

**ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КРАСНОГУЛЯЕЕВСКОЕ ГОРОДСКОЕ ПОСЕЛЕНИЕ
СЕНГИЛЕЕВСКОГО РАЙОНА
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	3
3.1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов	7
3.2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения	10
3.3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	12
3.4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	13
3.5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	20
3.6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	20
3.7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	20
3.8. Расчет показателей надежности теплоснабжения	26
3.9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	31
3.10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	31

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЯ

Разработчиком Схемы теплоснабжения была выполнена электронная модель в программно-расчетном комплексе ZuluThermo 2021. (разработчик ПРК – компания «Политерм», г. Санкт-Петербург).

Электронная модель системы теплоснабжения содержит:

- а) графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе муниципального образования и с полным топологическим описанием связности объектов;
- б) паспортизацию объектов системы теплоснабжения;
- в) паспортизацию и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное;
- г) гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе - гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;
- д) моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе - переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- е) расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку;
- ж) расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя;
- з) расчет показателей надежности теплоснабжения;
- и) групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;
- к) сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.

Информационно-географическая система «Zulu».

Информационно-географическая система Zulu, разработанная компанией ООО «Политерм», г. Санкт-Петербург, предназначена для разработки приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных. Входящий в состав этой системы пакет ZuluThermo позволяет создавать электронные модели систем теплоснабжения.

Расчеты ZuluThermo могут работать как в тесной интеграции с геоинформационной системой (в виде модуля расширения ГИС), так и в виде отдельной библиотеки компонентов, которые позволяют выполнять расчеты из приложений пользователей.

С помощью данного продукта возможна реализация следующего состава задач:

Построение расчетной модели тепловой сети.

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

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.

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 так далее.

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

Конструкторский расчет тепловой сети

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

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

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

Расчет требуемой температуры на источнике.

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

Коммутационные задачи.

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

Построение пьезометрических графиков.

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

Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию.

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются

суммарно за год. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии. Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.






3.1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, 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 муниципального образования Красногуляевское городское поселение Сенгилеевского района были использованы схемы тепловых сетей 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, тепловые камеры, задвижки, потребители и т.д.

Различаются следующие основные технологические типы узлов:

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

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 Красногуляевского городского поселения, 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, 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 муниципального образования.

Общий вид разработанной электронной модели системы теплоснабжения Красногуляевского городского поселения представлен на рисунке 1.

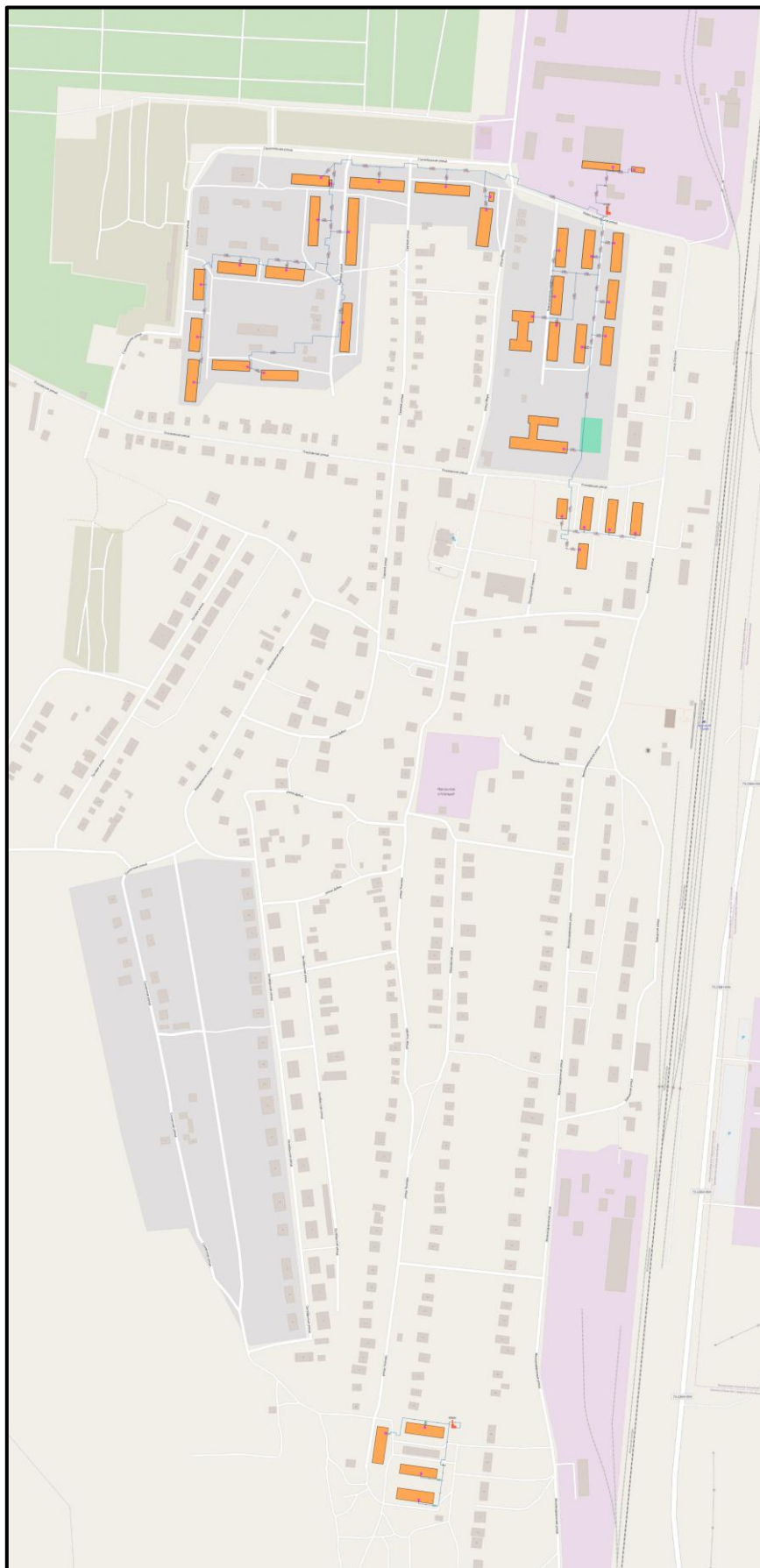


Рисунок 1 – Общий вид электронной модели системы теплоснабжения муниципального образования Красногуляевское городское поселение Сенгилеевского района

3.2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения

Параллельно графическому представлению проводился этап информационного описания объектов системы теплоснабжения:

- источники тепловой энергии;
- потребители;
- участки тепловых сетей.

