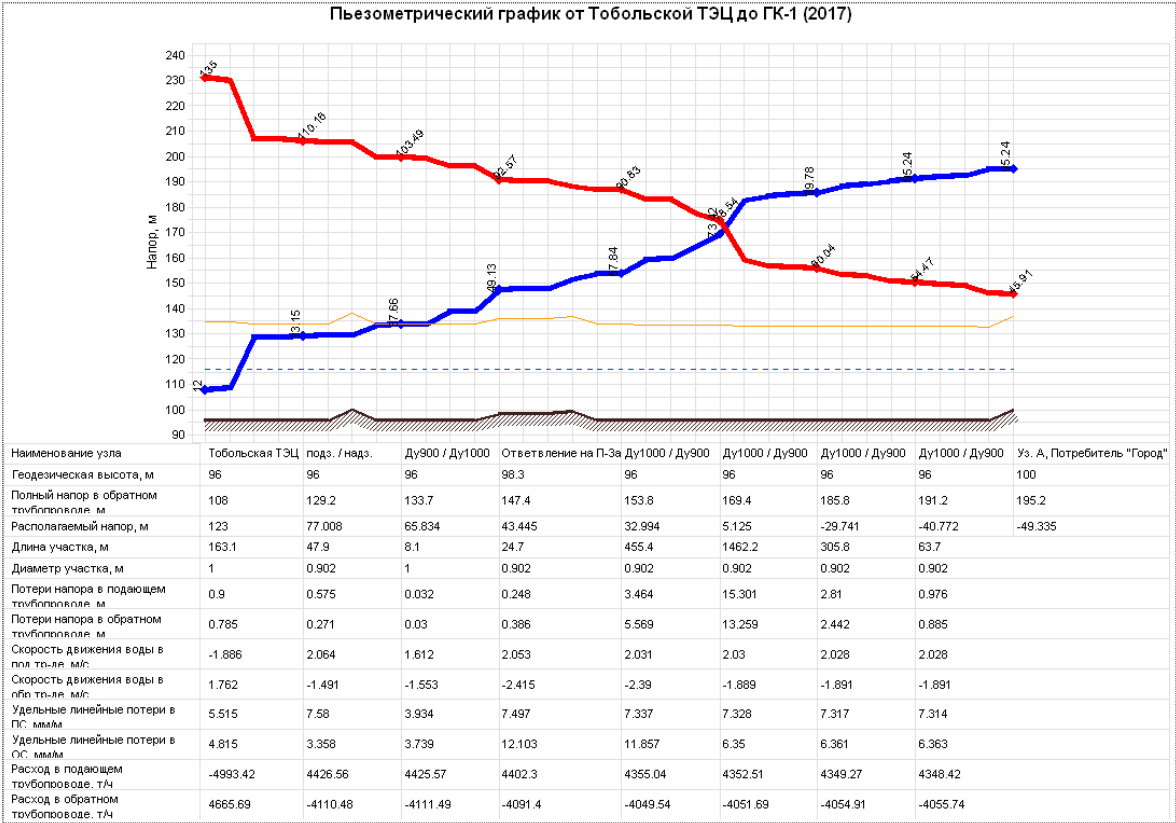


Рисунок 17. Пьезометрический график по участку от Тобольской ТЭЦ до ГК-1 на расчетный период 2017 г.

