



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД ЧЕБОКСАРЫ» ДО 2035 ГОДА
(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2025 ГОД)**

**ГЛАВА 3
ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИ-
ПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД ЧЕБОКСАРЫ»**

СОСТАВ РАБОТ

Схема теплоснабжения муниципального образования «город Чебоксары». Утверждаемая часть

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения муниципального образования «город Чебоксары»:

- Глава 1** Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения
- Глава 2** Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения
- Глава 3** Электронная модель системы теплоснабжения муниципального образования «город Чебоксары»
- Глава 4** Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей
- Глава 5** Мастер-план развития систем теплоснабжения муниципального образования «город Чебоксары»
- Глава 6** Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах
- Глава 7** Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии
- Глава 8** Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей
- Глава 9** Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения
- Глава 10** Перспективные топливные балансы
- Глава 11** Оценка надежности теплоснабжения
- Глава 12** Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию
- Глава 13** Индикаторы развития систем теплоснабжения муниципального образования «город Чебоксары»
- Глава 14** Ценовые (тарифные) последствия
- Глава 15** Реестр единых теплоснабжающих организаций
- Глава 16** Реестр мероприятий схемы теплоснабжения
- Глава 17** Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения
- Глава 18** Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения
- Глава 19** Оценка экологической безопасности теплоснабжения

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТАВ РАБОТ	2
СОДЕРЖАНИЕ	3
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
Часть 1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов	8
Часть 2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения	10
Часть 3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	13
3.1 Административное деление	13
3.2 Расчетные элементы территориального деления	14
Часть 4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	16
4.1 Наладочный расчет тепловой сети.....	17
4.2 Поверочный расчет тепловой сети. Калибровка модели	17
Часть 5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	24
Часть 6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	24
Часть 7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	25
Часть 8 Расчет показателей надежности теплоснабжения	26
Часть 9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	26
Часть 10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	30
10.1 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей ПАО «Т-Плюс»	30
10.2 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей котельных.....	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	43

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АО – акционерное общество.
БРОУ – быстродействующая редуционно-охладительная установка.
ВВП – водо-водяной подогреватель.
ГВС – горячее водоснабжение.
ГРП – газораспределительный пункт.
ДРГ – дымосос рециркуляции дымовых газов.
ИЖД – индивидуальный жилой дом.
ИБК – инженерно-бытовой корпус.
ИТП – индивидуальный тепловой пункт.
КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.
КПД – коэффициент полезного действия.
КТЦ – котлотурбинный цех.
МБУ – муниципальное бюджетное учреждение.
МКД – многоквартирный жилой дом.
МО г. Чебоксары – муниципальное образование «город Чебоксары».
МУП «Теплосеть» – Муниципальное унитарное предприятие «Теплосеть» муниципального образования города Чебоксары – столицы Чувашской Республики.
нд – нет данных.
НПО – научно-производственное объединение.
НС – насосная станция.
ОАО – открытое акционерное общество.
ОБ – основной бойлер.
ОВ – отопление и вентиляция.
ОГКП – областное государственное казенное предприятие.
ОЗ – общественные здания.
ООО – общество с ограниченной ответственностью.
ПБ – пиковый бойлер.
ПЗ – производственные здания.
ППУ – пенополиуретан.
ПСГ – подогреватель сетевой горизонтальный.
РВД – ротор высокого давления.
РТС – районная тепловая станция.
СВ – система вентиляции.
С.Н. – собственные нужды
СО – система отопления.
СЦТ – система централизованного теплоснабжения.
ТГ – турбогенератор.
ТО – теплоснабжающая организация.
ТП – тепловой пункт.
ТС – тепловые сети.
ТУ – технические условия.
ТЭР – топливно-энергетические ресурсы.
ХВО – химическая водоочистка.
ФНПЦ – федеральный научно-производственный центр.
ХВП – химическая водоподготовка.
ХОВ – химически очищенная вода.
ЦВД – цилиндр высокого давления.
ЦТП – центральный тепловой пункт.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электронная модель системы теплоснабжения МО. г. Чебоксары на базе информационно-графической системы «Zulu» (далее по тексту - электронная модель) разрабатывалась в целях:

- повышения эффективности информационного обеспечения процессов принятия решений в области текущего функционирования и перспективного развития системы теплоснабжения города;
- проведения единой политики в организации текущей деятельности предприятий и в перспективном развитии всей системы теплоснабжения города;
- обеспечения устойчивого градостроительного развития города;
- разработка мер для повышения надежности системы теплоснабжения города;
- минимизации вероятности возникновения аварийных ситуаций в системе теплоснабжения;
- создания единой информационной платформы для обеспечения мониторинга развития.

Разработанная электронная модель предназначена для решения следующих задач:

- создания общегородской электронной схемы существующих и перспективных тепловых сетей, и объектов системы теплоснабжения города Чебоксары, привязанных к топооснове города;
- сведения балансов тепловой энергии;
- оптимизации существующей системы теплоснабжения (оптимизация гидравлических режимов, моделирование перераспределения тепловых нагрузок между источниками, определение оптимальных диаметров, проектируемых и реконструируемых тепловых сетей и теплосетевых объектов и т.д.);
- оперативного моделирования обеспечения тепловой энергией потребителей при аварийных ситуациях;
- мониторинг развития схемы теплоснабжения города Чебоксары;
- моделирование и анализ вариантов развития системы теплоснабжения (подключение новых потребителей к существующим системам теплоснабжения, строительство новых источников теплоснабжения и моделирование зон их действия и пр.);
- формирование программ мероприятий для реализации разработанных вариантов развития (программ нового строительства и реконструкции теплосетевого хозяйства) или анализ программ, представленных теплоснабжающими организациями;
- анализ спорных вопросов по снятию «обременений» при выдаче ТУ на подключение теплоснабжающими организациями (например, анализ целесообразности реконструкции с увеличением диаметра или нового строительства трубопроводов тепловых сетей).

В дальнейшем возможно на единой платформе организовать АРМ основных служб, таких как: ПТО, службы режимов, службы наладки, службы перспективного развития, диспетчерских служб, служб эксплуатации и ремонта тепловых сетей и т.д.

В качестве примера, ниже приведены возможные варианты использования электронной модели системы теплоснабжения в теплоснабжающей организации.

ПТО:

- графическое представление схемы тепловой сети с привязкой к единой городской топооснове;
- паспортизация тепловой сети и оборудования, создание и отображение схем узлов и участков;

- расчет нормативных потерь тепла через изоляцию согласно действующим нормативным документам;
- формирование обобщенной справочной информации по заданным критериям, специальных отчетов о параметрах и режимах тепловой сети;
- анализ объектов с заданными свойствами (ремонт, чужой баланс, камеры с заданным оборудованием и т.п.).

Служба режимов и наладки:

- разработка гидравлических режимов тепловых сетей
- формирование отчетов по наладочным расчетам потребителей (расчет диаметров сужающих устройств);
- наладочный расчет при подключении новых потребителей (расчет диаметров сужающих устройств);
- моделирование переключений запорной арматуры при формировании графика ремонтов.

Отдел эксплуатации и ремонта:

- ведение архива дефектов и повреждений;
- формирование отчетов, табличных и графических справок и выборок по различным критериям;
- формирование отчетов по гидравлическим расчетам тепловой сети, моделирование переключений запорной арматуры при формировании графика ремонтов.

Отдел перспективного развития:

- определение существующих и перспективных балансов производства и потребления тепловой энергии по источникам;
- определение оптимальных вариантов перспективного развития системы теплоснабжения по критериям надежности, качества и экономичности;
- определение надежности существующей и перспективной схемы тепловых сетей;
- разработка оптимальных вариантов обеспечения тепловой энергией потребителей при аварийных ситуациях по критериям надежности, качества и экономичности;
- определение необходимости и возможности строительства новых источников тепловой энергии;
- моделирование переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в т.ч. переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- мониторинг реализации программы развития теплоснабжения.

Отдел подготовки и реализации ТУ:

- создание и ведение слоя перспективной застройки;
- формирование и ведение базы данных по выдаче ТУ и УП;
- определение точки подключения потребителя;
- оценка возможности выдачи ТУ (формирование отчета о наличии свободной мощности на ближайших источниках и пропускной способности тепловых сетей);
- формирование технических условий на подключение новых потребителей.

При разработке Схемы теплоснабжения электронная модель являлась основным инструментом для моделирования развития теплосетевых объектов.

Для разработки вариантов развития системы теплоснабжения посредством ГИС-программ было осуществлено совмещение сетки «пятен» перспективной застройки и зон действия (тепловых

сетей) энергоисточников, полученных на этапе формирования существующего состояния системы теплоснабжения в электронной модели. Таким образом, возникающие приросты тепловой нагрузки были локализованы и привязаны к конкретному энергоисточнику и (по возможности) к ближайшей тепловой камере на сетях теплоисточника.

После проведения серий предварительных гидравлических расчетов были определены требуемые диаметры и предварительные трассировки трубопроводов тепловых сетей, а также предварительные мероприятия по строительству теплосетевых объектов и развитию систем теплоснабжения.

Необходимыми условиями для реализации внедрения и дальнейшей эксплуатации электронной модели системы теплоснабжения города Чебоксары являются:

- определение организации или подразделения Администрации города, ответственных за функционирование электронной модели и актуализацию её состояния;
- назначение администратора внедряемой системы;
- определение основных пользователей электронной модели;
- организация АРМ пользователей;
- организация сервера для установки ЭМ;
- организация сети передачи данных между пользователями системы и сервером.

В функционировании системы должны участвовать следующие группы персонала:

- эксплуатационный персонал - администратор системы, специалист, обеспечивающий функционирование технических и программных средств, обслуживание и обеспечение рабочих мест пользователей, в обязанности которого также должно входить выполнение специальных технологических функций, таких как: ведение списков пользователей, регулирование прав доступа пользователей к документам и операциям над ними, а также контроль за целостностью и сохранностью информации в базах данных;
- пользователи - сотрудники, непосредственно участвующие в работе с информацией и осуществляющие её обработку на автоматизированных рабочих местах с помощью средств системы.

В качестве рекомендации по выбору основных пользователей системы предлагается в структуре Администрации города или выбранной Администрацией организации определить основных пользователей электронной модели. Как правило, это сотрудники специализированных подразделений департамента ЖКХ, координирующие планирование развития инженерной инфраструктуры города. Ввиду того, что данные по объектам систем теплоснабжения постоянно меняются, также необходимо организовать процесс актуализации данных в модели. В связи с этим целесообразно на базе разработанной электронной модели организовать мониторинг развития схем теплоснабжения в эксплуатирующих теплосетевых компаниях (на данном этапе развития системы теплоснабжения – филиала «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс»).

Параллельно процессу внедрения электронной модели в подразделения Администрации города целесообразно организовать процесс актуализации данных в теплосетевой компании. В противном случае, в течение года данные «устареют», и принимать на их основе стратегические решения по развитию систем теплоснабжения станет невозможным.

В перспективе можно рассматривать возможность организации на базе разработанной электронной модели системы теплоснабжения города Чебоксары максимально наполненной модели систем коммунальной инфраструктуры (при разработке электронных моделей систем водоснабжения и газоснабжения на базе пакетов «ZuluHydro» («ЗулуГидро») и «ZuluGaz» («ЗулуГаз») соответственно). Возможность использования для нанесения инженерных сетей различных систем

коммунальной инфраструктуры общей топоосновы и единого рабочего пространства предусмотрена в пакете «Zulu» и предоставляет значительные дополнительные преимущества. В частности, возможность оценить взаимное расположение трубопроводов инженерных сетей различной принадлежности может существенно упростить выполнение задач и сократить время на разработку мероприятий по реконструкции (выносу) сетей при осуществлении проектов по развитию какой-либо из систем коммунальной инфраструктуры.









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

В качестве исходного материала для позиционирования объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые сети, потребители) на топооснове города были использованы схемы тепловых сетей теплоисточников Филиала «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс», МУП «Теплосеть», ведомственных котельных и карта геоинформационной системы «2 ГИС».

Электронная модель выполнена с привязкой к глобальной системе координат и учетом масштабов изображения на мировой карте (учтены геометрические размеры, пропорции и расстояния), что позволяет ориентироваться на местности при подключении новых потребителей; выполнять визуальную оценку реальных масштабов сетей и расположения таких объектов как дороги, дома и т.п.; принимать длины участков тепловой сети в соответствии с их изображением на карте.

В электронной модели тепловая сеть состоит из узлов и ветвей, связывающих эти узлы. К узлам относятся следующие объекты: источники, насосные станции, тепловые камеры, задвижки, потребители и т.д. Ряд элементов, такие как тепловые камеры, потребители и т.д., допускают дальнейшую классификацию.

Различаются следующие основные технологические типы узлов:

-  – Потребитель, присоединенный к источнику тепловой энергии
-  – Потребитель, присоединенный к ЦТП по ГВС
-  – Источник тепловой энергии
-  – Тепловая камера
-  – ЦТП
-  – Разветвление
-  – Участок тепловой сети от источника тепловой энергии
-  – Участок тепловой сети от ЦТП по ГВС

Всем узлам присваиваются уникальные имена.

Ветви являются графическим изображением трубопроводов и представляют собой многозвенные ломаные линии, соединяющие узлы.

Таким образом, в результате выполнения данного этапа работ была создана топооснова города, выполнена привязка всех объектов системы теплоснабжения к топооснове,

На данном этапе была описана топологическая связность объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые камеры, участки тепловых сетей, ЦТП, ИТП, потре-

бители). Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы. В результате выполнения данного этапа работ была создана гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения города.

Общий вид разработанной электронной модели системы теплоснабжения города Чебоксары с указанием систем теплоснабжения представлен на рисунке ниже.

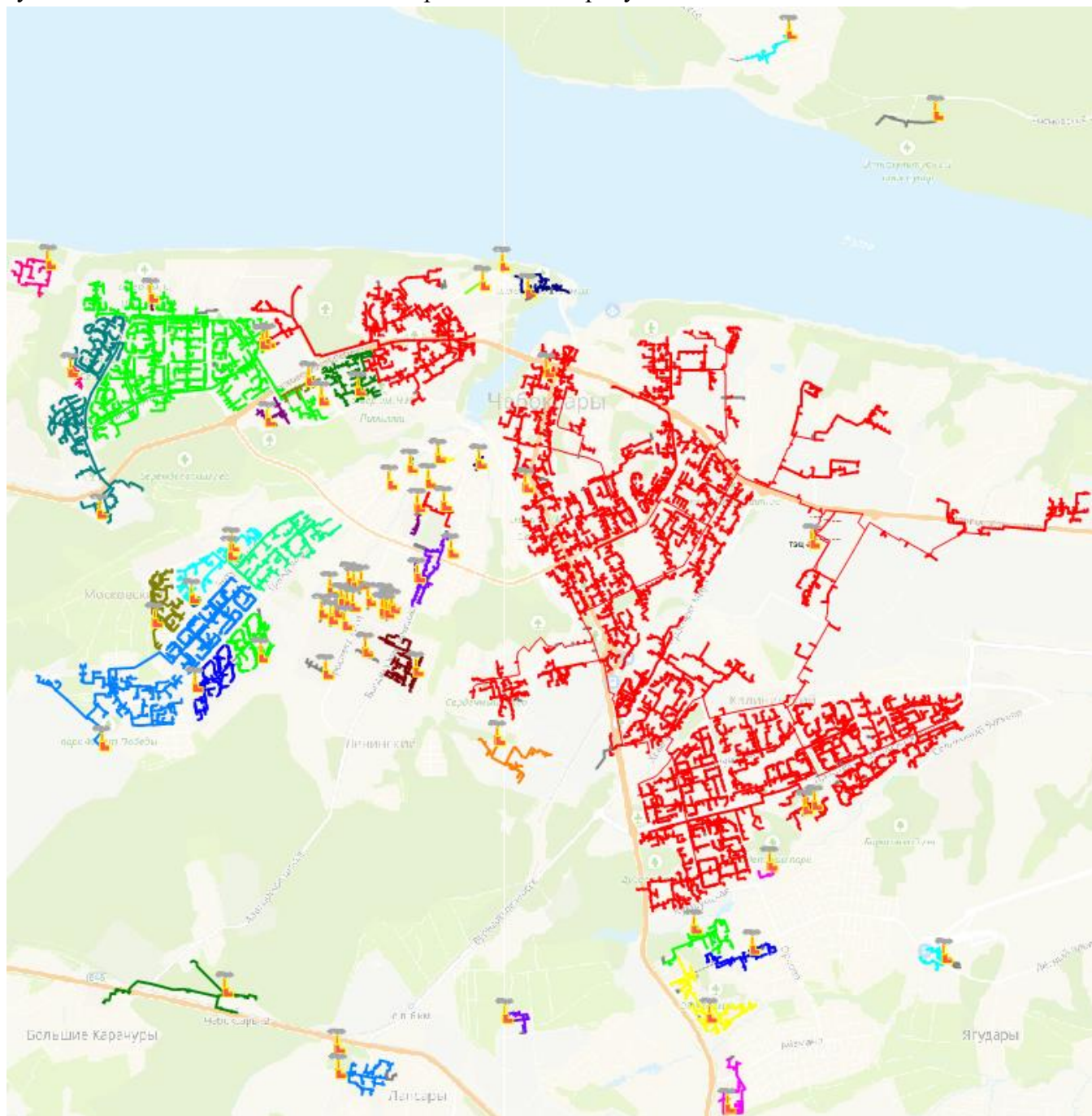


Рисунок 1 – Общий вид электронной модели системы теплоснабжения МО г. Чебоксары

Часть 2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения

Параллельно графическому представлению проводился этап информационного описания объектов системы теплоснабжения:

- источники тепловой энергии;
- потребители;
- участки тепловых сетей;
- ЦТП;
- арматура, разветвления, изменения диаметра, перемычки.

