



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ВАРНЕНСКОГО
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
НА 2026 ГОД И НА ПЕРИОД ДО 2040 ГОДА**

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

ГЛАВА 3

**ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВАРНЕНСКОГО
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА**

СОДЕРЖАНИЕ

3.1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе Варненского муниципального округа с топологическим описанием связности объектов.....	3
3.2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения.....	5
3.3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административные.....	8
3.4. Гидравлический расчет тепловых сетей.....	9
3.5. Моделирование видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях.....	12
3.6. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя....	12
3.7. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	13
3.8. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	14
3.9. Расчет показателей надежности теплоснабжения.....	15

Электронная модель теплоснабжения Варненского муниципального округа

Схема теплоснабжения источников тепловой энергии отражает существующее положение системы теплоснабжения и содержит следующую информацию:

- схему системы теплоснабжения по котельным Варненского муниципального округа; результаты гидравлического расчета по источнику тепловой энергии (в режиме поверки и наладки), наименование участка, протяженность, диаметр, напор в конечном узле, потери напора, фактический расход теплоносителя;
- пьезометрический график (в режиме поверки и наладки);
- характеристику потребителей (наименование, плановая и фактическая температура внутреннего воздуха после проведения наладки, температура сетевой воды на входе и выходе, величина расчетная и фактическая тепловой нагрузки на отопление);
- расчет диаметров дроссельных наладочных устройств, обеспечивающих наладку подачи греющего теплоносителя всем потребителям в соответствии с заявленными нормами теплопотребления.

3.1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе Варненского муниципального округа с топологическим описанием связности объектов

ГИС «Zulu» поддерживает линейно-узловую топологию, что позволяет вместе с прочими пространственными данными (улицы, дома, реки, районы, озера и проч.) моделировать и инженерные сети. Система позволяет создавать классифицируемые объекты, имеющие несколько режимов (состояний), каждое из которых (состояний) имеет свой стиль отображения. Ввод сетей производится с автоматическим кодированием топологии. Нарисованная на экране сеть сразу становится готовой для топологического анализа. Это исключает длительный этап занесения информации о связях между объектами.

