



СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МО «Городской округ город Воткинск
Удмуртской Республики» до 2036 го-
да (Актуализация на 2024 год)

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
Книга 3

Д.02.01.24-ОМ.03

Ижевск 2024 год

Глава
МО «Город Воткинск» УР

Заметаев. А.В.

«___» _____ 20__ г.

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МО «Городской округ город Воткинск
Удмуртской Республики» до 2036 года
(Актуализация на 2024 год)
ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
Книга 3**

Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения

Д.02.01.24-ОМ.03

Исполнители:
Ведущий инженер-энергетик
Трифонов С.М.

Ижевск 2024 год

СОСТАВ РАБОТЫ¹

	№ тома	Обозначение	Наименование
Книга 1	1	Д.02.01.24-ОМ.01.001	Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. Часть 1. Функциональная структура теплоснабжения Часть 2. Источник тепловой энергии Часть 3. Тепловые сети, сооружения на них и тепловые пункты Часть 4. Зоны действия источников тепловой энергии
	2	Д.02.01.24-ОМ.01.002	Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. Часть 5. Тепловые нагрузки потребителей тепловой энергии, групп потребителей тепловой энергии в зонах действия источников тепловой энергии Часть 6. Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки в зонах действия источников тепловой энергии. Часть 7. Балансы теплоносителя. Часть 8. Топливные балансы источников тепловой энергии и система обеспечения топливом. Часть 9. Надежность теплоснабжения Часть 10. Техничко-экономические показатели теплоснабжающих и теплосетевых организаций Часть 11. Цены (тарифы) в сфере теплоснабжения Часть 12. Описание существующих технических и технологических проблем в системах теплоснабжения поселения, городского округа
Книга 2	1	Д.02.01.24-ОМ.02	Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения

¹ Состав проекта определен в соответствии с требованиями Постановления Правительства Российской Федерации № 154 от 22 февраля 2012 г. «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» [3]

	№ тома	Обозначение	Наименование
Книга 2	1	Д.02.01.24-ОМ.02	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 и реконструкции и техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей и сооружений на них Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения Глава 10. Перспективные топливные балансы
Книга 3	1	Д.02.01.24-ОМ.03	Глава 3. Электронная модель
Книга 4	1	Д.02.01.24-ОМ.04	Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения
Книга 5	1	Д.02.01.24-ОМ.05	Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение и (или) модернизации Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, района федерального значения. 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 актуализированной схеме теплоснабжения
Книга 6	1	Д.02.01.24-ОМ.06	Приложение А. Схема административных районов МО «Город Воткинск» УР
			Приложение Б. Зоны действия источников тепловой энергии МО «Город Воткинск» УР
			Приложение В. Зоны действия единых теплоснабжающих организаций в МО «Город Воткинск» УР
Книга 7	1	Д.02.01.24-УЧ.01	Утверждаемая часть.

РЕФЕРАТ

Отчет – 103 стр., 29 рисунков, 5 таблиц, 1 приложение.

ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ, СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ, ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ЦТП, НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ, ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, КАЛИБРОВКА ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ

Объект исследования: система теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР, потребители тепловой энергии, источники тепловой энергии.

Цель работы: на основе представленной исходной информации построение электронной модели системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе.

Метод исследования: анализ представленных исходных данных и документов по развитию и ретроспективе поселения. Компьютерное моделирование на базе программы Zulu.

Результат работы: Электронная модель системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» Удмуртской Республики.

Практическое применение: позволяет создать расчетную электронную модель сети, выполнить паспортизацию сети и на основе созданной модели решать информационные задачи, задачи топологического анализа, выполнять различные теплогидравлические расчеты, что позволяет прогнозировать режимы работы тепловой сети в перспективе с учетом подключения новых потребителей; хранить ретроспективные данные; прогнозировать объем и необходимость мероприятий по реконструкции, техническому перевооружению и новому строительству источников тепловой энергии и тепловых сетей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СОСТАВ РАБОТЫ	3
РЕФЕРАТ	5
ОГЛАВЛЕНИЕ	6
ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ	8
ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ	9
ВВЕДЕНИЕ	11
1 Общие принципы	12
2 Исходные данные и допущения	13
2.1 Участки тепловой сети	13
2.2 Источник тепловой энергии	14
2.3 Потребители тепловой энергии	15
3 Список изменений	16
4 Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	17
4.1.1 Общие данные	17
4.1.2 Описание структуры тепловых сетей от каждого источника тепловой энергии	19
4.1.3 Гидравлические режимы тепловых сетей и пьезометрические графики	36
5 Электронная модель системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР	59
5.1 Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	59
5.2 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения и с полным топологическим описанием связанности объектов	60
5.3 Паспортизация объектов системы теплоснабжения	61
5.4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	61

