



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД ОРЕНБУРГ» ДО 2033 ГОДА**

**ГЛАВА 3
ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД ОРЕНБУРГ»**

Оренбург 2022 г.

СОСТАВ РАБОТ

Схема теплоснабжения муниципального образования «город Оренбург». Утверждаемая часть

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

- 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 Оренбург»
- 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 Оренбург»
- 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 Оренбург»
- 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	9
Часть 2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения	11
Часть 3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	14
3.1 Административное деление.....	14
3.2 Расчетные элементы территориального деления	17
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	19
4.1 Наладочный расчет тепловой сети	20
4.2 Поверочный расчет тепловой сети	21
4.3 Калибровка электронной модели.....	21
Часть 5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	23
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	27
Часть 10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	31
Приложение 1. Данные по калибровке электронной модели	32

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.
ЕТО – единая теплоснабжающая организация.
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. Оренбург – муниципальное образование «город Оренбург».
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.
ХВП – химическая водоподготовка.
ХОВ – химически очищенная вода.
ЦВД – цилиндр высокого давления.
ЦТП – центральный тепловой пункт.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электронная модель системы теплоснабжения МО. г. Оренбург 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 Оренбурга, 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 Оренбурга;
- 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 Оренбурга 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. Однако, 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 «Оренбургский» 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 Оренбурга 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 «Оренбургский» ПАО «Т Плюс», ведомственных котельных и карта геоинформационной системы «2ГиС».

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, потребители). 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 Ульяновска представлен на рисунке ниже.

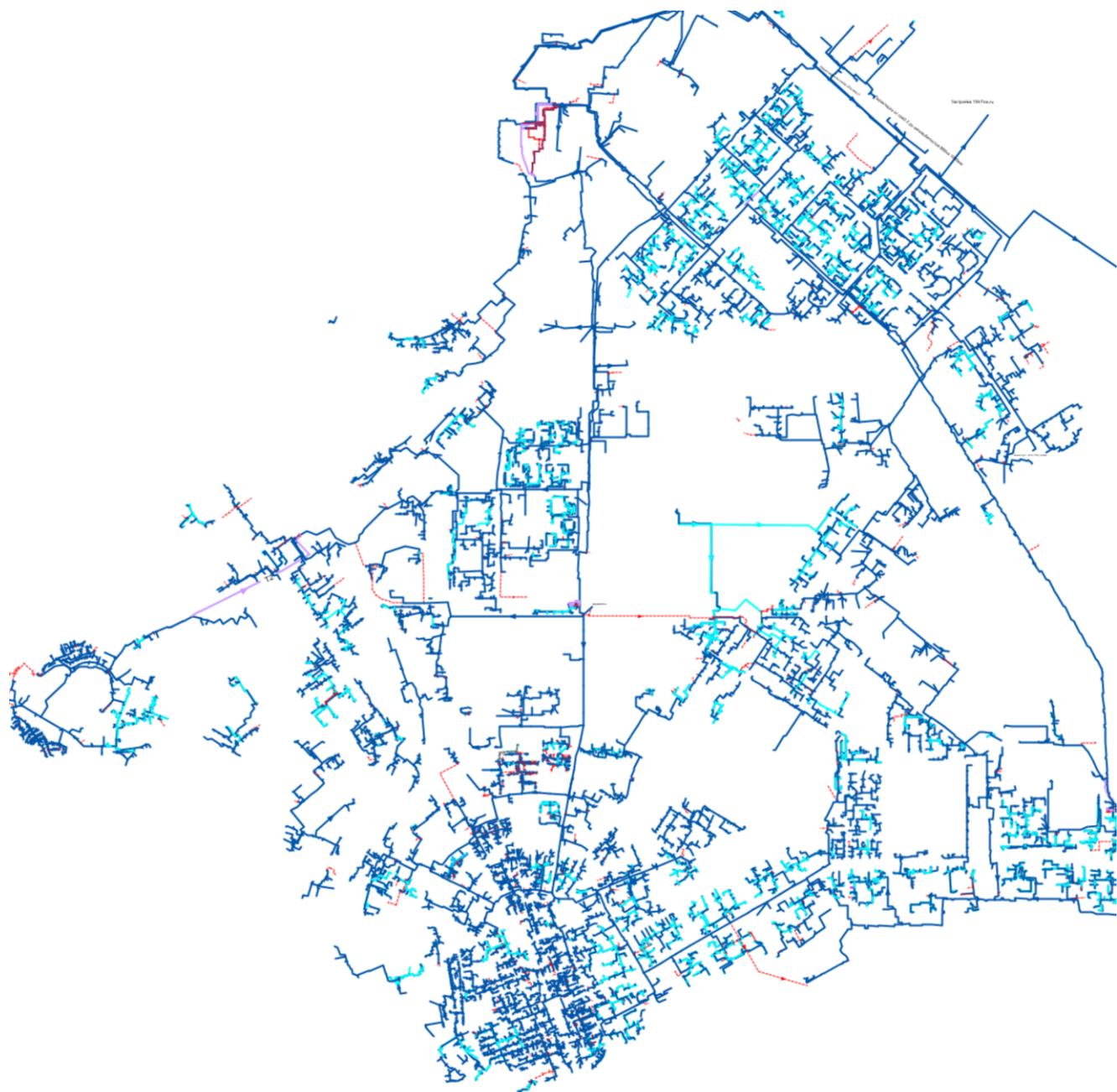


Рисунок 1 – Общий вид электронной модели системы теплоснабжения МО г. Оренбург

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. Оренбурга.