Основой семантических данных об объектах системы теплоснабжения были данные предоставленные теплоснабжающими и теплосетевыми организациями МО г. Чебоксары.

В существующей базе данных электронной модели описаны следующие паспортные характеристики по основным типам объектов системы теплоснабжения:

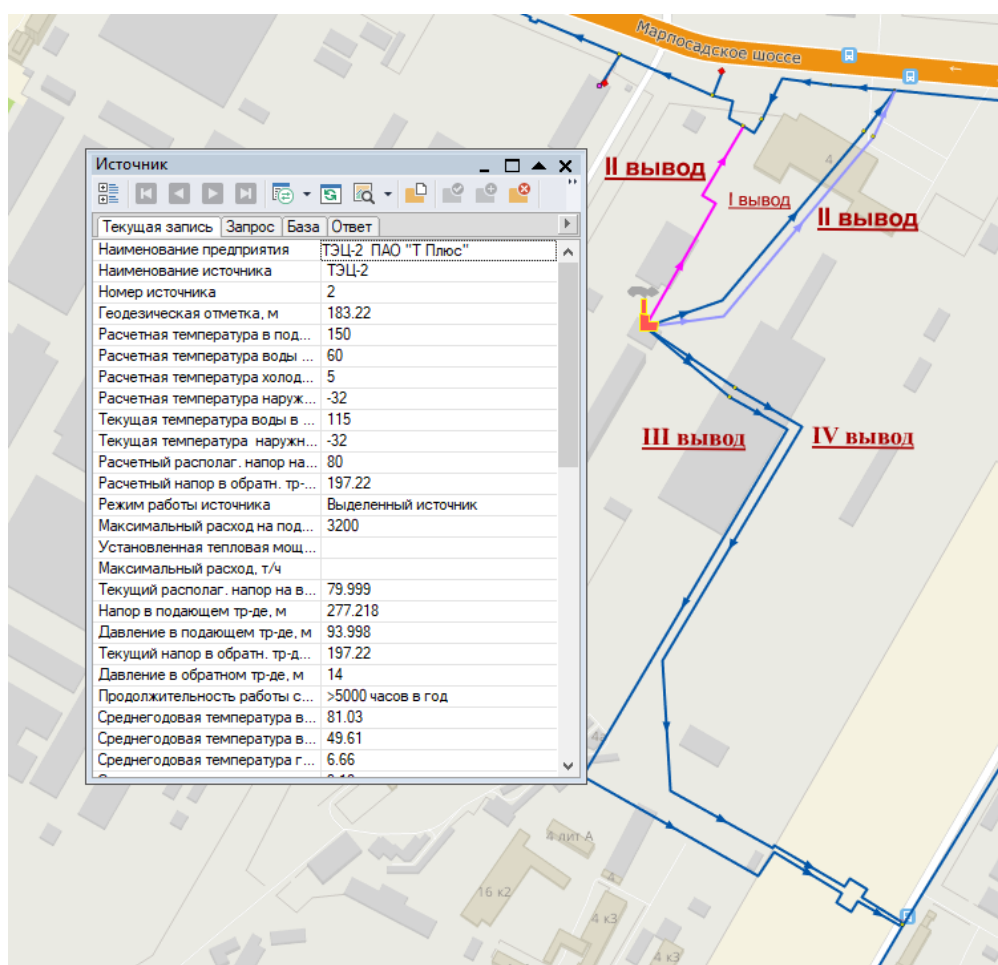


Рисунок 2 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту источник

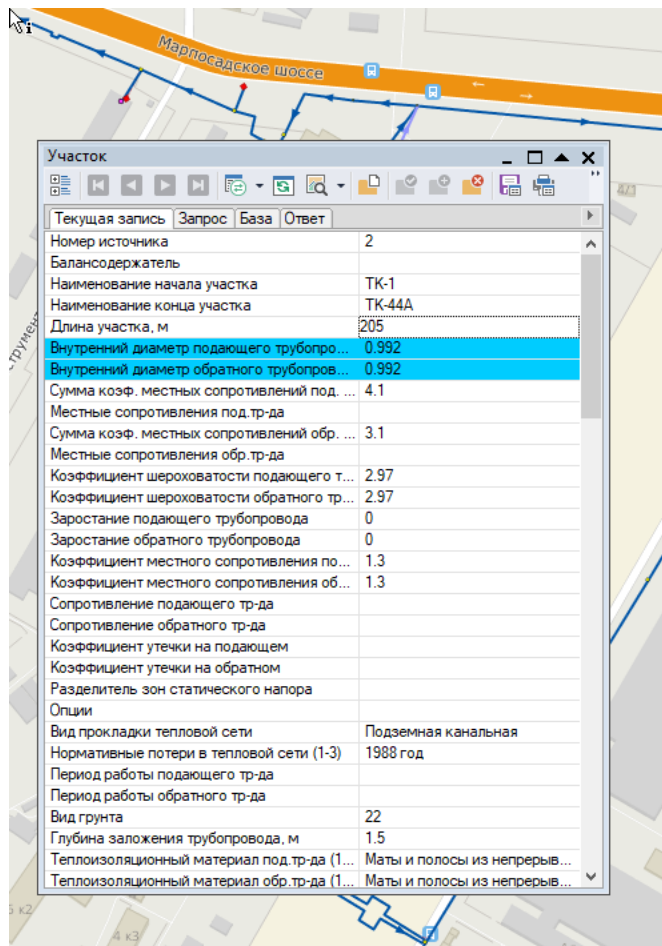


Рисунок 3 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту участок

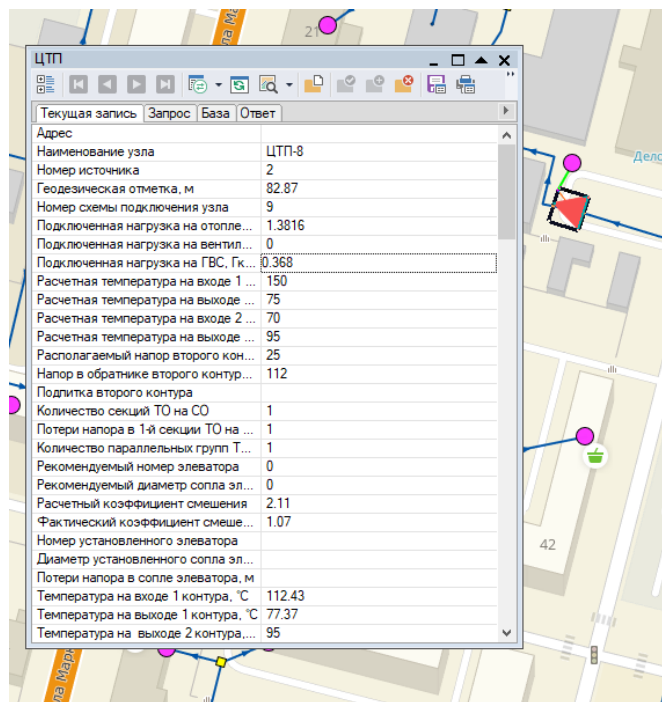


Рисунок 4 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту ЦТП

The screenshot shows a software window titled "Потребитель" (Consumer) overlaid on a map. The window contains a table with two columns: "Текущая запись" (Current record) and "Ответ" (Answer). The table lists various parameters for a consumer object, such as address, height, and calculated load values. Some rows are highlighted in different colors (orange, blue, red).

Текущая запись	Ответ
Sys	43766
Адрес узла ввода	общий от ЦТП-8
Наименование узла	
Номер источника	2
Геодезическая отметка, м	87.12
Высота здания потребителя	30
Номер схемы подключения потр...	26
Расчетная нагрузка на отопл...	
Расчетная нагрузка на вентиляц...	
Расчетная средняя нагрузк...	0.35
Расчетная максимальная нагруз...	0
Коэффициент изменения нагруз...	0.49
Коэффициент изменения нагруз...	
Балансовый коэффициент закр...	
Признак наличия регулято...	Без регулятора
Признак наличия регулято...	Регулятор температуры
Номер установленного эле...	
Диаметр установленного с...	
Диаметр установленной ша...	0
Количество установленных...	1
Температура воды воды в ...	30
Диаметр установленной ша...	0
Количество установленных...	0
Число жителей	
Максимальный относительный р...	
Максимальный расход на СО, т/ч	
Необходимая температура внутр...	
Признак наличия регулирующег...	
Kvs регулятора ГВС, м3/ч	
Расчетная темп. сет. воды на вх...	65
Расчетная темп. воды на выходе...	70
Расчетная темп. воды на входе в ...	105
Расчетная темп. внутреннего во...	20
Расчетный располагаемый напо...	1
Запас напора на СО при наладке...	
Расчетная темп. внутреннего во...	

Рисунок 5 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту потребитель

Состав информации по каждому типу объектов носит как справочный характер (например, материал камеры, балансовая принадлежность и т.д.), так и необходим для функционирования расчетной модели. Полнота заполнения базы данных по параметрам зависела от наличия исходных данных.

Часть 3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

3.1 Административное деление

Муниципальное образование «город Чебоксары» (далее МО г. Чебоксары) – столица Чувашской Республики, расположено на правом берегу реки Волги, при впадении в неё реки Чебоксарки.

В состав муниципального образования входит город Чебоксары, поселки городского типа Новые Лапсары, Сосновка, поселок Северный, деревня Чандрово (рисунок 6).

Площадь МО составляет 25,087 тыс. га.

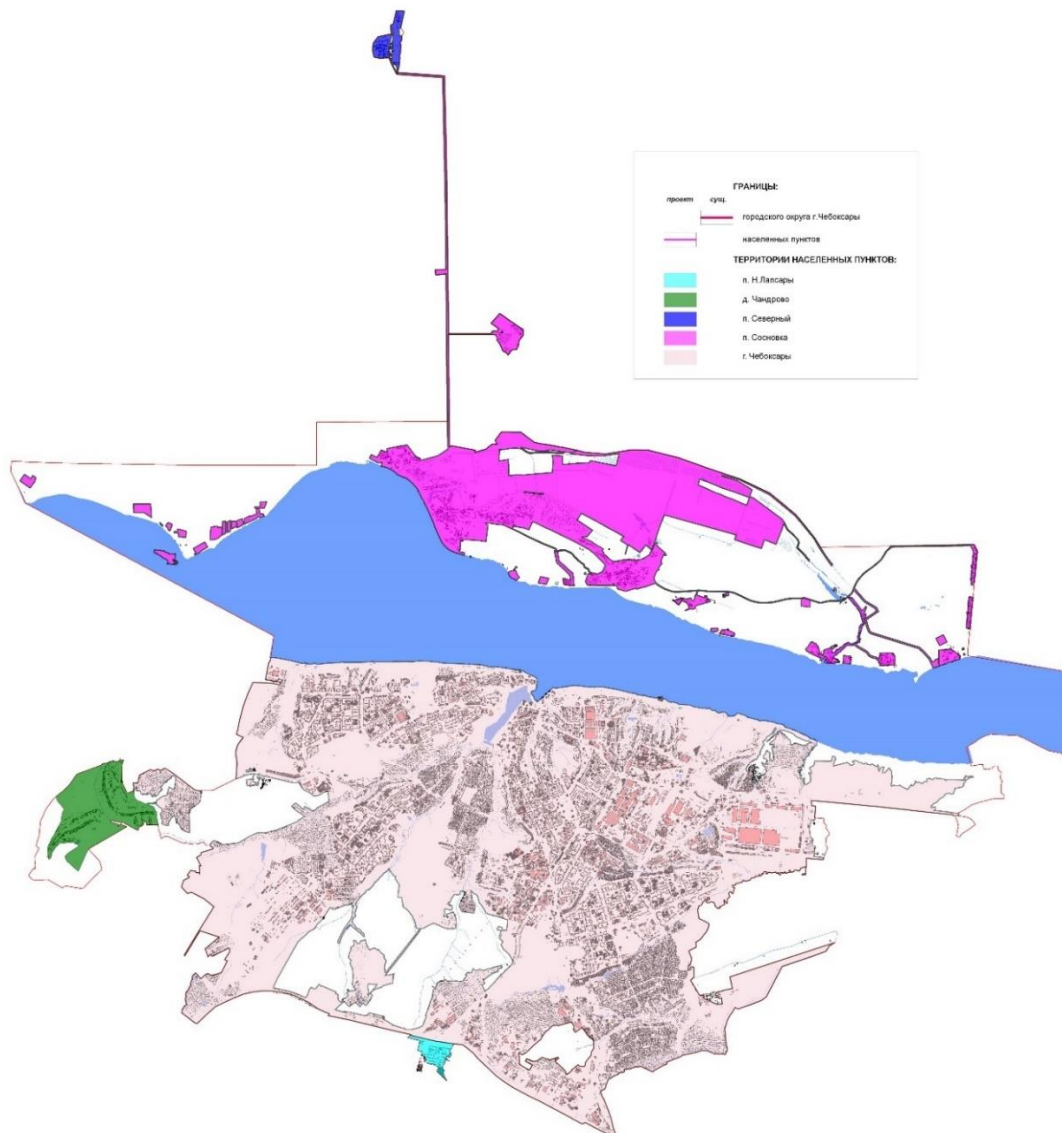


Рисунок 6 – Карта границ населенных пунктов, входящих в состав МО г. Чебоксары

Укрупненно территорию МО г. Чебоксары можно разделить на четыре района:

- Заволжье – северная часть города, расположенная на левом берегу Волги;
- Московский район – западная и юго-западная части города;
- Ленинский район – центральная и южная части города;
- Калининский район – восточная и юго-восточная части города.



Рисунок 7 – Административное деление МО г. Чебоксары

3.2 Расчетные элементы территориального деления

В качестве сетки расчетных элементов территориального деления, используемых в качестве территориальной единицы представления информации, принята сетка кадастрового деления территории МО г. Чебоксары.

При проведении кадастрового зонирования территории города выделяются структурно-территориальные единицы - кадастровые зоны и кадастровые кварталы.

Кадастровые зоны выделяются, как правило, в границах административных районов и включенных в городскую черту дополнительных территорий.

Кадастровые кварталы выделяются в границах кварталов существующей городской застройки, красных линий, а также территорий, ограниченных дорогами, просеками, реками и другими естественными границами.

Кадастровый номер квартала представляет собой уникальный идентификатор, присваиваемый объекту учета и который сохраняется за объектом учета до тех пор, пока он существует как единый объект.

Кадастровые зоны и кварталы покрывают территорию города без разрывов и перекрытий.

Сетка кадастрового деления города загружена отдельным слоем в Электронную модель системы теплоснабжения МО г. Чебоксары.

Укрупненный фрагмент сетки кадастрового деления территории представлен на рисунке ниже.