Основой семантических данных об объектах системы теплоснабжения были данные, предоставленные теплоснабжающей организацией.

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

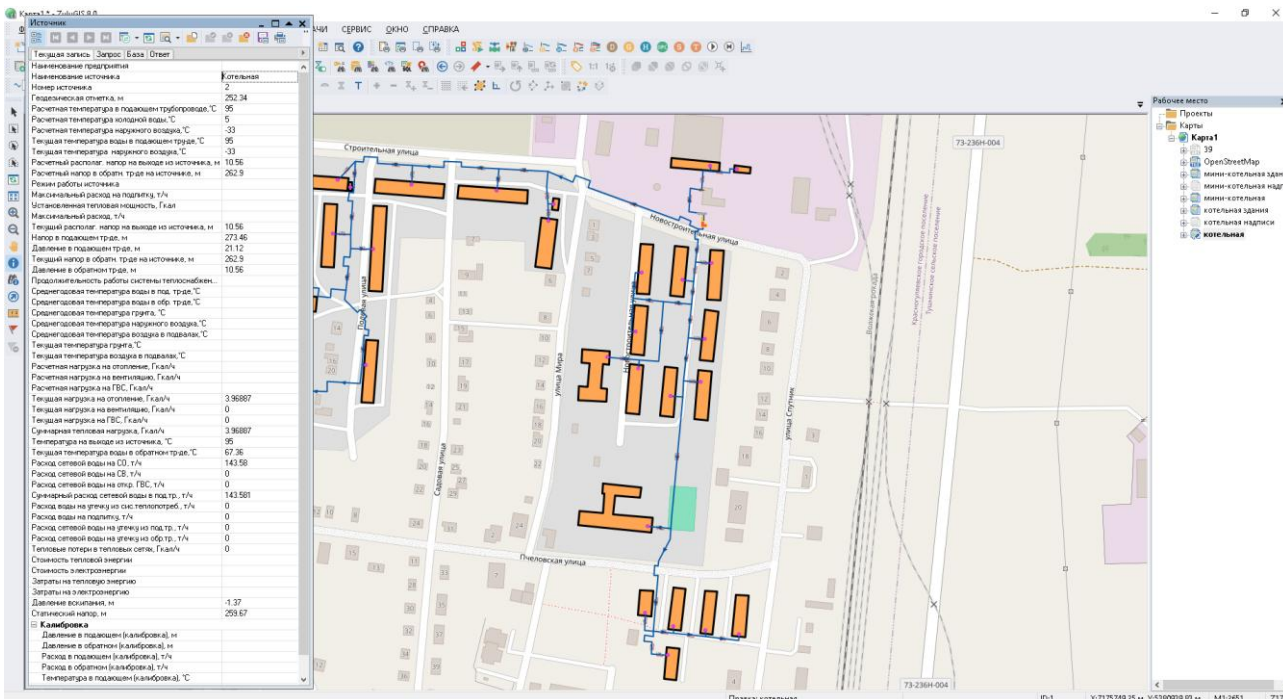


Рисунок 2 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту ИСТОЧНИК

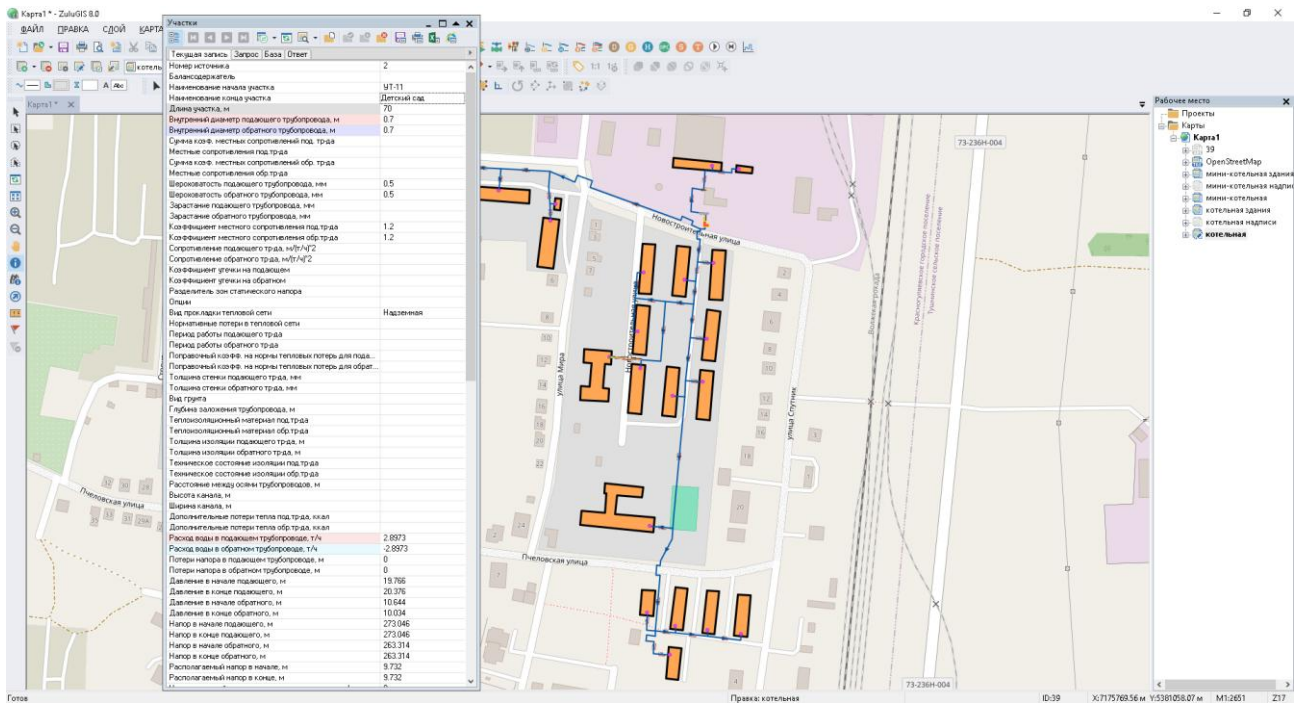


Рисунок 3 – Данные, содержащиеся в электронной модели по объекту участок

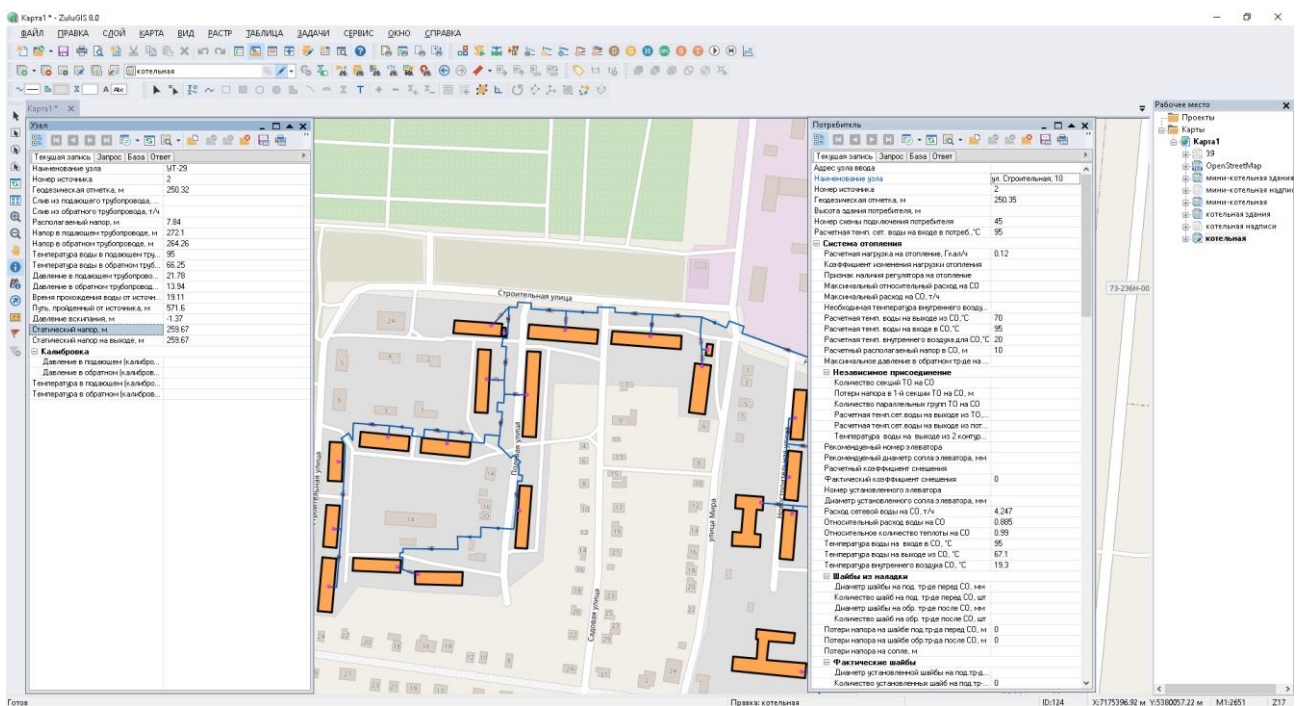


Рисунок 4 – Данные, содержащиеся в электронной модели по потребителю

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

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

Электронная модель позволяет наглядно на топографической основе населенного пункта разграничить и паспортизировать единицы территориального деления.

Таковыми границами территориального деления могут являться кадастровые кварталы, планировочные районы, административные районы и т.д.



Рисунок 5 – Сетка кадастрового деления территории р.п. Красный Гуляй

3.4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени

закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

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:

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

R_T - удельные линейные потери давления, м вод. ст./м;

l - длина участка трубопровода, м

Удельные потери давления на трение вычисляются по формуле:

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.