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

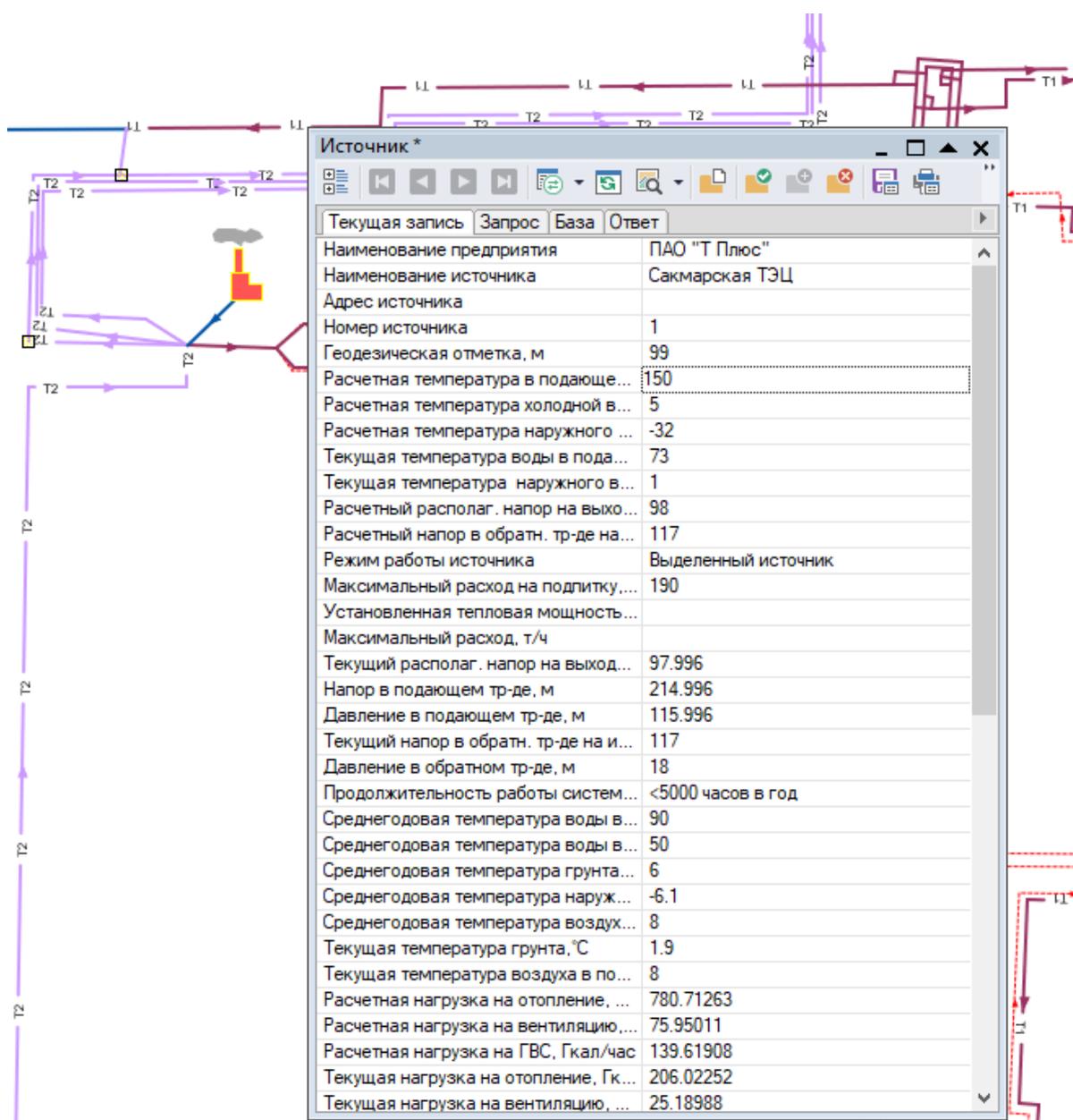


Рисунок 2 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту источник

Участок (Основной)	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Номер источника	1
Балансодержатель	СТЭЦ
Sposob_upravleniya	Собственность
Принадлежность к ID	
Наименование начала участка	
Наименование конца участка	Пав.5 (Контр.точка М5)
Тип сети	Магистральные сети
Год прокладки	
Длина участка, м	176.13
Внутренний диаметр подающего тру...	0.515
Внутренний диаметр обратного тру...	0.515
Сумма коэф. местных сопротивлен...	
Местные сопротивления под тр-да	
Сумма коэф. местных сопротивлен...	
Местные сопротивления обр. тр-да	
Шероховатость подающего трубопр...	2.87
Шероховатость обратного трубопро...	17.7
Зарастание подающего трубопрово...	0
Зарастание обратного трубопровод...	0
Коэффициент местного сопротивле...	1.3
Коэффициент местного сопротивле...	1.3
Сопротивление подающего тр-да, м...	
Сопротивление обратного тр-да, м/(...	
Коэффициент утечки на подающем	
Коэффициент утечки на обратном	
Разделитель зон статического нап...	
Опции	
Вид прокладки тепловой сети	Надземная
Нормативные потери в тепловой се...	2003 год

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

ЦТП (Основной)	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Адрес	ул. Волгоградская, 4
Наименование узла	ЦТП 7
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	108.3
Номер схемы подключения узла	5
Располагаемый напор на вводе ЦТ...	66.52
Давление в подающем трубопрово...	92.16
Давление в обратном трубопровод...	25.64
Давление в подающем (калибровка)	96
Давление в обратном (калибровка)	24
Расчетная температура наружного ...	-32
Текущая температура наружного в...	1
Расчетная температура внутр. возд...	20
Расчетная температура на входе 1 ...	150
Расчетная температура на выходе ...	70
Расчетная температура на входе 2 ...	70
Расчетная температура на выходе ...	150

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

Потребитель	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Адрес узла ввода	ул. Волгоградская, 4
Код ФИАС Улица	a3d7fe7d-c63c-4c8e-9d31-0552b24a362...
Адрес ФИАС	460038, Оренбургская обл., г Оренбу...
Наименование узла	Жилой дом
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	107.76
Высота здания потребителя, м	29
Номер схемы подключения потребителя	2
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	150
Располагаемый напор на вводе потребителя, м	22.117
Давление в подающем трубопроводе, м	64.38
Давление в обратном трубопроводе, м	42.26
Фактическая тепловая нагрузка, Гкал/ч	0.0816
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/час	0.3263
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/час	
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/час	
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/час	
Число жителей	
Коэффициент изменения нагрузки отопления	0.6
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	0.55
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	0.4
Балансовый коэффициент закр.ГВС	
Признак наличия регулятора на отопление	Регулятор расхода
Признак наличия регулирующего клапана на СВ	
Признак наличия регулятора температуры	Регулятор температуры
Расчетная темп. воды на выходе из СО, °C	70
Расчетная темп. воды на входе в СО, °C	95
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °C	20
Температура внутреннего воздуха СО, °C	22.7
Расчетный располагаемый напор в СО, м	1
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СВ, °C	18
Расчетная темп. наружного воздуха для СВ, °C	-20
Расчетный располагаемый напор в СВ, м	1
Доля циркуляции от расхода на ГВС, %	60
Потери напора в системе ГВС, м	1
Напор насоса в контуре ГВС, м	
Температура воды воды в цирк. контуре, °C	45
Температура холодной воды, °C	5
Температура воды на ГВС, °C	65
Максимальное давление в обратном тр-де на СО, м	
Максимальное давление на ГВС, м	

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

Город Оренбург, основанный в 1743 году, входит в состав Оренбургской области и является административным центром Оренбургской области.

В состав территории муниципального образования «город Оренбург» включены территории города Оренбурга и сельских населенных пунктов:

поселков: Бердянка, Каргала, Нижнесакмарский, Самородово, Холодные Ключи, Красный Партизан, Троицкий;

сел: Городище, Краснохолм, Пруды.

Территория города делится на две территориальные единицы – округа: Северный и Южный. В состав округов города Оренбурга входит по два района – Дзержинский и Промышленный в Северном округе, Ленинский и Центральный в Южном округе.

Далее по тексту понятия «муниципальное образования город Оренбург» и «город Оренбург» равнозначны.

На рисунке 6 представлена карта границ населенных пунктов, входящих в состав МО г. Оренбурга.