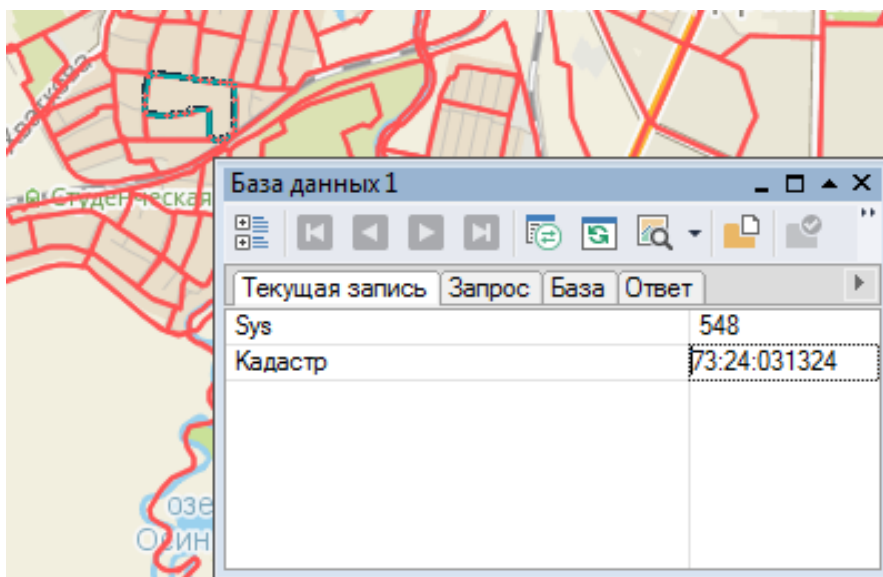


Рисунок 8 – Информация занесенная в базу данных по каждому кадастровому кварталу

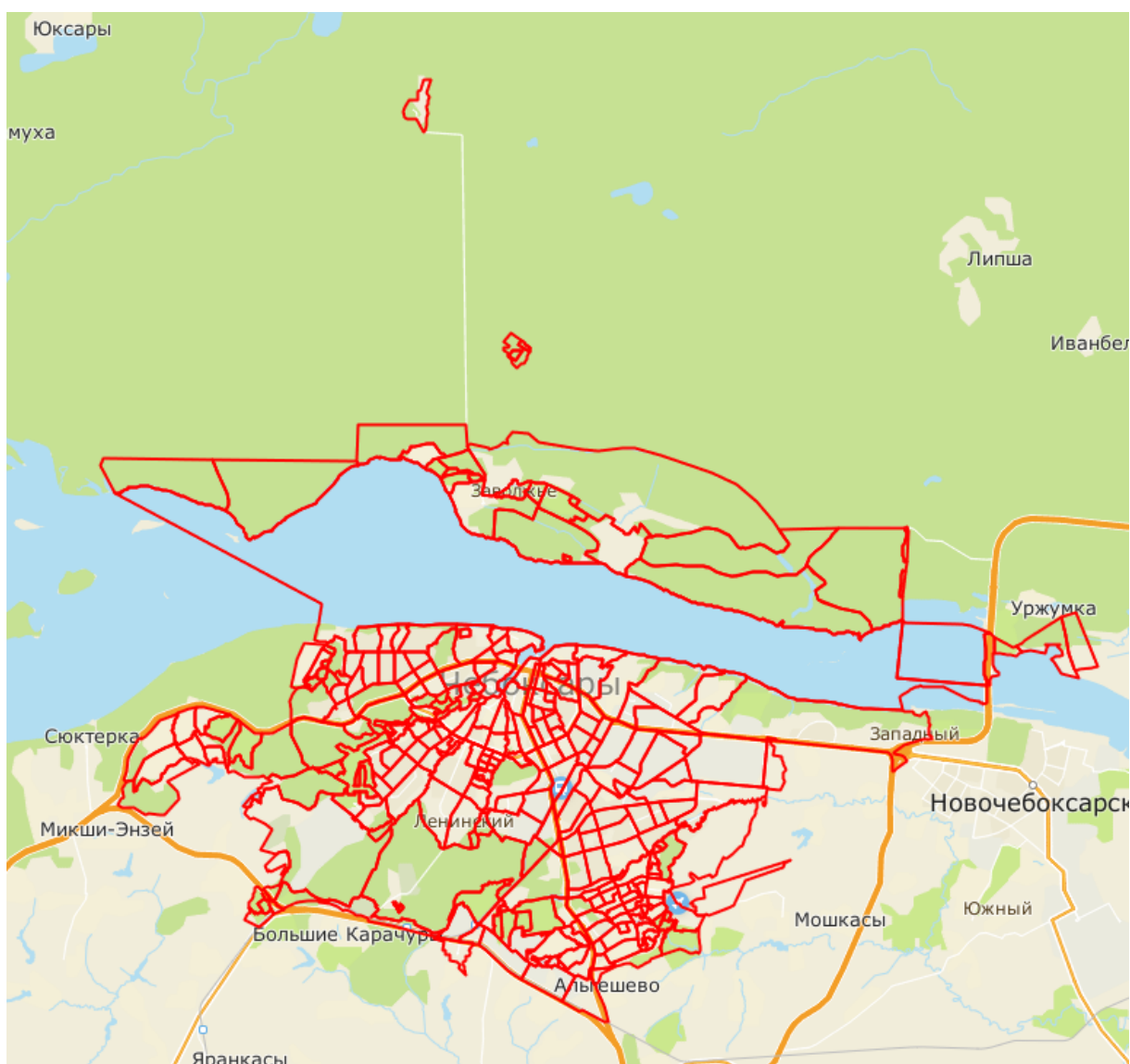


Рисунок 9 – Сетка кадастрового деления территории МО г. Чебоксары

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

Задачей гидравлического расчёта трубопроводов является определение фактических гидравлических сопротивлений основных магистралей и суммы сопротивлений по участкам, начиная от теплового ввода и до каждого потребителя.

Фактические суммарные потери давления на участке складываются из фактических линейных и местных потерь.

$$\Delta P_c = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}, \text{ м вод. ст.}$$

Фактические линейные потери давления на участке определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{л}} = R_{\text{т}} \cdot l, \text{ м вод. ст., где}$$

$R_{\text{т}}$ - удельные линейные потери давления, м вод. ст./м;

l - длина участка трубопровода, м

Удельные потери давления на трение вычисляются по формуле:

$$R_{\text{т}} = \lambda \cdot \frac{\omega^2 \gamma G^2}{2gD_{\text{в}}}, \text{ где}$$

λ - коэффициент гидравлического трения, определяемый по формуле Колбрука-Уайта;

ω - скорость теплоносителя, м/с;

γ - плотность теплоносителя на расчётном участке трубопровода, кгс/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

$D_{\text{в}}$ - внутренний диаметр трубы, м;

G - расчётный расход теплоносителя на расчётном участке, т/ч.

Для проведения гидравлического расчёта была составлена расчётная схема в ZuluThermo.

К гидравлическому режиму работы тепловых сетей предъявляют следующие требования:

- а) давление воды в обратных трубопроводах не должно превышать допустимого рабочего давления в непосредственно присоединенных системах потребителей теплоты и в то же время должно быть выше на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) статического давления систем отопления для обеспечения их заполнения;
- б) давление воды в обратных трубопроводах тепловой сети во избежание подсоса воздуха должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см²);
- в) давление воды во всасывающих патрубках сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов не должно превышать допустимого по условиям прочности конструкции насосов и быть не ниже 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) или величины допустимого кавитационного запаса;
- г) давление в подающем трубопроводе при работе сетевых насосов должно быть таким, чтобы не происходило кипения воды при ее максимальной температуре в любой точке подающего трубопровода, в оборудовании источника теплоты и в приборах систем теплопотребителей, непосредственно присоединенных к тепловым сетям; при этом

давление в оборудовании источника теплоты и тепловой сети не должно превышать допустимых пределов их прочности;

- д) перепад давлений на тепловых пунктах потребителей должен быть не меньше гидравлического сопротивления систем теплоснабжения с учетом потерь давления в дроссельных диафрагмах и соплах элеваторов;
- е) статическое давление в системе теплоснабжения не должно превышать допустимого давления в оборудовании источника теплоты, в тепловых сетях и системах теплоснабжения, непосредственно присоединенных к сетям, и обеспечивать заполнение их водой; статическое давление должно определяться условно для температуры воды до 100 °С; для случаев аварийной остановки сетевых насосов или отключения отдельных участков тепловой сети при сложном рельефе местности и гидравлическом режиме допускается учитывать повышение статического давления во избежание кипения воды с температурой выше 100 °С.

4.1 Наладочный расчет тепловой сети

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

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

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

4.2 Поверочный расчет тепловой сети. Калибровка модели

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

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключение отдельных участков тепловой сети, передачи теплоносителя от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д.

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

В качестве исходных данных были получены измерения в контрольных точках по основным магистралям системы теплоснабжения в соответствии с существующим режимом в отопительный период 2023/2024гг. Контрольными точками выступают тепловые камеры магистральных сетей от Чебоксарской ТЭЦ-2 на которых в периодическом режиме ведётся запись параметров – давление в подающем и обратном трубопроводах. Также были получены параметры для котельных ПАО «Т Плюс» в ОЗП 2023/2024гг. (расходы и давления на выводах). Сравнение фактических параметров в контрольных точках и калиброванной электронной модели представлено в таблицах ниже.

Т а б л и ц а 1 – Результаты калибровки электронной модели по г. Чебоксары

Источник тепловой энергии, магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы								Погрешность м/д фактическими параметрами и параметрами, полученными в эл. модели по результатам калибровки (%)			
	По данным фактического режима работы в отопительный период 2023/2024 гг.				По результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения на ОЗП 2023/2024гг (на 09.12.2023г, T1=115°C)							
	G1	G2	P1	P2	G1	G2	P1	P2	G1	G2	P1	P2
	м³/ч	м³/ч	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м³/ч	м³/ч	м.вод.ст.	м.вод.ст.	%	%	%	%
ТЭЦ-2 ПАО «Т Плюс», T _{нв} = -25,3 °С, T1=115 °С												
I вывод	2 196	2 035	95	15	2143	2005	95	15	2,4	1,5	0,0	0,0
II вывод	3 070	2 115	95	15	3155	2112	95	15	-2,8	0,1	0,0	0,0
III вывод	1 952	1 751	95	15	1981	1735	95	15	-1,5	0,9	0,0	0,0
IV вывод	1 868	2 827	93	15	1893	2933	95	15	-1,4	-3,8	-2,2	0,0
Котельные ПАО "Т Плюс", T _{нв} = -29°C, T1=по утвержденному температурному графику (Графики котельных от 85/70°C до 150/70°C)												
1-К	170,2	170,2	70,0	40,0	169,5	167,6	70,0	40,0	0,4	1,5	0,0	0,0
2-К	49,0	49,0	50,0	20,0	49,8	49,0	50,0	20,0	-1,6	0,0	0,0	0,0
БМК-3К	9,4	9,4	40,0	25,0	9,5	9,5	40,0	25,0	-1,4	-1,1	0,0	0,0
4-К	194,7	194,7	70,0	30,0	190,9	189,3	70,0	30,0	1,9	2,8	0,0	0,0
5-К	71,7	71,7	57,0	37,0	71,4	70,9	57,0	37,0	0,5	1,1	0,0	0,0
6-К	61,0	61,0	45,0	35,0	61,2	61,2	45,0	35,0	-0,3	-0,3	0,0	0,0
7-К	131,0	131,0	60,0	40,0	130,7	129,9	60,0	40,0	0,3	0,8	0,0	0,0
8-К	232,0	231,0	79,0	45,0	233,5	232,4	79,0	45,0	-0,6	-0,6	0,0	0,0
9-К	242,7	242,7	70,0	30,0	241,8	240,5	70,0	30,0	0,4	0,9	0,0	0,0
12-К	24,0	24,0	50,0	30,0	24,6	24,1	50,0	30,0	-2,5	-0,4	0,0	0,0
22-К	242,6	242,6	65,0	35,0	244,1	242,0	65,0	35,0	-0,6	0,3	0,0	0,0
25-К	5,8	5,8	27,0	22,0	5,7	5,7	27,0	22,0	1,9	2,2	0,0	0,0
56-К	70,0	70,0	42,0	30,0	70,6	68,1	42,0	30,0	-0,8	2,7	0,0	0,0
86-К	313,1	313,1	70,0	35,0	311,8	308,4	70,0	35,0	0,4	1,5	0,0	0,0
БМК-4М	21,5	21,5	30,0	20,0	21,6	21,5	30,0	20,0	-0,5	-0,2	0,0	0,0
7-М	74,8	74,8	55,0	30,0	75,3	74,0	55,0	30,0	-0,7	1,0	0,0	0,0
8-М	7,3	7,3	20,0	18,0	7,3	7,1	20,0	18,0	0,0	2,8	0,0	0,0
9-М	56,0	56,0	50,0	40,0	55,7	55,5	50,0	40,0	0,6	0,9	0,0	0,0
10-М	240,2	240,2	75,0	43,0	242,5	240,4	75,0	43,0	-0,9	-0,1	0,0	0,0
24-М	151,0	151,0	55,0	35,0	151,4	151,0	55,0	35,0	-0,3	0,0	0,0	0,0
25-М	89,4	89,4	50,0	30,0	88,2	87,5	50,0	30,0	1,4	2,2	0,0	0,0
33-М	111,2	111,2	50,0	30,0	111,1	110,4	50,0	30,0	0,1	0,7	0,0	0,0
34-М	70,2	70,2	60,0	35,0	70,6	69,8	60,0	35,0	-0,5	0,5	0,0	0,0
4-С Афанасьева	724,0	686,4	65,0	13,0	718,8	681,0	65,0	13,0	0,7	0,8	0,0	0,0
4-С Гузовского	1956,0	1855,4	83,0	30,0	1948,0	1833,7	83,0	30,0	0,4	1,2	0,0	0,0
5-С	635,0	635,0	80,0	35,0	632,8	623,0	80,0	35,0	0,3	1,9	0,0	0,0

Источник тепловой энергии, магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы								Погрешность м/д фактическими параметрами и параметрами, полученными в эл. модели по результатам калибровки (%)			
	По данным фактического режима работы в отопительный период 2023/2024 гг.				По результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения на ОЗП 2023/2024гг (на 09.12.2023г, T1=115°C)							
	G1	G2	P1	P2	G1	G2	P1	P2	G1	G2	P1	P2
	м³/ч	м³/ч	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м³/ч	м³/ч	м.вод.ст.	м.вод.ст.	%	%	%	%
28-Ц	52,0	52,0	65,0	40,0	52,3	50,4	65,0	40,0	-0,6	3,0	0,0	0,0
11-Ю	271,3	271,3	60,0	35,0	271,3	268,0	60,0	35,0	0,0	1,2	0,0	0,0
12-Ю	140,0	140,0	70,0	35,0	144,5	142,9	70,0	35,0	-3,2	-2,1	0,0	0,0
13-Ю	153,0	153,0	65,0	35,0	155,2	148,8	65,0	35,0	-1,5	2,7	0,0	0,0
25-Ю	130,6	130,6	55,0	30,0	127,2	125,9	55,0	30,0	2,6	3,6	0,0	0,0
26-Ю	71,0	71,0	55,0	30,0	70,3	69,9	55,0	30,0	1,0	1,5	0,0	0,0
27-Ю	110,8	110,8	68,0	33,0	110,0	109,0	68,0	33,0	0,7	1,6	0,0	0,0
28-Ю	13,1	12,0	40,0	20,0	13,0	11,8	40,0	20,0	0,5	1,9	0,0	0,0
29-Ю	35,0	35,0	40,0	20,0	35,3	35,2	40,0	20,0	-0,8	-0,6	0,0	0,0
30-Ю	3,9	3,9	40,0	30,0	3,9	3,9	40,0	30,0	-0,2	-0,2	0,0	0,0
46-Ю	68,0	67,9	50,0	35,0	68,7	68,4	50,0	35,0	-1,0	-0,8	0,0	0,0
1-3	57,3	57,3	40,0	20,0	56,9	56,7	40,0	20,0	0,7	1,0	0,0	0,0
2-3	40,0	40,0	40,0	20,0	40,2	40,0	40,0	20,0	-0,4	-0,1	0,0	0,0
3-3	42,0	42,0	40,0	20,0	41,8	41,5	40,0	20,0	0,5	1,2	0,0	0,0
4-3	17,0	17,0	40,0	20,0	17,0	16,9	40,0	20,0	-0,2	0,6	0,0	0,0
Санаторная - 1,2	32,0	32,0	50,0	30,0	31,6	31,4	50,0	30,0	1,3	1,8	0,0	0,0
Котельная «ЧПО им. В.И. Чапаева», АО «Чебоксарское ПО им. В.И. Чапаева». Tнв= -29 °С, T1=115 °С												
котельная Чапаева	975	968	70	13	952	947	70	13	2,4	2,2	0,0	0,0

На основании проведенного сравнения видно, что отклонения фактических параметров (параметров в режимных картах) находятся в диапазоне 0 %–3,8 % от расчетных параметров в ПРК «ZuluThermo».