Таблица 1 – Гидравлический расчет режима работы тепловых сетей котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	Потери напора в подающем трубопроводе, м	Потери напора в обратном трубопроводе, м	Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м	Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м
Котельная	УТ-1	1,00	0,100	0,100	0,72	-0,72	0,00	0,00	0,01	0,01
УТ-3	УТ-4	44,00	0,080	0,080	0,28	-0,28	0,00	0,00	0,01	0,01
УТ-4	Сбербанк	3,00	0,080	0,080	0,28	-0,28	0,00	0,00	0,01	0,01
УТ-3	СТО	0,50	0,020	0,020	0,44	-0,44	0,01	0,01	21,80	21,80
Котельная	УТ-5	18,20	0,250	0,250	142,86	-142,86	0,07	0,07	3,25	3,25
УТ-5	УТ-6	84,20	0,200	0,200	50,64	-50,64	0,14	0,14	1,34	1,34
УТ-6	ул. Новостроительная, 3	13,00	0,050	0,050	3,76	-3,76	0,18	0,18	11,47	11,47
УТ-6	УТ-7	20,00	0,200	0,200	46,88	-46,88	0,03	0,03	1,15	1,15
УТ-7	ул. Новостроительная, 2	12,00	0,050	0,050	3,75	-3,75	0,17	0,17	11,43	11,43
УТ-7	УТ-8	15,00	0,200	0,200	43,13	-43,13	0,02	0,02	0,98	0,98
УТ-8	УТ-9	20,00	0,125	0,125	14,22	-14,22	0,03	0,03	1,28	1,28
УТ-9	УТ-11	120,00	0,100	0,100	6,64	-6,64	0,13	0,13	0,92	0,92
УТ-11	ул. Новостроительная, 6	10,00	0,070	0,070	3,74	-3,74	0,02	0,02	1,93	1,93
УТ-11	Детский сад	70,00	0,700	0,700	2,90	-2,90	0,00	0,00	0,00	0,00
УТ-9	УТ-10	20,00	0,125	0,125	7,59	-7,59	0,01	0,01	0,37	0,37
УТ-10	ул. Новостроительная, 1	20,00	0,100	0,100	3,79	-3,79	0,01	0,01	0,31	0,31
УТ-10	ул. Новостроительная,	20,00	0,100	0,100	3,79	-3,79	0,01	0,01	0,31	0,31

