

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ТОЛЬЯТТИ
НА ПЕРИОД С 2020 ДО 2038 ГОДА**

ГЛАВА 3

**ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЯ,
ГОРОДСКОГО ОКРУГА, ГОРОДА ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

СОСТАВ РАБОТ

Схема теплоснабжения г. о. Тольятти. Утверждаемая часть

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения г. о. Тольятти:

- 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 г.о. Тольятти
- Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей
- Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения г.о. Тольятти
- 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 источников тепловой энергии
- Глава 8. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей
- Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения
- Глава 10. Перспективные топливные балансы
- Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения
- Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение
- Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения г.о. Тольятти
- 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

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1 ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИВЯЗКОЙ К ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ ПОСЕЛЕНИЯ, ГОРОДСКОГО ОКРУГА И С ПОЛНЫМ ТОПОЛОГИЧЕСКИМ ОПИСАНИЕМ СВЯЗНОСТИ ОБЪЕКТОВ.....	6
1.1 Возможности ГИС Zulu.....	8
1.2 Элементы построения тепловой сети.....	14
ЧАСТЬ 2 ПАСПОРТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	15
ЧАСТЬ 3 ПАСПОРТИЗАЦИЯ И ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ АДМИНИСТРАТИВНОЕ	19
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.....	20
ЧАСТЬ 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСЕХ ВИДОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК МЕЖДУ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	22
ЧАСТЬ 6 РАСЧЕТ БАЛАНСОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ИСТОЧНИКАМ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ПО ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПРИЗНАКУ	22
ЧАСТЬ 7 РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ И С УТЕЧКАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.....	23
ЧАСТЬ 8 РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	23
ЧАСТЬ 9 ГРУППОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ (УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ПОТРЕБИТЕЛЕЙ) ПО ЗАДАНЫМ КРИТЕРИЯМ С ЦЕЛЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	24
ЧАСТЬ 10 СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И АНАЛИЗА СЦЕНАРИЕВ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	40

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АИТ – автономный источник тепловой энергии.

ПАО «Т Плюс» – Публичное акционерное общество «Т Плюс»

г. о. Тольятти – городской округ Тольятти.

ГВС – горячее водоснабжение.

ДУМИ – департамент по управлению муниципальным имуществом Мэрии г. о. Тольятти.

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство.

ИТП – индивидуальный тепловой пункт.

ИТЭ – источник тепловой энергии.

КА – котельный агрегат.

Котельная № 2 – производственная отопительная котельная № 2 г. о. Тольятти (Комсомольский район).

Котельная № 8 – отопительная котельная № 8 г. о. Тольятти (Комсомольский район, мкрн. Шлюзвой).

КПД – коэффициент полезного действия.

мкрн. – микрорайон.

МТС – магистральная тепловая сеть.

НГВ – насосная горячей воды.

НС – насосная станция.

Обосновывающие материалы – обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения, являющиеся ее неотъемлемой частью, разработанные в соответствии с п. 18 Требований к схемам теплоснабжения (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 № 154 [2]).

ОВ – отопление и вентиляция.

ПВ – промышленная (техническая) вода.

ППР – планово-предупредительный ремонт.

ППУ – пенополиуретан.

ПТЭ – «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (М.: СПО ОРГРЭС, 2003 г.).

РТН – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

СВ – система вентиляции.

СО – система отопления.

ТЕВИС – Открытое акционерное общество «ТЕВИС» (АО «ТЕВИС»).

ТОА – теплообменный аппарат.

ТоТЭЦ – Тольяттинская ТЭЦ филиала «Самарский» ПАО «Т Плюс».

ТП – тепловой пункт.

ТС – тепловая сеть.

ТСО – теплоснабжающая организация.

ТУТС Тольятти – Территориальное управление по теплоснабжению в г. о. Тольятти, производственное предприятие филиала «Самарский» ПАО «Т Плюс».

ТФУ – теплофикационная установка.

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы.

ТЭЦ ВАЗа – ТЭЦ Волжского автозавода филиала «Самарский» ПАО «Т Плюс».

УПТС – установки для подпитки тепловых сетей.

УУТЭ – узел учета тепловой энергии.

ХВП – химводоподготовка.

ХОВ – химически очищенная вода.

ХПВ – хозяйственно-питьевая вода.

ЦОК – центральная отопительная котельная г. о. Тольятти (Центральный район), законсервирована.

ЦТП – центральный тепловой пункт.

ЭР – энергетический ресурс.

ЭСМ – энергосберегающие мероприятия.

ЧАСТЬ 1 ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИВЯЗКОЙ К ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ ПОСЕЛЕНИЯ, ГОРОДСКОГО ОКРУГА И С ПОЛНЫМ ТОПОЛОГИЧЕСКИМ ОПИСАНИЕМ СВЯЗНОСТИ ОБЪЕКТОВ

При утверждении схемы теплоснабжения г.о. Тольятти на 2016 год Приказ №871 от 20.11.2015г. рабочая электронная модель отсутствовала.

Электронная модель схемы теплоснабжения городского округа Тольятти выполнена с использованием программного комплекса ГИС Zulu на базе электронной модели филиала «Самарский» ПАО «Т Плюс».

Геоинформационная система Zulu предназначена для разработки ГИС приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных.

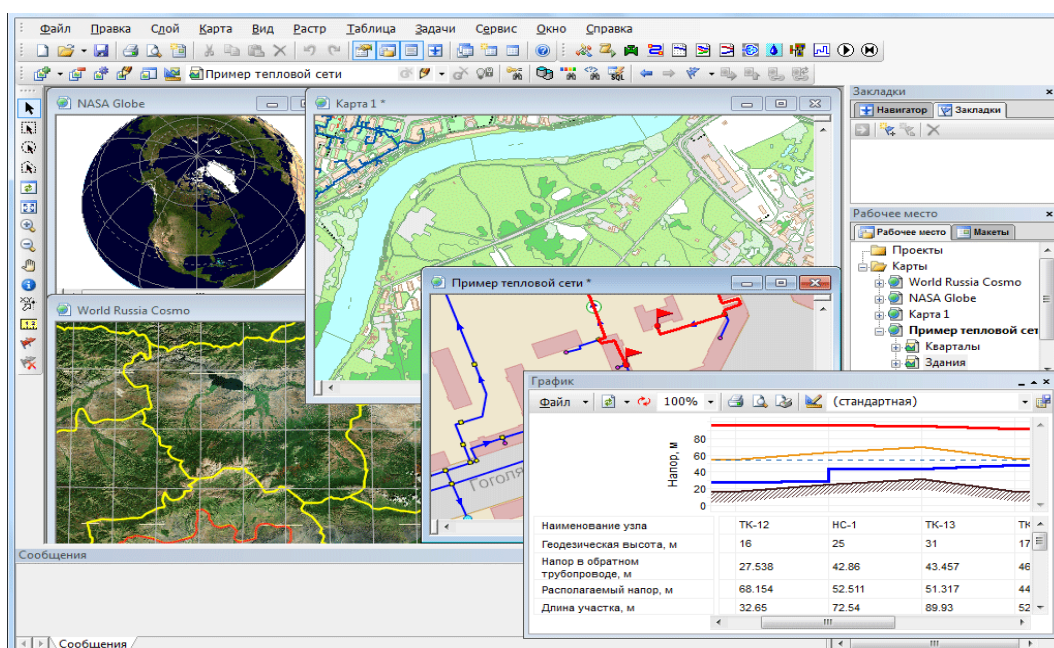


Рисунок 1 – ГИС Zulu

С помощью Zulu можно создавать всевозможные карты в географических проекциях, или план-схемы, включая карты и схемы инженерных сетей с поддержкой их топологии, работать с большим количеством растров, проводить совместный семантический и пространственный анализ графических и табличных данных, создавать различные тематические карты, осуществлять экспорт и импорт данных.

Система обладает широкими возможностями:

- Создавать карты местности в различных географических системах координат и картографических проекциях, отображать векторные графические данные со сглаживанием и без;
- Осуществлять обработку растровых изображений форматов BMP, TIFF, PCX, JPG, GIF, PNG при помощи встроенного графического редактора;
- Пользоваться данными с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (Web Map Service);
- С помощью создаваемых векторных слоев с собственным бинарным форматом, обеспечивающим высокую скорость работы, векторизовать растровые изображения;

- При векторизации использовать как примитивные объекты (символьные, текстовые, линейные, площадные) так и типовые объекты, описываемые самостоятельно в структуре слоя;
- Работать с семантическими данными, подключаемыми к слою из внешних источников BDE, ODBC или ADO через описатели баз данных (получать данные можно из таблиц Paradox, dBase, FoxPro; Microsoft Access; Microsoft SQL Server; ORACLE и других источников ODBC или ADO);
- Выполнять запросы к базам данных с отображением результатов на карте (поиск определенной информации, нахождение суммы, максимального, минимального значения, и т.д.);
- Выполнять пространственные запросы по объектам карты в соответствии со спецификациями OGC;
- Создавать модель рельефа местности и строить на ее основе изолинии, зоны затопления профили и растры рельефа, рассчитывать площади и объемы;
- Экспортировать данные из семантической базы или результаты запроса в электронную таблицу Microsoft Excel или страницу HTML;
- Программно или по семантическим данным создавать тематические раскраски, с помощью которых меняется стиль отображения объектов;
- Выводить для всех объектов слоя надписи или бирки, текст надписи может как браться из семантической базы данных, так и переопределяться программно;
- Отображать объекты слоя в формате псевдо-3D позволяющем визуализироваться относительные высоты объектов (например, высоты зданий);
- Создавать и использовать библиотеку графических элементов систем тепло-водо-паро-газо-электроснабжения и режимов их функционирования;
- Создавать расчетные схемы инженерных коммуникаций с автоматическим формированием топологии сети и соответствующих баз данных;
- Изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов;
- Решать топологические задачи (изменение состояния объектов (переключения), поиск отключающих устройств, поиск кратчайших путей, поиск связанных объектов, поиск колец);
- Решать транспортные задачи с учетом правил дорожного движения;
- Для быстрого перемещения в нужное место карты устанавливать закладки (закладка на точку на местности с определенным масштабом отображения и закладка на определенный объект слоя (весьма удобно, если объект - движущийся по карте));
- С помощью проектов раскрывать структуру того или иного объекта, изображенного на карте схематично;
- Создавать макеты печати;
- Импортировать графические данные из MapInfo (MIF/MID), AutoCAD Release 12 (DXF) и ArcView (SHP);
- Экспортировать графические данные в MapInfo (MIF/MID), AutoCAD Release 12 (DXF), ArcView (SHP) и Windows Bimmap (BMP);
- Создавать макросы на языках VB Script или Java Script;
- Осуществлять программный доступ к данным через объектную модель для написания собственных конвертеров;
- Создавать собственные приложения, работающие под управлением Zulu.

1.1 Возможности ГИС Zulu

Послойная организация данных

Графические данные в Zulu организованы в виде слоев. Система работает со слоями следующих типов:

- векторные слои;
- растровые слои;
- слои рельефа;
- слои WMS;
- слои Tile-серверов.

Слои, отображаемые в одной карте, могут находиться либо локально на компьютере, либо являться слоями одного или нескольких серверов ZuluServer, либо, как в случае WMS и Tiles, на серверах других производителей.

Векторные данные. Стили. Классификация данных

Система работает со следующими графическими типами векторных данных: точка (символ), линия, полилиния, поли-полилиния, полигон, поли-полигон, текстовый объект.

Редакторы символов, стилей линий и стилей заливок дают возможность задавать пользовательские параметры отображения объектов (см. Приложение 2 настоящего документа).

Векторный слой может содержать объекты разных графических типов. Для организации данных слоя можно создавать классификаторы, группирующие векторные данные по типам и режимам. Каждый тип данных внутри слоя может иметь собственную семантическую базу данных.

Растровые данные

Zulu обеспечивает одновременную работу с большим количеством растровых объектов (несколько тысяч).

Привязка растра к местности производится по точкам либо вручную, либо в окне карты. Возможен импорт привязанных объектов из Tab (MapInfo) и Map (OziExplorer).

Корректировка растра, методами «резиновый лист», аффинное преобразование, полиномиальное второй степени.

Задание видимой области (отсечение зарамочного оформления без преобразования растра).

При отображении растровых объектов в проекции карты, отличной от проекции привязки растра, происходит перепроецирование точек растра «на лету».