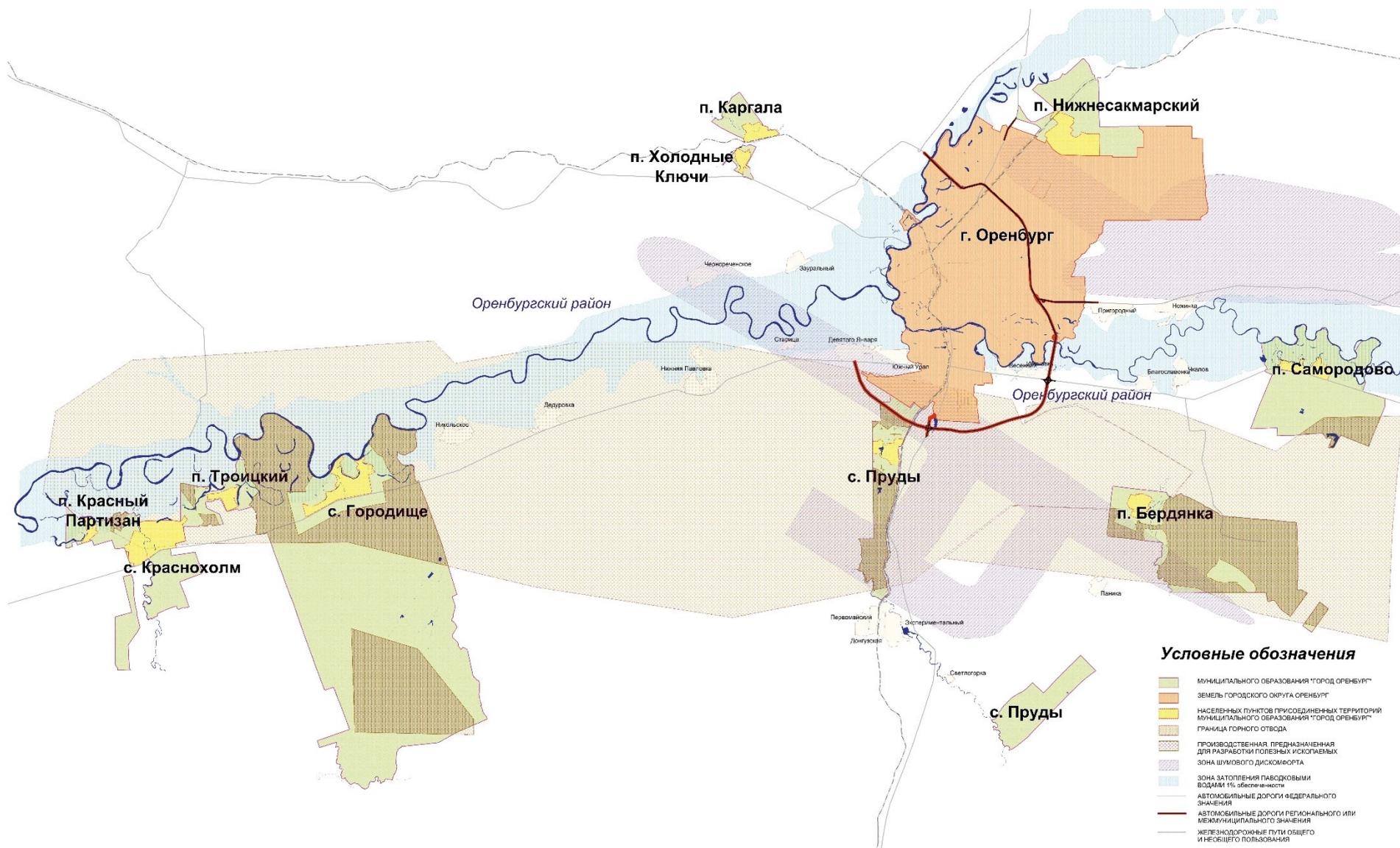


Рисунок 6 – Карта границ населенных пунктов, входящих в состав МО г. Оренбург

Климатические условия города

По данным СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»:

- расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления -29 °С;
- продолжительность отопительного периода – 195 суток (4 680 ч);
- средняя температура отопительного периода -6,0 °С.

Население города

Численность населения МО г. Оренбург на 01.01.2021 составила 587 408 чел.

В таблице 1 и на рисунке 0 приведены данные о динамике численности населения МО г. Оренбург за 10 лет. Динамика – положительная.

Т а б л и ц а 1 – Динамика численности населения МО г. Оренбург

Наименование показателя	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Численность населения (на 1 января), чел.	570 329	571 752	575 588	576 808	578 014	579 677	579 840	580 261	586 987	587 408
Общий прирост (убыль) населения, чел.	1 423	3 836	1 220	1 206	1 663	163	421	6 726	421	

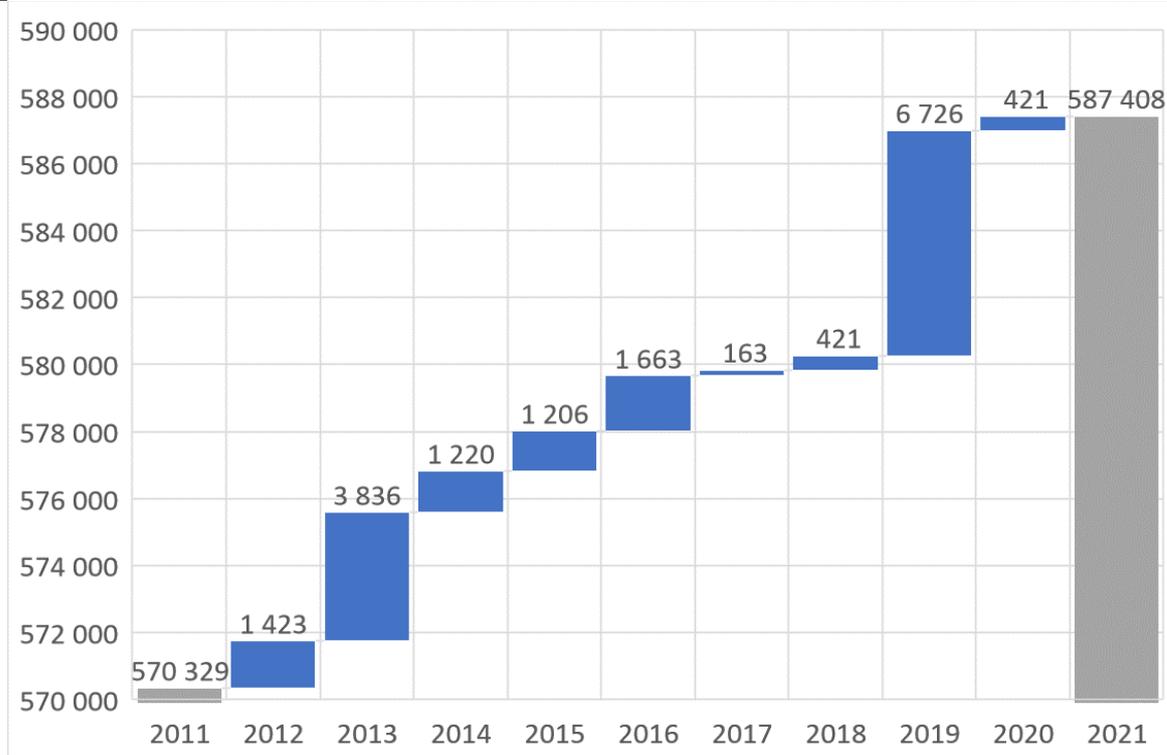


Рисунок 7 – Динамика численности населения МО г. Оренбург

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. Оренбург.

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. Оренбург.

Укрупненный фрагмент сетки кадастрового деления территории представлен на рисунке ниже.