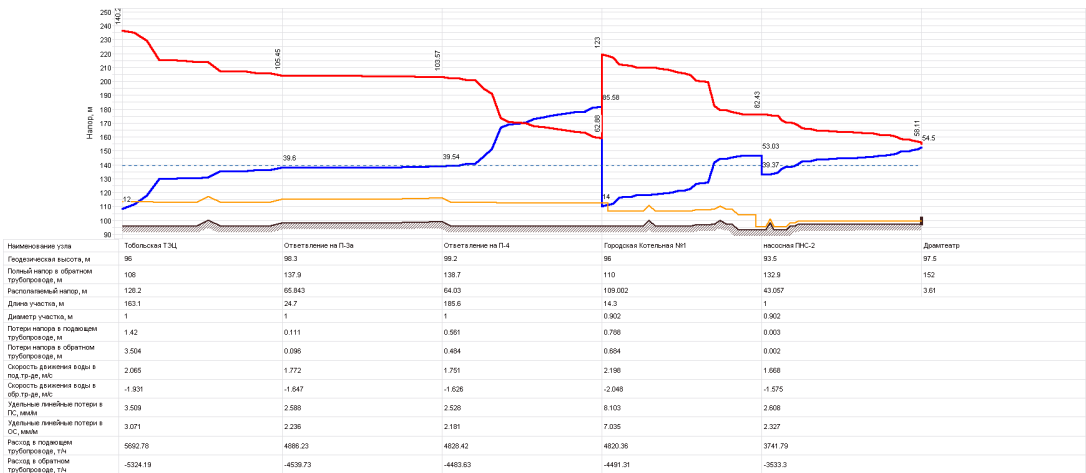


Рисунок 18. Пьезометрический график по участку от Тобольской ТЭЦ до «Драмтеатра» на расчетный период 2017 г.

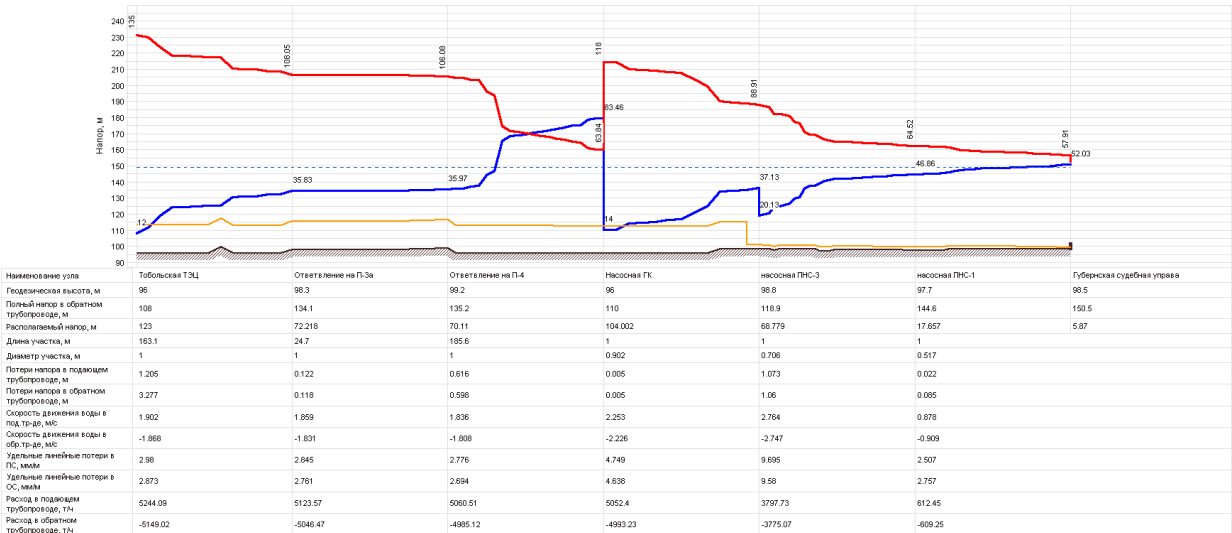


Рисунок 19. Пьезометрический график по участку от Тобольской ТЭЦ до «Драмтеатр» на расчетный период 2019-2023 гг.