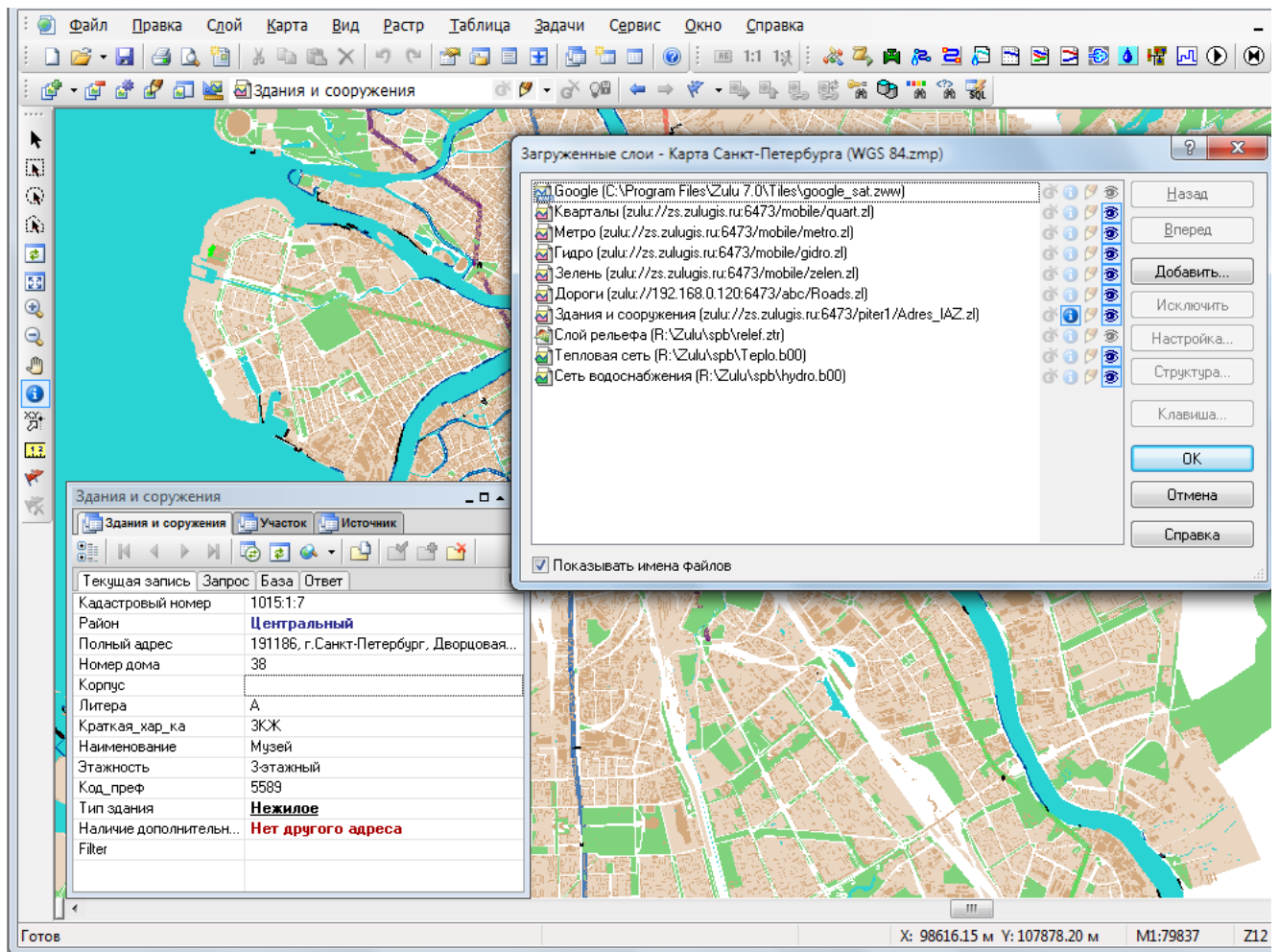


Рисунок 2 – Послойная организация данных

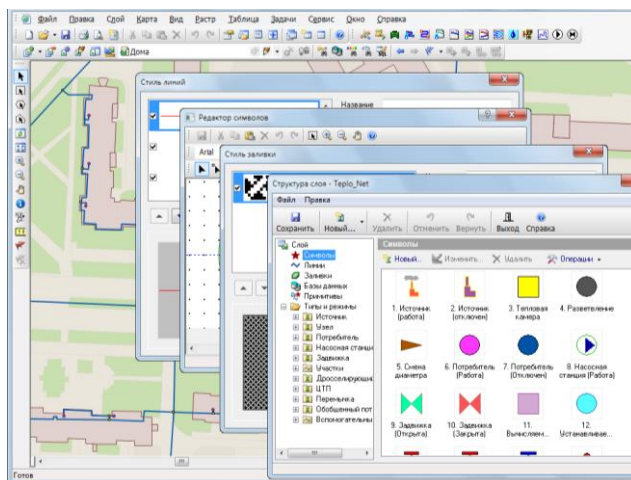


Рисунок 3 – Векторные данные

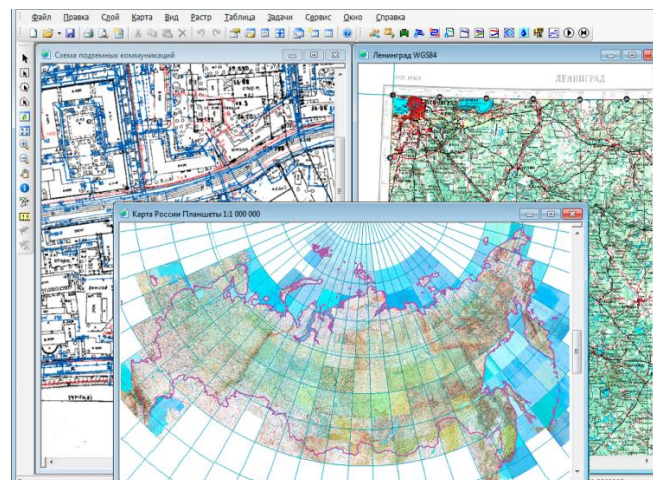


Рисунок 4 – Растровые данные

Работа с географическими проекциями

Zulu может работать как в локальной системе координат (план-схема), так и в одной из географических проекций. Система поддерживает более 180 датумов, в том числе ПЗ-90, СК-42, СК-95 по ГОСТ Р 51794-2001, WGS 84, WGS 72, Пулково 42, NAD27, NAD83, EUREF 89. Список поддерживаемых датумов будет расширяться.

Система предлагает набор predefined систем координат. Кроме того пользователь может задать свою систему координат с индивидуальными параметрами для поддерживаемых системой проекций. В частности эта возможность позволит, при известных параметрах (ключях перехода), привязывать данные, хранящиеся в местной системе координат, к одной из глобальных систем координат.

Данные, хранящиеся в разных системах координат, можно отображать на одной карте, в одной из проекций. При этом пересчет координат (если он требуется) из одного датума в другой и из одной проекции в другую производится при отображении «на лету». Данные можно перепроецировать из одной системы координат в другую.

Семантическая информация. Работа с различными источниками данных

Семантическая информация может храниться как в локальных таблицах (Paradox, dBase), так и в базах данных Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL, Sybase и других источниках ODBC или ADO.

Для удобства доступа к семантическим данным Zulu предлагает свои «источники данных». Подобно источникам данных ODBC DSN или связям с данными OLEDB UDL эти источники данных можно использовать при добавлении таблиц в базу данных или выборе таблиц для других операций.

Источники данных могут использоваться как локально в однопользовательской версии Zulu, так и на сервере ZuluServer. В случае сервера они могут быть опубликованы и использоваться пользователями ZuluServer.

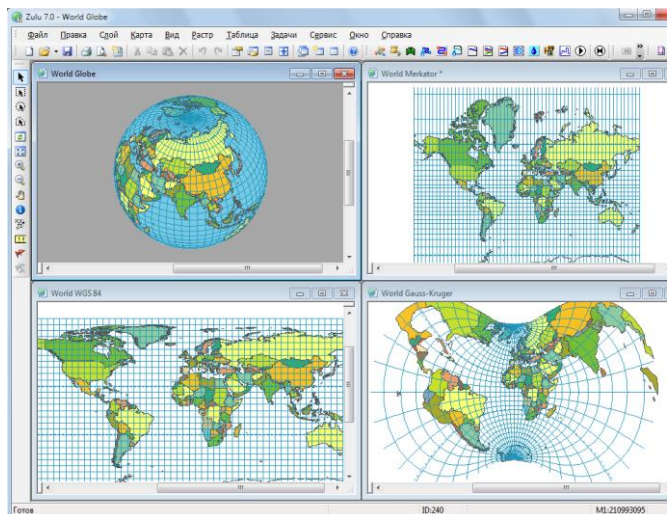


Рисунок 5 – Работа с графическими проекциями

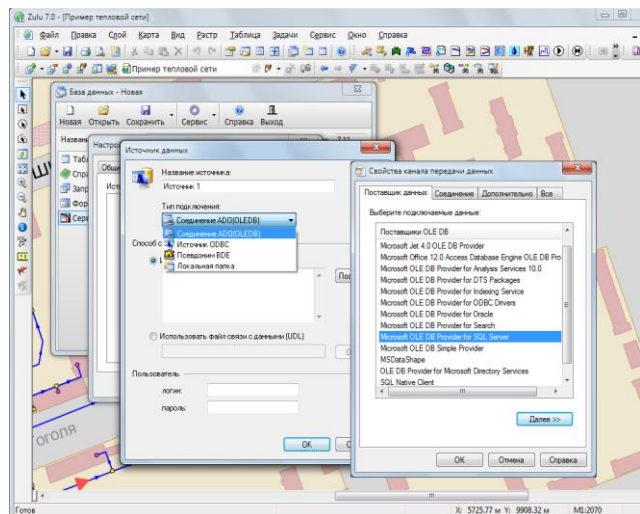


Рисунок 6 – Семантическая информация

Генератор пространственно-семантических запросов

Zulu позволяет проводить анализ данных, включая пространственные (геометрия, площадь, длина, периметр, тип объекта, режим, цвет, текст и др.). Система позволяет делать произвольные выборки данных по заданным условиям с возможностью выделения объектов, сохранение результатов в таблицах, экспорта в Microsoft Excel. В пространственных запросах могут одновременно участвовать графические и семантические данные, относящиеся к разным слоям. Запросы могут формироваться прямо на карте, в окнах семантической информации, специальных диалогах-генераторах запросов, либо в виде запроса SQL с использованием расширения OGC.

Моделирование сетей и топологические задачи на сетях.

Наряду с обычным для ГИС разделением объектов на контуры, ломаные, символы, Zulu поддерживает линейно-узловую топологию, что позволяет моделировать инженерные и другие сети.

Топологическая сетевая модель представляет собой граф сети, узлами которого являются точечные объекты (колодцы, источники, задвижки, рубильники, перекрестки, потребители и т.д.), а ребрами графа являются линейные объекты (кабели, трубопроводы, участки дорожной сети и т.д.). Топологический редактор создает математическую модель графа сети непосредственно в процессе ввода (рисования) графической информации. Используя модель сети можно решать ряд топологических задач: поиск кратчайшего пути, анализ связности, анализ колец, анализ отключений, поиск отключающих устройств и т.д.

Модель сети Zulu является основой для работы наших модулей расчетов инженерных сетей ZuluThermo, ZuluHydro, ZuluGaz, ZuluSteam.

Моделирование рельефа

Zulu 8.0 позволяет создавать модель рельефа местности. Исходными данными для построения модели рельефа служат слои с изолиниями и высотными отметками. По этим данным строится триангуляция (триангуляция Делоне, с ограничениями, с учетом изолиний), которая сохраняется в особом типе слоя (слой рельефа).

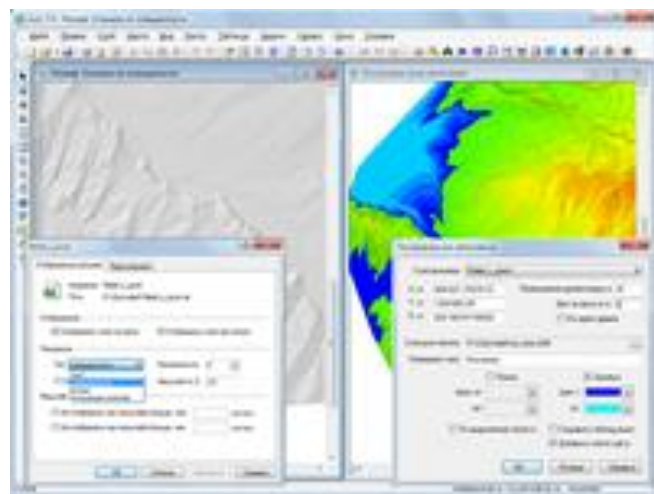
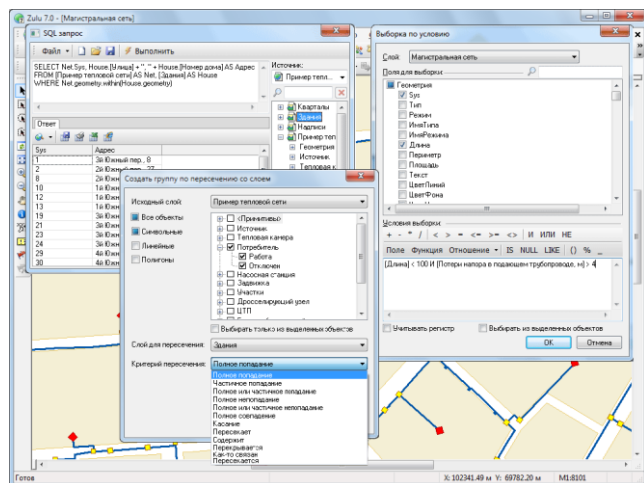


Рисунок 7 – Генератор пространственно-семантических запросов

Рисунок 8 – Моделирование рельефа

Наличие модели рельефа позволяет решать следующие задачи:

- Определение высоты местности в любой точке в границах триангуляции, вычисление площади поверхности заданной области, вычисление объема земляных работ по заданной области, построение изолиний с заданным шагом по высоте, построение зон затопления, построение растра высот, построение продольного профиля (разреза) по произвольно заданному пути
- Различные способы отображение слоя рельефа: триангуляционная сетка, отмывка рельефа с заданным направлением, высотой и углом освещения, экспозиция склонов, отображение уклонов.
- Автоматическое занесение данных по высотным отметкам во всех модулях инженерных расчетов (ZuluThermo, ZuluHydro, ZuluGaz, ZuluSteam).

Отображение полигонов в режиме псевдо-3D

В этом режиме полигональные объекты отображаются в виде призм, боковые грани которых пропорциональны заданной высоте. Высоты задаются в одном из полей семантической

базы данных либо в метрах, либо количеством этажей. Можно регулировать наклон объектов, окраску боковых граней и ребер.

Печать. Макет печати

Печать карт производится с разными настройками. Задаются слои для печати, область печати, масштаб, количество страниц, формат и ориентация бумаги. Кроме печати карты Zulu с использованием настроек печати, есть возможность создавать печатные формы с использованием макетов печати. Макет печати служит для подготовки печатных документов, содержащих изображения карт, текст и графику. Макеты могут размещаться в составе карты Zulu, либо храниться в виде отдельных файлов макетов.

Импорт и экспорт данных

Zulu импортирует векторные данные из форматов DXF (Autocad), Shape (ArcView), Mif/Mid (MapInfo). Из Shape и Mif данные импортируются вместе с базами атрибутов и с учетом географической проекции. Растровые объекты импортируются из форматов Tab (MapInfo) и Map (OziExplorer). Векторные данные экспортируются в форматы DXF (Autocad), Shape (ArcView), Mif/Mid (MapInfo). В Shape и Mif данные экспортируются вместе с базами атрибутов и с учетом географической проекции.

Кроме того, всегда есть возможность использовать объектную модель Zulu для написания собственного конвертора.

Работа с WEB службой WMS

Система позволяет получать и отображать на карте пространственные данные с web-серверов, поддерживающих спецификации WMS (Web Map Service), разработанные Open Geospatial Consortium (OGC).

Данные WMS сервера подключаются к системе в виде особого слоя Zulu (слой WMS). Этот слой может отображаться на карте в различных комбинациях с любыми другими слоями.

Работа со слоями Tile-серверов

Многие ГИС сервера, такие как Google maps, OpenStreetMaps, Wikimapia, Яндекс карты, Nokia maps, Космоснимки и другие, имеют возможность предоставлять картографическую информацию в виде растровых изображений, нарезанных на небольшие части - плитки или тайлы (tile). Из этих плиток формируется изображение всей территории в нескольких фиксированных масштабах. Все плитки одного масштаба образуют уровень (level). Т.е. каждая плитка одного уровня представляется на следующем уровне четырьмя плитками. Совокупность плиток всех уровней образует тайловую систему (Tile System).

Система Zulu предоставляет функциональные возможности по использованию картографических данных с таких Tile-серверов в качестве слоев карты.