Основными причинами отклонений фактических и расчетных величин давлений в контрольных точках могут являться:

1. Неравномерность расходов СВ в течение суток. Большая часть потребителей подключена по открытой схеме ГВС. Необходимо отметить, что даже в дневное время имеются колебания расходов сетевой воды от ТЭЦ-2 (давлений на выводах теплосети), а, следовательно, и давлений в контрольных точках, что не сможет смоделировать ПРК «ZuluThermo». Как следствие, фактические измерения давлений сетевой воды, проведенные в контрольных точках, отражают фактическое давление СВ в конкретное время и могут колебаться до 15% по тепловым камерам в зависимости от соотношения нагрузок ОВ и ГВС для групп потребителей. Т.е. измерения в 10-00 будут отличаться от замеров в 13-00, в ночное время и т. д..

2. Погрешность измерения приборов учета, установленных в контрольных точках,

3. Точки измерения (например, до регулятора или после в НС ЦТП ил в ТК, высотная отметка места измерения и т. д.).

4. Диаметры дроссельных устройств в ПРК «ZuluThermo» могут не везде соответствовать фактически установленным соплам элеваторов, шайбам у потребителей (данные по диаметрам некоторых потребителей отсутствуют), что приводит к перераспределению теплоносителя по сетям, отличного от факта, а, следовательно, и давления в контрольных точках будут отличаться.

Т а б л и ц а 2 – Результаты калибровки электронной модели ТЭЦ-2 по давлению в тепловых камерах

Контрольная точка-тепловая камера	Давления в подающем/обратном трубопроводах				Погрешность м/д фактическими давлениями и давлениями, полученными в эл. модели по результатам калибровки (%)	
	По данным фактического режима работы в отопительный период 2023/2024 гг.		По результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения на ОЗП 2023/2024гг (на 09.12.2023г, T1=115°C)			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м.вод.ст.	%	%
ТК-Ю-77	68,0	36,0	68,6	36,1	-0,9	-0,2
ТК-Ю-74	59,0	27,0	60,1	26,7	-1,8	1,3
ТК-Ю-72	58,0	25,0	59,0	24,4	-1,8	2,3
ТК-Ю-71	63,0	27,0	62,0	26,4	1,6	2,2
ТК-Ю-63А	80,0	42,0	78,3	41,2	2,2	2,0
ТК-Ю-63	79,0	43,0	79,5	42,2	-0,6	1,9
ТК-Ю-58А	85,0	48,0	85,6	46,7	-0,7	2,7
ТК-Ю-58	87,0	48,0	85,8	46,6	1,4	3,0
ТК-Ю-60	85,0	47,0	83,1	45,0	2,2	4,3
ТК-Ю-91	84,0	33,0	81,3	32,1	3,2	2,6
ТК-3	88,0	18,0	90,4	17,7	-2,7	1,5
ТК-Ю-78Б	92,0	35,0	91,6	35,9	0,5	-2,5
ТК-Ю-55-II	95,0	54,0	97,0	55,9	-2,1	-3,4
ТК-Ю-90	94,0	58,0	92,9	59,2	1,1	-2,1
ТК-46А3А	105,0	32,0	108,6	32,0	-3,5	0,0
ТК-Ю-55-I	94,0	38,0	97,0	37,8	-3,2	0,6
ТК-Ю-53	107,0	46,0	111,3	45,5	-4,0	1,1
ТК-Ю-52	104,0	36,0	103,5	35,2	0,5	2,1
ТК-Ю-50	101,0	31,0	100,9	29,8	0,1	4,0
ТК-Ю-49	100,0	25,0	100,5	26,0	-0,5	-4,2
ТК-Ю-48А	99,0	22,0	98,6	21,7	0,4	1,5
ТК-Ю-46А	99,0	24,0	99,7	22,9	-0,7	4,5

Контрольная точка-тепловая камера	Давления в подающем/обратном трубопроводах				Погрешность м/д фактическими давлениями и давлениями, полученными в эл. модели по результатам калибровки (%)	
	По данным фактического режима работы в отопительный период 2023/2024 гг.		По результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения на ОЗП 2023/2024гг (на 09.12.2023г, T1=115°C)			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м.вод.ст.	м.вод.ст.	%	%
ТК-2-18	90,0	32,0	87,9	30,9	2,3	3,4
ТК-2-21А	115,0	56,0	112,7	58,3	2,0	-4,1
ТК-Г-19	110,0	53,0	104,6	52,3	4,9	1,3
ТК-Г-2	119,0	66,0	116,6	68,5	2,0	-3,7
ТК-Г-3А	124,0	77,0	120,1	76,5	3,1	0,6
ТК-Г-9	95,0	67,0	91,6	65,4	3,6	2,4
ТК-8	76,0	47,0	74,1	48,5	2,5	-3,2
ТК-10-6Р	90,0	24,0	93,2	24,5	-3,5	-2,3
УТ-12	113,0	47,0	110,8	48,7	2,0	-3,5

На основании проведенного сравнения видно, что отклонения фактических давлений в ТК находятся в диапазоне 0 %–4,9% от расчетных давлений в ПРК «ZuluThermo».

Основными причинами отклонений фактических и расчетных величин давлений в контрольных точках могут являться:

1. Неравномерность расходов СВ в течение суток (большая часть потребителей подключена по открытой схеме ГВС). Необходимо отметить, что даже в дневное время имеются колебания расходов сетевой воды от ТЭЦ-2 (давлений на выводах теплосети), а, следовательно, и давлений в контрольных точках, что не сможет смоделировать ПРК «ZuluThermo». Как следствие, фактические измерения давлений сетевой воды, проведенные в контрольных точках, отражают фактическое давление СВ в конкретное время и могут колебаться до 15% по тепловым камерам в зависимости от соотношения нагрузок ОВ и ГВС для групп потребителей (т.е. выполненные измерения в 10-00 будут отличаться от замеров в 13-00, в ночное время и т. д.).

2. Погрешность измерения приборов учета, установленных (или измеренных) в контрольных точках.

3. Точки измерения (например, до регулятора или после в НС ЦТП ил в ТК, высотная отметка места измерения и т.д.).

4. Диаметры дроссельных устройств в ПРК «ZuluThermo» могут не везде соответствовать фактически установленным соплам элеваторов, шайбам у потребителей (данные по диаметрам некоторых потребителей отсутствуют), что приводит к перераспределению теплоносителя по сетям, отличного от факта, а, следовательно, и давления в контрольных точках будут отличаться.

Для контрольных точек применялись фактические измерения в ТК в системе теплоснабжения ТЭЦ-2 в отопительный период 2023/2024гг. (см. рисунок ниже)

Среднесуточная температура наружного воздуха 09.12.2023г на которую проводился расчет составляла минус 25,3°C. Средняя за сутки температура сетевой воды в подающем трубопроводе ТЭЦ-2 составляла 115,0 °С.

При проведении поверочного расчёта системы теплоснабжения от ТЭЦ-2 при вышеуказанных параметрах расход сетевой воды в модели от станции не отличался от фактического и составлял: в подающем трубопроводе - 9200 т/ч, в обратном трубопроводе – 8800 т/ч.

Ниже приведены пьезометрические графики от источников тепловой энергии до ЦТП и тепловых камер, где ведутся замеры параметров (давление в подающем и обратном трубопроводе, температуры). Для контроля качества выполненной модели производится сравнение с давлением

на вводе в такие ЦТП и тепловые камеры с давлением, полученным по результатам расчёта в электронной модели. Отклонение от фактических значений не превышает 5%.

Поверочный расчёт проводился с использованием данных фактически установленных сопел элеваторов и шайб у всех потребителей от ТЭЦ-2 (данные Заказчика).

Т а б л и ц а 3 – Параметры теплоносителя на выходе из источников тепловой энергии

Показатель	Чебоксарская ТЭЦ-2
Температура воды в подающем трубопроводе, °С	115,0
Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	95,0
Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	15,0
Располагаемый напор на выходе из источника, м вод. ст.	80,0
Температура наружного воздуха, Тнв, °С	-25,3
Расход сетевой воды от ТЭЦ, т/ч	9 200

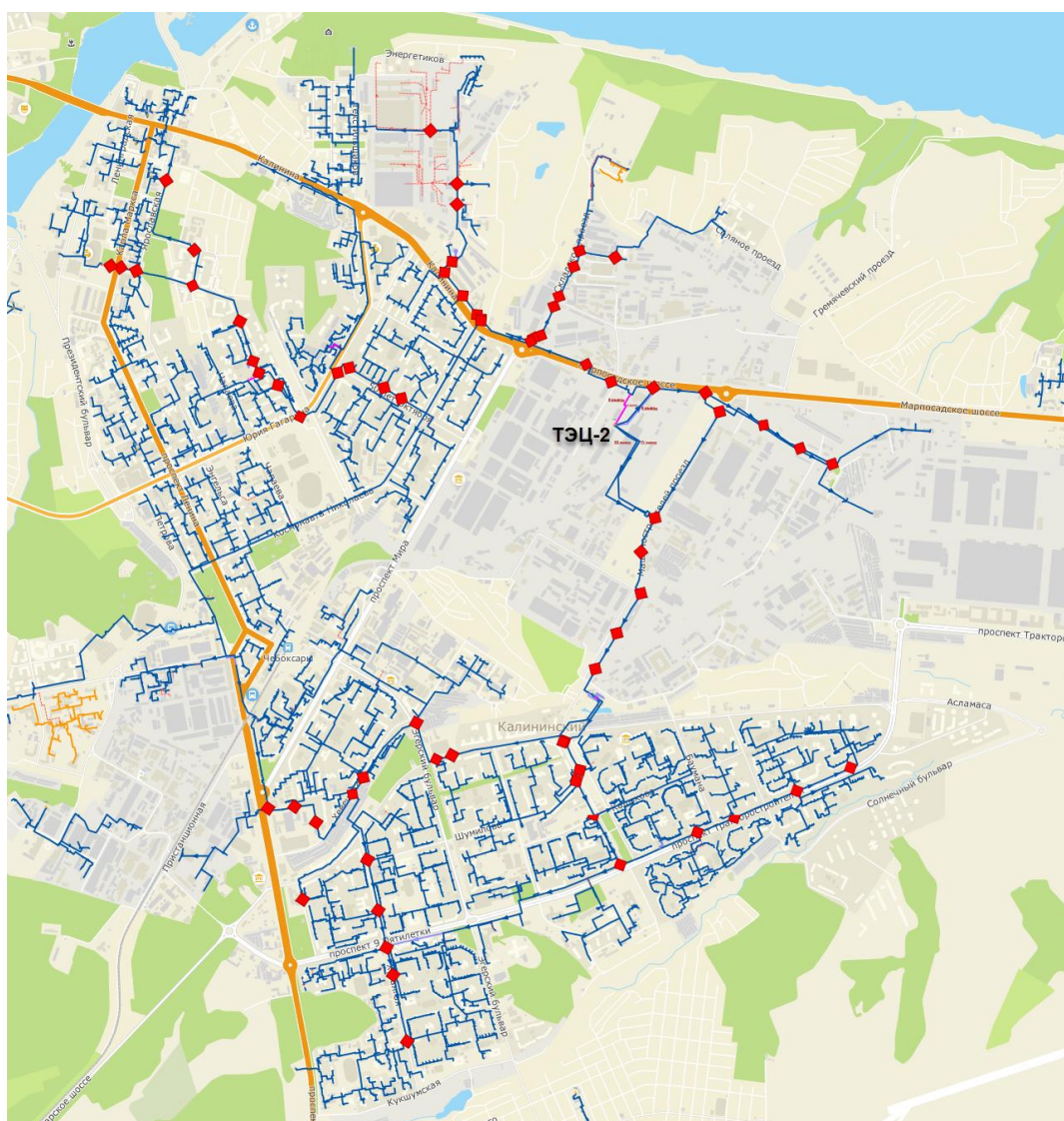


Рисунок 10 – Контрольные точки (ТК) системы теплоснабжения ТЭЦ-2

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

Пакет инженерных расчетов Zulu Thermo способен осуществлять анализ отключений, переключений, поиск ближайшей запорной арматуры, отключающей участок от источников, или полностью изолирующей участок и т.д.

В схеме теплоснабжения решением по переключению тепловых нагрузок между источниками являются:

- Перевод тепловой нагрузки котельной 2-К на планируемые БМК Б. Карачуры, БМК Опытный Лесхоз, БМК РЖД.
- Переключение тепловой нагрузки котельных ПО им. В.И.Чапаева, 8-К, 9-К на новую котельную "8-К, 9-К, ПО им. В.И.Чапаева".
- Переключение тепловой нагрузки стороннего потребителя котельной ЧМКФ «Вавилон» на котельную 10-М.
- Присоединение перспективной тепловой нагрузки и реализация мероприятий, направленных на решение выявленных проблем теплоснабжения и реализацию основных принципов схемы теплоснабжения.

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

При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергии между источником и потребителями. Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию. Балансы тепловой энергии по источникам тепловой энергии приведены в Главе 4 Обосновывающих материалов.

Часть 7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Пакет инженерных расчетов Zulu Thermo способен осуществлять расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel.

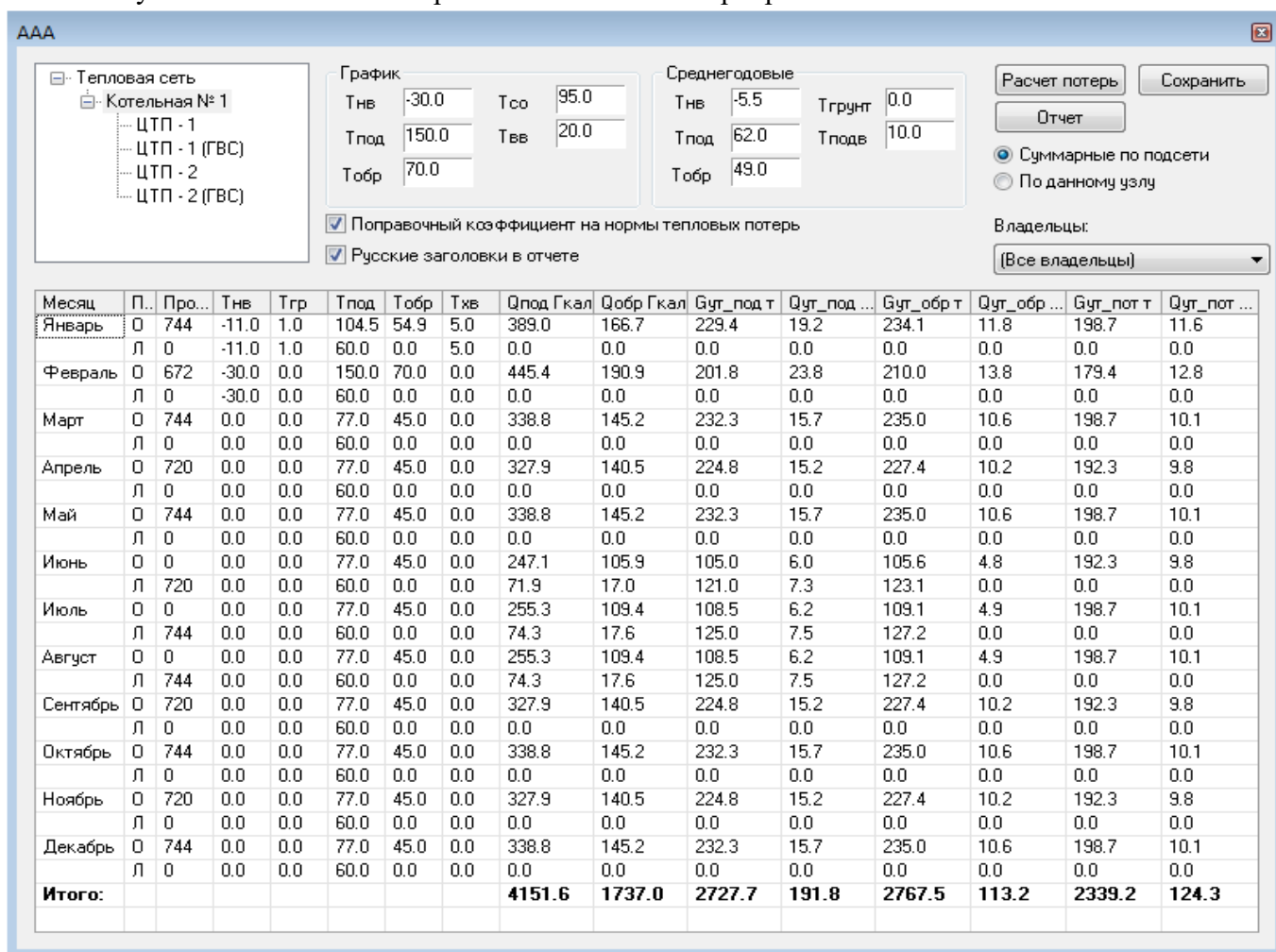


Рисунок 11 – Расчет тепловых потерь через изоляцию

Если в сети один источник, то он поддерживает заданное давление в обратном трубопроводе на входе в источник, заданный располагаемый напор на выходе из источника и заданную температуру теплоносителя.