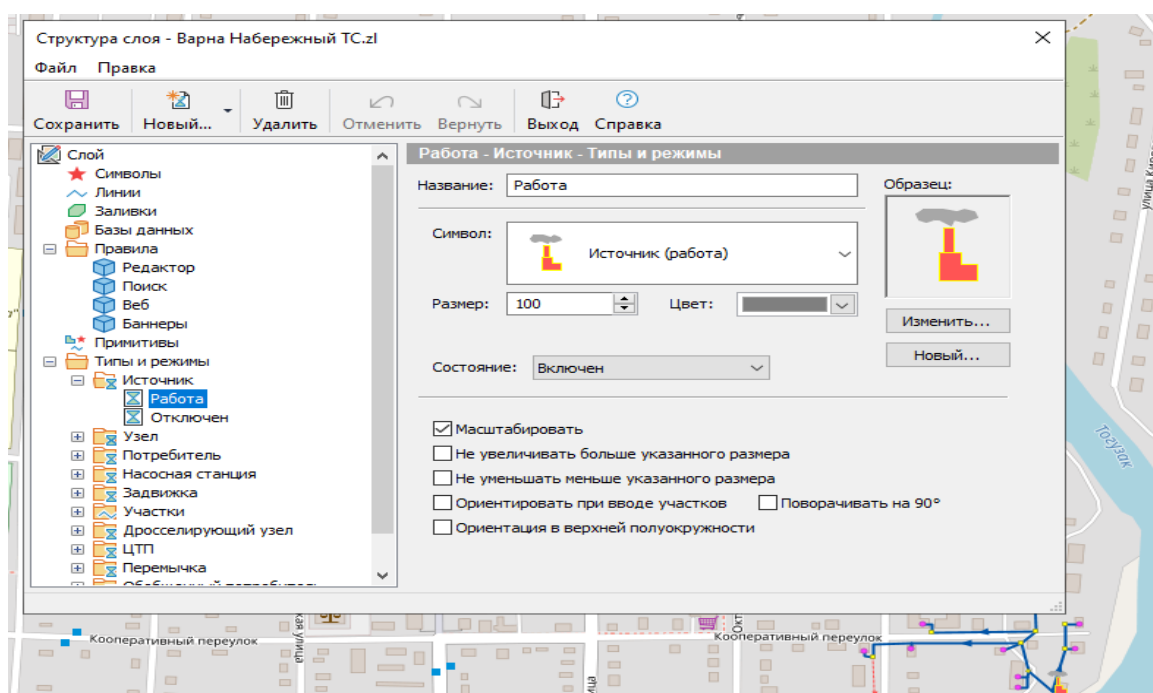


Рисунок. Стили отображения состояний классифицируемых объектов

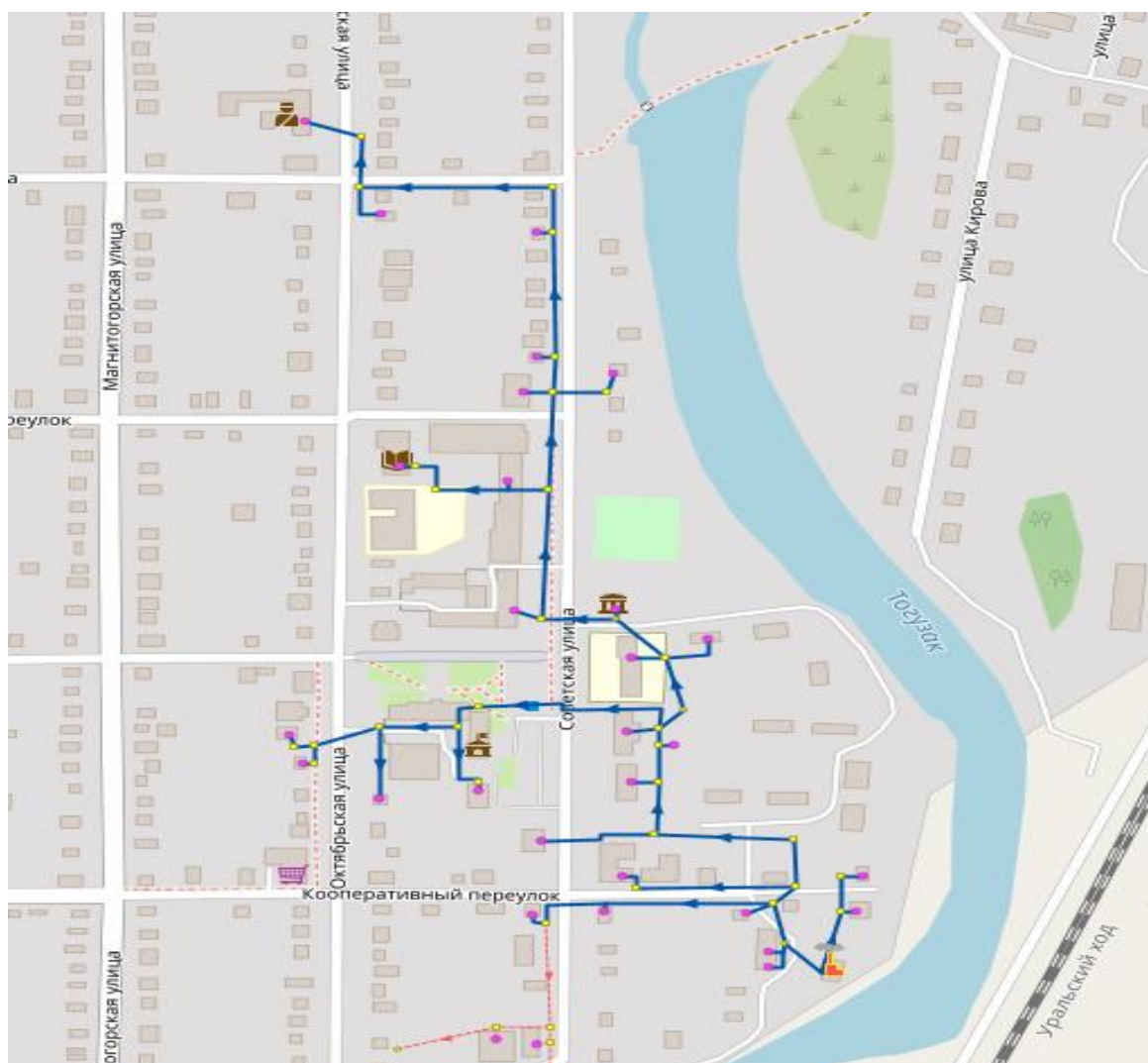


Рисунок. Схема тепловых сетей от котельной «Набережная» с. Варна

Для Актуализации схемы теплоснабжения Варненского муниципального округа, характеристики тепловых сетей (диаметры, протяженности) были обследованы натурно.

3.2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения.