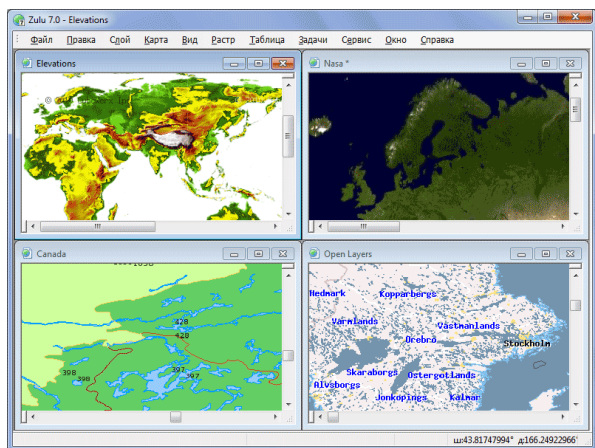


Рисунок 9 – Работа с WEB

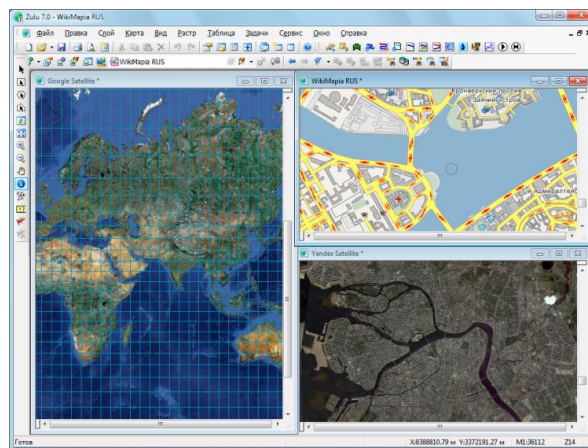


Рисунок 10 – Работа со слоями Tile-серверов

Открытая архитектура. Модули расширения Zulu (plug-in). Библиотека ГИС-компонентов ZuluXTools

Система спланирована для расширения как нашими продуктами, так и программами пользователей.

Архитектура plug-ins (дополнительные встраиваемые модули или модули расширения системы) позволяет использовать Zulu как ГИС-платформу (или ГИС-среду) для работы других приложений, как это сделано нами же в тепловых и водопроводных расчетах.

Кроме того, в Zulu существует возможность создавать макросы на языке программирования Visual Basic Script (VBScript) и Java Script (JScript). Для быстрого вызова макросы можно назначать новым кнопкам панелей инструментов.

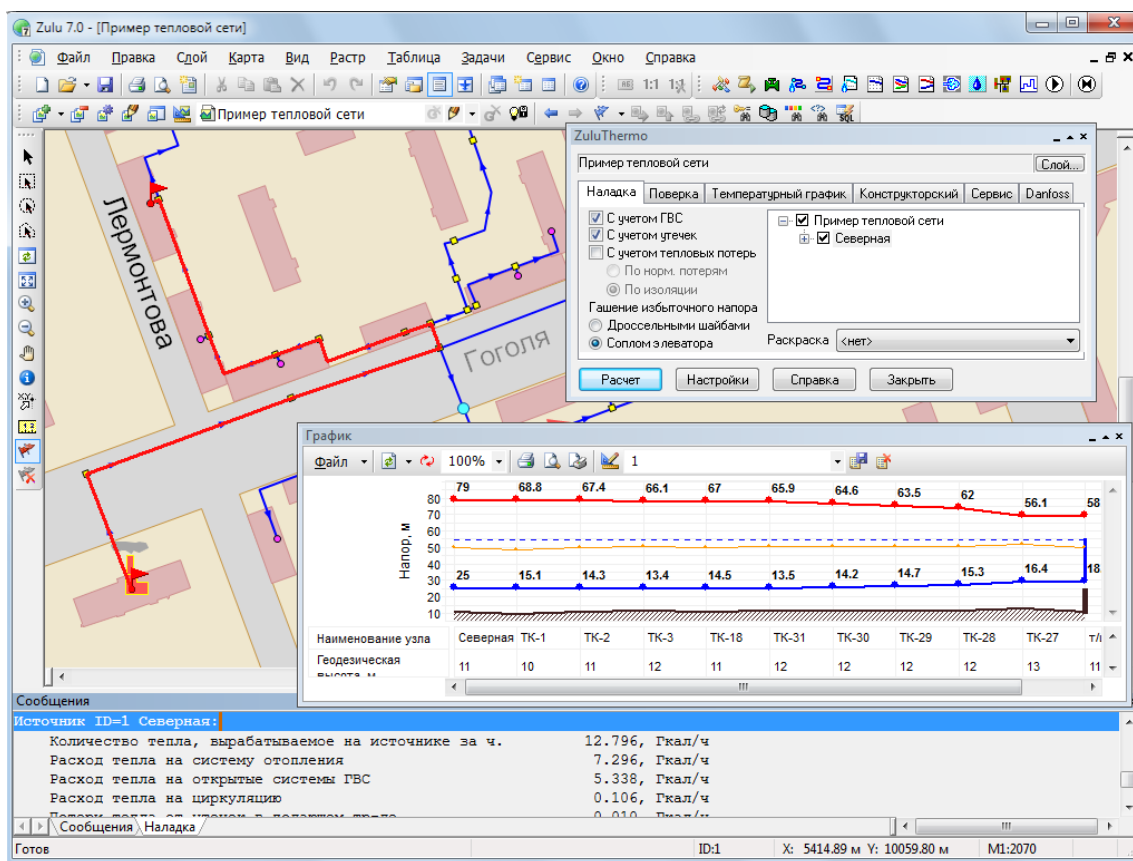
Для программного общения модулей расширения и сценариев с системой Zulu и данными слоев используется объектная модель Zulu на базе (COM).

На основе этой же объектной модели пользователи могут интегрировать работу с нашими данными в собственные приложения при помощи библиотеки ГИС-компонентов ZuluXTools.

Расчеты инженерных сетей

В виде модулей расширения Zulu, реализованы приложения для гидравлических и теплогидравлических расчетов инженерных коммуникаций и модуль для построения пьезометрических графиков:

- ZuluThermo – расчеты систем теплоснабжения;
- ZuluHydro – расчеты систем водоснабжения;
- ZuluGaz – расчеты газовых сетей;
- ZuluSteam – расчеты паропроводов.

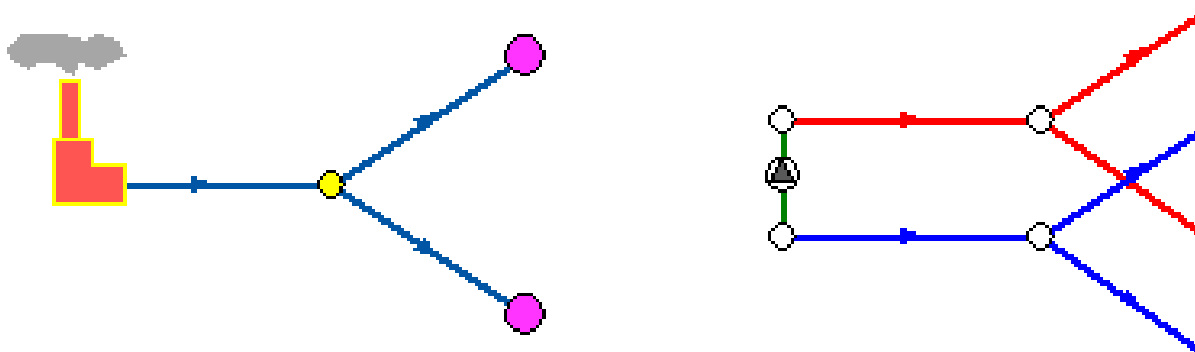


1.2 Элементы построения тепловой сети

Математическая модель сети для проведения теплогидравлических расчетов представляет собой граф, где дугами, соединяющими узлы, являются участки трубопроводов. Несмотря на то, что на участке может быть и подающий и обратный трубопровод, пользователь изображает участок сети в одну линию. Это внешнее представление сети.

Перед началом расчета внешнее представление сети, в зависимости от типов и режимов элементов, составляющих сеть, преобразуется (кодируется) во внутреннее представление, по которому и проводится расчет.

Вот пример простой сети из одного источника, тепловой камеры и двух потребителей во внешнем и внутреннем представлениях:



На расчетной схеме красным цветом условно обозначены участки подающего трубопровода, синим - обратного, зеленым - участки соединяющие подающий и обратный трубопроводы. Источник изображен участком со стрелкой в кружке. Так будем изображать участки на которых действует устройство, повышающее давление (например, насос).

Подробное описание всех исходных данных каждого элемента сети приведено в методике теплогидравлических расчетов. Здесь мы просто коротко опишем что из себя те «кубики», из которых можно составить тепловую сеть любого размера и сложности:

- участки
- простые узлы;
- потребители;
- ЦТП;
- источник;
- переключки;
- насосные станции;
- дроссельная шайба;
- регулятор давления;
- регулятор напора;
- регулятор расхода.

Более подробная информация по элементам и принципам построения тепловой сети в Zulu Thermo представлена в Приложении 2 настоящего документа «Руководство оператора».

ЧАСТЬ 2 ПАСПОРТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Пакет инженерных расчетов Zulu Thermo способен решать широкий ряд задач, в том числе и паспортизацию объектов сети. В Zulu Thermo имеется возможность как добавлять информацию к объектам системы теплоснабжения (источники, участки тепловой сети, тепловые камеры/ЦТП, потребители), так и отображать добавленные семантические данные на схеме (см. рисунок ниже).

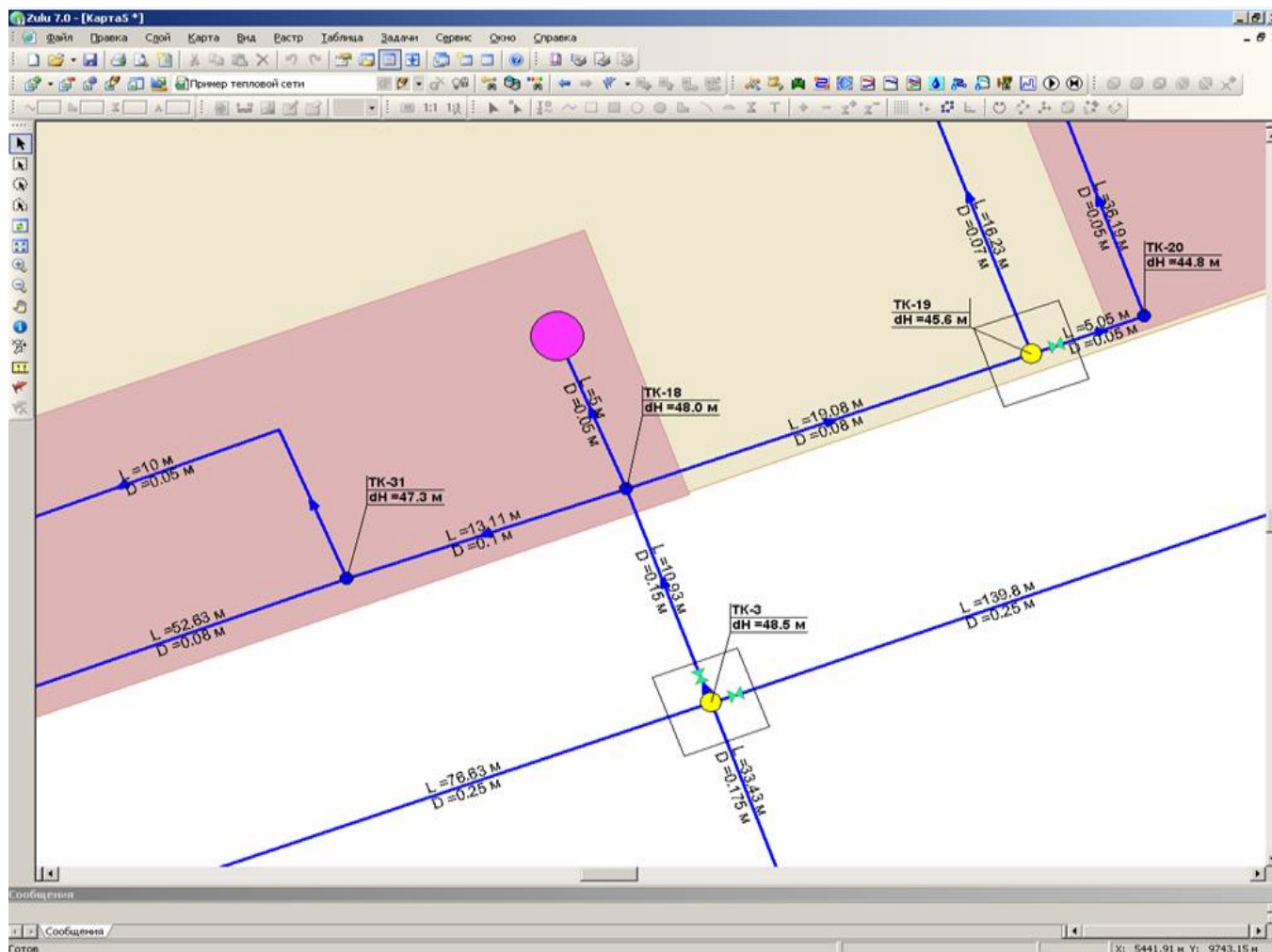


Рисунок 12 - Отображение семантических данных на схеме тепловой сети

Такие документы, как паспорт теплового пункта и паспорт тепловой сети можно полностью перенести в модель, вложив информацию внутрь объектов. Таким образом, электронная модель помимо функциональных возможностей по моделированию режимов работы тепловой сети, переключениям и т.д. позволяет хранить информацию об элементах системы теплоснабжения (см. рисунок ниже).