	4									
УТ-8	УТ-12	35,00	0,125	0,125	28,91	-28,91	0,22	0,22	5,18	5,18
УТ-12	ул. Новостроительная, 5	13,00	0,050	0,050	3,66	-3,66	0,17	0,17	10,88	10,88
УТ-12	УТ-13	35,00	0,125	0,125	25,24	-25,24	0,17	0,17	3,96	3,96
УТ-13	ул. Новостроительная, 8	13,00	0,050	0,050	3,60	-3,60	0,16	0,16	10,51	10,51
УТ-13	УТ-14	35,00	0,125	0,125	21,65	-21,65	0,12	0,12	2,92	2,92
УТ-14	ул. Новостроительная, 7	12,00	0,050	0,050	3,55	-3,55	0,15	0,15	10,26	10,26
УТ-14	УТ-15	140,00	0,100	0,100	18,09	-18,09	1,11	1,11	6,62	6,62
УТ-15	Средняя школа	12,00	0,100	0,100	5,43	-5,43	0,01	0,01	0,62	0,62
УТ-15	УТ-16	79,00	0,100	0,100	12,66	-12,66	0,31	0,31	3,27	3,27
УТ-16	Администрация	6,00	0,050	0,050	2,08	-2,08	0,03	0,03	3,57	3,57
УТ-16	УТ-17	30,00	0,100	0,100	8,88	-8,88	0,06	0,06	1,63	1,63
УТ-17	УТ-18	30,00	0,100	0,100	5,74	-5,74	0,03	0,03	0,69	0,69
УТ-18	ул. Железнодорожная 2	20,00	0,050	0,050	2,87	-2,87	0,16	0,16	6,73	6,73
УТ-18	ул. Железнодорожная 2А	20,00	0,050	0,050	2,87	-2,87	0,16	0,16	6,73	6,73
УТ-17	ул. Железнодорожная 2Б	20,00	0,050	0,050	3,14	-3,14	0,19	0,19	8,02	8,02
УТ-16	УТ-19	19,00	0,050	0,050	1,70	-1,70	0,06	0,06	2,41	2,41
УТ-19	Амбулатория	6,00	0,050	0,050	1,70	-1,70	0,02	0,02	2,41	2,41
УТ-5	УТ-20	136,00	0,250	0,250	92,22	-92,22	0,22	0,22	1,36	1,36
УТ-20	УТ-21	40,00	0,070	0,070	6,63	-6,63	0,29	0,29	5,94	5,94
УТ-21	ул. Мира, 4	22,00	0,070	0,070	6,49	-6,49	0,15	0,15	5,70	5,70
УТ-21	Магазин ИП	22,00	0,032	0,032	0,14	-0,14	0,00	0,00	0,15	0,15

	Бектяскина Ю. Н.									
УТ-20	УТ-22	52,00	0,250	0,250	85,60	-85,60	0,07	0,07	1,18	1,18
УТ-22	ул. Садовая, 1	25,00	0,070	0,070	11,16	-11,16	0,50	0,50	16,69	16,69
УТ-22	УТ-23	112,00	0,250	0,250	74,44	-74,44	0,12	0,12	0,89	0,89
УТ-23	ул. Садовая, 2	25,00	0,070	0,070	11,50	-11,50	0,53	0,53	17,73	17,73
УТ-23	УТ-24	54,40	0,250	0,250	62,93	-62,93	0,04	0,04	0,64	0,64
УТ-24	ул. Полевая, 2	40,00	0,070	0,070	9,23	-9,23	0,55	0,55	11,45	11,45
УТ-24	УТ-25	30,00	0,200	0,200	53,70	-53,70	0,05	0,05	1,50	1,50
УТ-25	Магазин Федоров Ю.И.	3,00	0,032	0,032	0,05	-0,05	0,00	0,00	0,02	0,02
УТ-25	УТ-26	53,00	0,200	0,200	53,65	-53,65	0,10	0,10	1,50	1,50
УТ-26	ул. Полевая, 4	26,00	0,070	0,070	9,36	-9,36	0,37	0,37	11,79	11,79
УТ-26	УТ-27	17,00	0,200	0,200	44,29	-44,29	0,02	0,02	1,03	1,03
УТ-27	ул. Полевая, 1	10,00	0,100	0,100	12,96	-12,96	0,04	0,04	3,42	3,42
УТ-27	УТ-28	30,00	0,125	0,125	31,33	-31,33	0,22	0,22	6,08	6,08
УТ-28	УТ-29	69,00	0,100	0,100	16,22	-16,22	0,44	0,44	5,33	5,33
УТ-29	ул. Строительная, 10	2,00	0,070	0,070	4,25	-4,25	0,01	0,01	2,47	2,47
УТ-29	УТ-30	68,00	0,100	0,100	11,97	-11,97	0,24	0,24	2,93	2,93
УТ-30	ул. Строительная, 9	2,00	0,050	0,050	3,08	-3,08	0,02	0,02	7,74	7,74
УТ-30	УТ-31	53,00	0,100	0,100	8,89	-8,89	0,10	0,10	1,63	1,63
УТ-31	ул. Строительная, 7	12,00	0,100	0,100	2,54	-2,54	0,00	0,00	0,14	0,14
УТ-31	УТ-32	70,00	0,100	0,100	6,36	-6,36	0,07	0,07	0,84	0,84
УТ-32	ул. Строительная, 8	12,00	0,100	0,100	2,51	-2,51	0,00	0,00	0,14	0,14
УТ-32	ул. Строительная, 11	37,00	0,100	0,100	3,84	-3,84	0,01	0,01	0,32	0,32
УТ-28	УТ-33	76,00	0,100	0,100	15,11	-15,11	0,42	0,42	4,63	4,63
УТ-33	ул. Полевая, 3	2,00	0,040	0,040	8,36	-8,36	0,44	0,44	184,06	184,06
УТ-33	УТ-34	195,00	0,070	0,070	6,74	-6,74	1,44	1,44	6,15	6,15
УТ-34	ул. Строительная,	25,00	0,070	0,070	3,36	-3,36	0,05	0,05	1,56	1,56

	13									
УТ-34	ул. Строительная, 12	1,50	0,050	0,050	3,38	-3,38	0,02	0,02	9,30	9,30
УТ-1	Смена диаметра	48,00	0,100	0,100	0,72	-0,72	0,00	0,00	0,01	0,01
Смена диаметра	УТ-3	7,00	0,080	0,080	0,72	-0,72	0,00	0,00	0,04	0,04

Таблица 2 – Гидравлический расчет режима работы тепловых сетей мини-котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	Потери напора в подающем трубопроводе, м	Потери напора в обратном трубопроводе, м	Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м	Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м
Мини-котельная	УТ-1	21	0,080	0,080	13,37	-13,37	0,30	0,30	11,79	11,79
УТ-1	УТ-2	50	0,080	0,080	7,32	-7,32	0,22	0,22	3,58	3,58
УТ-2	Задвижка-1	3	0,050	0,050	4,64	-4,64	0,06	0,06	17,39	17,39
Задвижка-1	ул. Московская, 61	3	0,050	0,050	4,64	-4,64	0,06	0,06	17,39	17,39
УТ-2	Задвижка-2	50	0,070	0,070	2,68	-2,68	0,06	0,06	1,00	1,00
Задвижка-2	ул. Московская, 65	1	0,070	0,070	2,68	-2,68	0,00	0,00	1,00	1,00
УТ-3	Задвижка-3	1	0,050	0,050	3,64	-3,64	0,01	0,01	10,78	10,78
Задвижка-3	ул. Московская, 63	14	0,050	0,050	3,64	-3,64	0,18	0,18	10,78	10,78
УТ-3	Задвижка-4	43	0,050	0,050	2,41	-2,41	0,25	0,25	4,77	4,77
Задвижка-4	ул. Московская, 67	13	0,050	0,050	2,41	-2,41	0,07	0,07	4,77	4,77
УТ-1	Смена диаметра	67	0,100	0,100	6,05	-6,05	0,06	0,06	0,77	0,77
Смена диаметра	УТ-3	17	0,080	0,080	6,05	-6,05	0,05	0,05	2,46	2,46

3.5. 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.