В «ZuluThermo» есть функция паспортизации каждого объекта системы теплоснабжения. Тепловая сеть включает в себя следующие основные объекты: источник тепловой энергии, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно - регулирующую арматуру, и другие элементы.

Паспортизация источника тепловой энергии.

В паспорте источника тепловой энергии отображается следующая информация: наименование источника тепловой энергии, номер источника тепловой энергии, геодезическая отметка его, режим работы источника тепловой энергии, напор в подающей линии, напор в обратной линии источника тепловой энергии, потери тепловой энергии в подающем и обратном трубопроводе и т.д. Графическое изображение паспорта источника тепловой энергии приведено на рисунке

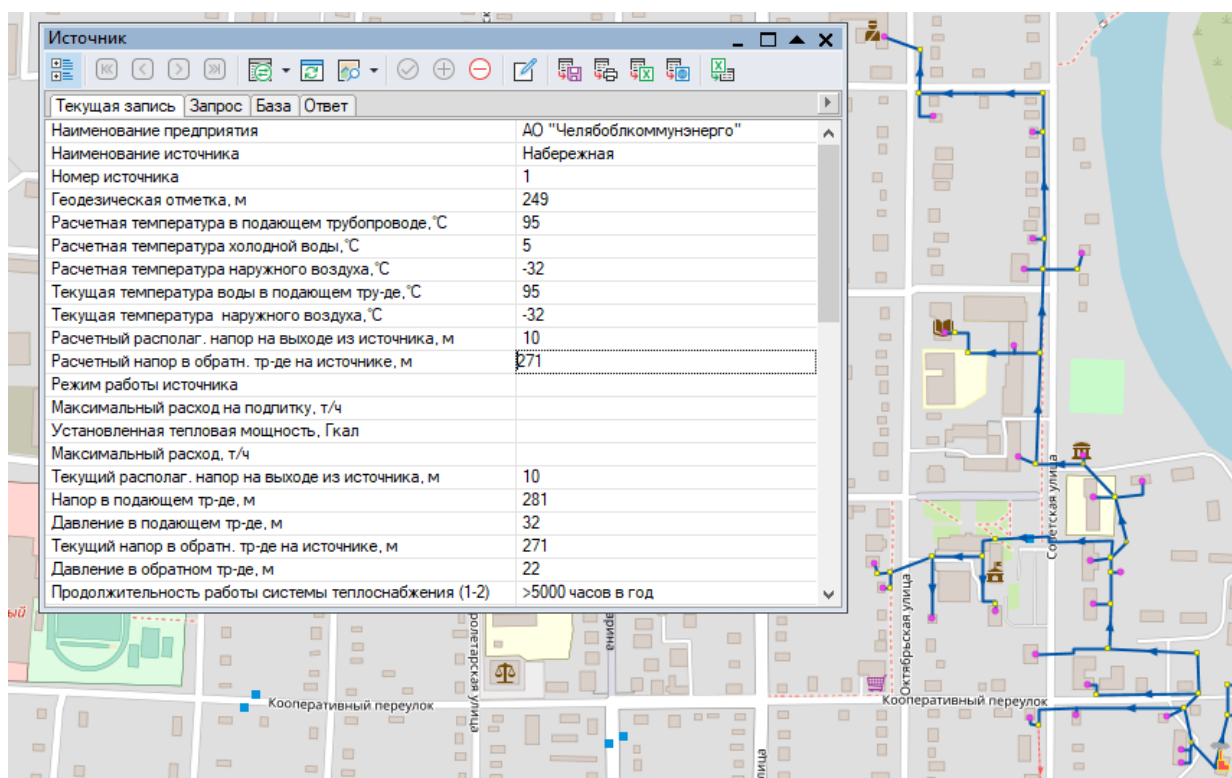


Рисунок. Паспортизация источника тепловой энергии

Паспортизация участка тепловой сети.

В паспорте участка тепловой сети отражается следующая информация: начало и конец участка, внутренний диаметр, длина участка, способ прокладки, нормативные потери тепловой энергии в подающем и обратном трубопроводе и т.д. Графическое изображение паспорта участка тепловой сети приведено на рисунке.