Разница между суммарным расходом в подающих трубопроводах и суммарным расходом в обратных трубопроводах на источнике определяет величину подпитки. Она же равна сумме всех утечек теплоносителя из сети (заданные отборы из узлов, утечки, расход на открытую систему ГВС).

Часть 8 Расчет показателей надежности теплоснабжения

Цель расчета - количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности. Расчет позволяет:

- Рассчитывать надежность и готовность системы теплоснабжения к отопительному сезону.
- Разрабатывать мероприятия, повышающие надежность работы системы теплоснабжения.

Расчет выполняется в соответствии с Методикой и алгоритмом расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов ОАО «Газпром промгаз». Методика и результаты расчетов представлены в Главе 11 Обосновывающих материалов.

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

ГИС Zulu позволяет осуществлять групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.

При актуализации схемы теплоснабжения в ЭМ были внесены все изменения, сделанные в период актуализации, включая потребителей, подключенных к существующим тепловым сетям в 2023 г. (см. таблицу ниже).

Т а б л и ц а 4 – Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за период актуализации

Уникальный номер абонента в электронной модели	Кадастровый квартал	Адрес узла ввода	Наименование узла	Дата акта включения	Источник тепловой энергии	Номер тепловой камеры	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
17535	21:01:010209	Московский пр. 25	общежитие №3	19.09.2023	кот. 10-М	ТК-21	0,289	0,043	0,333
52075	21:01:030105	Декабристов, 5		20.09.2023	ТЭЦ-2	ТК-6	0,066	0,000	0,066
52700	21:01:020504	Текстильщиков, 8	ИП Дружинин В.И.	19.12.2023	ТЭЦ-2	ТК-1	0,077	0,000	0,077
53072	21:01:030204	Прогрессивная, 2	1 ТУ	25.10.2023	ТЭЦ-2	УТ-4	0,749	0,097	0,846
53076	21:01:030204	Прогрессивная, 2	2 ТУ	25.10.2023	ТЭЦ-2	УТ-4	0,492	0,124	0,616
53156	21:01:020408	Ярмарочная, 16	поз. 24	30.06.2023	ТЭЦ-2	УТ-2	0,530	0,099	0,630
54628	21:01:020701	Николаева, 2а	-	02.11.2023	ТЭЦ-2	ТК-12	0,050	0,000	0,050
55439	21:01:030308	Хевешская, 41/9	ООО "Бренд"	18.10.2023	ТЭЦ-2	ТК-17	0,250	0,000	0,250
56173	21:01:020504	Ленина, 55а	МБОУ "СОШ № 24" г.Чебоксары	20.12.2023	ТЭЦ-2	ТК-21	0,347	0,033	0,380
59796	21:01:030403	Кадькова, 40 кор. 1	МКД поз. 1	13.01.2023	ТЭЦ-2	ТК-3	0,424	0,340	0,764
28671	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	Скворцова 1	0,083	0,000	0,083
28675	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	Скворцова 1	0,033	0,000	0,033
28679	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-5	0,170	0,000	0,170
28683	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-5	0,091	0,000	0,091
28687	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-5	0,091	0,000	0,091
28689	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-5	0,091	0,000	0,091
28700	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	Скворцова 1	0,080	0,000	0,080
28702	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю		0,048	0,000	0,048
28704	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-7	0,242	0,000	0,242
28710	21:01:030603	Скворцова 1	Скворцова 1	20.12.2023	кот. 26-Ю	ТК-8	0,050	0,000	0,050
62189	21:01:030202	Энергетиков, 15	ЖК "ОЛИМП" поз.4	01.12.2023	ТЭЦ-2	ТК-0-6	0,851	0,229	1,080
62143	21:01:030208	Восточная, 5	Восточная 5	30.06.2023	ТЭЦ-2	УТ-8.1	0,098	0,000	0,098
63113	21:01:010806	Коллективная, 3	ФОК	19.09.2023	кот. Чапаева	УТ-2	1,442	0,618	2,059
63853	21:01:010204	К.Иванова, 24	здание УФСБ	15.09.2023	кот. 25-М	ТК-3/3	0,708	0,112	0,820
63163	21:01:010806	Коллективная, 3	Крытая ледовая арена	19.09.2023	кот. Чапаева	УТ-2	0,484	0,043	0,527
63842	21:01:030506	Башмачникова, 29	Управление капитального строительства	10.10.2023	кот. 12-Ю	ТК-2	0,388	0,163	0,551
Всего за период актуализации							8,221	1,901	10,122

Т а б л и ц а 5 – Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
64697	ГП-2. МКД, ОЗ	21:01:030208	ТЭЦ-2	2035	49,142	11,791	60,933
64706	ГП-11. МКД, ОЗ	21:01:030202	ТЭЦ-2	2035	2,818	0,678	3,496
64701	ГП-5. МКД, ОЗ	21:01:020105	ТЭЦ-2	2035	17,897	4,296	22,193
64704	ГП-15. ПЗ	21:01:030312	ТЭЦ-2	2035	15,278	0,000	15,278
64633	проезд Дорожный	21:01:030311	ТЭЦ-2	2025	0,200	0,002	0,202
64627	пр-д Машиностроителей, д.1	21:01:030304	ТЭЦ-2	2024	0,399	0,006	0,405
64625	Автозаправочный проезд	21:01:030304	ТЭЦ-2	2025	1,688	0,015	1,703
64616	в микрорайоне, ограниченном ул. Гагарина, Мопра, Ярмарочная	21:01:030113	ТЭЦ-2	2024	1,004	0,232	1,236
64608	по ул. К. Маркса в г. Чебоксары	21:01:020103	ТЭЦ-2	2024	2,119	0,491	2,610
64606	в мкр. 1Б центральной части г. Чебоксары	21:01:020406	ТЭЦ-2	2024	0,865	0,200	1,065
64696	ГП-9. МКД, ОЗ	21:21:076202	ТЭЦ-2	2035	9,079	2,181	11,260
64433	мкр. «Олимп»	21:01:030202	ТЭЦ-2	2024	0,338	0,191	0,529
64435	пр-т Мира, 3Д	21:01:030308	ТЭЦ-2	2024	0,132	0,001	0,133
64437	по проезду Машиностроителей	21:01:030304	ТЭЦ-2	2024	0,206	0,000	0,206
64438	ул. Федора Гладкова	21:01:020209	ТЭЦ-2	2024	0,422	0,005	0,427
64443	ул. Ленинского Комсомола	21:01:020902	ТЭЦ-2	2024	0,377	0,087	0,464
64462	ул. Гладкова, д. 1	21:01:020209	ТЭЦ-2	2025	1,224	0,045	1,269
64463	пл. Республики, д. 1	21:01:020101	ТЭЦ-2	2024	0,980	0,036	1,016
64464	ул. Ярославская, д. 23, корп.1	21:01:020402	ТЭЦ-2	2024	0,691	0,025	0,716
64473	в мкр. 1А центральной части г. Чебоксары	21:01:020407	ТЭЦ-2	2025	0,599	0,139	0,738
64474	ул. Космонавта Николаева А.Г., д.1	21:01:020501	ТЭЦ-2	2024	0,227	0,008	0,235
64475	просп. Ленина, 47А	21:01:020502	ТЭЦ-2	2024	0,280	0,010	0,290
64476	ул.Энгельса, 7	21:01:020502	ТЭЦ-2	2025	0,407	0,216	0,623
64477	ул. Энгельса, д. 27а	21:01:020504	ТЭЦ-2	2024	0,284	0,066	0,350
64691	ГП-7. МКД, ОЗ	21:01:030201	ТЭЦ-2	2035	1,865	0,446	2,311
64681	ГП-6. МКД, ОЗ	21:01:030204	ТЭЦ-2	2035	11,264	2,697	13,961
64677	ГП-8. МКД, ОЗ	21:01:030104	ТЭЦ-2	2035	10,463	2,511	12,974
64505	ул. 50 лет Октября, д. 2а	21:01:030106	ТЭЦ-2	2024	0,013	0,000	0,013
64508	ул. Энергетиков, 6	21:01:030201	ТЭЦ-2	2024	0,712	0,165	0,877
64510	ул. Текстильщиков, д. 8, корпус 28А	21:01:030202	ТЭЦ-2	2025	0,110	0,000	0,110
64527	мкр. 1 жилого района «Новый город»	21:01:030208	ТЭЦ-2	2024	0,477	0,005	0,482
64557	шоссе Марпосадское	21:01:030306	ТЭЦ-2	2024	0,158	0,006	0,164

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
64567	пр-кт Тракторостроителей, 6	21:01:030406	ТЭЦ-2	2024	0,187	0,043	0,230
64569	мкр. жилого района «Солнечный»	21:01:030312	ТЭЦ-2	2024	0,274	0,104	0,378
64584	пр-кт Тракторостроителей	21:01:030306	ТЭЦ-2	2024	0,743	0,011	0,754
64588	мкр. 2,3,5 жилого района «Новый город»	21:01:030208	ТЭЦ-2	2024	4,305	1,593	5,898
64410	по ул. З. Яковлевой в III микрорайоне центральной части г. Чебоксары	21:01:030111	ТЭЦ-2	2026	0,313	0,161	0,474
64596	мкр. 2 «А» центральной части города Чебоксары «Грязевская стрелка»	21:01:030113	ТЭЦ-2	2025	2,110	0,746	2,856
64666	ГП-10. МКД, ОЗ	21:01:010509	котельная 4-С	2035	11,833	2,832	14,665
64670	ГП-12. МКД, ОЗ	21:01:010512	котельная 4-С	2035	8,007	1,929	9,936
64640	ул. Водопроводная, ул.К.Иванова	21:01:010202	котельная 4-С	2025	0,753	0,207	0,960
64637	в жилом комплексе по ул. Дегтярева, 15а	21:01:010202	котельная 4-С	2024	1,102	0,304	1,406
64672	ГП-3. МКД, ОЗ	21:01:010202	котельная 4-С	2035	1,134	0,272	1,406
64430	в I очереди VII микрорайона центральной части г. Чебоксары	21:01:010512	котельная 4-С	2025	0,286	0,134	0,420
64427	II очередь IV микрорайона центральной части г.Чебоксары, поз.5	21:01:010206	котельная 4-С	2024	0,168	0,002	0,170
64422	ул. Водопроводная	21:01:010202	котельная 4-С	2024	0,448	0,150	0,598
64399	ул. М. Павлова, д. 35Б	21:01:010110	котельная 4-С	2024	0,008	0,000	0,008
64900	Урукова, 17а	21:01:010208	котельная 4-С	2024	0,506	0,033	0,539
64664	ГП-4. МКД, ОЗ	21:01:010315	котельная 5-С	2035	10,272	2,463	12,735
64402	ш. Ядринское	21:01:010305	котельная 5-С	2024	0,048	0,001	0,049
64395	Университетская ул., 32	21:01:010304	котельная 5-С	2024	0,268	0,010	0,278
64592	мкр. «Университетский-2»	21:01:010315	котельная 5-С	2025	3,284	0,470	3,754
64428	ул. Пирогова, д. 8а	21:01:010209	котельная 10-М	2025	0,023	0,000	0,023
64429	ул. Пирогова, 10А	21:01:010209	котельная 10-М	2025	0,291	0,067	0,358
64658	ГП-13. МКД, ОЗ	21:01:030503	котельная 11-Ю	2035	2,985	0,718	3,703
64652	ул. Ашмарина	21:01:030504	котельная 12-Ю	2025	0,653	0,263	0,916
64432	ул. Константина Иванова, д. 17, строение 1	21:01:010204	котельная 25-М	2024	0,017	0,000	0,017
64501	на земельном участке с кадастровым номером 21:01:021104:71	21:01:021104	котельная 27-Ю	2025	0,085	0,000	0,085
64489	ул.Грасиса	21:01:010604	котельная 86-К	2024	0,270	0,075	0,345
64491	мкр. 4 района по ул. Б. Хмельницкого	21:01:020601	Дементьева, 3Б	2024	0,402	0,136	0,538
64431	ул. М. Залка, д. 4/11	21:01:010804	им. В.И.Чапаева	2024	0,393	0,014	0,407

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

10.1 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей ПАО «Т-Плюс»

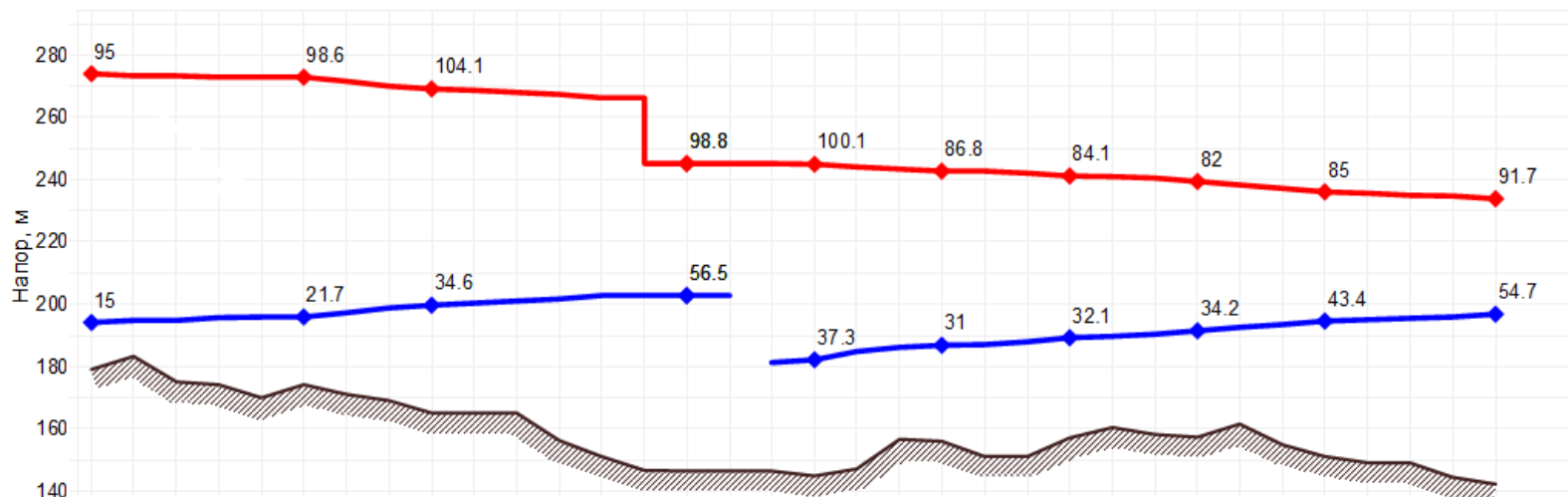
При поверочном расчёте были скорректированы поправочные коэффициенты тепловых нагрузок, определенные из оценки расчетных тепловых нагрузок, приведенных в части 5 Главы 1 Обосновывающих материалов.