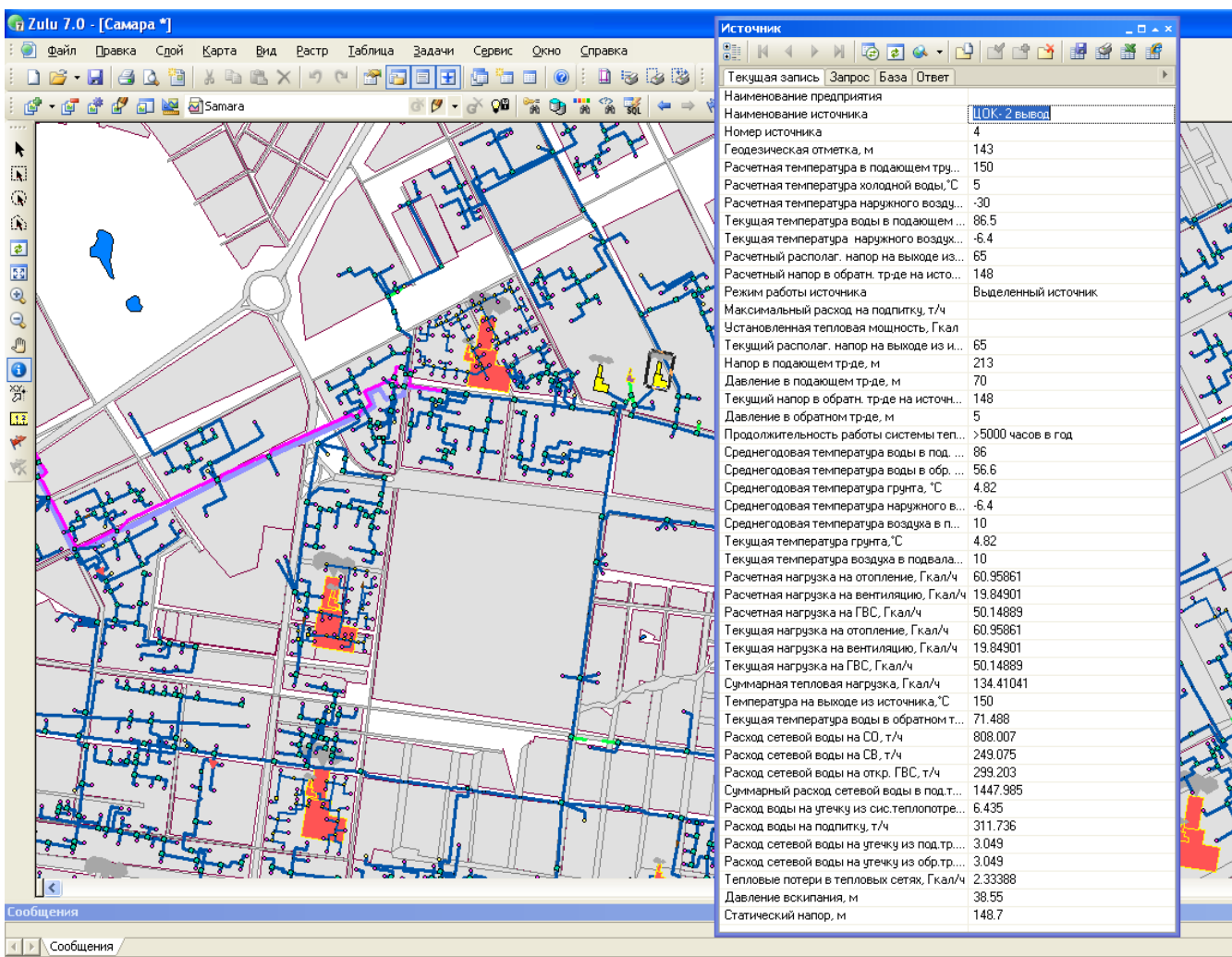
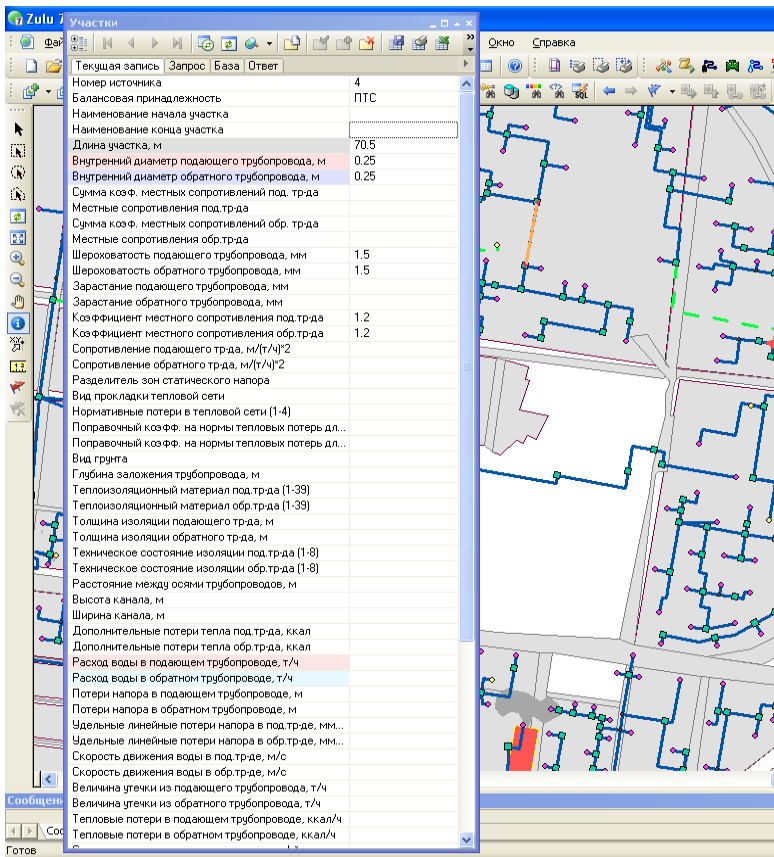


Рисунок 13 – Данные, содержащиеся в модели по объекту источник теплоснабжения



Паспорт тепловой сети	
(название энергосистемы)	
Эксплуатационный район	_____
Магистраль № _____	Паспорт № _____
Вид сети _____	
(единица, паровая)	
Источник теплоснабжения _____	
Участок сети от камеры № _____	до камеры № _____
Название проектной организации и номер проекта _____	
Общая длина трассы _____ м. Теплоноситель _____	
Расчетные параметры: давление _____ МПа (кгс/см ²), температура _____ °С	
Год постройки _____	Год ввода в эксплуатацию _____
Техническая характеристика	
1. Трубы	

Рисунок 14 – Данные, содержащиеся в модели по объекту участок тепловой сети

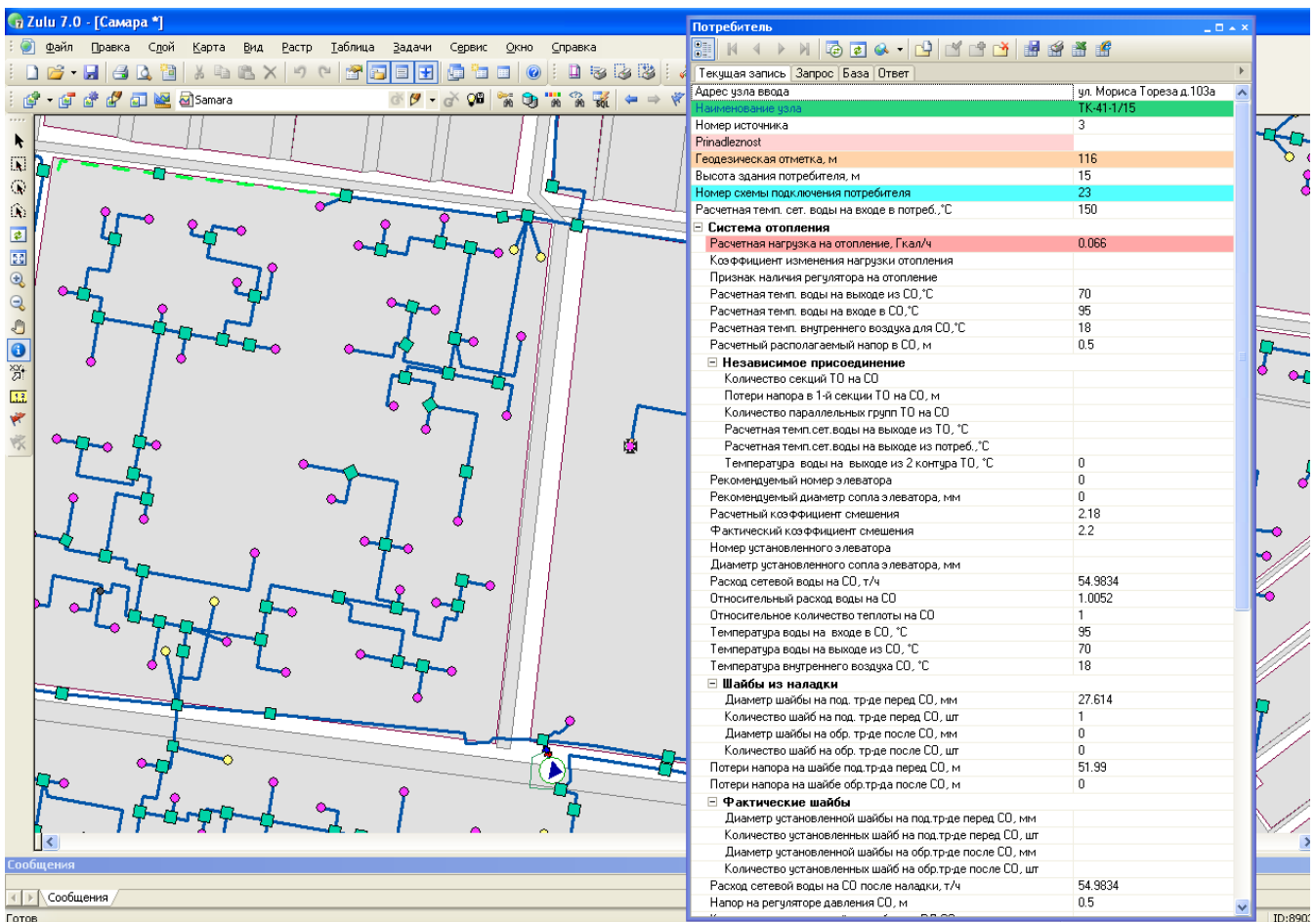


Рисунок 15 – Данные, содержащиеся в модели по объекту потребитель

В электронной модели схемы теплоснабжения г. о. Тольятти произведена паспортизация (внесение основных параметров, необходимых для расчета) следующих объектов:

- источник теплоснабжения;
- участок тепловой сети;
- насосная станция;
- тепловая камера;
- потребитель тепловой энергии.

Все вышеперечисленные объекты учтены для:

- источников комбинированной выработки (ТоТЭЦ, ТЭЦ ВАЗа) и крупных котельных (котельная БМК-34, котельная №2, котельная №8);
- магистральных и распределительных тепловых сетей от источников, включая тепловые пункты, тепловые камеры, ЦТП, насосные станции;
- конечных потребителей тепловой энергии.

ЧАСТЬ 3 ПАСПОРТИЗАЦИЯ И ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ АДМИНИСТРАТИВНОЕ

Ниже представлен неполный перечень того, что позволяет делать ГИС Zulu:

- Создавать карты местности в различных географических системах координат и картографических проекциях, отображать векторные графические данные со сглаживанием и без;
- Осуществлять обработку растровых изображений форматов BMP, TIFF, PCX, JPG, GIF, PNG при помощи встроенного графического редактора;
- Пользоваться данными с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (Web Map Service);
- С помощью создаваемых векторных слоев с собственным бинарным форматом, обеспечивающим высокую скорость работы, векторизовать растровые изображения;
- При векторизации использовать как примитивные объекты (символьные, текстовые, линейные, площадные) так и типовые объекты, описываемые самостоятельно в структуре слоя;
- Работать с семантическими данными, подключаемыми к слою из внешних источников BDE, ODBC или ADO через описатели баз данных (получать данные можно из таблиц Paradox, dBase, FoxPro; Microsoft Access; Microsoft SQL Server; ORACLE и других источников ODBC или ADO);
- Выполнять запросы к базам данных с отображением результатов на карте (поиск определенной информации, нахождение суммы, максимального, минимального значения, и т.д.);
- Выполнять пространственные запросы по объектам карты в соответствии со спецификациями OGC;
- Создавать модель рельефа местности и строить на ее основе изолинии, зоны затопления профили и растры рельефа, рассчитывать площади и объемы;
- Импортировать графические данные из MapInfo (MIF/MID), AutoCAD Release 12 (DXF) и ArcView (SHP);
- Экспортировать графические данные в MapInfo (MIF/MID), AutoCAD Release 12 (DXF), ArcView (SHP) и Windows Vimap (BMP).

Используя вышеуказанные средства ГИС Zulu, имеется возможность проводить паспортизацию и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.

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

Разработка мероприятий по анализу гидравлического режима для проведения перекладки трубопроводов внешних систем теплоснабжения, находящихся в зоне ответственности АО «ТЕВИС (Автозаводский район), ТУТС Тольятти (Центральный район и Комсомольский районы).

Необходимость в проведении работ по анализу гидравлического режима выполнялось в соответствии с требованиями к разработке схемы теплоснабжения с учетом следующих особенностей:

- подключения перспективных абонентов к системе теплоснабжения;
- перевод ГВС с открытой схемы подключения на закрытую в ИТП;
- пересчету существующей модели тепловых сетей города с договорными нагрузками потребителей на их фактические нагрузки.

Выполнение всех мероприятий, обеспечит качественное теплоснабжение объектов, представленных в данном техническом отчёте.

Тепловая сеть и местные системы теплопотребления

Тепловая сеть двухтрубная. Прокладка наружная – с компенсацией тепловых удлинений П-образными компенсаторами и углами естественных поворотов. Прокладка подземная – с компенсацией тепловых удлинений П-образными компенсаторами и углами естественных поворотов, сальниковыми и сильфонными компенсаторами. Присоединение к тепловым сетям местных систем отопления преимущественно по зависимой схеме (элеваторный узел), за исключением нескольких потребителей с независимой схемой. Системы отопления смонтированы по 2-х трубной, тупиковой схеме. Также к системе теплоснабжения подключены бойлерные установки ГВС и отопления в центральных тепловых пунктах (ЦТП).

Горячее водоснабжение потребителей с открытой схемой подключения в Автозаводском районе насчитывает 2 274 ИТП т.е. вся система с открытым водоразбором, в Центральном районе из 1 237 ИТП вся система с закрытым водоразбором, в Комсомольском районе из 368 шт. ИТП.- вся система с закрытым водоразбором.

Все три района города имеют независимые друг от друга системы теплоснабжения.

Тепловые нагрузки

Расчётные тепловые нагрузки на отопление – это расходы тепла при расчётной температуре наружного воздуха, принимаемой для данного района и вида теплопотребления. Расчётные тепловые и весовые нагрузки являются исходными данными для определения расходов теплоносителя в расчётных условиях.

Расчётная температура наружного воздуха в отопительный период для города Тольятти принята $T_{p,n} = -30$ °С.

Температурный график работы тепловых сетей от ТoТЭЦ, котельной №2 и котельной №8 - 142/70 °С, от ТЭЦ ВАЗа – 150/70 °С со срезкой 138 °С, для котельных №№ 3,4, миникотельная, 6, 7, 14 - 95/70 °С. График отпуска ГВС 60 °С.