Участки	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Номер источника	1
Балансодержатель	
Наименование начала участка	ТК-5
Наименование конца участка	ТК-12
Длина участка, м	92
Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	0.2
Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	0.2
Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да	3.8
Местные сопротивления под. тр-да	0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;1.0;0.0;0.0;0.0;0.0;2.0;0.0;0.0;0.0;0.0
Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да	3.8
Местные сопротивления обр. тр-да	0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;1.0;0.0;0.0;0.0;0.0;2.0;0.0;0.0;0.0;0.0
Шероховатость подающего трубопровода, мм	1.2
Шероховатость обратного трубопровода, мм	1.2
Заращение подающего трубопровода, мм	1.2
Заращение обратного трубопровода, мм	1.2
Коэффициент местного сопротивления под.тр-да	1.5
Коэффициент местного сопротивления обр.тр-да	1.5
Сопротивление подающего тр-да, м/(т/ч)*2	
Сопротивление обратного тр-да, м/(т/ч)*2	
Разделитель зон статического напора	
Опции	
Вид прокладки тепловой сети	Подземная бесканальная
Нормативные потери в тепловой сети	С 1990 г. по 1997 г. включ.
Период работы подающего тр-да	Зимний период
Период работы обратного тр-да	Зимний период
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подаю...	1
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для обратн...	1
Вид грунта	Песок, супесь. Влажный
Глубина заложения трубопровода, м	1.5
Теплоизоляционный материал под.тр-да	Маты и плиты из минеральной ваты марки 75
Теплоизоляционный материал обр. тр-да	Маты и плиты из минеральной ваты марки 75
Толщина изоляции подающего тр-да, м	0.05
Толщина изоляции обратного тр-да, м	0.05
Техническое состояние изоляции под.тр-да	Частичное разрушение теплоизоляционной конструкции, у...
Техническое состояние изоляции обр.тр-да	Частичное разрушение теплоизоляционной конструкции
Расстояние между осями трубопроводов, м	0.569
Высота канала, м	
Ширина канала, м	
Дополнительные потери тепла под.тр-да, ккал	
Дополнительные потери тепла обр.тр-да, ккал	

Рисунок. Паспортизация участка тепловой сети

Паспортизация потребителя тепловой энергии.

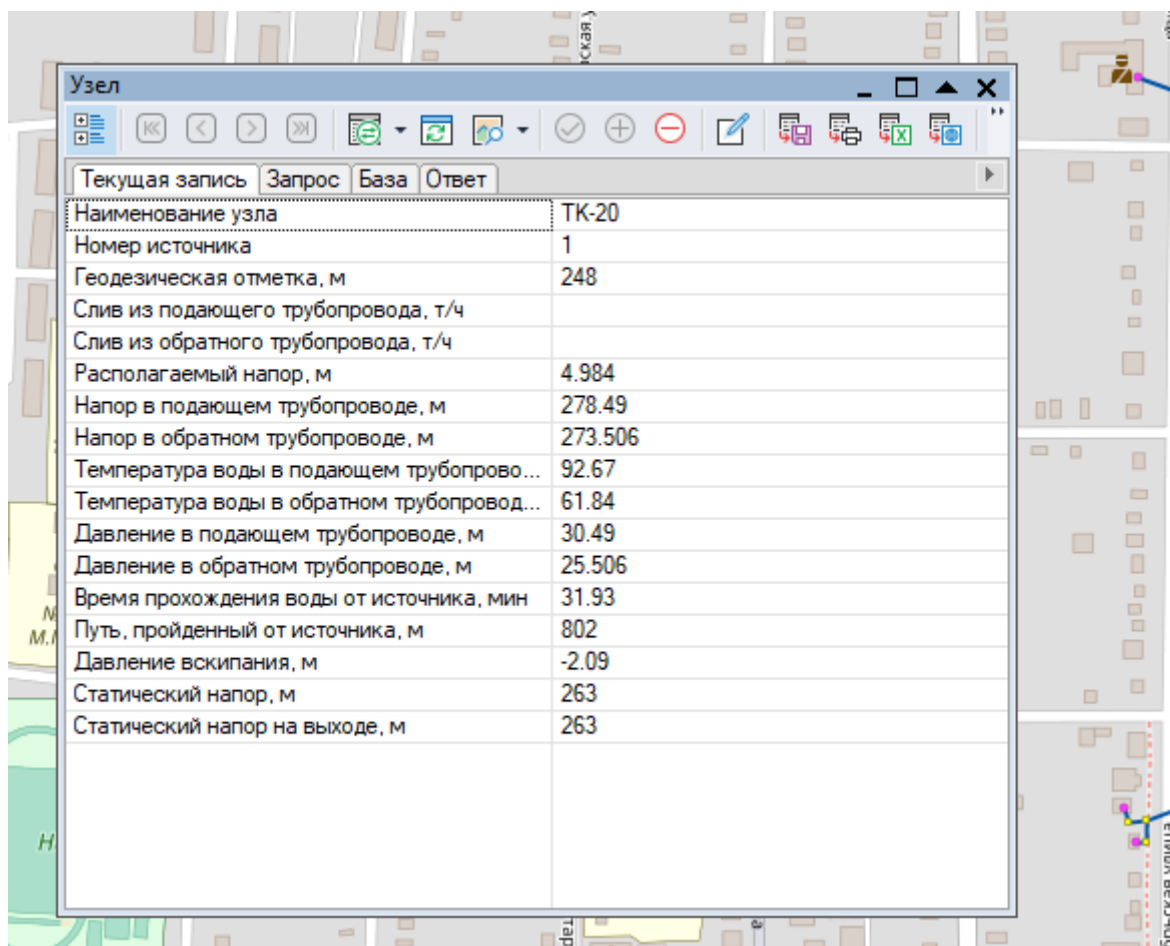
В паспорте потребителя тепловой энергии отражается следующая информация: адрес узла ввода, наименование узла, номер источника, геодезическая отметка, схема подключения потребителя, нагрузки на систему теплоснабжения (отопление, ГВС, вентиляция) и т.д. Графическое изображение паспорта потребителя тепловой энергии приведено на рисунке.