Переключение тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии не предусмотрено. На всех источниках наблюдается резерв мощности.

3.6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии 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. На территории муниципального образования Красногуляевское городское поселение Сенгилеевского района в системе теплоснабжения отсутствует схема подключения, где на одну сеть работают несколько источников теплоснабжения.

3.7. 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.

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.

Таблица 3 – Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Диаметр, м	Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	Тепловые потери от утечки в под. тр-де, ккал/ч	Тепловые потери от утечки в обр. тр-де, ккал/ч	Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч	Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	Температура в начале участка под.тр-да, °С	Температура в конце участка под.тр-да, °С	Температура в начале участка обр.тр-да, °С	Температура в конце участка обр.тр-да, °С
Котельная	УТ-1	1,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	70,58	70,58
УТ-3	УТ-4	44,00	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,60	70,60
УТ-4	Сбербанк	3,00	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,60	70,60
УТ-3	СТО	0,50	0,020	0	0	0	0	0	0	95	95	70,57	70,57
Котельная	УТ-5	18,20	0,250	0	0	0	0	0	0	95	95	67,34	67,34
УТ-5	УТ-6	84,20	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	67,48	67,48
УТ-6	ул. Новостроительная, 3	13,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	69,76	69,76
УТ-6	УТ-7	20,00	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	67,30	67,30
УТ-7	ул. Новостроительная, 2	12,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	69,73	69,73
УТ-7	УТ-8	15,00	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	67,09	67,09
УТ-8	УТ-9	20,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	69,82	69,82
УТ-9	УТ-11	120,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	69,67	69,67
УТ-11	ул. Новостроительная, 6	10,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	69,64	69,64
УТ-11	Детский сад	70,00	0,700	0	0	0	0	0	0	95	95	69,70	69,70
УТ-9	УТ-10	20,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	69,96	69,96
УТ-10	ул. Новостроительная, 1	20,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	69,96	69,96
УТ-10	ул. Новостроительная, 4	20,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	69,96	69,96

УТ-8	УТ-12	35,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	65,74	65,74
УТ-12	ул. Новостроител ьная, 5	13,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	69,16	69,16
УТ-12	УТ-13	35,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	65,25	65,25
УТ-13	ул. Новостроител ьная, 8	13,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	68,75	68,75
УТ-13	УТ-14	35,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	64,67	64,67
УТ-14	ул. Новостроител ьная, 7	12,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	68,47	68,47
УТ-14	УТ-15	140,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	63,92	63,92
УТ-15	Средняя школа	12,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,37	65,37
УТ-15	УТ-16	79,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	63,30	63,30
УТ-16	Администрац ия	6,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	64,04	64,04
УТ-16	УТ-17	30,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	63,02	63,02
УТ-17	УТ-18	30,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	63,03	63,03
УТ-18	ул. Железнодоро жная 2	20,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	63,03	63,03
УТ-18	ул. Железнодоро жная 2А	20,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	63,03	63,03
УТ-17	ул. Железнодоро жная 2Б	20,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	63,00	63,00
УТ-16	УТ-19	19,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	63,83	63,83
УТ-19	Амбулатория	6,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	63,83	63,83
УТ-5	УТ-20	136,00	0,250	0	0	0	0	0	0	95	95	67,26	67,26
УТ-20	УТ-21	40,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	68,94	68,94
УТ-21	ул. Мира, 4	22,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	68,93	68,93
УТ-21	Магазин ИП Бектяскина Ю. Н.	22,00	0,032	0	0	0	0	0	0	95	95	69,30	69,30

УТ-20	УТ-22	52,00	0,250	0	0	0	0	0	0	95	95	67,13	67,13
УТ-22	ул. Садовая, 1	25,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	68,57	68,57
УТ-22	УТ-23	112,00	0,250	0	0	0	0	0	0	95	95	66,92	66,92
УТ-23	ул. Садовая, 2	25,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	68,16	68,16
УТ-23	УТ-24	54,40	0,250	0	0	0	0	0	0	95	95	66,69	66,69
УТ-24	ул. Полевая, 2	40,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	67,99	67,99
УТ-24	УТ-25	30,00	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	66,47	66,47
УТ-25	Магазин Федоров Ю.И.	3,00	0,032	0	0	0	0	0	0	95	95	69,29	69,29
УТ-25	УТ-26	53,00	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	66,47	66,47
УТ-26	ул. Полевая, 4	26,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	68,08	68,08
УТ-26	УТ-27	17,00	0,200	0	0	0	0	0	0	95	95	66,12	66,12
УТ-27	ул. Полевая, 1	10,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	68,90	68,90
УТ-27	УТ-28	30,00	0,125	0	0	0	0	0	0	95	95	64,98	64,98
УТ-28	УТ-29	69,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	66,25	66,25
УТ-29	ул. Строительная, 10	2,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	67,14	67,14
УТ-29	УТ-30	68,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,94	65,94
УТ-30	ул. Строительная, 9	2,00	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	66,31	66,31
УТ-30	УТ-31	53,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,81	65,81
УТ-31	ул. Строительная, 7	12,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	66,01	66,01
УТ-31	УТ-32	70,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,73	65,73
УТ-32	ул. Строительная, 8	12,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,75	65,75
УТ-32	ул. Строительная, 11	37,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	65,71	65,71
УТ-28	УТ-33	76,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	63,60	63,60
УТ-33	ул. Полевая, 3	2,00	0,040	0	0	0	0	0	0	95	95	65,73	65,73
УТ-33	УТ-34	195,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	60,97	60,97