Гидравлический расчёт

После составления расчётных схем (электронной модели) производился гидравлический расчёт местных систем теплоснабжения с учетом понижения тепловых нагрузок потребителей до фактического значения.

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

Для проведения гидравлического расчёта была составлена расчётная схема наружной тепловой сети, с нанесением диаметров, длин трубопроводов и расходов теплоносителя от котельной до всех теплопотребителей. Схема выполнена однолинейной.

После составления расчётной схемы производился гидравлический расчёт наружной тепловой сети.

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

$$\Delta P_c = \Delta P_l + \Delta P_m, \text{ м вод.ст.} \quad (6)$$

Фактические линейные потери давления на участке определяются произведением фактических удельных линейных потерь давления R_f на длину участка l .

$$\Delta P_l = R_f \cdot l, \text{ мм вод.ст.} \quad (7)$$

Фактические удельные линейные потери давления R_f вычислялись с учётом фактической эквивалентной шероховатости трубопроводов по формуле:

$$R_f = R_t \cdot \beta, \text{ мм вод.ст.} \quad (8)$$

где R_t – удельные линейные потери давления при эквивалентной шероховатости $K = 1,0$ мм;
 β – поправочный коэффициент, определяемый по таблице, в зависимости от фактической эквивалентной шероховатости и диаметров трубопроводов.

Удельные потери давления на трение вычислялись по формуле:

$$R_t = \lambda \frac{V^2 \cdot \gamma \cdot G^2}{2q \cdot D_b}, \quad (9)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

V – скорость теплоносителя, м/с;

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

q – ускорение свободного падения, м/с²;

D_b – внутренний диаметр трубы, м.;

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

Коэффициент гидравлического трения определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{(1,14 + 2 \ell q \frac{d_b}{K_{\text{эkv}}})^2}, \quad (10)$$

где $K_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентная шероховатость трубы, принимаемая для вновь прокладываемых труб водяных тепловых сетей $K_{\text{ЭКВ}} = 1,0$ мм.

Для адаптации электронной модели тепловых сетей к фактическим значениям потерь напора на тех или иных магистральных сетях использовался метод подбора шероховатости таким образом, чтобы максимально приблизиться к фактическому перепаду давлений в контрольных точках. Также был введён поправочный коэффициент для компенсации суммы местных сопротивлений, который принимался по СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» в зависимости от типов компенсаторов и диаметров трубопроводов. Расчёт производился в программном комплексе Zulu Thermo.

В Автозаводском районе эксплуатирующей организацией является АО «ТЕВИС». Электронную схему Автозаводского района АО «ТЕВИС» не предоставил. Задача при актуализации схемы теплоснабжения, актуализировать электронную модель. В связи с тем, что электронная модель в адрес разработчика от АО «ТЕВИС», не предоставляется возможным откалибровать электронную модель в Автозаводском районе.

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.

Все района г.о. Тольятти имеют независимую друг от друга систему теплоснабжения. В приоритетных вариантах развития не предусмотрены переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.

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 энергией 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

Целью расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel.

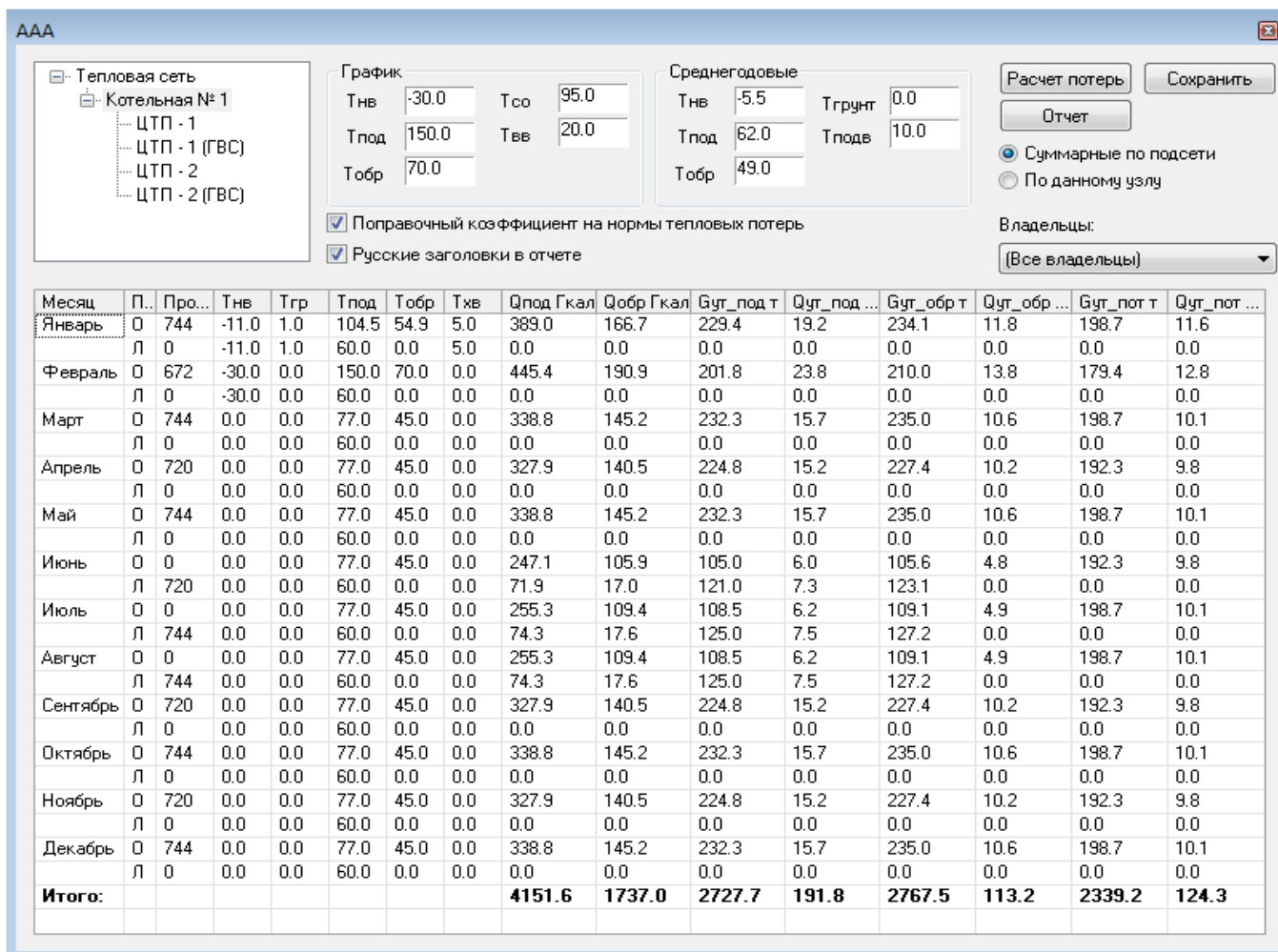


Рисунок 16 – Расчет тепловых потерь через изоляцию

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

Более подробная информация по данному мероприятию представлена в Главе 11 «Оценка надежности теплоснабжения» Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения городского округа Тольятти на период с 2020 до 2038 года.

ЧАСТЬ 9 ГРУППОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ (УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ПОТРЕБИТЕЛЕЙ) ПО ЗАДАНЫМ КРИТЕРИЯМ С ЦЕЛЮ 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.

Результаты групповых изменений характеристик объектов по заданным критериям записываются сразу в базу данных электронной модели.

ЧАСТЬ 10 СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И АНАЛИЗА СЦЕНАРИЕВ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Сравнительные пьезометрические графики источников теплоснабжения г.о. Тольятти были смоделированы с помощью электронной модели. Ниже представлены пьезометрические графики от источников ТоТЭЦ (магистралей №№1,2,3), котельных №№3,14,2,8 и БМК-34. Пьезометрические графики от ТЭЦ ВАЗа не приведены, не предоставлены данные для калибровки источника.

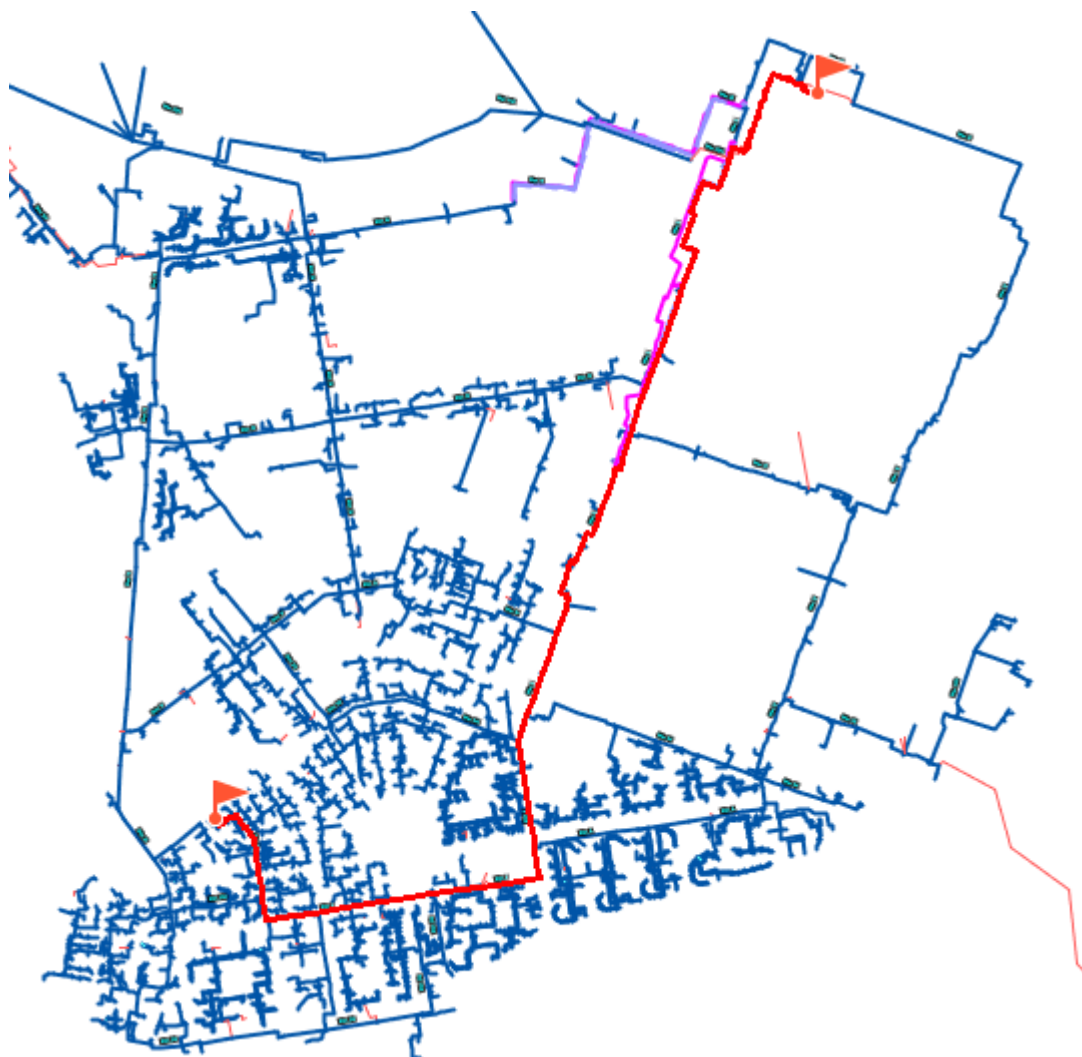
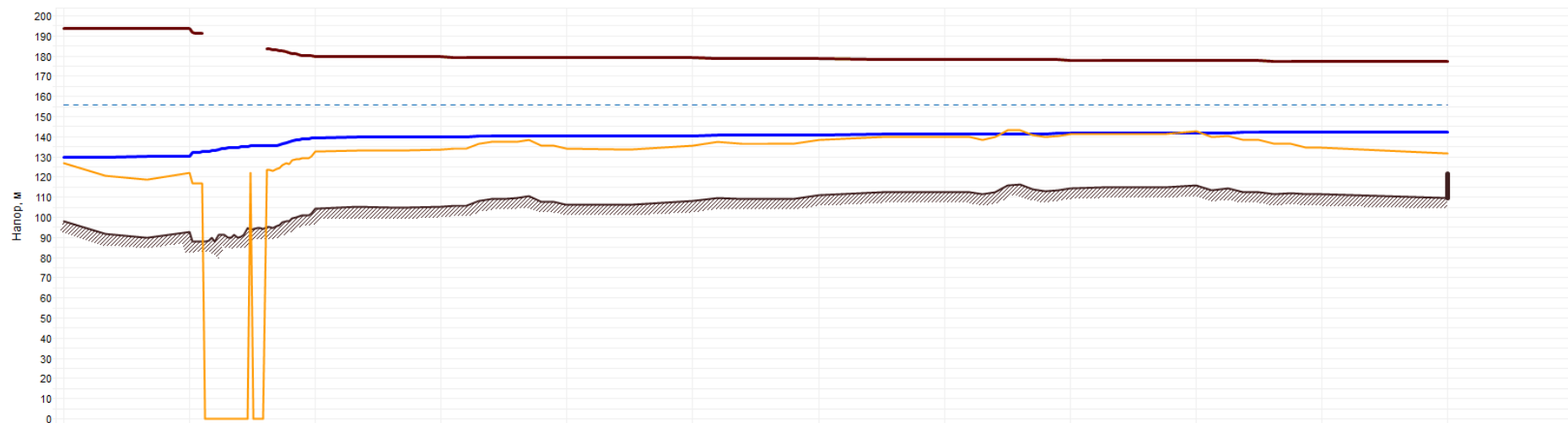


Рисунок 17 – Магистраль № 1



Наименование узла	ТоТЭЦ	ТоТЭЦ1в. на маг.	ТК-Л30	ТК-Л34	ТК-Л8	ТК-Л41	ТК-Л44	ТК-Л45	ТК-Л51	ТК-Л53	ПС-1, ОС-2	
Геодезическая высота, м	97.74	92.68	104.22	105.22	106.15	107.79	111.02	112.49	114.28	115.71	111.2	109.59
Напор в обратном трубопроводе, м	129.74	130.009	139.284	139.672	140.104	140.255	140.749	140.926	141.531	141.615	142.198	142.21
Располагаемый напор, м	63.999	63.481	40.412	39.701	38.933	38.648	37.722	37.393	36.34	36.186	35.013	34.99
Длина участка, м	5	787	151	124	7.5	193	144	1	47	100	39.2	
Диаметр участка, м	1.2	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.4	0.082	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.019	2.06	0.132	0.103	0.007	0.189	0.151	0	0.02	0.051	0.012	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.018	1.988	0.158	0.124	0.007	0.214	0.175	0.001	0.034	0.05	0.012	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.937	1.162	0.695	0.678	0.697	0.697	0.756	0.515	0.335	0.32	0.106	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.906	-1.207	-0.761	-0.745	-0.741	-0.741	-0.815	-0.568	-0.444	-0.318	-0.105	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.928	2.014	0.67	0.639	0.675	0.755	0.806	0.349	0.319	0.391	0.242	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	2.835	1.943	0.804	0.77	0.762	0.853	0.937	0.423	0.561	0.386	0.239	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	7687.946	2594.858	1226.6073	1197.0711	1230.5695	1230.3827	1021.578	695.9574	230.7654	141.2933	1.9822	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-7564.3046	-2695.2156	-1343.3408	-1314.8469	-1308.0073	-1308.1942	-1101.3813	-766.9405	-306.2068	-140.3594	-1.9532	