Потребитель	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Адрес узла ввода	Советская, 82
Наименование узла	Музыкальная школа
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	248
Высота здания потребителя, м	6
Номер схемы подключения потребителя	4
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	95
Система отопления	
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.1025
Коэффициент изменения нагрузки отопления	
Признак наличия регулятора на отопление	Без регулятора
Максимальный относительный расход на СО	
Максимальный расход на СО, т/ч	
Необходимая температура внутреннего воздуха для СО, °C	20
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
Расчетный располагаемый напор в СО, м	2
Максимальное давление в обратном тр-де на СО, м	
Независимое присоединение	
Количество секций ТО на СО	
Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м	
Количество параллельных групп ТО на СО	
Расчетная темп.сет.воды на выходе из ТО, °C	
Расчетная темп.сет.воды на выходе из потреб., °C	
Температура воды на выходе из 2 контура ТО, °C	0
Рекомендуемый номер элеватора	0
Рекомендуемый диаметр сопла элеватора, мм	0
Расчетный коэффициент смешения	0
Фактический коэффициент смешения	0
Номер установленного элеватора	
Диаметр установленного сопла элеватора, мм	
Расход сетевой воды на СО, т/ч	4.1
Относительный расход воды на СО	1

Рисунок. Паспортизация потребителя тепловой энергии

Паспортизация узла тепловой сети.

В паспорте узла тепловой сети отражается следующая информация: адрес, наименование узла, номер источника, геодезическая отметка, схема подключения узла, нагрузки на систему теплоснабжения (отопление, ГВС, вентиляция) и т.д. Графическое изображение паспорта узла тепловой сети приведено на рисунке



Узел	
Текущая запись Запрос База Ответ	
Наименование узла	ТК-20
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	248
Слив из подающего трубопровода, т/ч	
Слив из обратного трубопровода, т/ч	
Располагаемый напор, м	4.984
Напор в подающем трубопроводе, м	278.49
Напор в обратном трубопроводе, м	273.506
Температура воды в подающем трубопроводе, м	92.67
Температура воды в обратном трубопроводе, м	61.84
Давление в подающем трубопроводе, м	30.49
Давление в обратном трубопроводе, м	25.506
Время прохождения воды от источника, мин	31.93
Путь, пройденный от источника, м	802
Давление вскипания, м	-2.09
Статический напор, м	263
Статический напор на выходе, м	263

Рисунок. Паспортизация тепловой камеры

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

Разбивка объектов по территориальному делению в ГИС «Zulu» происходит на основе данных утвержденного генерального плана и карте территориального планирования. По материалам этих данных, в электронной модели объекты теплоснабжения можно разделить на зоны действия административного или территориального деления, в рамках существующего положения и перспективного развития города, поселения и т.д.

Перед загрузкой слоя в карту семейство файлов слоя уже должно существовать на диске, т.е. слои должны быть предварительно созданы.

В карту можно добавить:

- векторный слой, растровый объект, группу растровых объектов;
- слои с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (WebMapService);
- растровый файл (формат *.bmp;*.pcx;*.tif;*.gif;*.jpg);
- растровые объекты программ OziExplorer и MapInfo.