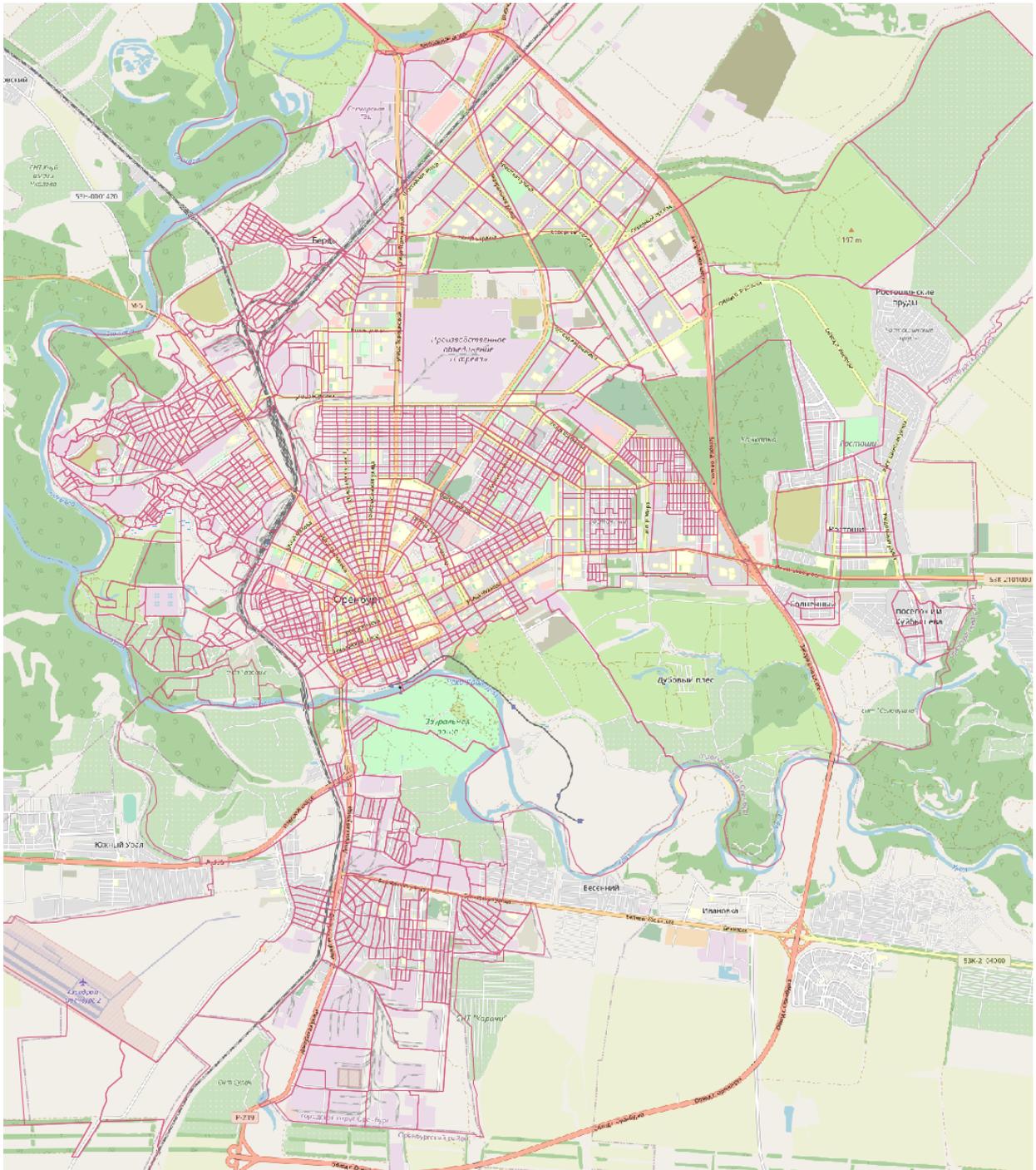


Рисунок 8 – Сетка кадастрового деления территории МО г. Оренбург

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.

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

Фактические линейные потери давления на участке определяются по формуле:

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

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

l - длина участка трубопровода, м

Удельные потери давления на трение вычисляются по формуле:

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

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;

$D_{в}$ - 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 не достаточно.

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

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

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

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

4.3 Калибровка электронной модели

Калибровка электронной модели проводилась по данным представленным филиалом «Оренбургский». Фактические данные по работе тепловых сетей представлены за 2020 г. В Приложении 1 приведены расходы, давления сетевой воды по ЦТП (использованы как контрольные точки) от Сакмарской ТЭЦ.

Для корректировки существующей модели с целью адаптации к фактическим параметрам работы были произведены следующие изменения:

1. После анализа данных телеметрии в ЦТП изменена величина тепловых потерь через изоляцию – поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь через изоляцию с 1,28 на 1,15. Данное изменение обосновано тем, что по факту температура сетевой воды к наиболее отдалённым ЦТП (контрольным точкам) выше на 2-3 °С, чем ранее было в исходной модели. После корректировки в большей части ЦТП температура сетевой воды совпадает на 95%. С учётом использования автоматического регулирования температуры второго контура на отопления в ЦТП и регулирования температуры ГВС, для более корректной имитации расчёта коэффициента смешения. Температура сетевой воды первого контура играет ключевую роль в определении расхода сетевой воды на каждое ЦТП в частности и суммарного расхода в целом от источника тепловой энергии.
2. Анализ данных телеметрии по величине использования ГВС потребителями в часы максимального и среднечасового водоразбора позволило сделать вывод, что доля циркуляции ГВС составляет в среднем 60%.
3. Для всех существующих ЦТП от Сакмарской ТЭЦ произведена адаптация к факту в модели по расходу сетевой воды первого контура. Для этого были произведены изменения в индивидуальном порядке для каждого ЦТП величины диаметров дроссельных устройств (кроме тех случаев, где были учтены данные по фактически установленным соплам

элеваторов). Изменён поправочный коэффициент нагрузки ГВС, в среднем по городу он составляет 0,3 – 0,5 от договорной максимальной нагрузки.

4. Для потребителей с ИТП поправочный коэффициент изменён – на отопление 0,6, на ГВС 0,4.

Таким образом, после всех вышеперечисленных изменений в существующей модели суммарный расход сетевой воды от ТЭЦ в контрольный период при $T_{нв} = -10,5$ °С и $T_1 = 104$ °С, совпадает с фактическим на 97%, по каждому отдельному ЦТП как контрольному объекту для калибровки модели в таблице приведены (Приложение 1) данные по отклонению модели от факта.

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 приоритетным решением по переключению тепловых нагрузок между источниками является Сценарий 2.

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.

The screenshot shows the Zulu Thermo software interface. On the left, a tree view shows the 'Тепловая сеть' (Heating network) with 'Котельная № 1' (Boiler house № 1) and four heat points (ЦТП). The 'График' (Graph) section shows parameters: Tнв: -30.0, Tсо: 95.0, Tпод: 150.0, Tвв: 20.0, Tобр: 70.0. The 'Среднегодовые' (Annual average) section shows: Tнв: -5.5, Tгрунт: 0.0, Tпод: 62.0, Tподв: 10.0, Tобр: 49.0. There are buttons for 'Расчет потерь' (Calculate losses), 'Сохранить' (Save), and 'Отчет' (Report). Checkboxes are present for 'Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь' and 'Русские заголовки в отчете'. A dropdown menu for 'Владельцы' (Owners) is set to '(Все владельцы)'. Below is a table with 17 columns: 'Месяц', 'П..', 'Про...', 'Тнв', 'Тгр', 'Тпод', 'Тобр', 'Твв', 'Qпод Гкал', 'Qобр Гкал', 'Qут_под т', 'Qут_под ...', 'Qут_обр т', 'Qут_обр ...', 'Qут_пот т', 'Qут_пот ...'. The table lists data for each month from January to December, with a final 'Итого:' (Total) row.

Месяц	П..	Про...	Тнв	Тгр	Тпод	Тобр	Твв	Qпод Гкал	Qобр Гкал	Qут_под т	Qут_под ...	Qут_обр т	Qут_обр ...	Qут_пот т	Qут_пот ...
Январь	О	744	-11.0	1.0	104.5	54.9	5.0	389.0	166.7	229.4	19.2	234.1	11.8	198.7	11.6
	Л	0	-11.0	1.0	60.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	О	672	-30.0	0.0	150.0	70.0	0.0	445.4	190.9	201.8	23.8	210.0	13.8	179.4	12.8
	Л	0	-30.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	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	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	247.1	105.9	105.0	6.0	105.6	4.8	192.3	9.8
	Л	720	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	71.9	17.0	121.0	7.3	123.1	0.0	0.0	0.0
Июль	О	0	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	255.3	109.4	108.5	6.2	109.1	4.9	198.7	10.1
	Л	744	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	74.3	17.6	125.0	7.5	127.2	0.0	0.0	0.0
Август	О	0	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	255.3	109.4	108.5	6.2	109.1	4.9	198.7	10.1
	Л	744	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	74.3	17.6	125.0	7.5	127.2	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	О	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	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	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	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:								4151.6	1737.0	2727.7	191.8	2767.5	113.2	2339.2	124.3

Рисунок 9 – 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 электронную модель были внесены все изменения, сделанные в период актуализации, включая перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям.

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

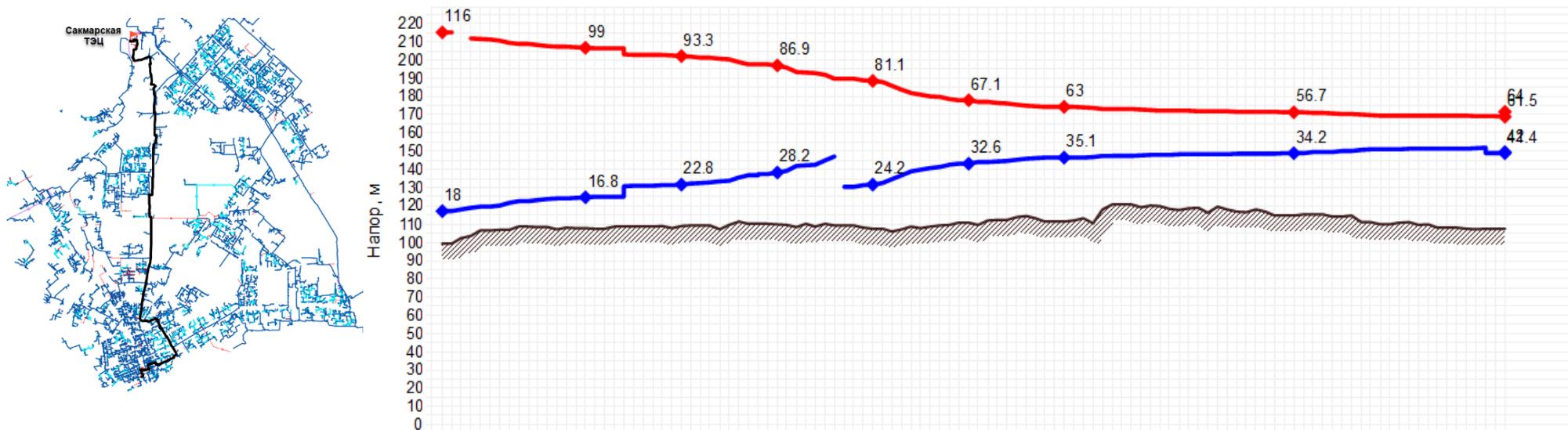
В качестве исходных данных были получены измерения в контрольных точках по основным магистралям системы теплоснабжения в соответствии с существующим режимом в отопительный период. Контрольными точками выступают ЦТП от Сакмарской ТЭЦ на которых в постоянном режиме ведётся запись параметров сетевой воды – давление в подающем и обратном трубопроводах, в некоторых ЦТП расход теплоносителя и температуры. (см. Приложение 1)