Рисунок 18 – Пьезометрический график от ТоТЭЦ до ул. Ставропольская, 31 (магистраль № 1)

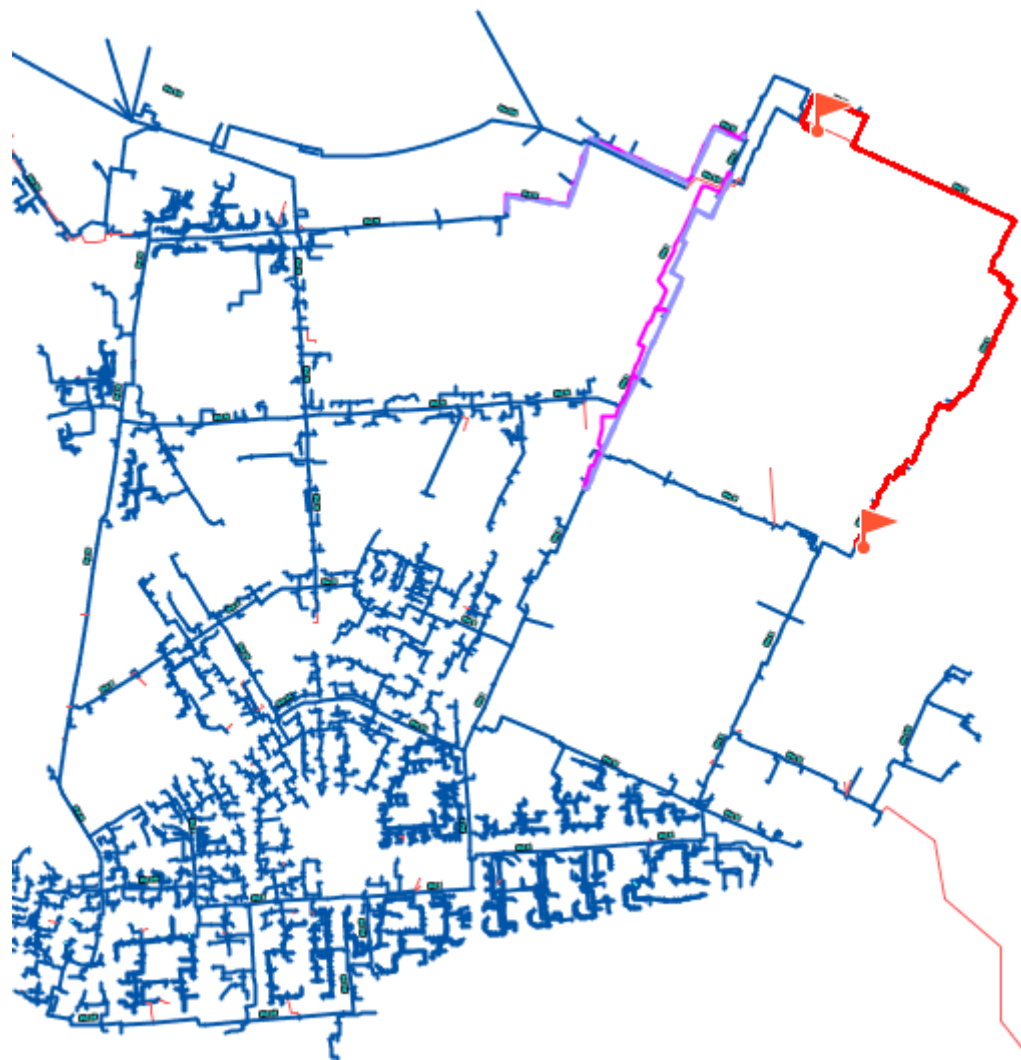
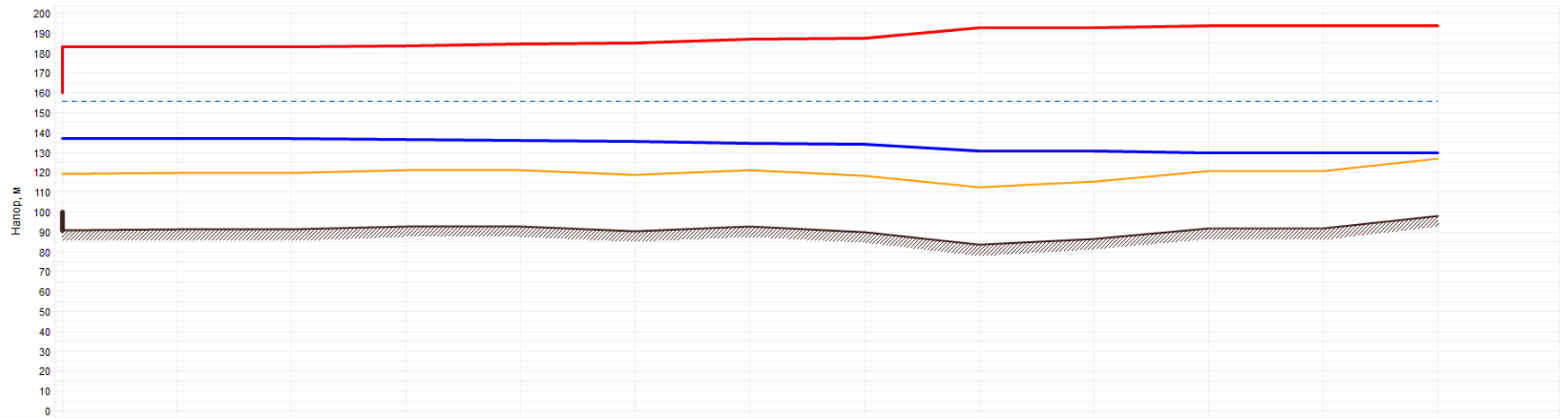


Рисунок 19 – Магистраль № 2



Наименование узла	ООО"СВ-Бочка"	ПС-1. ОС-1	II-стойка 192, УТ-5	II-стойка 165, УТ-4а	II-стойка 164	II-стойка 141	II-стойка 88, УТ-3	II-стойка 68, УТ-2	83.25	ТК-II-0	Переход 1000*800	ТоТЭЦЗв.на IIмаг.	ТоТЭЦ
Геодезическая высота, м	90.85	91	91	92.66	92.76	90.16	92.61	89.58	83.25	86.25	91.54	91.39	97.74
Напор в обратном трубопроводе, м	136.731	136.695	136.694	136.195	135.695	135.433	134.285	133.897	130.602	130.444	129.764	129.758	129.74
Располагаемый напор, м	46.07	46.147	46.148	47.424	48.7	49.37	52.304	53.297	61.746	62.152	63.949	63.962	63.999
Длина участка, м	69	1	305	305	160	699	235	2000	96	608	10	5	
Диаметр участка, м	0.35	0.35	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1.2	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.037	0.001	0.776	0.776	0.408	1.787	0.604	5.155	0.247	1.117	0.008	0.019	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.036	0.001	0.5	0.5	0.262	1.147	0.388	3.295	0.158	0.681	0.005	0.018	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.3	0.3	1.124	1.124	1.125	1.126	1.13	1.131	1.131	1.131	0.724	1.937	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.298	-0.298	-0.901	-0.901	-0.902	-0.902	-0.905	-0.904	-0.904	-0.903	-0.578	-1.906	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0.408	0.408	1.957	1.958	1.961	1.966	1.978	1.983	1.983	1.413	0.612	2.928	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.404	0.404	1.26	1.26	1.261	1.263	1.271	1.267	1.267	0.861	0.391	2.835	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	101.2604	101.2607	1981.1127	1981.4861	1982.761	1985.4942	1991.3355	1993.7841	1993.9016	1994.646	1994.6651	7687.946	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-100.7684	-100.7681	-1589.1536	-1588.7801	-1589.6468	-1590.6584	-1595.8962	-1593.4476	-1593.3301	-1592.5857	-1592.5666	-7564.3046	

Рисунок 20 – Пьезометрический график от ТоТЭЦ до ул. Ларина (магистраль № 2)

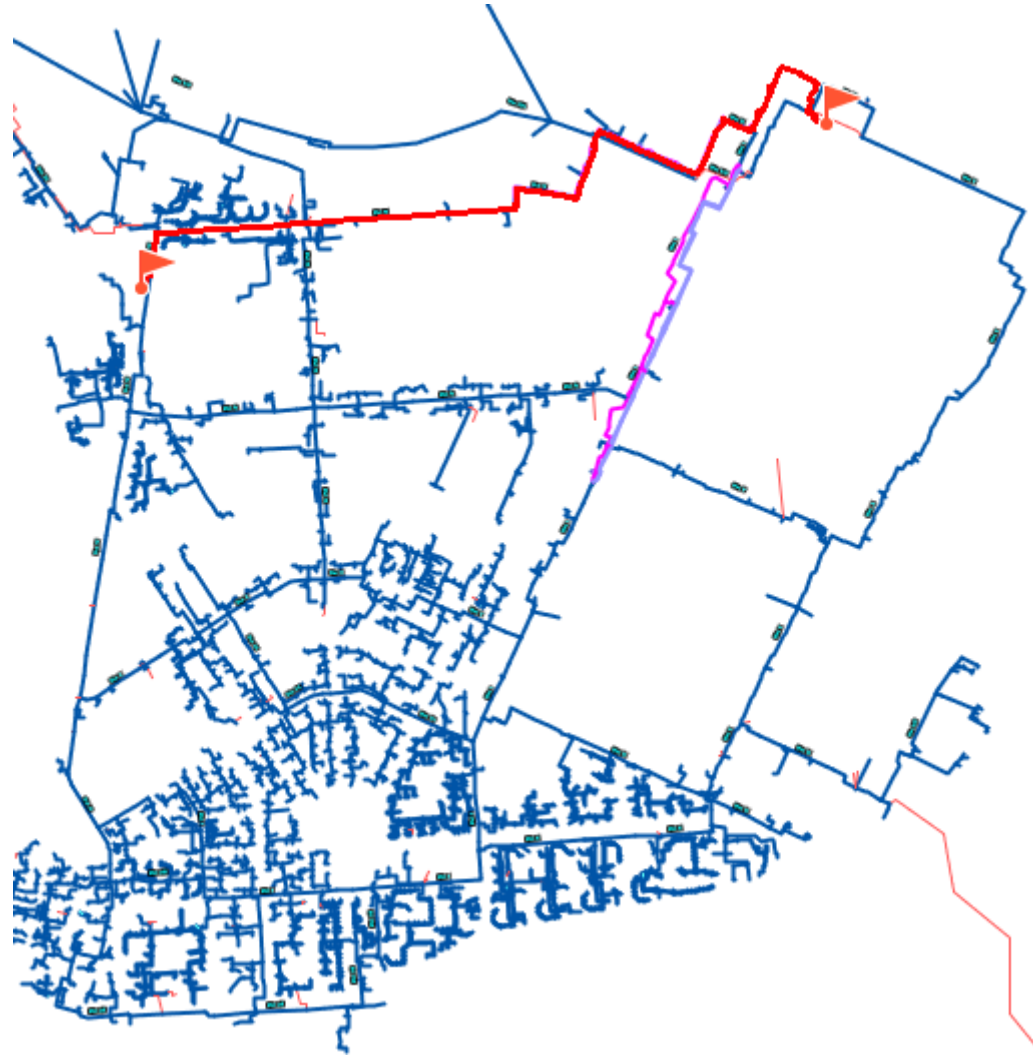
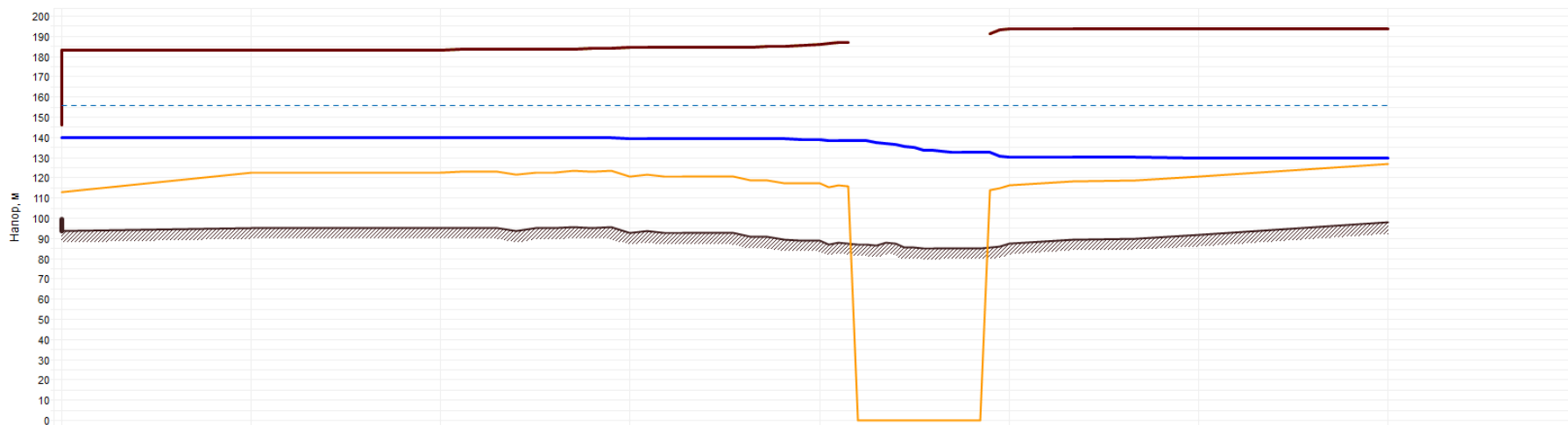