При поверочном расчёте были скорректированы:

- для котельной 25-М изменен температурный график с 95/70°С на 105/70°С. Скорректированы поверочные расчеты.
- поправочные коэффициенты тепловых нагрузок, определенные из оценки фактических тепловых нагрузок, приведенных в части 5 Главы 1 Обосновывающих материалов;
- схемы подключения потребителей, а также температуры теплоносителя на входе потребителя и системы отопления. На некоторых потребителях изменена температура на входе в систему отопления с 105° на 95 °С и с 150°С на 95°С;
- диаметры установленных дроссельных устройств.
- изменены схемы подключения в тепловых вводах на фактические с учетом замены элеваторных узлов на схему «Насос смешения», а также перевода части потребителей на закрытую схему ГВС;
- учтена работа автоматических погодных регуляторов (там, где они по факту установлены);
- скорректированы диаметры сопел элеваторов у всех потребителей от котельных на фактически установленные;
- скорректированы коэффициенты к тепловым нагрузкам на отопление и ГВС;
- снижено количество потребителей с температурой внутри помещения менее 15°С (уточнены схемы подключения, скорректированы температуры теплоносителя на входе в потребитель и систему отопления и т.д.), в том числе и в перспективной модели;
- скорректированы расчеты по режимным картам на ОЗП 2023/2024гг ПАО «Т Плюс» (расходы сетевой воды, давления на выводах ТЭЦ-2, в ТК на тепловых сетях);
- удалены следующие системы котельных 21-Ц, 22-Ц и 29-Ц. В начале 2023 года произведено переключение всех потребителей котельных 21-Ц, 22-Ц и 29-Ц на Чебоксарскую ТЭЦ-2.

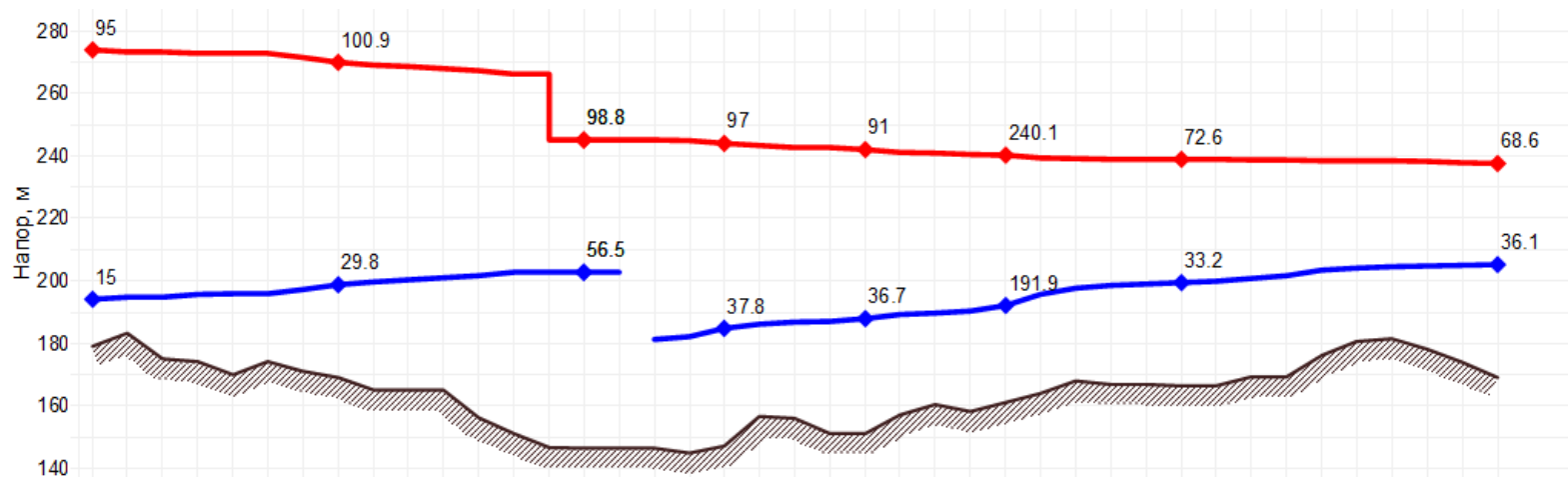
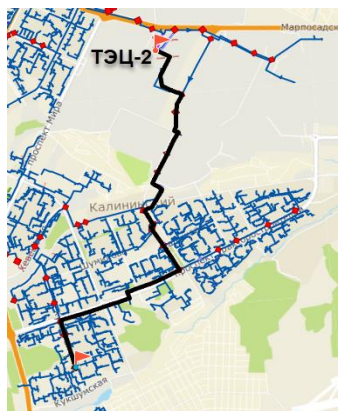
Все вышеприведенные изменения позволили адаптировать расчётные показатели электронной модели под фактические параметры суммарных тепловых нагрузок, расхода сетевой воды и как следствие давлений в подающем и обратном трубопроводах у наиболее отдалённых потребителей.

На рисунках ниже представлены пьезометрические графики от ТЭЦ-2. С пьезометрическими графиками по другим путям можно ознакомиться в электронной модели.



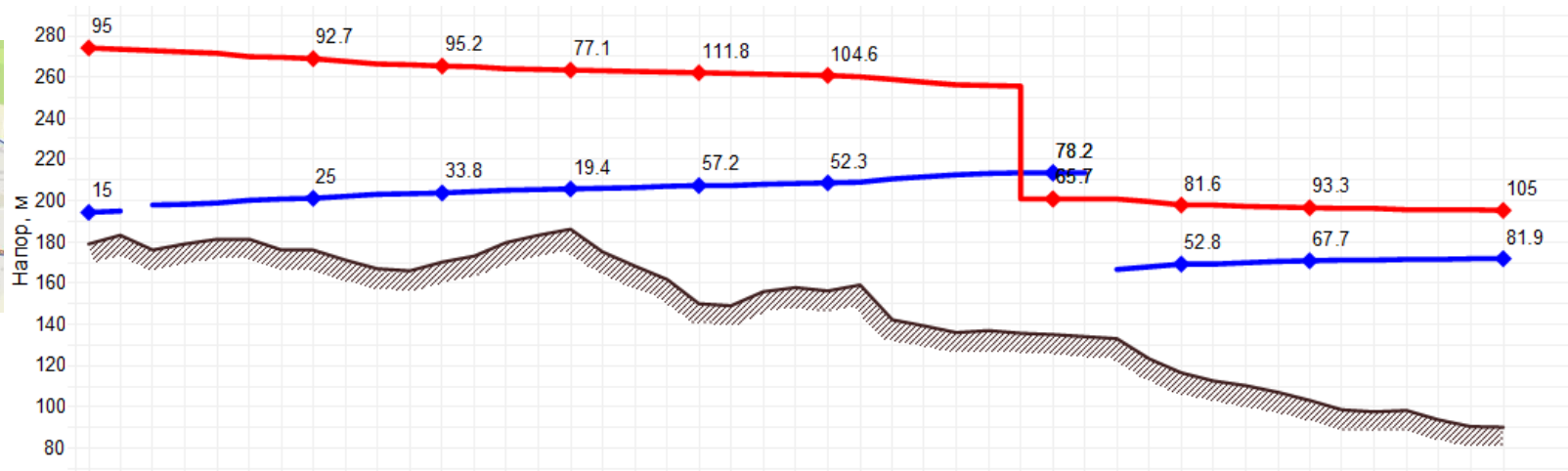
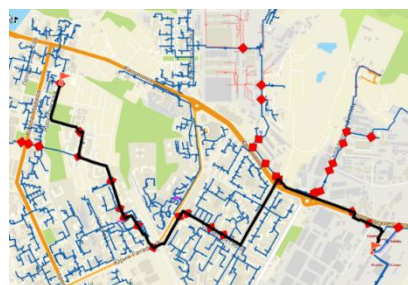
Наименование узла	Чебоксарская ТЭЦ-2	ТК-Ю-48А	ТК-Ю-51	ПК-2	ТК-Ю-54А	ТК-Ю-78А	ТК-Ю-80	ТК-Ю-83	ТК-Ю-84А	ТК-Ю-87
Геодезическая высота, м	179	174.2	165	146.2	144.7	155.8	157	157.3	151	142
Полный напор в обр. тр-де, м	194	195.8	199.6	202.8	182	186.8	189.1	191.4	194.4	196.7
Располагаемый напор, м	80	76.9	69.5	42.2	62.8	55.8	52	47.8	41.6	37
Длина участка, м	1	248	168	1	310	10	160	129	139	
Диаметр участка, м	1.39	1	1	1	0.802	0.802	0.802	0.515	0.515	
Потери напора в под. тр-де, м	0.71	1.2	0.6	0.003	0.77	0.045	0.35	1	0.53	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.65	1.22	0.64	0.002	2.81	0.063	0.61	0.96	0.5	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.72	1.38	1.37	1.35	0.81	1.31	0.81	1.27	0.89	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.65	-1.42	-1.41	-1	-1.55	-1.55	-1.07	-1.24	-0.86	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	2.12	2.23	2.2	2.19	1.33	3.45	1.32	5.81	2.89	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.95	2.36	2.33	1.21	4.85	4.85	2.32	5.59	2.69	
Расход в под. тр-де, т/ч	9174.32	3801.04	3779.48	3712.49	1444.29	2323.01	1434	926.78	653.32	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-8786.78	-3908.22	-3889.38	-2752.72	-2753.03	-2753.7	-1904.06	-908.58	-630.37	

Рисунок 12 – Пьезометрический путь от ТЭЦ-2 до наиболее отдалённого района на ул. Тракторостроителей –Т-Ю-87 (4,4 км). Располагаемый напор 37 м. вод. ст.



Наименование узла	Чебоксарская ТЭЦ-2	TK-Ю-50	РК-2	TK-Ю-551	TK-Ю-79	УУТЭ ТК-Ю-82	TK-6	TK-Ю-77
Геодезическая высота, м	179	169	146.2	147	151	161	166.2	169
Полный напор в обр. тр-де, м	194	198.8	202.8	184.8	187.7	191.9	199.4	205.1
Располагаемый напор, м	80	71.1	42.2	59.2	54.3	48.2	39.5	32.5
Длина участка, м	1	137	1	121	253	250	30	
Диаметр участка, м	1.39	1	1	0.802	0.802	0.515	0.515	
Потери напора в под. тр-де, м	0.71	0.79	0.003	0.8	0.88	0.79	0.042	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.65	0.84	0.002	1.24	1.35	3.6	0.37	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.72	1.37	1.35	1.31	1.09	0.69	0.37	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.65	-1.41	-1	-1.55	-1.35	-1.36	-1.1	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	2.12	2.2	2.19	3.45	2.4	1.61	0.46	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.95	2.33	1.21	4.85	3.67	6.24	4.09	
Расход в под. тр-де, т/ч	9174.32	3779.74	3712.49	2323.29	1934.98	506.7	270.1	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-8786.78	-3889.12	-2752.72	-2753.42	-2394.27	-996	-806.87	

Рисунок 13 – Пьезометрический путь от ТЭЦ-2 до ТК-Ю-77 (4,5 км). Располагаемый напор 32,5 м вод. ст.



Наименование узла	Чебоксарская ТЭЦ-2	ТК-19	ТК-1-13	ТК-2-17	ТК-2-20	ТКГ-19	ПК-2	ТКГ-6	ТКГ-12А	ТК-Г-15
Геодезическая высота, м	179	175.9	170	186.1	150	156	135	116.2	103	90
Полный напор в обр. тр-де, м	194	200.9	203.7	205.5	207.2	208.3	213.2	169	170.7	171.9
Располагаемый напор, м	80	67.7	61.5	57.8	54.7	52.2	-12.5	28.9	25.6	23.2
Длина участка, м	1	235	141	120	28	63	4.4	79	92	
Диаметр участка, м	1.39	1	1	0.802	0.802	0.614	0.515	0.614	0.414	
Потери напора в под. тр-де, м	0.71	1.06	0.53	0.34	0.13	0.53	0.084	0.15	0.21	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.65	0.99	0.49	0.42	0.13	0.62	0.032	0.18	0.18	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.72	1.67	1.34	1.12	1	1.46	1.43	0.79	0.66	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.65	-1.5	-1.18	-1.09	-0.97	-1.43	-1.41	-0.78	-0.65	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	2.12	3.2	1.99	1.84	1.43	4.82	5.79	1.39	1.47	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.95	2.59	1.55	1.75	1.36	4.65	5.62	1.35	1.42	
Расход в под. тр-де, т/ч	9174.32	4594.97	3696.07	1986.26	1767.24	1517.98	1044.05	821.87	313.76	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-8786.78	-4132.49	-3254.73	-1937.35	-1727.87	-1490.82	-1028.8	-809.08	-307.84	

Рисунок 14 – Пьезометрический путь от ТЭЦ-2 до контрольной точки ТК-Г-15 (5,3 км). Располагаемый напор 23,2 м вод. ст.

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

При поверочном расчёте были скорректированы поправочные коэффициенты тепловых нагрузок, определенные из оценки расчетных тепловых нагрузок, приведенных в части 5 Главы 1 Обосновывающих материалов.

При поверочном расчёте были скорректированы:

- поправочные коэффициенты тепловых нагрузок, определенные из оценки фактических тепловых нагрузок, приведенных в части 5 Главы 1 Обосновывающих материалов;
- схемы подключения потребителей, а также температуры теплоносителя на входе потребителя и системы отопления;
- диаметры установленных дроссельных устройств;
- учтена работа автоматических погодных регуляторов (там, где они по факту установлены);
- скорректированы диаметры сопел элеваторов у всех потребителей от котельных на фактически установленные;
- снижено количество потребителей (уточнены схемы подключения, скорректированы температуры теплоносителя на входе в потребитель и систему отопления и т.д.) с температурой внутри помещения менее 15°C, в том числе и в перспективной модели;
- скорректированы расчеты по режимным картам на ОЗП 2023/2024гг. (расходы сетевой воды, давления на выводах котельных);
- удалена система котельной Санаторий «Чувашия». 18 мая 2023 года произведено переключение сторонних потребителей (МКД по адресу Санаторная д.1 и Санаторная д.2) с котельной Санаторий «Чувашия» на новую БМК Санаторная - 1. Остальные сторонние потребители котельной Санаторий «Чувашия» (кафе "Уралочка" и кафе "Телей") переключены на индивидуальное теплоснабжение с 23.06.2023;
- добавлена новая система. 18 мая 2023 года произведено переключение сторонних потребителей (МКД по адресу Санаторная д.1 и Санаторная д.2) с котельной Санаторий «Чувашия» на новую БМК Санаторная - 1, построенную ПАО «Т плюс» Филиал «Марий Эл и Чувашии» в рамках концессионного соглашения;
- удалена система котельной «КлиматСфера». 15 сентября 2023 года выполнено переключение всех потребителей (ул. Короленко 6, 6а) котельной «КлиматСфера» на котельную 7-К.

Все вышеперечисленные изменения позволили адаптировать расчётные показатели электронной модели под фактические параметры суммарных тепловых нагрузок, расхода сетевой воды и как следствие давлений в подающем и обратном трубопроводах у наиболее отдалённых потребителей.

На рисунках ниже представлены пьезометрические графики для некоторых котельных. С пьезометрическими графиками по другим котельным можно ознакомиться в электронной модели.