При поверке на температуру наружного воздуха (далее Т_{нв}), равную -10,5°C и температуру в подающем трубопроводе (далее Т_{под}), равную 104 °C расход сетевой воды в модели 14 250 отличается от фактического, где расход составлял около 14 500 т/ч, отклонение 2%.

Ниже приведены пьезометрические графики от источников тепловой энергии до ЦТП и тепловых камер, где ведутся постоянные 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 как правило 5%.

Т а б л и ц а 2 – Параметры теплоносителя на выходе из источников тепловой энергии

Наименование источника	Сакмарская ТЭЦ
Температура воды в подающем трубопроводе, °C	104
Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	116
Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	18
Располагаемый напор на выходе из источника, м вод. ст.	98
Температура наружного воздуха, Т _{нв} , °C	-10,5
Расход сетевой воды от ТЭЦ, т/ч	14 250



Наименование узла	Сакмарская ТЭЦ	ТК 6.5	ТК 1.18	ТК 1.28	ТК 1.36	ТК 1.43а	Разветвление на ул.Корецкой	ТК 1.53/34	ЦТП 75
Геодезическая высота, м	99	107.6	108.7	109.79	107.3	110.5	111.15	114.5	107.4
Полный напор в обр. тр-де, м	117	124.4	131.5	138	131.5	143.1	146.2	148.7	148.8
Располагаемый напор, м	97.997	82.186	70.462	58.688	56.908	34.542	27.881	22.525	20.05
Длина участка, м	0.1	113.2	148.9	149.1	111.2	133.9	55.2	33.1	
Диаметр участка, м	1.2	1	1	0.804	0.804	0.804	0.804	0.414	
Потери напора в под. тр-де,	0	0.239	0.465	1.047	0.747	0.629	0.112	0.025	
Потери напора в обр. тр-де,	0	0.265	0.506	1.147	0.813	0.66	0.095	0.031	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	3.831	1.211	1.459	1.909	1.895	1.627	1.039	0.397	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-3.676	-1.017	-1.325	-1.74	-1.728	-1.469	-0.902	-0.384	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	4.037	1.621	2.403	5.405	5.168	3.616	1.555	0.584	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	4.068	1.798	2.612	5.916	5.62	3.794	1.324	0.727	
Расход в под. тр-де, т/ч	14930.16	3278.32	3949.34	3341.11	3316.66	2848.51	1817.88	184.55	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-14780.42	-2834.65	-3694.25	-3137.32	-3114.56	-2649.77	-1627.08	-183.46	

Рисунок 10 – Пьезометрический путь до наиболее отдалённого от Сакмарской ТЭЦ до ЦТП №75, путь 13,6 км, располагаемый напор 16 м вод.ст. Фактические параметры 67/48 м вод.ст.