Рисунок 21 – Магистраль № 3



Наименование узла	ПС-1, ОС-2	ТК-III-17	ТК-III-12А	ТК-III-6	ТК-I-1	ТоТЭЦЗв.на Илар.	ТоТЭЦ
Геодезическая высота, м	93.27	95.04	95.04	92.54	88.93	87.21	91.39
Напор в обратном трубопроводе, м	139.868	139.863	139.863	139.407	138.548	130.135	129.758
Располагаемый напор, м	43.26	43.272	43.272	44.869	47.506	63.247	63.962
Длина участка, м	63	1	115	67.1	230.9	80	5
Диаметр участка, м	0.069	0.069	0.5	0.7	0.7	1	1.2
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.005	0	0.074	0.107	0.468	0.153	0.019
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.005	0	0	0.058	0.226	0.171	0.018
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.044	0.044	0.418	0.815	0.921	1.124	1.937
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.044	-0.044	-0.014	-0.601	-0.64	-1.189	-1.906
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0.059	0.059	0.497	1.223	1.559	1.474	2.928
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.058	0.058	0.001	0.665	0.754	1.649	2.835
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	0.5827	0.5827	287.9879	1101.492	1243.7022	3098.1885	7687.946
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-0.5788	-0.5788	-9.5522	-811.779	-864.174	-3276.7567	-7564.3046

Рисунок 22 – Пьезометрический график от ТоТЭЦ до ул. Мичурина, 27а (магистраль № 3)

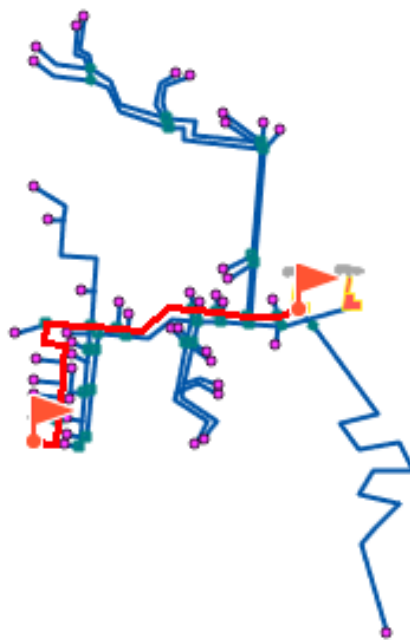


Рисунок 23 – Путь от Котельной № 3 до ул. Санаторная 69

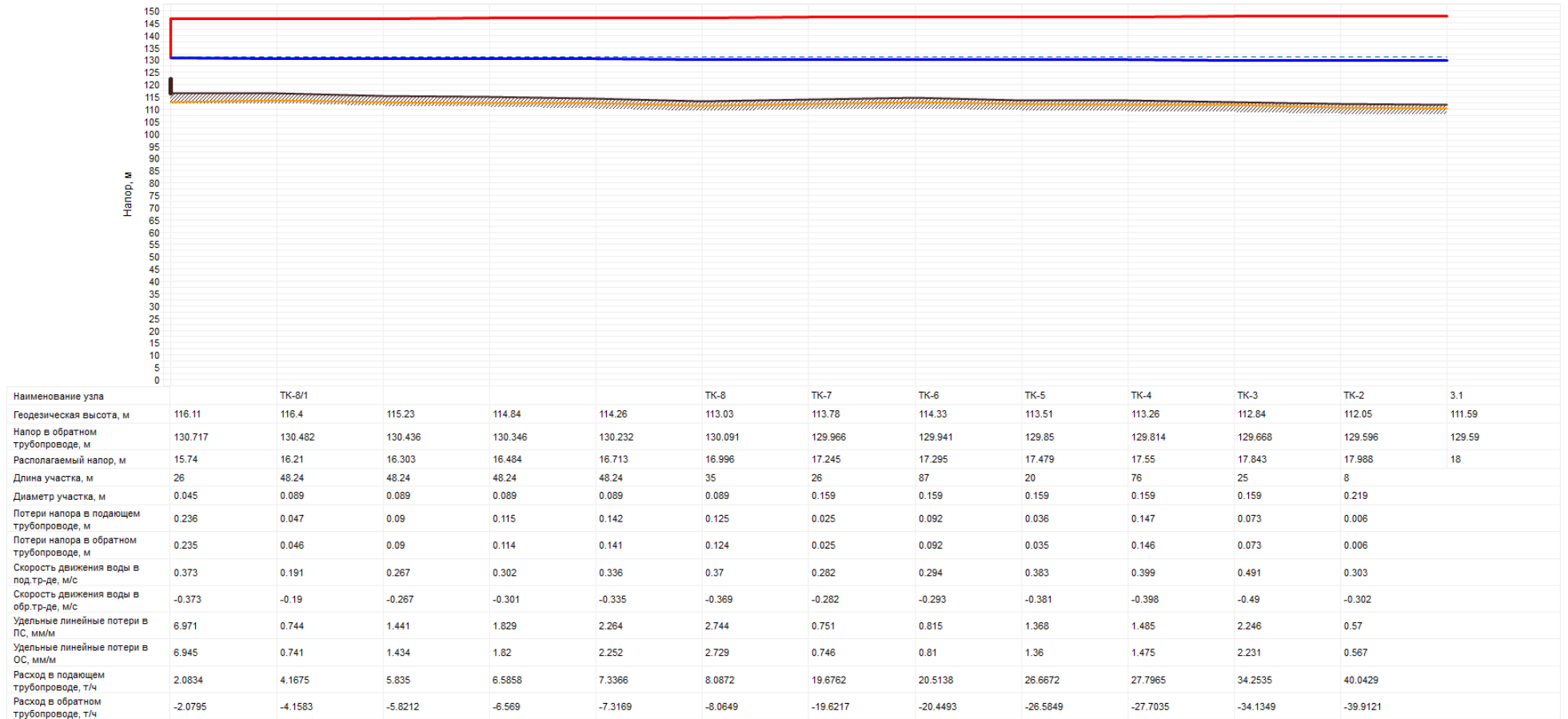


Рисунок 24 – Пьезометрический график от Котельной № 3 до ул. Санаторная 69

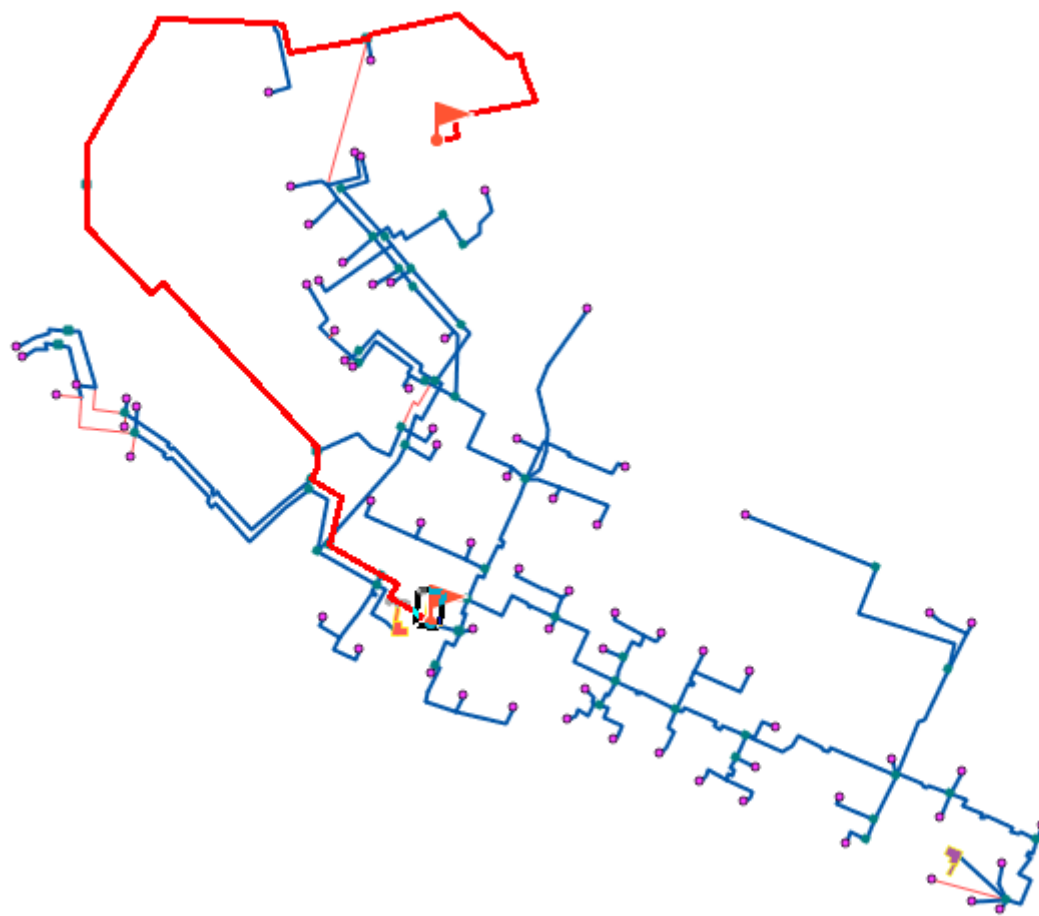


Рисунок 25 – Путь от Котельной № 14 до ул. Комзина 4

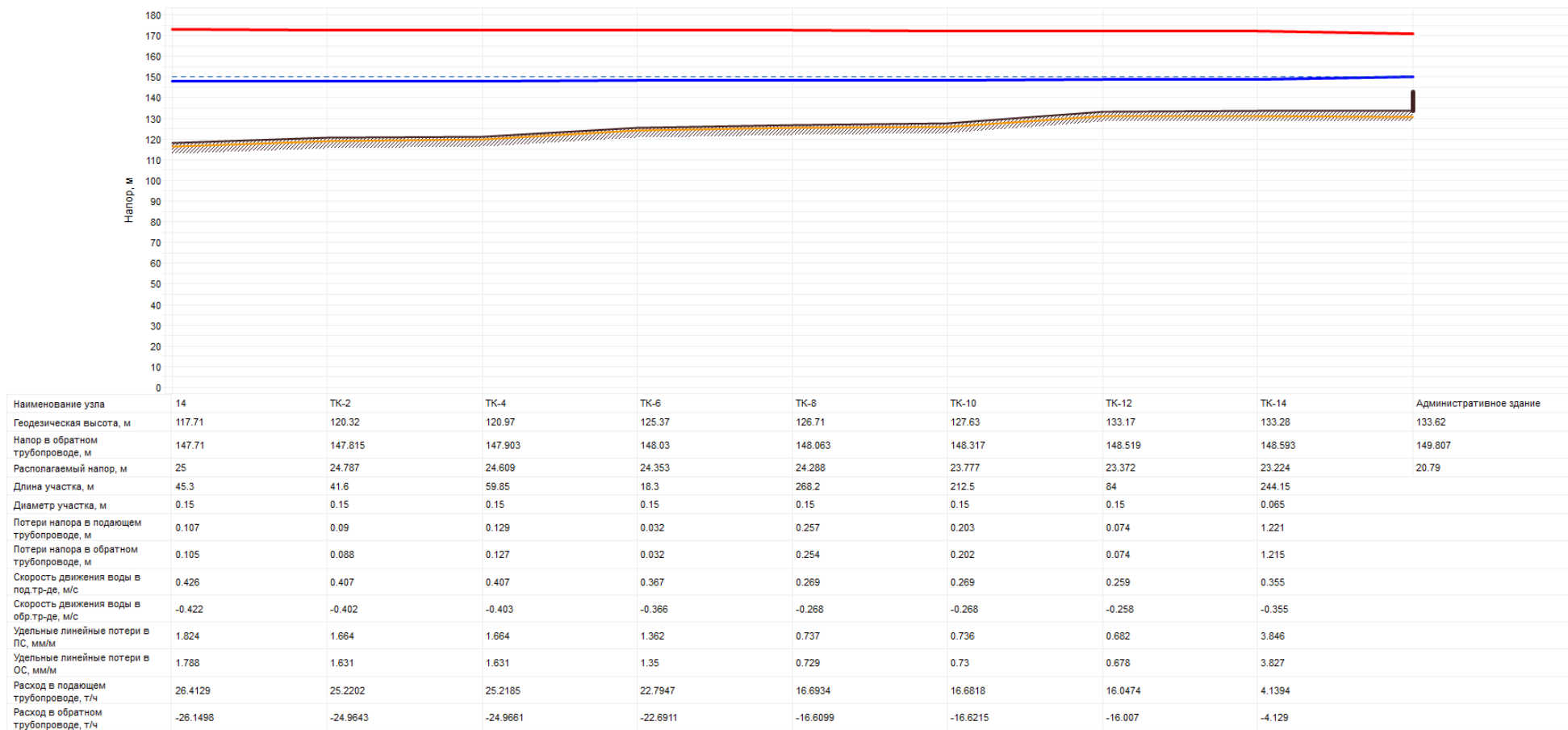
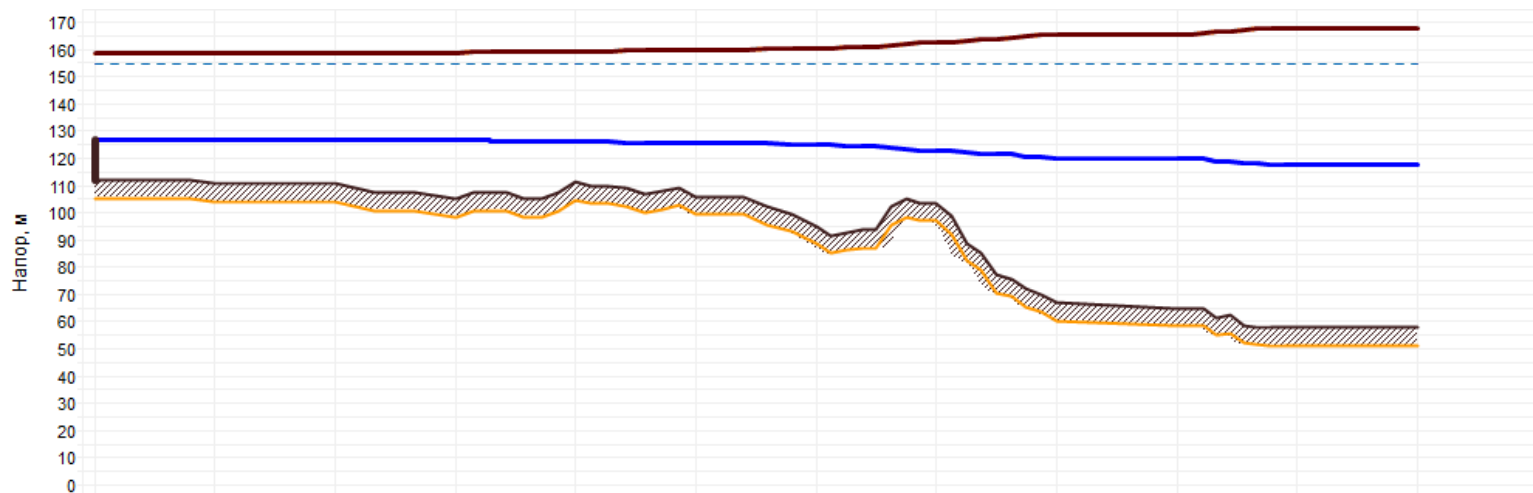