Режим получения информации используется для просмотра семантической информации по объектам слоя. Запросы позволяют:

- произвести выборку данных из базы в соответствии с заданными условиями;
- занести одинаковые данные одновременно для группы объектов;
- производить копирование данных из одного поля в другое для группы объектов;

Также выборка данных в системе «Zulu Thermo v.10» возможна по условию:

- наименование потребителя (адрес);
- наименование котельной;
- номер котельной;
- обслуживающая организация;
- коды узлов подключения потребителей;
- по любому полю внесенному в базу данных (температура, давление и т.п.).

3.4. Гидравлический расчет тепловых сетей.

Программно-расчетный модуль «Zulu Thermo» позволяет проводить расчеты тупиковых и кольцевых сетей (количество колец в сети неограниченно), а также двух, трех, четырехтрубных или многотрубных систем теплоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающих от одного или нескольких источников. Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 34 схемных решения подключения потребителей, а также 29 схем присоединения ЦТП. Схемы подключения потребителей и расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети подробно представлены в руководстве пользователя «ZuluThermo». Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети.

Гидравлические расчеты тепловых сетей, проводимые в «ZuluThermo»:

- наладочный расчет;
- поверочный расчет;
- конструкторский расчет.

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. Составляется 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. Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества 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 при моделировании аварийных ситуаций, 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, температуры 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. 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. Для наглядной иллюстрации результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского) строится пьезометрический график.

Пьезометрический график представляет собой графический документ, на котором изображены линии давлений в подающей и обратной магистралях тепловой сети, а также профиль рельефа местности вдоль определенного пути, соединяющего между собой два произвольных узла тепловой сети по неразрывному потоку теплоносителя. На пьезометрическом графике наглядно представлены все основные характеристики режима, полученные в результате гидравлического расчета, по всем узлам и участкам вдоль выбранного пути: манометрические давления, полные и удельные потери напора на участках тепловой сети, располагаемые давления в камерах, расходы теплоносителя, перепады, создаваемые на насосных станциях и источниках, избыточные напоры и т.д.

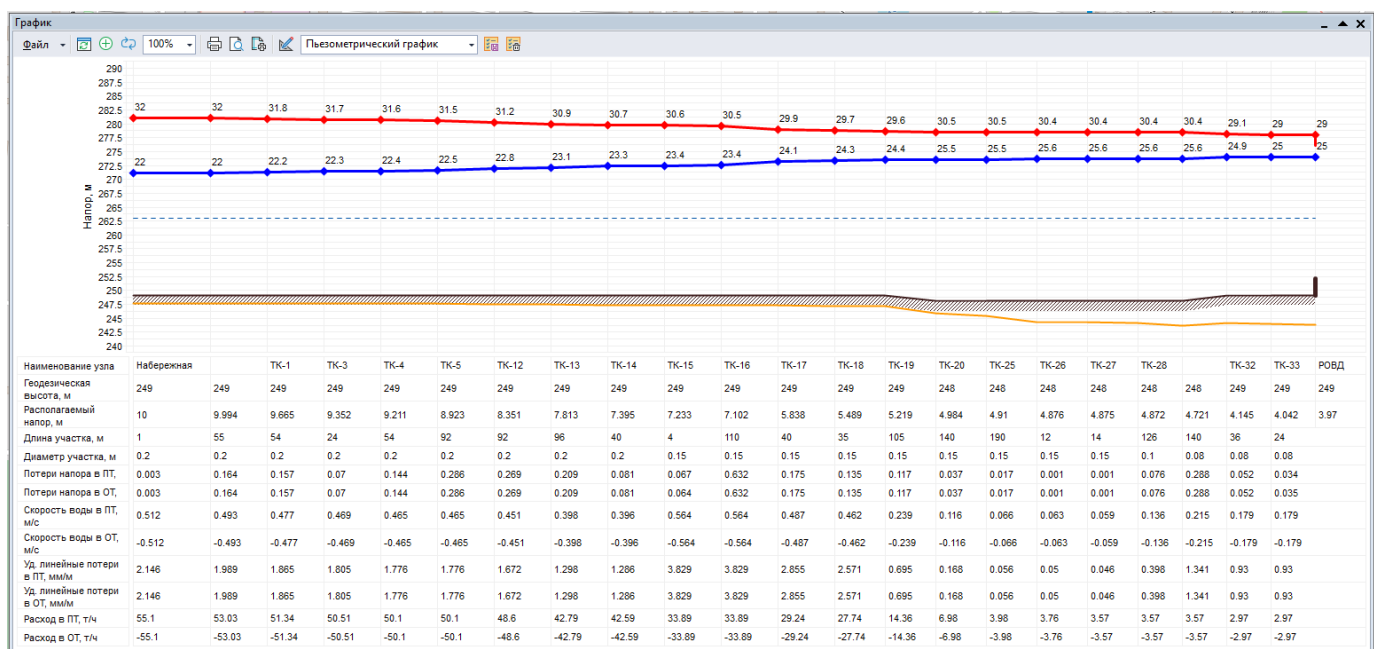


Рисунок. Пример вывода построения пьезометрического графика

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

Схема и сводные таблицы гидравлических расчетов по потребителям тепловой энергии Локомотивного городского округа представлены в приложениях. По результатам гидравлических расчетов произведена установка дроссельных шайб для увязки гидравлических режимов всех потребителей, перечень которых также представлен в приложении.