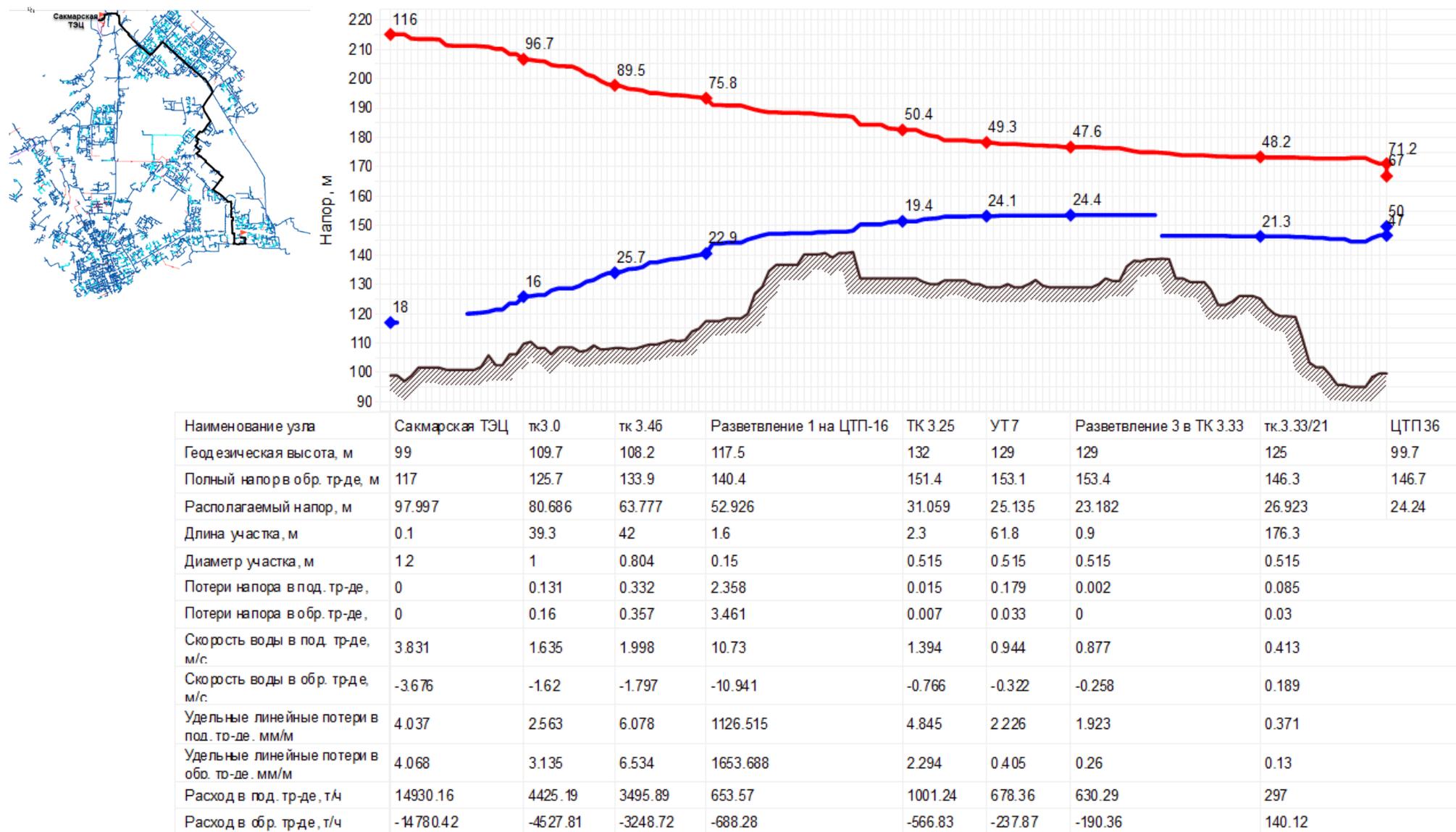


Рисунок 11 – Пьезометрический путь до наиболее отдалённого от Сакмарской ТЭЦ до ЦТП №36, путь 15,5 км, располагаемый напор 24 м вод.ст. Фактические параметры 78/49 м вод.ст.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 № 154 (в ред. Постановления Правительства РФ от 31.05.2022 №997) «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».
3. Постановление Правительства РФ от 08.08.2012 N 808 (ред. от 25.11.2021) «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
4. «Методические указания по разработке схем теплоснабжения». Утверждены приказом Минэнерго России и Минрегиона России от 05.03.2019 г. № 212.
5. Приказ Минрегиона РФ от 28.12.2009 N 610 «Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок»
6. Приказ Минстроя России от 17.03.2014 N 99/пр «Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.09.2014 N 34040)
7. Приказ Минэнерго России от 24.03.2003 № 115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок»
8. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Минрегион России, 2012 г.
9. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». Минстрой России, 2021 г.
10. МДК 4-05.2004 «Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения». Госстрой России, 2014 г.
11. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения, Апарцев М.М., Москва, «Энергоатомиздат», 1983 г.
12. Справочник строителя тепловых сетей, С. Е. Захаренко, Ю. С. Захаренко, И. С. Никольский, М. А. Пищиков; Под общ. ред. С. Е. Захаренко. - 2-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1984 г.
13. Выбор оптимальной схемы энергоснабжения промышленного района: Методические указания / В.В. Бологова, А.Г. Зубкова, О.А. Лыкова, И.В. Мастерова. – М.: Издательство МЭИ, 2006.
14. Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов, ОАО «Газпром промгаз», Москва, 2013 г.

Приложение 1. Данные по калибровке электронной модели

Т а б л и ц а 3 – Сравнение давлений теплоносителя на вводах в ЦТП (После калибровки)

Sys	Адрес	Zulu			Факт			Отклонение, %		
		Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
36195	Оренбург г, 16 Линия ул, д. 16 (ЦТП №132)	46,03	8,71	30,21	48,42	7,91	31,67	-5%	+10%	-5%
98886	Оренбург г, 70 лет ВЛКСМ мкр, д. 28А (ЦТП №89)	76,58	24,84	74,40	72,00	36,00	116,05	+6%	-31%	-36%
99368	Оренбург г, 70 лет ВЛКСМ мкр, д. 9А (ЦТП №100)	75,96	28,98	55,25	74,95	34,46	100,20	+1%	-16%	-45%
37949	Оренбург г, Аксакова ул, д. 22Д (ЦТП №50)	47,55	22,66	25,75	55,00	22,00	35,89	-14%	+3%	-28%
38593	Оренбург г, Аксакова ул, д. 23 (ЦТП №49 (к. ОКБ-1))	43,84	19,13	50,87	52,00	0,00	52,97	-16%	-	-4%
108435	Оренбург г, Аксакова ул, д. 23А (ЦТП №121)	43,59	19,07	18,73	47,82	19,25	13,10	-9%	-1%	+43%
71607	Оренбург г, Алтайская ул, д. 2/2 (ЦТП №38)	70,59	43,62	29,93	72,00	42,00	33,85	-2%	+4%	-12%
129453	Оренбург г, Березка ул, д. 2/1 (ЦТП №90)	80,83	22,94	13,16	78,00	23,00	20,29	+4%	-0%	-35%
90989	Оренбург г, Братская ул, д. 3/1 (ЦТП №6)	94,49	20,60	64,89	86,00	23,00	73,61	+10%	-10%	-12%
101302	Оренбург г, Братьев Башиловых ул, д. 12/1 (ЦТП №147 (Бр. Башиловых))	81,77	35,31	84,03	нд	нд	75,13	-	-	+12%
50378	Оренбург г, Братьев Коростелевых пр-кт, д. 52 (ЦТП №152 (Гидропресс))	65,70	58,87	273,60	нд	нд	259,38	-	-	+5%
92759	Оренбург г, Брестская ул, д. 16/1 (ЦТП №14)	79,34	25,88	83,16	81,00	31,00	60,34	-2%	-17%	+38%
126574	Оренбург г, Брестская ул, д. 30/2 (ЦТП №29)	65,71	20,80	83,77	71,00	28,00	77,53	-7%	-26%	+8%
126906	Оренбург г, Брестская ул, д. 30/2 (ЦТП №28)	65,37	21,12	72,78	72,00	27,00	67,41	-9%	-22%	+8%
126495	Оренбург г, Брестская ул, д. 5А (ЦТП №56)	71,43	25,61	66,84	72,00	33,00	79,57	-1%	-22%	-16%
130667	Оренбург г, Волгоградская ул, д. 1/5 (ЦТП №95)	94,10	24,62	25,75	87,43	27,69	21,83	+8%	-11%	+18%
127795	Оренбург г, Волгоградская ул, д. 24Д (ЦТП №101)	94,62	21,70	155,60	86,58	0,00	159,20	+9%	-	-2%
128694	Оренбург г, Волгоградская ул, д. 4 (ЦТП №7)	95,27	20,67	55,35	86,00	24,00	52,85	+11%	-14%	+5%
130848	Оренбург г, Волгоградская ул, д. 44А (ЦТП №19)	88,46	23,91	66,14	85,00	29,00	67,28	+4%	-18%	-2%
130605	Оренбург г, Волгоградская ул, д. 5 (ЦТП №99)	92,79	23,39	9,23	90,18	29,27	11,29	+3%	-20%	-18%
49507	Оренбург г, Володарского ул, д. 16/1 (ЦТП №115)	56,14	39,02	16,06	0,00	35,88	81,71	-	+9%	-80%

Zulu					Факт			Отклонение, %		
Sys	Адрес	Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
49507	Оренбург г, Володарского ул, д. 16/1 (ЦТП №115)	56,14	39,02	16,06	0,00	35,88	8,39	-	+9%	+91%
100267	Оренбург г, Ворошилова ул, д. 2 (ЦТП №128)	101,92	30,15	30,53	58,63	29,66	42,74	+74%	+2%	-29%
91446	Оренбург г, Всесоюзная ул, д. 14/1 (ЦТП №9)	90,88	25,95	103,30	83,00	29,00	100,58	+9%	-11%	+3%
92170	Оренбург г, Всесоюзная ул, д. 5 (ЦТП №12)	86,66	26,19	132,97	нд	нд	115,77	-	-	+15%
98819	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 23А к 1 стр 1 (ЦТП №88 (к. Горбольница))	72,45	45,09	52,76	75,00	46,00	51,76	-3%	-2%	+2%
71605	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 25 (ЦТП №36)	71,20	46,96	108,36	78,00	49,00	120,74	-9%	-4%	-10%
96229	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 25Б (ЦТП №87)	70,66	46,90	10,44	76,00	49,00	13,16	-7%	-4%	-21%
96192	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 27/1 (ЦТП №35)	73,03	44,75	21,91	74,00	45,00	28,42	-1%	-1%	-23%
99824	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 2Ж (ЦТП №116)	61,48	39,16	5,37	66,50	31,21	16,80	-8%	+25%	-68%
96042	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 31/1 (ЦТП №33)	77,41	44,45	68,39	80,00	40,00	71,56	-3%	+11%	-4%
99810	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 33/5 (ЦТП №113)	70,84	37,31	5,06	76,49	40,78	8,41	-7%	-8%	-40%
96117	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 35 (ЦТП №34)	71,36	38,76	43,22	нд	нд	42,62	-	-	+1%
95967	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 37/1 (ЦТП №32)	75,61	42,50	69,04	80,00	41,00	79,02	-5%	+4%	-13%
27491	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 44/2 (ЦТП №37)	60,51	40,08	137,72	70,00	36,00	78,30	-14%	+11%	+76%
26905	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 47 (ЦТП №86)	76,13	43,68	38,92	84,00	44,00	39,33	-9%	-1%	-1%
27368	Оренбург г, Гагарина пр-кт, д. 58/1 (ЦТП №114)	63,36	29,28	14,96	70,77	31,65	14,57	-10%	-7%	+3%
27343	Оренбург г, Газовиков проезд, д. 20 (ЦТП №59)	63,92	31,25	80,82	нд	нд	97,41	-	-	-17%
95725	Оренбург г, Газовиков проезд, д. 26 (ЦТП №31)	59,26	32,27	77,67	нд	нд	94,98	-	-	-18%
104737	Оренбург г, Геннадия Донковцева ул, д. 5/1 (ЦТП №143 (Оренбуржье))	76,57	49,60	36,36	нд	нд	48,13	-	-	-24%
101671	Оренбург г, Госпитальный пер, д. 7Д (ЦТП №153 (к. Госпиталь))	78,13	44,35	34,34	нд	нд	30,20	-	-	+14%
94759	Оренбург г, Джангильдина ул, д. 16/1 (ЦТП №26)	69,07	24,31	78,78	69,00	27,00	79,81	+0%	-10%	-1%
94356	Оренбург г, Джангильдина ул, д. 18/1 (ЦТП №23)	68,28	25,60	11,97	71,00	28,00	24,00	-4%	-9%	-50%
128248	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 11/1 (ЦТП №4)	87,17	25,44	90,88	нд	нд	86,93	-	-	+5%
128068	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 17/2 (ЦТП №2)	89,22	22,29	99,34	82,00	24,00	107,70	+9%	-7%	-8%
91759	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 27/3 (ЦТП №10)	89,70	23,33	94,36	85,00	30,00	83,69	+6%	-22%	+13%