УТ-34	ул. Строительная, 13	25,00	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	60,88	60,88
УТ-34	ул. Строительная, 12	1,50	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	61,06	61,06
УТ-1	Смена диаметра	48,00	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	70,58	70,58
Смена диаметра	УТ-3	7,00	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,58	70,58

Таблица 4 – Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками мини-котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Диаметр, мм	Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	Тепловые потери от утечки в под. тр-де, ккал/ч	Тепловые потери от утечки в обр. тр-де, ккал/ч	Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч	Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	Температура в начале участка под.тр-да, °С	Температура в конце участка под.тр-да, °С	Температура в начале участка обр.тр-да, °С	Температура в конце участка обр.тр-да, °С
Мини-котельная	УТ-1	21	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,26	70,26
УТ-1	УТ-2	50	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,30	70,30
УТ-2	Задвижка-1	3	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,25	70,25
Задвижка-1	ул. Московская, 61	3	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,25	70,25
УТ-2	Задвижка-2	50	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	70,38	70,38
Задвижка-2	ул. Московская, 65	1	0,070	0	0	0	0	0	0	95	95	70,38	70,38
УТ-3	Задвижка-3	1	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,32	70,32
Задвижка-3	ул. Московская, 63	14	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,32	70,32
УТ-3	Задвижка-4	43	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,05	70,05

Задвижка-4	ул. Московская, 67	13	0,050	0	0	0	0	0	0	95	95	70,05	70,05
УТ-1	Смена диаметра	67	0,100	0	0	0	0	0	0	95	95	70,21	70,21
Смена диаметра	УТ-3	17	0,080	0	0	0	0	0	0	95	95	70,21	70,21

3.8. 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.

Расчет выполняется в соответствии с Методикой и алгоритмом расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения.

В зависимости от полученных показателей надежности системы теплоснабжения с точки зрения надежности могут быть оценены как:

- высоконадежные - более 0,9;
- надежные - 0,75 - 0,89;
- малонадежные- 0,5 - 0,74;
- ненадежные- менее 0,5.

Таблица 5 – Критерии оценки надежности и коэффициент надежности теплоснабжения Котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Вид прокладки и тепловой сети	Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Поток отказов, 1/ч
Котельная	УТ-1	1,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-3	УТ-4	44,00	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-4	Сбербанк	3,00	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-3	СТО	0,50	0,020	Надземная	0	0	0	0	0	0
Котельная	УТ-5	18,20	0,250	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-5	УТ-6	84,20	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-6	ул. Новостроительная, 3	13,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-6	УТ-7	20,00	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-7	ул. Новостроительная, 2	12,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-7	УТ-8	15,00	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-8	УТ-9	20,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-9	УТ-11	120,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-11	ул. Новостроительная, 6	10,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-11	Детский сад	70,00	0,700	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-9	УТ-10	20,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-10	ул. Новостроительная, 1	20,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-10	ул. Новостроительная, 4	20,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-8	УТ-12	35,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-12	ул. Новостроительная, 5	13,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-12	УТ-13	35,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-13	ул.	13,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0

	Новостроительная, 8									
УТ-13	УТ-14	35,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-14	ул. Новостроительная, 7	12,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-14	УТ-15	140,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-15	Средняя школа	12,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-15	УТ-16	79,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-16	Администрация	6,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-16	УТ-17	30,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-17	УТ-18	30,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-18	ул. Железнодорожная 2	20,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-18	ул. Железнодорожная 2А	20,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-17	ул. Железнодорожная 2Б	20,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-16	УТ-19	19,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-19	Амбулатория	6,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-5	УТ-20	136,00	0,250	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-20	УТ-21	40,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-21	ул. Мира, 4	22,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-21	Магазин ИП Бектяскина Ю. Н.	22,00	0,032	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-20	УТ-22	52,00	0,250	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-22	ул. Садовая, 1	25,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-22	УТ-23	112,00	0,250	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-23	ул. Садовая, 2	25,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-23	УТ-24	54,40	0,250	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-24	ул. Полевая, 2	40,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-24	УТ-25	30,00	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-25	Магазин Федоров Ю.И.	3,00	0,032	Надземная	0	0	0	0	0	0

УТ-25	УТ-26	53,00	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-26	ул. Полевая, 4	26,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-26	УТ-27	17,00	0,200	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-27	ул. Полевая, 1	10,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-27	УТ-28	30,00	0,125	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-28	УТ-29	69,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-29	ул. Строительная, 10	2,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-29	УТ-30	68,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-30	ул. Строительная, 9	2,00	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-30	УТ-31	53,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-31	ул. Строительная, 7	12,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-31	УТ-32	70,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-32	ул. Строительная, 8	12,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-32	ул. Строительная, 11	37,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-28	УТ-33	76,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-33	ул. Полевая, 3	2,00	0,040	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-33	УТ-34	195,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-34	ул. Строительная, 13	25,00	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-34	ул. Строительная, 12	1,50	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-1	Смена диаметра	48,00	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
Смена диаметра	УТ-3	7,00	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0

Стационарная вероятность рабочего состояния сети: 1,0

Таблица 5 – Критерии оценки надежности и коэффициент надежности теплоснабжения Котельной р.п. Красный Гуляй

Наименование начала участка	Наименование конца участка	Длина участка, м	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Вид прокладок и тепловой сети	Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	Время восстановления, ч	Интенсивность восстановления, 1/ч	Поток отказов, 1/ч
Мини-котельная	УТ-1	21	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-1	УТ-2	50	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-2	Задвижка-1	3	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
Задвижка-1	ул. Московская, 61	3	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-2	Задвижка-2	50	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
Задвижка-2	ул. Московская, 65	1	0,070	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-3	Задвижка-3	1	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
Задвижка-3	ул. Московская, 63	14	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-3	Задвижка-4	43	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
Задвижка-4	ул. Московская, 67	13	0,050	Надземная	0	0	0	0	0	0
УТ-1	Смена диаметра	67	0,100	Надземная	0	0	0	0	0	0
Смена диаметра	УТ-3	17	0,080	Надземная	0	0	0	0	0	0

Стационарная вероятность рабочего состояния сети: 1,0

3.9. 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.