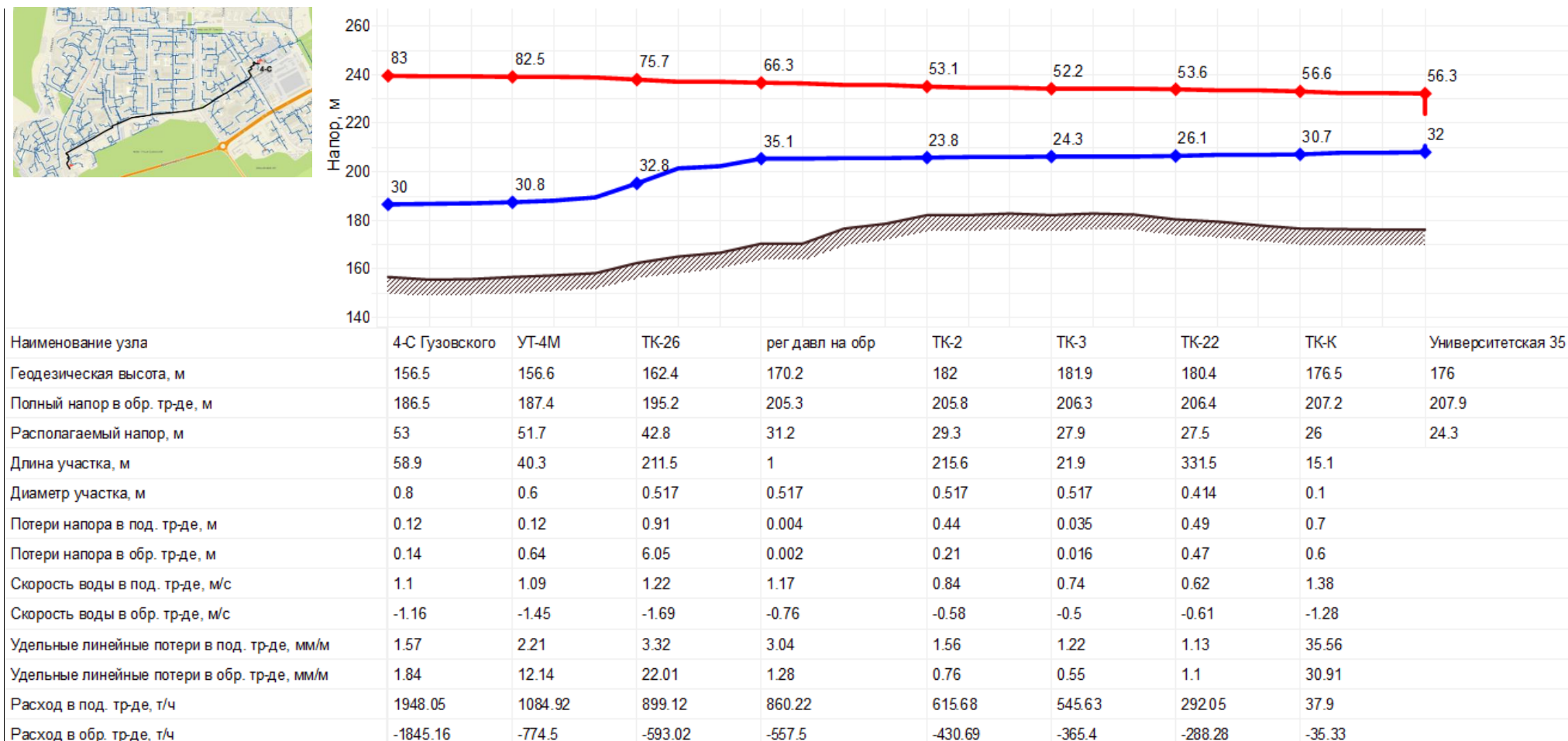
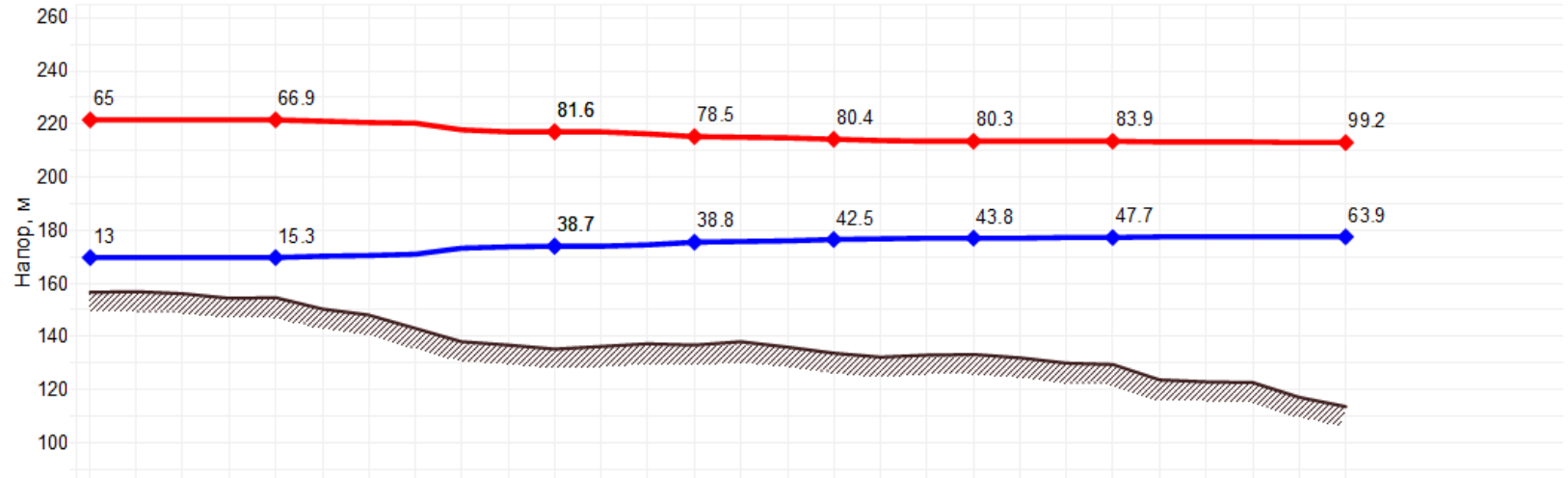
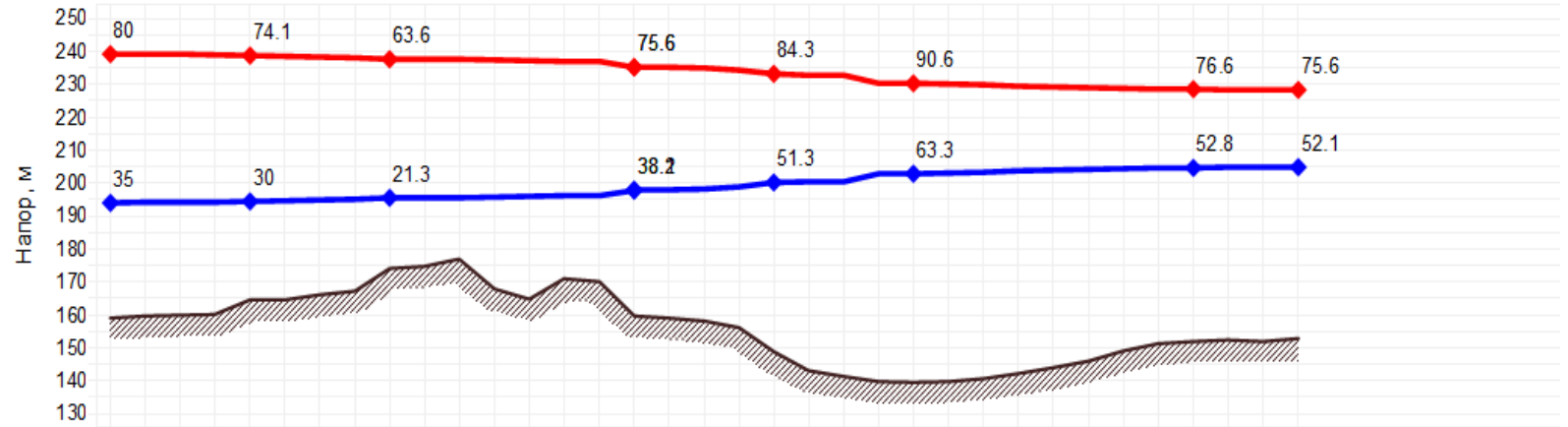


Рисунок 15 – Пьезометрический путь от котельной «4-С Гузовского» до наиболее отдалённого потребителя Университетская, ул., 35 (2,6 км).
 Располагаемый напор 24 м. вод. ст.



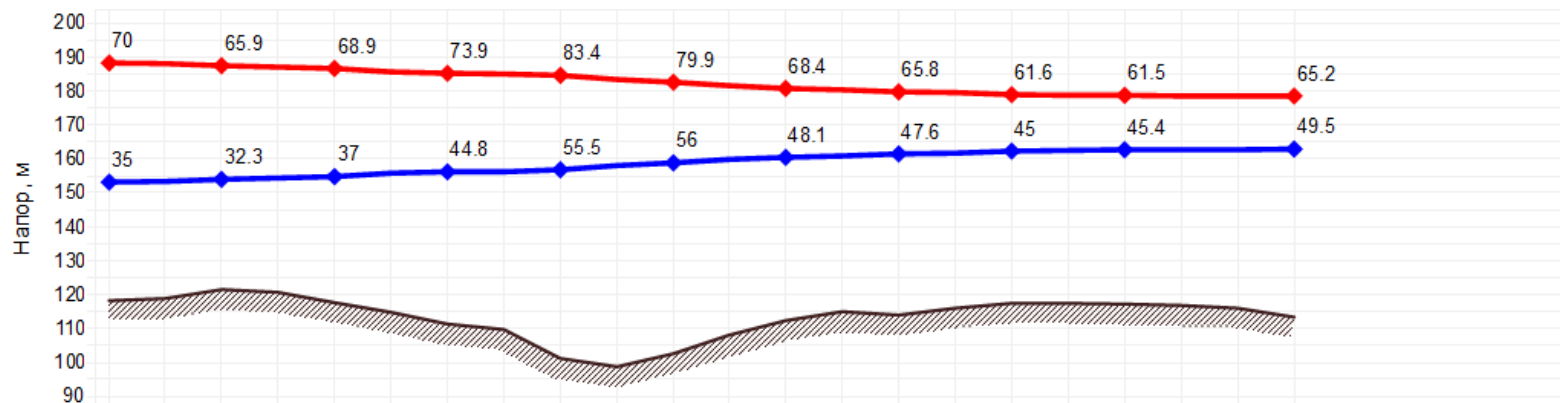
Наименование узла	4-С Афанасьева	Кривова Т., ул., 6г	НС	ТК-2	ТК-15	ТК-18	ТК-20	Водопроводная, ул., 2/3
Геодезическая высота, м	156.5	154.4	135.2	136.6	133.8	133.1	129.3	113.6
Полный напор в обр. тр-де, м	169.5	169.7	173.8	175.4	176.3	176.9	177.1	177.5
Располагаемый напор, м	52	51.6	43	39.7	37.8	36.5	36.2	35.4
Длина участка, м	17.5	145.3	14.5	33.9	66.5	60.5	550.5	
Диаметр участка, м	0.8	0.5	0.515	0.259	0.207	0.207	0.15	
Потери напора в под. тр-де, м	0.005	0.47	0.03	0.12	0.43	0.04	0.26	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.004	0.43	0.027	0.11	0.39	0.036	0.25	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.41	1.03	0.84	0.71	0.83	0.27	0.18	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.39	-0.98	-0.8	-0.68	-0.79	-0.25	-0.18	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	0.21	2.46	1.57	2.69	4.97	0.51	0.36	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	0.2	2.25	1.44	2.48	4.54	0.46	0.35	
Расход в под. тр-де, т/ч	718.81	709.09	612.43	130.58	98.1	31.49	11.17	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-687.67	-678.41	-585.41	-125.41	-93.73	-29.86	-11.08	

Рисунок 16 – Пьезометрический путь от котельной «4-С Афанасьева» до наиболее отдалённого потребителя Водопроводная, ул., 2/3 (3,5 км).
 Располагаемый напор 35 м. вод. ст.



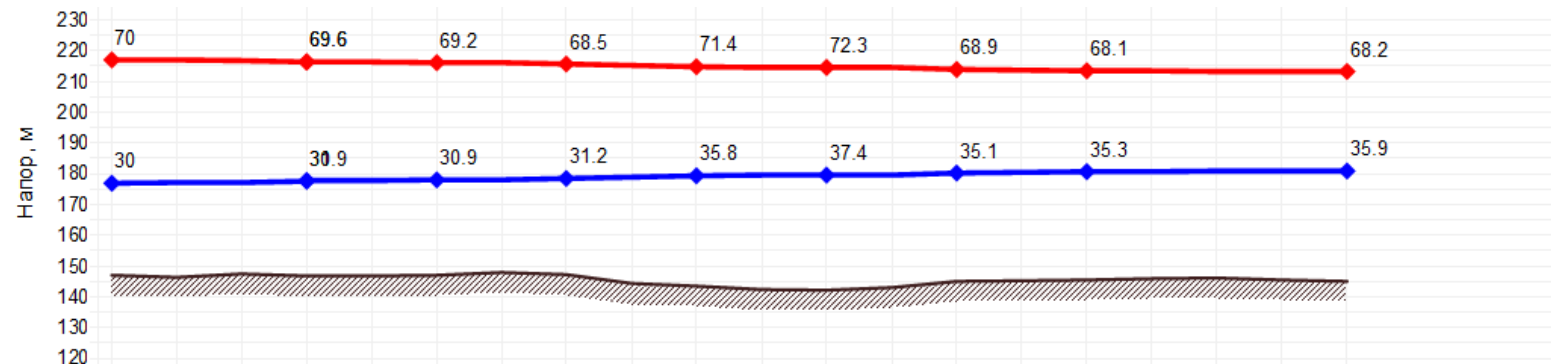
Наименование узла	5-С	УТ-2К	ТК-12	ЦТП-3	УТ-4	Лебедева, ул., 1	Университетская, д.2_8 узел
Геодезическая высота, м	159	164.4	174	159.6	148.6	139.5	151.8
Полный напор в обр. тр-де, м	194	194.4	195.3	197.7	200	202.8	204.6
Располагаемый напор, м	45	44.1	42.2	37.4	33	27.3	23.7
Длина участка, м	15.3	176.4	209.2	33.9	92.8	22.6	16.1
Диаметр участка, м	0.515	0.515	0.515	0.309	0.207	0.125	0.1
Потери напора в под. тр-де, м	0.025	0.23	0.07	0.14	0.26	0.26	0.053
Потери напора в обр. тр-де, м	0.025	0.22	0.069	0.14	0.25	0.26	0.053
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.87	0.77	0.39	1.01	0.64	0.95	0.44
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.86	-0.76	-0.39	-1	-0.64	-0.95	-0.44
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	1.26	0.99	0.26	3.17	2.11	8.83	2.53
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.24	0.97	0.25	3.15	2.1	8.79	2.52
Расход в под. тр-де, т/ч	636.52	562.76	288.13	264.95	75.52	40.96	12.16
Расход в обр. тр-де, т/ч	-631.41	-558.23	-285.61	-264	-75.28	-40.86	-12.13

Рисунок 17 – Пьезометрический путь от котельной «5-С» до наиболее отдалённого потребителя Университетская, ул., 2 (3,3 км). Располагаемый напор 23,5 м. вод. ст.



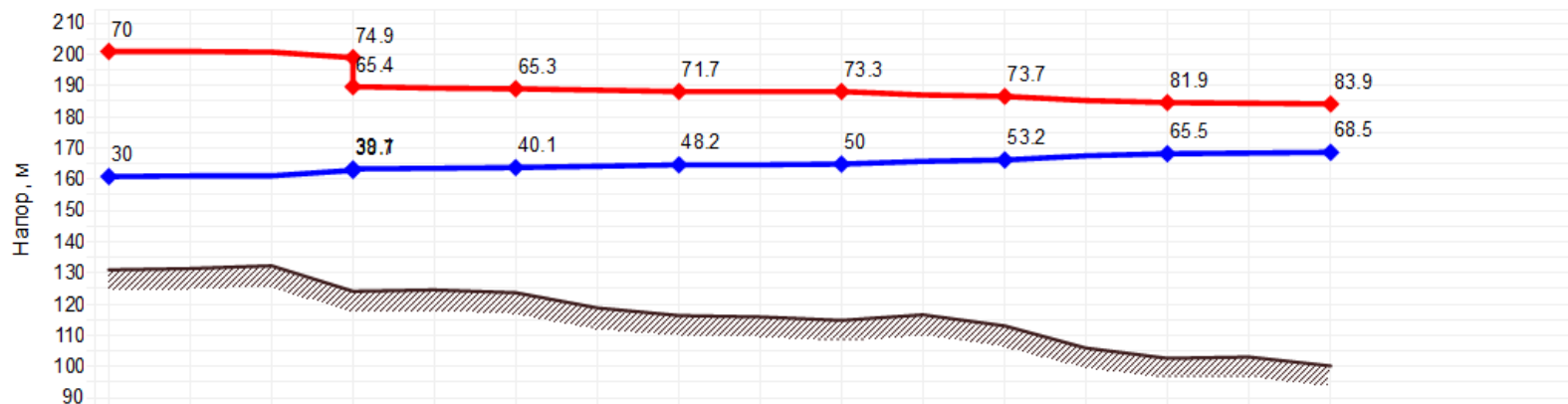
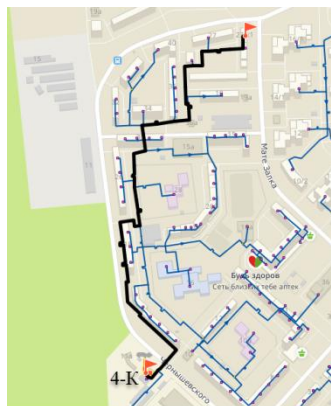
Наименование узла	86-К	TK-2	TK-17	TK-29	TK-34	TK-35	TK-38	TK-48a	TK-50	Кожеево 1а	Гражданская 40 (поликлиника)
Геодезическая высота, м	118.1	121.4	117.6	111.2	101.1	102.6	112.3	113.8	117.2	117.1	113.2
Полный напор в обр. тр-де, м	153.1	153.8	154.6	156	156.6	158.6	160.4	161.4	162.2	162.5	162.7
Располагаемый напор, м	35	33.6	31.9	29.1	27.9	23.9	20.3	18.2	16.6	16.1	15.6
Длина участка, м	13	88.2	272.4	57	59.2	67.3	43.8	80.3	29.4	129.3	
Диаметр участка, м	0.35	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15	0.1	0.1	
Потери напора в под. тр-де, м	0.061	0.43	1.08	0.17	1.27	1.03	0.37	0.21	0.17	0.14	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.06	0.43	1.07	0.17	1.26	1.02	0.37	0.21	0.17	0.14	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.89	0.83	0.74	0.65	1.32	1.11	0.68	0.38	0.43	0.18	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.89	-0.82	-0.74	-0.65	-1.32	-1.11	-0.68	-0.38	-0.43	-0.18	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	3.59	3.79	3.04	2.35	16.55	11.73	6.54	2.05	4.53	0.81	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	3.55	3.74	3.01	2.33	16.39	11.62	6.47	2.04	4.5	0.8	
Расход в под. тр-де, т/ч	299.83	204.12	183.06	160.79	144.29	121.51	41.87	23.44	11.62	4.92	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-298.12	-202.96	-182.04	-159.98	-143.62	-120.94	-41.62	-23.35	-11.58	-4.9	

Рисунок 18 – Пьезометрический путь от котельной «86-К» до наиболее отдалённого потребителя ул. Гражданская, 40 (1,8 км). Располагаемый напор 15,6 м. вод. ст.