Zulu					Факт			Отклонение, %		
Sys	Адрес	Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
92064	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 35/2 (ЦТП №11)	88,43	23,18	82,99	77,00	28,00	89,22	+15%	-17%	-7%
130220	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 40/1 (ЦТП №77)	88,25	21,45	40,30	87,00	28,00	42,46	+1%	-23%	-5%
128419	Оренбург г, Дзержинского пр-кт, д. 7/1 (ЦТП №5)	86,82	25,84	100,68	81,00	26,00	93,59	+7%	-1%	+8%
127335	Оренбург г, Дружбы ул, д. 3/6 (ЦТП №16)	71,49	25,39	79,77	74,00	28,00	77,82	-3%	-9%	+3%
99998	Оренбург г, Заводская ул, д. 30 (ЦТП №127)	98,78	26,80	38,32	нд	нд	50,75	-	-	-24%
37958	Оренбург г, Знаменский проезд, д. 2 (ЦТП №72)	53,45	33,20	104,34	58,00	35,00	112,00	-8%	-5%	-7%
99926	Оренбург г, Индивидуальная ул, д. 7/1 (ЦТП №122)	61,09	18,40	10,19	нд	нд	10,86	-	-	-6%
100342	Оренбург г, Калининградская ул, д. 190 (ЦТП №129)	89,77	30,09	4,41	нд	нд	13,43	-	-	-67%
100342	Оренбург г, Калининградская ул, д. 190 (ЦТП №129)	89,77	30,09	4,41	нд	нд	2,33	-	-	+89%
98903	Оренбург г, Карагандинская ул, д. 110 (ЦТП №91)	-	-	-	57,97	29,46	12,46	-	-	-100%
126045	Оренбург г, Каширина пер, д. 5 (ЦТП №75)	61,45	41,40	81,75	67,00	48,00	108,10	-8%	-14%	-24%
38579	Оренбург г, Комсомольская ул, д. 180 (ЦТП №125 (к. Инф. бол.))	71,34	32,42	23,54	78,42	29,93	26,84	-9%	+8%	-12%
129369	Оренбург г, Конституции СССР ул, д. 1/3 (ЦТП №3)	83,17	21,77	51,05	79,00	23,00	45,05	+5%	-5%	+13%
129004	Оренбург г, Конституции СССР ул, д. 23/1 (ЦТП №8)	94,76	19,94	97,38	0,00	22,00	35,39	-	-9%	+175%
37973	Оренбург г, Курганская ул, д. 1 (ЦТП №103)	49,44	29,78	100,27	51,45	31,79	116,55	-4%	-6%	-14%
97923	Оренбург г, Лабужского ул, д. 10/3 (ЦТП №64)	87,90	32,57	106,36	нд	нд	87,84	-	-	+21%
15896	Оренбург г, Ленинская ул, д. 65Д (ЦТП №135)	51,17	28,84	21,19	нд	нд	19,86	-	-	+7%
74979	Оренбург г, Лесозащитная ул, д. 14 (ЦТП №134)	47,09	20,58	15,28	0,00	20,84	16,08	-	-1%	-5%
99250	Оренбург г, Липовая ул, д. 5А (ЦТП №98)	58,58	22,19	158,07	нд	нд	93,95	-	-	+68%
73390	Оренбург г, Луговая ул, д. 84 (ЦТП №74)	44,50	17,67	89,31	45,00	20,00	101,97	-1%	-12%	-12%
104849	Оренбург г, Лукиана Попова ул, д. 46 (ЦТП №106)	75,66	34,34	44,23	81,30	32,02	63,82	-7%	+7%	-31%
71609	Оренбург г, Мало-Луговая ул, д. 1А (ЦТП №39)	74,22	47,52	18,94	80,00	51,00	16,69	-7%	-7%	+13%
98944	Оренбург г, Мискинова ул, д. 32 (ЦТП №92)	58,64	35,21	6,84	68,74	31,90	3,22	-15%	+10%	+112%
99154	Оренбург г, Монтажник ул, д. 34/6 (ЦТП №97)	42,13	21,73	13,36	47,42	0,00	9,89	-11%	-	+35%
98311	Оренбург г, Народная ул, д. 23/1 (ЦТП №83)	83,70	28,81	18,28	81,00	29,00	22,64	+3%	-1%	-19%

Zulu					Факт			Отклонение, %		
Sys	Адрес	Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
97575	Оренбург г, Невельская ул, д. 24 (ЦТП №54 (к. ОКБ-2))	58,38	29,85	58,42	0,00	26,00	43,22	-	+15%	+35%
101034	Оренбург г, Новая ул, д. 11/1 (ЦТП №150 (Хлебный городок №2))	78,58	20,61	80,60	нд	нд	68,84	-	-	+17%
96290	Оренбург г, Новая ул, д. 12/4 (ЦТП №40)	87,55	22,90	103,05	91,00	27,00	89,74	-4%	-15%	+15%
99762	Оренбург г, Новая ул, д. 2/1 (ЦТП №104)	81,10	26,80	15,15	83,63	31,64	15,58	-3%	-15%	-3%
96561	Оренбург г, Новая ул, д. 8/1 (ЦТП №41)	85,04	23,17	139,16	нд	нд	97,12	-	-	+43%
96777	Оренбург г, Ноябрьская ул, д. 44/1 (ЦТП №42)	86,19	27,00	88,11	93,00	30,00	78,33	-7%	-10%	+12%
97097	Оренбург г, Ноябрьская ул, д. 52/1 (ЦТП №43)	82,15	22,65	86,02	94,00	30,00	62,41	-13%	-25%	+38%
97295	Оренбург г, Ноябрьская ул, д. 58/1 (ЦТП №44)	86,27	26,08	74,67	93,00	27,00	71,19	-7%	-3%	+5%
105249	Оренбург г, Орджоникидзе ул, д. 85 (ЦТП №53)	62,63	35,51	106,81	нд	нд	116,20	-	-	-8%
#Н/Д	Оренбург г, Орлова ул, д. 24Б (ЦТП №123)	#Н/Д	#Н/Д		82,29	44,73	4,67	-	-	-100%
#Н/Д	Оренбург г, Парковый пр-кт, д. 32 (ЦТП №96)	#Н/Д	#Н/Д		нд	нд	9,93	-	-	-100%
28465	Оренбург г, Победы пр-кт, д. 107 (ЦТП №124)	57,56	34,84	31,45	66,06	32,73	44,48	-13%	+6%	-29%
101445	Оренбург г, Победы пр-кт, д. 164/2 (ЦТП №145 (Заря))	57,60	25,03	142,64	62,15	29,67	130,39	-7%	-16%	+9%
37960	Оренбург г, Победы пр-кт, д. 75 (ЦТП №131)	57,53	30,64	19,19	нд	нд	20,10	-	-	-5%
24054	Оренбург г, Поселок Ростоши мкр, Нежинское шоссе ул, д. 4 (ЦТП №109)	54,02	30,60	29,85	0,00	21,24	34,27	-	+44%	-13%
38393	Оренбург г, Постникова ул, д. 11 (ЦТП №45)	58,80	33,33	152,16	72,00	37,00	147,72	-18%	-10%	+3%
30599	Оренбург г, Потехина ул, д. 28Д (ЦТП №102)	73,30	54,66	67,45	76,73	55,15	82,98	-4%	-1%	-19%
101776	Оренбург г, Привокзальная пл, д. 7 (ЦТП №81)	76,80	50,81	105,55	84,00	52,00	100,61	-9%	-2%	+5%
15788	Оренбург г, Пролетарская ул, д. 263 (ЦТП №148 (Пролетарская))	81,55	35,15	117,63	нд	нд	69,88	-	-	+68%
38322	Оренбург г, Пролетарская ул, д. 263/2 (ЦТП №151 (Хлебный городок №3))	80,10	30,90	34,14	нд	нд	26,56	-	-	+29%
37957	Оренбург г, Пролетарская ул, д. 267/3 (ЦТП №149 (Хлебный городок №1))	75,12	26,61	92,73	70,72	0,00	67,52	+6%	-	+37%
95608	Оренбург г, Промысловый проезд, д. 6 (ЦТП №30)	62,10	37,31	50,37	нд	нд	59,40	-	-	-15%
94405	Оренбург г, Просторная ул, д. 10/2 (ЦТП №24)	72,22	24,72	51,37	71,00	26,00	45,93	+2%	-5%	+12%
95089	Оренбург г, Просторная ул, д. 16 (ЦТП №27)	64,53	25,67	45,33	66,00	29,00	43,44	-2%	-11%	+4%
94204	Оренбург г, Просторная ул, д. 6/1 (ЦТП №22)	73,76	23,23	65,78	77,00	27,00	61,70	-4%	-14%	+7%