3.5. Моделирование видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях.

Электронная модель позволяет воспроизводить существующую гидравлическую и тепловую картину любого режима эксплуатации при любой температуре наружного воздуха с предоставлением данных, о величине установившихся при этом фактических значений:

- расходов, узловых перепадов, активных напоров, абсолютных и относительных потерь на любом участке и узле сети;
- расходов теплоты, греющего теплоносителя, температур внутреннего воздуха и горячей воды у каждого потребителя;
- температур теплоносителя на выходе из систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции;
- средневзвешенной температуры теплоносителя, возвращаемого на источник теплоснабжения по обратной магистрали.

Электронная схема теплоэнергетического комплекса позволяет моделировать вышеуказанные условия с учетом:

- изменения режима регулирования отпуска теплоты;
- присоединения или отключения тех или иных (новых) потребителей, ветвей и отдельных участков сети;
- замены одних трубопроводов на другие.

3.6. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу с учетом работы трубопроводов тепловой сети в различные периоды (летний, зимний). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

В «ZuluThermo» 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), а также по различным владельцам (балансодержателям) участков тепловой сети. Расчет тепловых потерь представлен на рисунке.

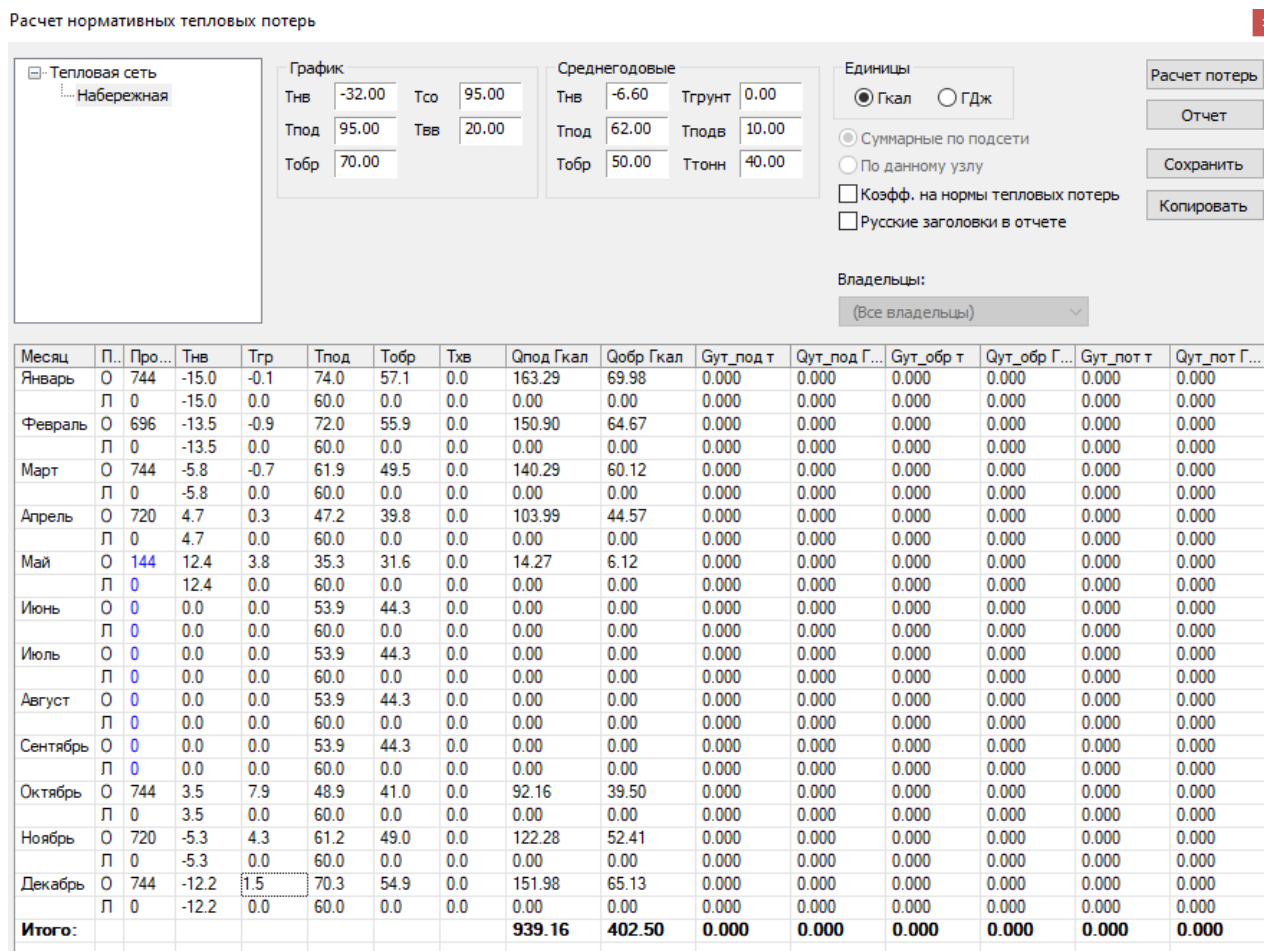


Рисунок. Расчет потерь тепловой энергии

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

Расчёт перспективных нагрузок в «ZuluThermo» и соответственно подбор по различным параметрам диаметров тепловых сетей, дроссельных шайб на потребителях, дополнительная установка подкачивающих насосных станций и т.д., возможен с использованием расчётного режима «Конструкторский расчёт».

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

Данная задача может быть использована при:

- проектирования новых тепловых сетей;
- при реконструкции существующих тепловых сетей;
- при выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может выступать любой узел системы, например тепловая камера. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

В результате расчёта определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

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

В настоящее время система теплоснабжения Варненского муниципального округа при работе по температурному графику 95/70⁰С имеет устойчивый гидравлический режим.