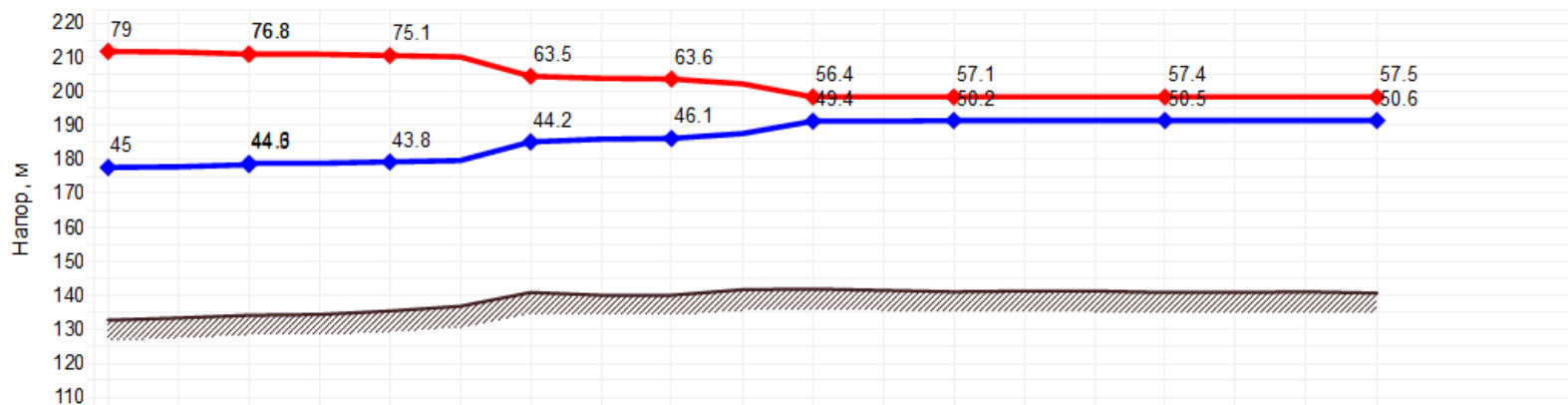
Наименование узла	9-К	ГВС 9-К	ЦТП-7	ТК-3	ТК-5	ТК-7	ТК-13	Гражданская 119/1	Гражданская 119/1_1уз.
Геодезическая высота, м	146.9	146.7	146.9	147.1	143.3	142.1	144.9	145.2	144.9
Полный напор в обр. тр-де, м	176.9	177.5	177.8	178.3	179.2	179.5	180	180.5	180.8
Располагаемый напор, м	40	38.7	38.2	37.3	35.6	34.9	33.8	32.9	32.4
Длина участка, м	4.2	6.6	24.4	72.6	65.2	27.5	22	22.4	
Диаметр участка, м	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.2	0.1	0.1	
Потери напора в под. тр-де, м	0.029	0.046	0.17	0.47	0.23	0.02	0.27	0.13	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.029	0.046	0.17	0.47	0.23	0.02	0.27	0.13	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.99	0.98	0.98	0.85	0.63	0.24	0.63	0.42	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.98	-0.98	-0.98	-0.84	-0.63	-0.24	-0.63	-0.42	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	5.37	5.35	5.32	5.04	2.76	0.55	9.57	4.39	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	5.34	5.32	5.29	5.01	2.75	0.55	9.55	4.38	
Расход в под. тр-де, т/ч	243.11	242.68	241.9	144.69	107.09	26.32	16.9	11.44	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-242.48	-242.08	-241.32	-144.34	-106.83	-26.28	-16.88	-11.43	

Рисунок 19 – Пьезометрический путь от котельной «9-К» до наиболее отдалённого потребителя ул. Гражданская, 119/1 (0,8 км). Располагаемый напор 32,4 м вод. ст.



Наименование узла	4-K	ЦТП-6	ТК-3	ТК-15	ТК-18	ТК-216	М. Залка 23/1_1уз.(1-2 под)
Геодезическая высота, м	130.8	124	123.6	116.3	114.6	112.9	102.6
Полный напор в обр. тр-де, м	160.8	162.7	163.6	164.5	164.6	166	168.1
Располагаемый напор, м	40	36.2	25.3	23.4	23.3	20.5	16.4
Длина участка, м	10.5	10	86.6	21.9	70.2	91.6	74.8
Диаметр участка, м	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.07	0.07
Потери напора в под. тр-де, м	0.047	0.36	0.54	0.048	1.07	1.46	0.23
Потери напора в обр. тр-де, м	0.046	0.36	0.53	0.048	1.07	1.45	0.23
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.79	1.72	0.71	0.42	0.69	0.55	0.24
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.78	-1.71	-0.71	-0.42	-0.69	-0.55	-0.24
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	3.42	27.9	4.75	1.7	11.79	12.23	2.37
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	3.39	27.71	4.72	1.69	11.72	12.16	2.36
Расход в под. тр-де, т/ч	194	187.37	77.32	46.21	18.75	7.21	3.18
Расход в обр. тр-де, т/ч	-193.18	-186.74	-77.07	-46.07	-18.7	-7.19	-3.17

Рисунок 20 – Пьезометрический путь от котельной «4-К» до наиболее отдалённого потребителя ул. Залка, 23 (1,0 км). Располагаемый напор 15,5 м вод. ст.



Наименование узла	8-K	ГВС 8-K	ТК-1'	ТК-4	ТК-9	ТК-10	Гражданская 101	Гражданская 101	Гражданская 101_4уз.
Геодезическая высота, м	132.6	134	135.3	140.8	139.9	141.8	141	140.8	140.6
Полный напор в обр. тр-де, м	177.6	178.3	179	185.1	186	191.2	191.2	191.2	191.2
Располагаемый напор, м	34	32.4	31.3	19.3	17.5	7	7	6.9	6.9
Длина участка, м	7.3	6.4	30	97.5	38.5	17	22.3	22.1	
Диаметр участка, м	0.25	0.3	0.25	0.2	0.1	0.15	0.15	0.15	
Потери напора в под. тр-де, м	0.12	0.041	0.47	0.74	1.42	0.018	0.014	0.004	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.12	0.041	0.46	0.74	1.42	0.018	0.014	0.004	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.36	0.94	1.3	0.79	1.08	0.24	0.19	0.1	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.36	-0.94	-1.3	-0.79	-1.08	-0.24	-0.19	-0.1	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	12.98	4.89	11.91	5.86	28.4	0.83	0.5	0.15	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	12.92	4.87	11.86	5.84	28.29	0.83	0.49	0.15	
Расход в под. тр-де, т/ч	234.77	234.15	224.89	87.06	29.9	15.22	11.73	6.43	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-234.23	-233.66	-224.41	-86.86	-29.84	-15.19	-11.71	-6.42	

Рисунок 21 – Пьезометрический путь от котельной «8-К» до наиболее отдалённого потребителя ул. Гражданская, 101 (0,85 км). Располагаемый напор 6,9 м вод. ст.

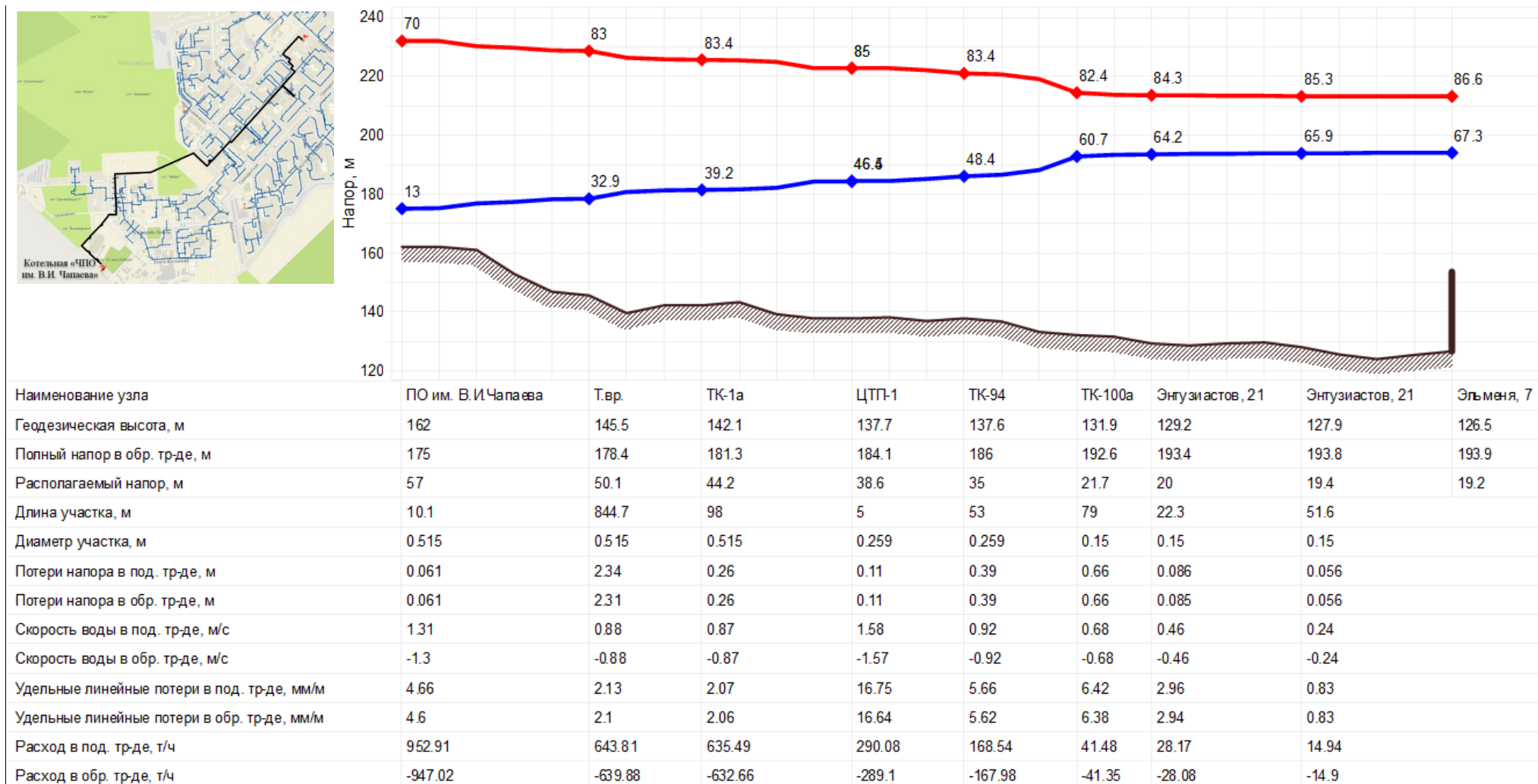


Рисунок 22 – Пьезометрический путь от котельной «ЧПО им. В.И. Чапаева» до наиболее отдалённого потребителя ул. Эльменя, 7 (3,5 км).
 Располагаемый напор 19,2 м вод. ст.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» (ред. от 01.05.2022).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 № 154 (в ред. Постановления Правительства РФ от 10.01.2023 № 5) «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».
3. Постановление Правительства РФ от 08.08.2012 N 808 (ред. от 27.05.2023) «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
4. «Методические указания по разработке схем теплоснабжения». (ред. от 20.12.2022) Утверждены приказом Минэнерго России и Минрегиона России от 05.03.2019 г. № 212.
5. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (с изменением № 2 от 27 декабря 2021 г. N 1021/пр). Минрегион России, 2012 г.
6. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». (с изменением № 2 от 30.06.2023 N 469/пр) Минстрой России, 2020 г.
7. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»
8. Приказ Минстроя РФ от 17 ноября 2017 года № 1550/пр «Об утверждении требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений»
9. Приказ Минэнерго РФ от 30.12.2008 N 325 «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя» (в ред. Приказов Минэнерго РФ от 01.02.2010 N 36, от 10.08.2012 N 377).
10. Приказ Министерства энергетики РФ от 4 октября 2022 г. № 1070 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. № 757, от 12 июля 2018 г. № 548»
11. Постановление Правительства РФ от 30 ноября 2021 г. N 2115 «Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) к системам теплоснабжения, включая правила недискриминационного доступа к услугам по подключению (технологическому присоединению) к системам теплоснабжения, Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче тепловой энергии, теплоносителя, а также об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации»
12. Методические указания по составлению энергетической характеристики для систем транспорта тепловой энергии по показателю «потери сетевой воды». СО 153-34.20.523(4)-2003 (утв. приказом Министерства энергетики РФ от 30 июня 2003 г. N 278).
13. Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 06 июня 2017 г. №273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».
14. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 2.
15. ГОСТ Р 55173-2012 Установки котельные. Общие технические требования. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 ноября 2012 г. N 1142-ст с 01.07.2014.

16. Укрупненные нормативы цены строительства. НЦС 81-02-13-2024. Сборник № 13. Наружные тепловые сети. Утверждены приказом Минстроя России от 26.02.2024 г. № 142/пр.
17. Укрупненные нормативы цены строительства. НЦС 81-02-19-2024. Сборник № 19. Здания и сооружения городской инфраструктуры. Утверждены приказом Минстроя России 16 февраля 2024 г. № 118/пр.
18. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477)
19. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 N 117-ФЗ (текущая редакция)
20. Сценарные условия функционирования экономики Российской Федерации, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и прогнозируемые изменения цен (тарифов) на товары, услуги хозяйствующих субъектов, осуществляющих регулируемые виды деятельности в инфраструктурном секторе, на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов (от 26.04.2024). Минэкономразвития России, 2024 г.
21. Постановление Правительства РФ от 15.12.2017 № 1562 (ред. от 03.11.2022) «Об определении в ценовых зонах теплоснабжения предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность), включая индексацию предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность), и технико-экономических параметров работы котельных и тепловых сетей, используемых для расчета предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность)» (вместе с «Правилами определения в ценовых зонах теплоснабжения предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность), включая правила индексации предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность)»).
22. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. N 1172 «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности» (с изменениями и дополнениями) (с изменениями на 7 февраля 2024 года).
23. Распоряжение Правительства РФ от 20 июня 2019 г. № 1330-р «О перечнях генерирующих объектов, отнесенных к генерирующим объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного электроснабжения и теплоснабжения потребителей».
24. Распоряжение Правительства РФ от 14 ноября 2019 г. № 2689-р «Об отнесении генерирующих объектов к генерирующим объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме».
25. Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3700-р «Об отнесении генерирующих объектов к генерирующим объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме».
26. Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов, ОАО «Газпром промгаз», Москва, 2013 г.