Sys	Адрес	Zulu			Факт			Отклонение, %		
		Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
94642	Оренбург г, Родимцева ул, д. 10/1 (ЦТП №25)	72,97	25,83	80,91	71,00	28,00	79,88	+3%	-8%	+1%
130989	Оренбург г, Родимцева ул, д. 16/1 (ЦТП №78)	73,15	25,18	11,73	74,00	29,00	21,92	-1%	-13%	-46%
129706	Оренбург г, Родимцева ул, д. 9/1 (ЦТП №17)	75,96	29,32	61,49	77,00	33,00	79,49	-1%	-11%	-23%
129881	Оренбург г, Салмышская ул, д. 11/1 (ЦТП №142)	77,03	23,98	26,93	80,54	31,34	29,35	-4%	-23%	-8%
99071	Оренбург г, Салмышская ул, д. 13 (ЦТП №94 (к. МСЧ-2))	80,58	27,33	55,30	78,41	0,00	6,86	+3%	-	+706%
130142	Оренбург г, Салмышская ул, д. 16/1 (ЦТП №15)	78,48	25,24	65,98	77,00	33,00	73,50	+2%	-24%	-10%
94099	Оренбург г, Салмышская ул, д. 19/1 (ЦТП №21)	76,13	23,90	50,98	71,00	29,00	42,38	+7%	-18%	+20%
130499	Оренбург г, Салмышская ул, д. 3/1 (ЦТП №18)	90,57	23,98	89,06	86,00	25,00	79,95	+5%	-4%	+11%
99001	Оренбург г, Салмышская ул, д. 35 (ЦТП №93)	62,05	22,88	98,33	67,51	38,68	114,70	-8%	-41%	-14%
100458	Оренбург г, Салмышская ул, д. 44/1Д (ЦТП №136)	45,65	11,50	92,07	нд	нд	159,56	-	-	-42%
100393	Оренбург г, Салмышская ул, д. 52/1Д (ЦТП №138)	44,90	12,57	58,53	нд	нд	137,35	-	-	-57%
93911	Оренбург г, Салмышская ул, д. 9 (ЦТП №20)	87,86	21,82	47,35	81,00	24,00	49,32	+8%	-9%	-4%
25583	Оренбург г, Саратовский пер, д. 5 (ЦТП №111)	-	-	-	81,26	0,00	8,65	-	-	-100%
129270	Оренбург г, Сергея Лазо ул, д. 11/1 (ЦТП №80)	84,59	23,39	102,19	76,00	26,00	108,14	+11%	-10%	-6%
50848	Оренбург г, Сухарева ул, д. 40Д (ЦТП №144 (Радиатор))	70,74	42,34	32,98	76,02	0,00	33,98	-7%	-	-3%
90219	Оренбург г, Театральная ул, д. 9А (ЦТП №1)	84,86	20,72	85,40	81,00	25,00	76,99	+5%	-17%	+11%
#Н/Д	Оренбург г, Терешковой ул, д. 13 (ЦТП №62)	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	71,00	38,00	6,19	-	-	-100%
#Н/Д	Оренбург г, Терешковой ул, д. 146 (ЦТП №154 (МЧС))	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	нд	нд	5,63	-	-	-100%
98663	Оренбург г, Терешковой ул, д. 247/2 (ЦТП №85)	88,84	22,02	101,01	92,00	28,00	79,72	-3%	-21%	+27%
98470	Оренбург г, Терешковой ул, д. 251/2 (ЦТП №84)	87,87	21,77	96,18	91,00	32,00	83,44	-3%	-32%	+15%
97407	Оренбург г, Терешковой ул, д. 4 (ЦТП №47)	50,12	22,91	70,88	52,00	25,00	53,20	-4%	-8%	+33%
74897	Оренбург г, Терешковой ул, д. 77/1 (ЦТП №117)	63,99	32,57	54,92	69,96	31,85	56,87	-9%	+2%	-3%
130987	Оренбург г, Тихая ул, д. 6 (ЦТП №118 (ОМОН))	80,89	13,95	9,70	нд	нд	10,84	-	-	-11%
99901	Оренбург г, Транспортная ул, д. 12 (ЦТП №119)	44,99	18,59	26,62	45,63	19,23	29,73	-1%	-3%	-10%
38567	Оренбург г, Туркестанская ул, д. 4Б (ЦТП №48)	43,44	19,10	96,43	55,00	26,00	106,10	-21%	-27%	-9%
37935	Оренбург г, Туркестанская ул, д. 57/1 (ЦТП №57)	60,61	40,53	125,98	нд	нд	138,34	-	-	-9%
144261	Оренбург г, Чкалова ул, д. 26/2 (ЦТП №67/1)	60,46	40,04	186,38	62,00	36,00	173,44	-2%	+11%	+7%
143921	Оренбург г, Чкалова ул, д. 33 (ЦТП №70/1)	68,10	45,66	36,10	71,00	46,00	34,47	-4%	-1%	+5%

Zulu					Факт			Отклонение, %		
Sys	Адрес	Давление в подающем трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе Zulu, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды Zulu, т/ч	Давление в подающем трубопроводе факт, м вод.ст.	Давление в обратном трубопроводе факт, м вод.ст.	Суммарный расход сетевой воды факт, т/ч	Отклонение от факта, давление в подающем	Отклонение от факта, давление в обратном	Отклонение от факта, суммарный расход сетевой воды
97824	Оренбург г, Чкалова ул, д. 3А (ЦТП №60)	59,58	37,00	83,83	нд	нд	104,97	-	-	-20%
38332	Оренбург г, Чкалова ул, д. 55 (ЦТП №79)	69,53	47,55	93,99	77,00	50,00	110,92	-10%	-5%	-15%
26615	Оренбург г, Чкалова ул, д. 70/1 (ЦТП №58)	59,97	37,42	72,94	нд	нд	85,53	-	-	-15%
98271	Оренбург г, Шевченко ул, д. 18/2 (ЦТП №82)	80,57	38,06	23,67	87,00	22,00	23,32	-7%	+73%	+1%
92528	Оренбург г, Юных Ленинцев ул, д. 7/1 (ЦТП №13)	78,83	24,90	71,38	81,00	31,00	66,94	-3%	-20%	+7%