Рисунок 26 – Пьезометрический график от Котельной № 14 до ул. Комзина 4



Рисунок 27 – Путь от Котельной № 2 до ул. Есенина 4

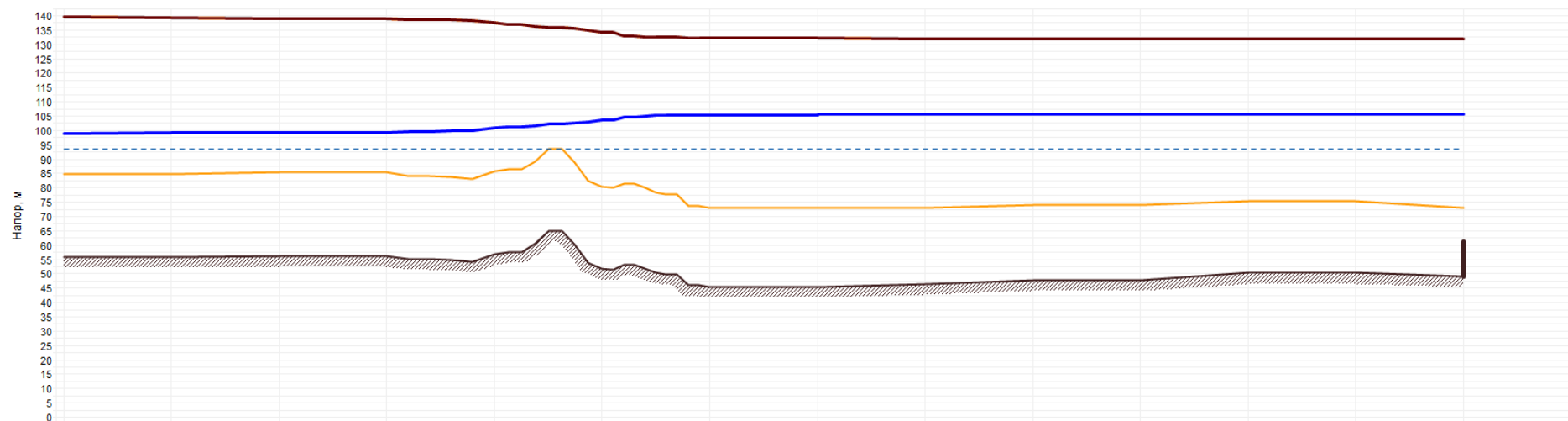


Наименование узла	Жилой дом	ПС-3, ОС-4	ТК-12/1	СТК-55	МТК-51	СТК-41	МТК-35	СТК-23	МТК-7	ПС-3, ОС-4	Котельная 2	Котельная 2
Геодезическая высота, м	111.75	110.48	110.57	105.08	110.91	105.58	94.8	103.2	66.74	64.57	57.54	57.52
Напор в обратном трубопроводе, м	126.71	126.461	126.459	126.393	125.905	125.122	124.81	122.622	119.921	119.713	117.542	117.52
Располагаемый напор, м	31.533	32.043	32.046	32.18	33.051	34.631	35.261	39.68	45.136	45.557	49.955	50
Длина участка, м	1	0.23	38.6	20.27	63.1	1	96.8	152.3	71.2	1	5	
Диаметр участка, м	0.05	0.069	0.1	0.1	0.259	0.515	0.515	0.614	0.614	0.614	0.8	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.002	0.002	0.036	0.167	0.04	0	0.106	0.252	0.21	0.003	0.023	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.002	0.002	0.036	0.165	0.039	0	0.104	0.247	0.206	0.003	0.022	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.171	0.36	0.171	0.51	0.27	0.206	0.554	0.911	1.021	1.021	1.786	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.17	-0.358	-0.17	-0.507	-0.267	-0.204	-0.55	-0.902	-1.011	-1.011	-1.765	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	1.919	5.299	0.722	6.319	0.494	0.117	0.84	1.273	2.269	2.269	3.505	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	1.9	5.244	0.714	6.251	0.48	0.115	0.827	1.249	2.222	2.222	3.423	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	1.1802	4.7212	4.722	14.0521	49.9999	150.6218	405.266	946.9454	1061.6021	1061.6028	3150.7166	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1.1743	-4.6965	-4.6958	-13.9757	-49.2999	-149.2064	-402.1007	-937.8642	-1050.5383	-1050.5375	-3113.8934	

Рисунок 28 – Пьезометрический график от Котельной № 2 до ул. Есенина 4



Рисунок 29 – Путь от Котельной № 8 до ул. Никонова 23



Наименование узла	Котельная №8	ПС-5, ОС-5	ПС-3, ОС-4	МТК-13	МТК-25	МТК-35/3	ПС-1, ОС-2	МТК-35/4	МТК-35/5	ПС-1, ОС-2	МТК-35/6	ПС-1, ОС-2		
Геодезическая высота, м	55.75	55.71	56.19	56.19	56.85	51.69	45.3	45.3	46.36	47.69	47.69	50.18	50.18	48.94
Напор в обратном трубопроводе, м	98.75	99.019	99.236	99.243	100.636	103.578	105.336	105.336	105.45	105.516	105.518	105.635	105.635	105.645
Располагаемый напор, м	40.7	40.132	39.672	39.658	36.711	30.467	26.672	26.443	26.31	26.307	26.072	26.072	26.072	26.05
Длина участка, м	42.57	34.5	0.5	138	154.5	6.3	0.5	98	57	1	80	0.3	36	
Диаметр участка, м	0.53	0.53	0.53	0.53	0.426	0.325	0.108	0.108	0.108	0.089	0.089	0.089	0.089	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.299	0.242	0.004	0.345	0.658	0.014	0.001	0.115	0.067	0.001	0.118	0	0.011	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.269	0.218	0.003	0.31	0.589	0.013	0.001	0.114	0.066	0.001	0.117	0	0.011	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.122	1.122	1.122	0.669	0.751	0.451	0.24	0.24	0.24	0.237	0.237	0.105	0.105	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.113	-1.113	-1.113	-0.664	-0.746	-0.447	-0.239	-0.239	-0.239	-0.235	-0.235	-0.104	-0.104	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.405	5.405	5.405	1.924	3.274	1.726	0.904	0.904	0.903	1.135	1.135	0.231	0.231	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	4.853	4.853	4.853	1.729	2.932	1.532	0.892	0.892	0.893	1.121	1.121	0.228	0.228	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	869.2213	869.1984	869.1799	518.4363	375.8924	131.4364	7.7205	7.7204	7.7183	5.1684	5.1684	2.2862	2.2862	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-861.9508	-861.9737	-861.9922	-514.3474	-372.9681	-130.1523	-7.6691	-7.6691	-7.6713	-5.1374	-5.1374	-2.2736	-2.2736	

Рисунок 30 – Пьезометрический график от Котельной № 8 до ул. Никонова 23

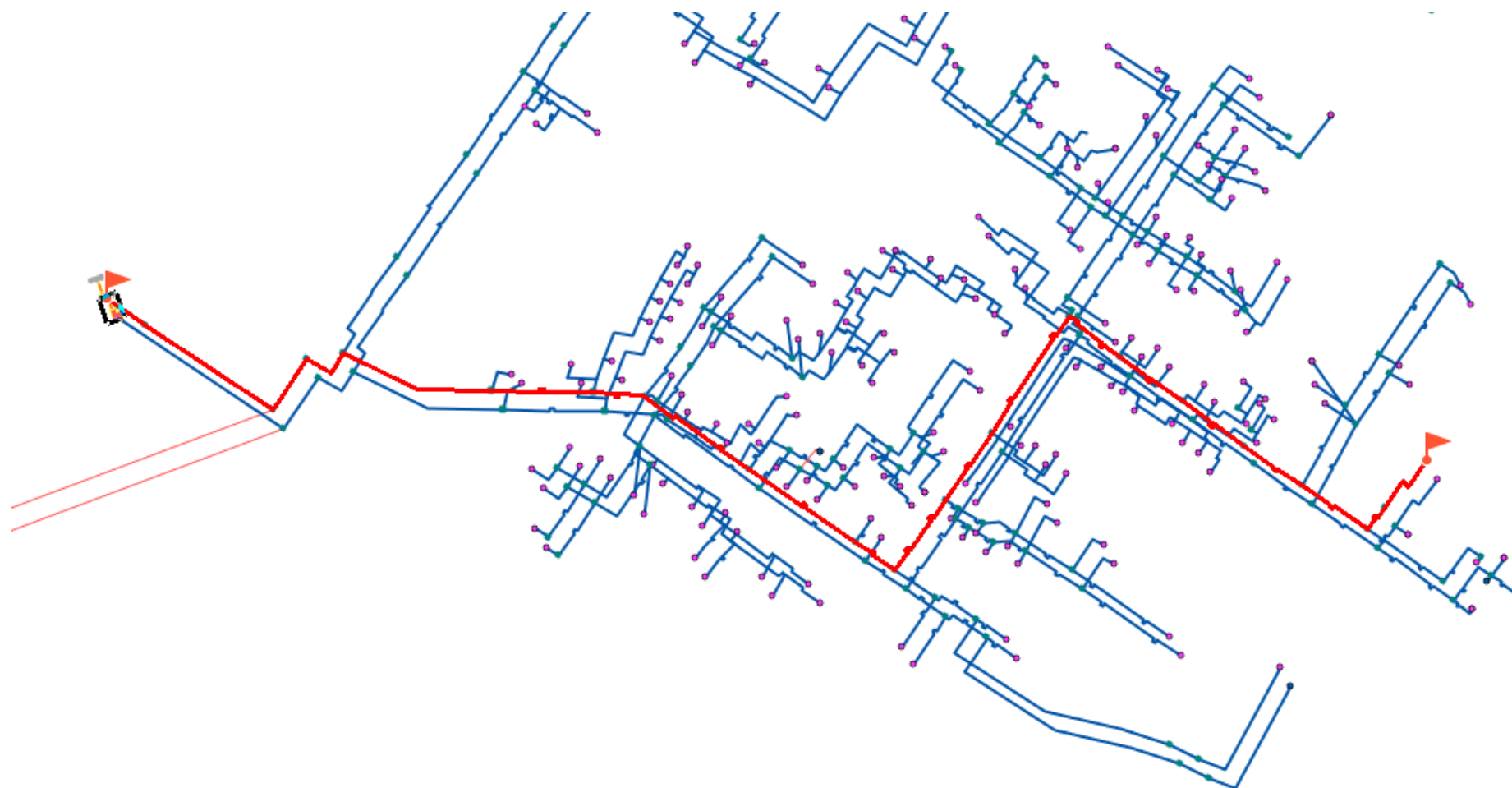
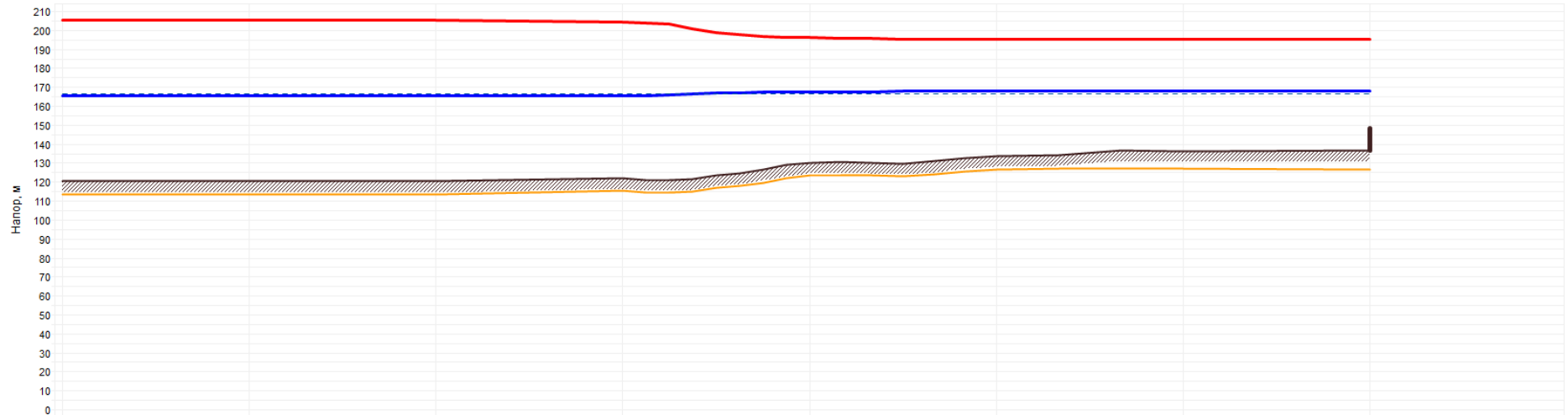


Рисунок 31 – Путь от Котельной БМК-34 до ул. Олимпийская 58



Наименование узла	БМК гвс	на БМК уз участок	на БМК уз участок	ТК	УТ-7	УТ-13	УТ67	ОАО "Газпром трансгаз Самара"
Геодезическая высота, м	120.3	120.3	120.3	122	130.16	133.56	136.28	136.34
Напор в обратном трубопроводе, м	165.3	165.302	165.303	165.47	167.399	167.895	167.945	167.948
Располагаемый напор, м	40	39.983	39.941	38.785	28.612	27.212	27.127	27.12
Длина участка, м	2	0.4	131.4	65.7	105.4	78.5	56.7	
Диаметр участка, м	0.25	0.15	0.25	0.25	0.207	0.15	0.08	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.014	0.042	0.988	0.594	0.297	0.034	0	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.002	0	0.167	0.096	0.086	0.05	0.003	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.979	2.72	0.979	0.979	0.613	0.179	0.008	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.267	-0.144	-0.018	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.449	81.528	5.449	5.448	2.004	0.33	0.002	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.937	0.937	0.937	0.938	0.593	0.493	0.036	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	168.6881	168.6878	168.6878	168.6721	72.3776	11.0977	0.1368	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-38.5272	-38.5274	-38.5274	-38.5375	-16.5751	-2.5384	-0.0313	

Рисунок 32 – Пьезометрический график от Котельной БМК-34 до до ул. Олимпийская 58

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения»,
3. Постановление Правительства РФ от 08.08.2012 № 808 «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (вместе с «Правилами организации теплоснабжения в Российской Федерации»),
4. «Методические рекомендации по разработке схем теплоснабжения». Утверждены приказом Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667.