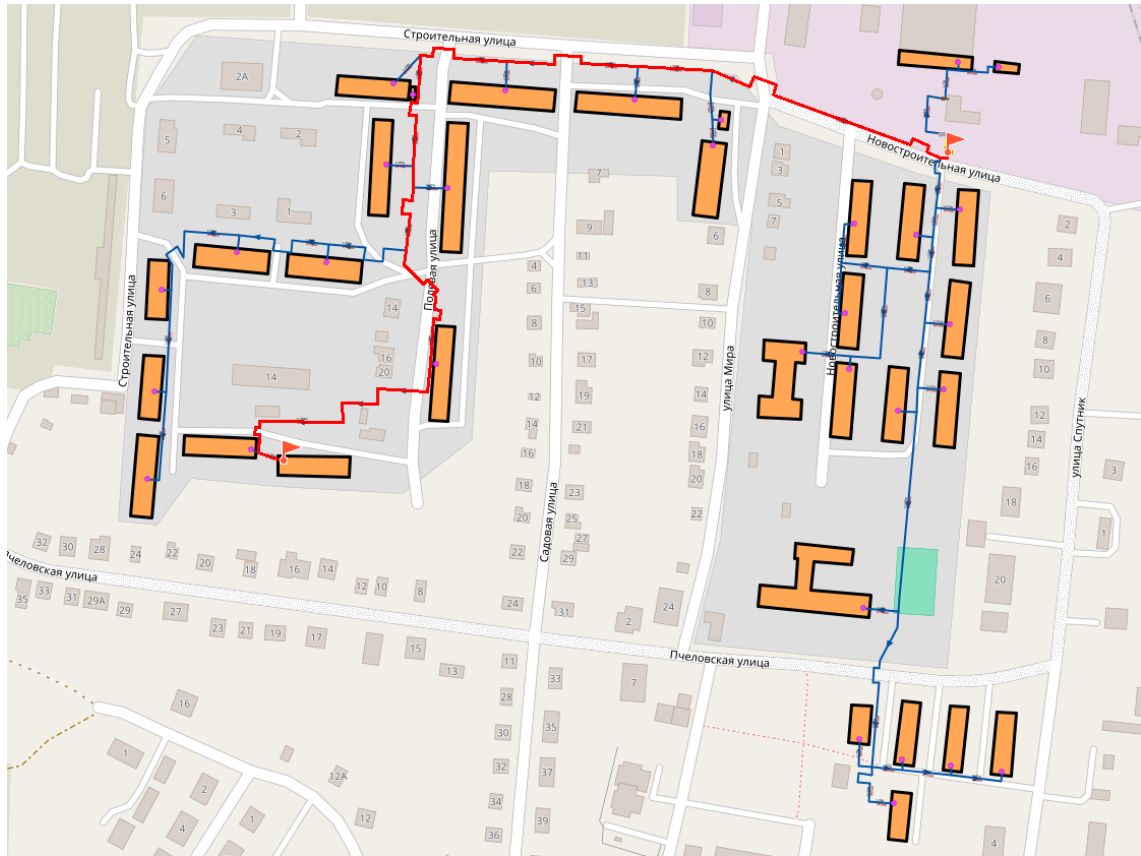
В Красногуляевском городском поселении к системе теплоснабжения не подключались новые абоненты. Перспективное увеличение потребителей не планируется. В связи с этим характеристики участков тепловой сети и потребителей останутся неизменными.

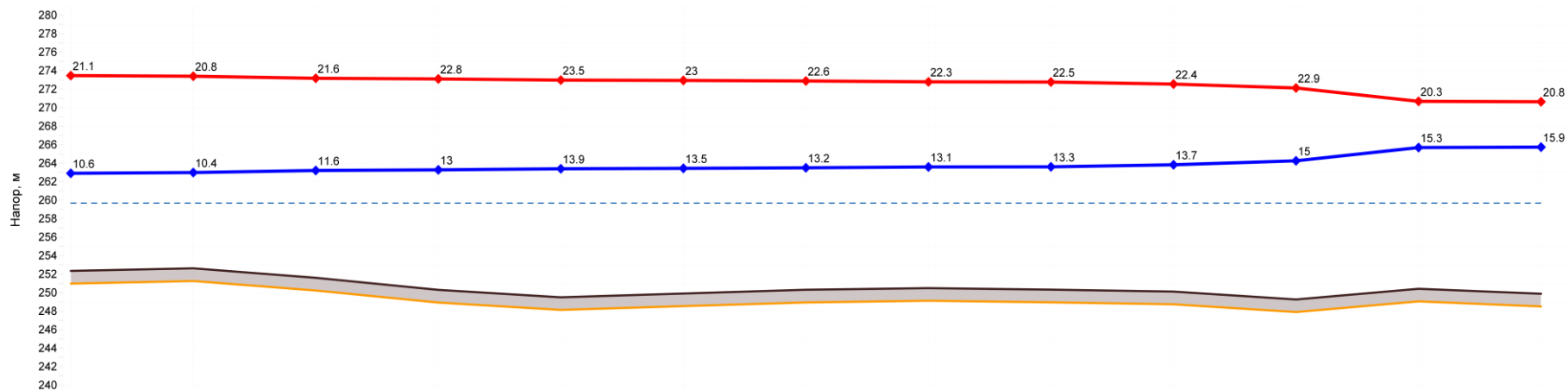
3.10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей

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 тепловые камеры, на которых в постоянном режиме ведётся запись параметров сетевой воды – давление в подающем и обратном трубопроводах.