Значения температурных перепадов теплоносителя систем отопления принимают по справочным и нормативным документам, для жилых и общественных зданий – 95/70°С. Системы отопления зданий, как правило, запроектированы именно на этот температурный перепад, т. е. подобраны приборы отопления, диаметры трубопроводов, оборудование узлов ввода.

На основании выше описанного, расчеты по реконструкции сетей проводились по температурному графику 95/70°С.

Рекомендации по капитальному ремонту участков тепловой сети:

Таблица 1. Перечень мероприятий по реконструкции тепловых сетей Варненского муниципального округа

№ пп	Наименование мероприятия	Технические характеристики диаметр (мм)/ протяженность (метр)	Дата вы- полнения мероприя- тия, год	Стоимость мероприятия, тыс.руб (без НДС)
1.	Вывод из эксплуатации тепловых сетей от существующего неэффективного источника теплоснабжения с. Бородиновка	Ду200мм, протяженностью 40 метров; Ду150мм протяженностью 170 метров	2025	350
2.	Вывод из эксплуатации тепловых сетей от существующего неэффективного источника теплоснабжения до тепловой камеры около здания Администрации п. Новый Урал	338 метров	2025	300
	Реконструкция участка тепловой сети по ул.	Ду70мм, протя-		

3.	Школьная в п. Красный Октябрь	женностью 70 м	2025	836
4.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Гагарина в п. Красный Октябрь	Ду80мм, протяженностью 56 м	2025	150
5.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Солнечная в п. Новопокровка	С Ду80мм Ду70мм, протяженностью 200 м	2025	2 516
6.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Советская в п. Новопокровка	Ду80мм, протяженностью 90 м	2026	1 690
7.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Зеленая, ул. Центральная в п. Новый Урал	Ду100мм, протяженностью 120 м	2026	2 020
8.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Ленина от котельной «ст.Тамерлан»	150/100	2026	3 386
9.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Ленина от котельной «ст.Тамерлан»	200/100	2027	3 081
10.	Реконструкция участка тепловой сети по ул. Советская в п. Новопокровка	Ду80мм, протяженностью 24 м	2027	330
ИТОГО			2025 - 2027	14 659

3.9. Расчет показателей надежности теплоснабжения.

Расчет показателей надежности теплоснабжения Варненского муниципального округа в «ZuluThermo» не проводился, в виду отсутствия программно-расчетного модуля.

Подробный расчет показателей надежности теплоснабжения представлен в Главе 11 и рассчитан в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.04.2014г. №452 «Правила определения плановых и расчета фактических значений показателей надежности».