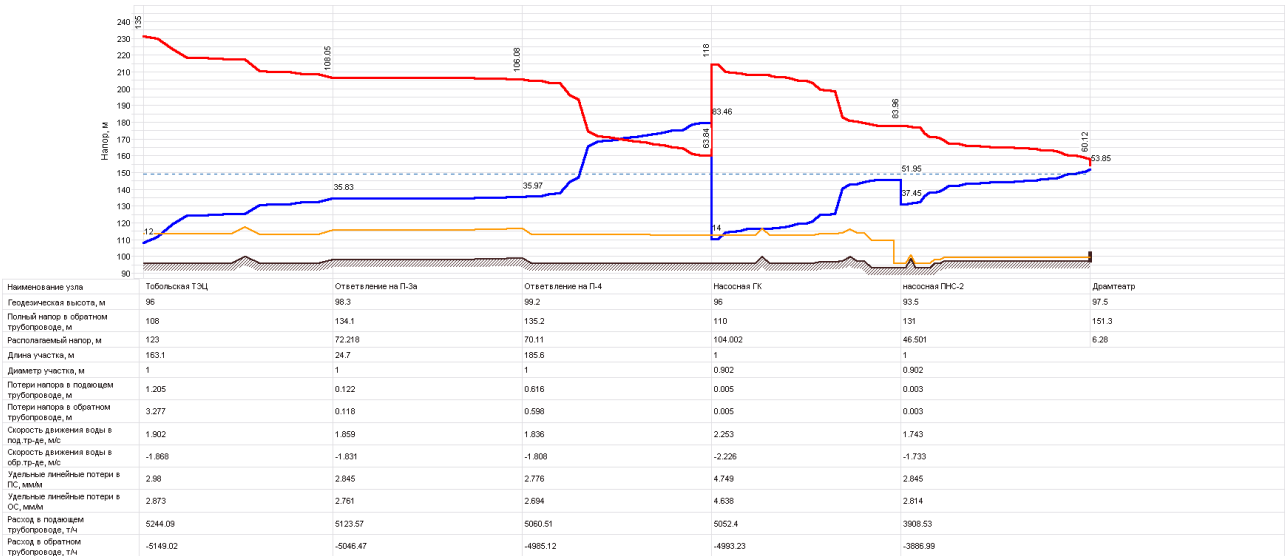


Рисунок 20. Пьезометрический график по участку от Тобольской ТЭЦ до «Драмтеатр» на расчетный период 2024-2028 гг.

Основные выводы по результатам выполненного гидравлического расчета от котельных г. Тобольска по существующему положению:

- давление воды в обратных трубопроводах систем теплоснабжения от котельных не превышает допустимого рабочего давления у потребителей с зависимой схемой присоединения отопительных систем (не более 6,0 кгс/см² по условию механической прочности отопительных приборов);
- давление воды в обратных трубопроводах систем теплоснабжения от указанных выше котельных обеспечивает выполнение условия для заполнения наиболее высокорасположенных точек местных отопительных систем у потребителей (запас в + 5,0 м);
- давление воды в обратных трубопроводах системы теплоснабжения обеспечивает выполнение условия по минимальному напору перед

водоразборными кранами в наиболее высокорасположенных точках систем ГВС у потребителей (запас в + 5,0 м);

- давление воды во всасывающих патрубках сетевых насосов в котельных не превышает допустимое по условиям механической прочности конструкции насосов соответствующих типов;

- давление в подающих и обратных трубопроводах источников теплоты и тепловых сетях не превышает допустимые пределы их прочности;

- статическое давление в системах теплоснабжения (определяемое давлением в сети ХВС) не превышает допустимого давления в оборудовании источников теплоты, в тепловых сетях и системах теплопотребления, непосредственно присоединенных к сетям, и обеспечивает заполнение их водой;

- распределительные тепловые сети в зоне теплоснабжения котельных обеспечивают пропуск расчетного расхода сетевой воды и имеют незначительный резерв по пропускной способности.

Перспективный теплогидравлический расчет выполнен с обеспечением удовлетворительной работы тепловых сетей на диапозоне температур наружного воздуха от +10 °С до -39 °С, безаварийности оборудования системы теплоснабжения и оптимального использования вводимых мощностей на источниках теплоснабжения.

По результатам проведения наладочного теплогидравлического расчета были определены параметры (напоры, давления, температуры, расходы) на выходе из источников теплоснабжения и в абонентских вводах всех присоединенных к нему потребителей на перспективу до 2028 г.

По результатам теплогидравлического расчета были определены предпочтительные варианты развития системы теплоснабжения для каждого района г. Тобольска. Наладочные расчеты перспективного развития системы теплоснабжения были проведены таким образом, чтобы соблюдались все требуемые параметры гидравлического режима.

Диаметры прокладываемых и строящихся трубопроводов обеспечивают необходимую надежность тепловых сетей, подбор осуществлен в соответствии с нормируемыми удельными линейными потерями давления.

По результатам расчетов сформированы мероприятия по новому строительству и перекладке тепловых сетей, принятые для обеспечения теплоснабжения существующих и перспективных потребителей тепловой энергии. Результаты теплогидравлических расчетов по перспективным вариантам развития системы теплоснабжения г. Тобольска представлены в Приложении 2 «Теплогидравлический расчет перспективного положения».

Приложения

Приложение 1. «Теплогидравлический расчет в существующем режиме циркуляции теплоносителя»

Приложение 2. «Теплогидравлический расчет в перспективном режиме циркуляции теплоносителя»

Приложение 3. Карты-схемы тепловых сетей и ненормативной надежности г. Тобольска