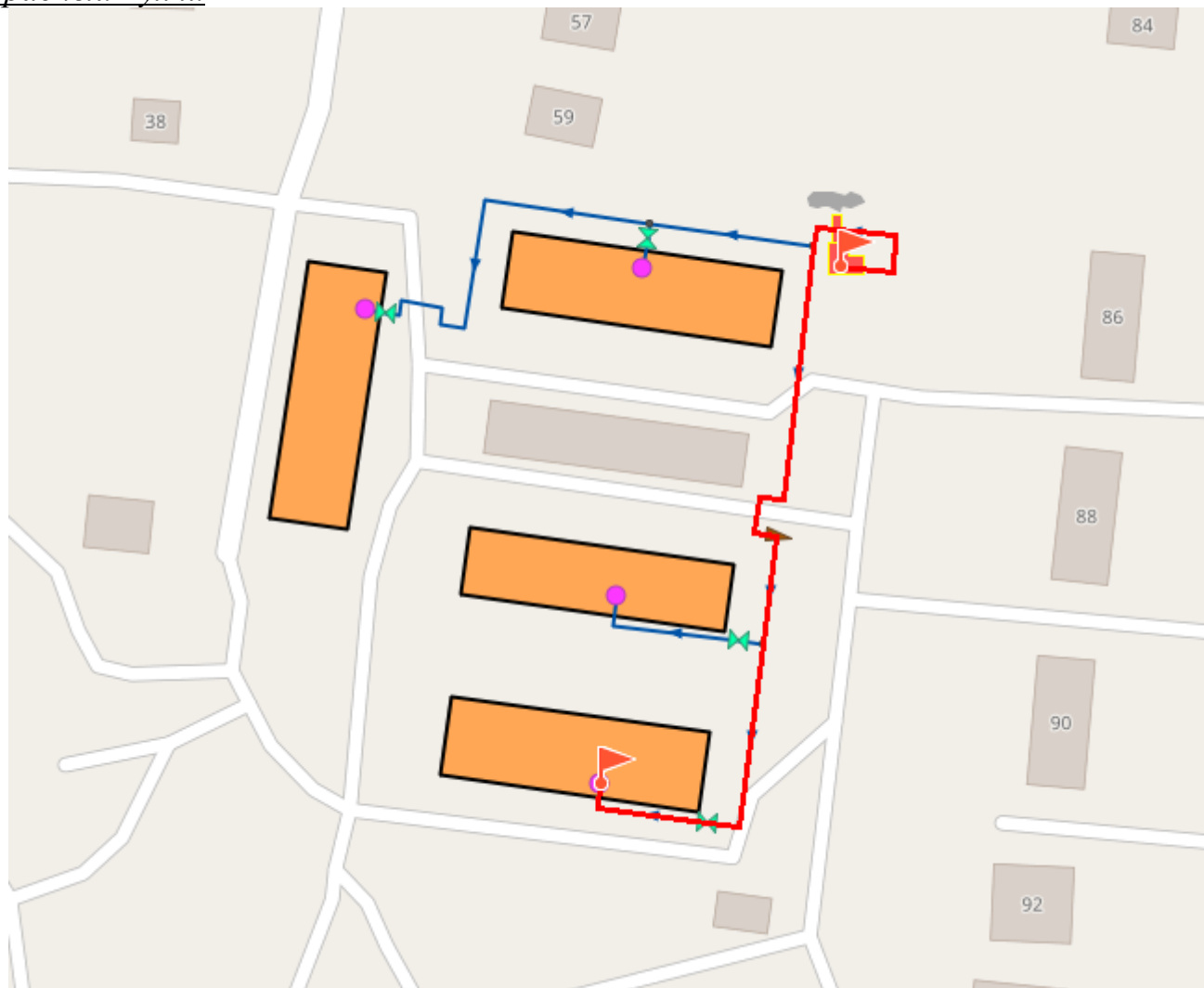
Проверка была произведена на температуру наружного воздуха (далее Тнв), равную - 33 °С.

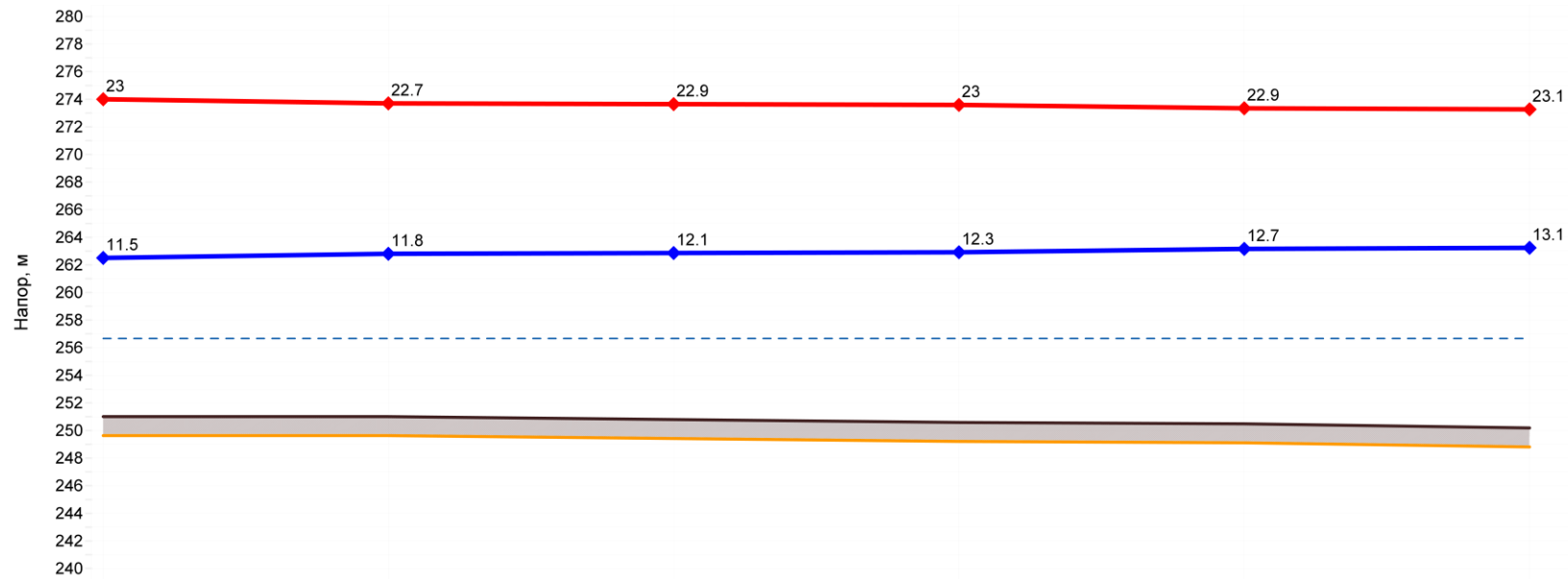
Котельная р.п. Красный Гуляй





Мини-котельная р.п. Красный Гуляй





Наименование узла	Мини-котельная	УТ-1	Смена диаметра	УТ-3	Задвижка-4	ул. Московская, 67
Геодезическая высота, м	251	251	250.79	250.58	250.48	250.18
Полный напор в обр. тр-де, м	262.5	262.8	262.9	262.9	263.2	263.2
Располагаемый напор, м	11.5	10.906	10.782	10.682	10.19	10.041
Длина участка, м	21	67	17	43	13	
Диаметр участка, м	0.08	0.1	0.08	0.05	0.05	
Потери напора в под. тр-де, м	0.297	0.062	0.05	0.246	0.074	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.297	0.062	0.05	0.246	0.074	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.758	0.22	0.343	0.35	0.35	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.758	-0.22	-0.343	-0.35	-0.35	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	11.794	0.767	2.463	4.765	4.765	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	11.794	0.767	2.463	4.765	4.765	
Расход в под. тр-де, т/ч	13.37	6.05	6.05	2.41	2.41	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-13.37	-6.05	-6.05	-2.41	-2.41	