5.5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	61
5.6 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	62
5.7 Описание электронной модели.....	62
5.7.1 Расчетные модули электронной модели.....	62
5.7.2 База данных электронной модели схемы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР	69
5.7.3 Структура и состав электронной модели схемы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР.....	70
5.7.4 Отладка и калибровка электронной модели.....	100
5.7.5 Расчеты существующих гидравлических режимов циркуляции теплоносителя.....	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	106

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2.1 – Перечень котельных, содержащихся в электронной модели, с основными параметрами теплоносителя.	14
Таблица 4.1 – Протяженность водяных тепловых сетей в разрезе предприятий, обслуживающих сети, на 2024 г.	18
Таблица 4.2 – Характеристика тепловых сетей	23
Таблица 4.3 – Параметры работы ЦТП сети от ТЭЦ Воткинского завода.	31
Таблица 5.1 – Исходные данные по участкам тепловой сети	83

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 4.1 – Структура протяженности водяных сетей теплоснабжения по трассе в разрезе предприятий на 2024 г.....	19
Рисунок 4.2 – Структура водяных сетей теплоснабжения по материальной характеристике в разрезе предприятий на 224 г.....	20
Рисунок 4.3 – Протяжённость тепловых сетей АО «Воткинский завод» с разбивкой по способам прокладки.	20
Рисунок 4.4 – Протяжённость тепловых сетей МУП «ТеплоСервис» с разбивкой по способам прокладки.	21
Рисунок 4.5 – Протяжённость тепловых сетей ООО " Энергогарант " с разбивкой по способам прокладки.	22
Рисунок 4.6 – Сеть 1-го контура ТЭЦ Воткинского завода.....	27
Рисунок 4.7 – Кольцо сети 1-го контура ТЭЦ Воткинского завода.....	28
Рисунок 4.8 – Квартальные сети 2-го контура	29
Рисунок 4.9 – Сеть внутризаводских потребителей	30
Рисунок 4.10 – Распределение температуры теплоносителя в подаче до 70°С, 70-100°С, 100-130°С	39
Рисунок 4.11 – Распределение температуры теплоносителя в обратке до 40°С, 40-55°С, 55-70°С, 70-80°С	40
Рисунок 4.12 – Распределение скорости теплоносителя до 0,1 м/с, 0,1-0,8 м/с, 0,8-1,5 м/с, 1,5-2,0 м/с, >2,0 м/с	41
Рисунок 4.13 – Распределение время прохождения теплоносителя до 60 мин, 60-120 мин, 120-180 мин, 180-240 мин, 240-300 мин, 300-360 мин, >360 мин	42
Рисунок 4.14 – Распределение пути от источника до 250 м, 250-500 м, 500-1000 м, 1000-1500 м, 1500-2000 м, 2000-3000 м, 3000-4000 м, >4000 м	43
Рисунок 4.15 – Распределение напора теплоносителя в подаче до 40 м, 40-100 м, 100-150 м	44
Рисунок 4.16 – Распределение напора теплоносителя в обратке до 60 м, 60-80 м, 80-100 м	45
Рисунок 4.17 – Распределение располагаемого напора теплоносителя до 5 м, 5-10 м, 10-15 м, 15-20 м, 20-25 м, 25-30 м, 30-35 м, 35-40 м, >40 м	46
Рисунок 4.18 – Распределение удельных потерь напора теплоносителя до 1 мм/м, 1-8 мм/м, 8-15 мм/м, 15-30 мм/м, >30 мм/м	47
Рисунок 4.19 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной ТЭЦ Воткинского завода АО "Воткинский завод" до ул. Прибрежная, 5	48

Рисунок 4.20 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №8 "Нефтяник" МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Достоевского, 116	49
Рисунок 4.21 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №10 "Торфозаводская" МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Торфозаводская, 3а	50
Рисунок 4.22 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной БМК №4 МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Тихая, 55	51
Рисунок 4.23 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №6 ДОЛ "Юность" МУП "ТеплоСервис" до Спальный корпус лит.П	52
Рисунок 4.24 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №9 "Сельхозхимия" МУП "ТеплоСервис" до ООО "Дулкын" ул.Солнечная,12а53	
Рисунок 4.25 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной школа № 2 МУП "ТеплоСервис" до МОУ ООШ №2 ул. Красноармейская, 283/А..	54
Рисунок 4.26 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной школа № 18 МУП "ТеплоСервис" до МОУ СОШ №18 ул. Освобождения, 5	55
Рисунок 4.27 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной ДДУ № 14 МУП "ТеплоСервис" до МБДОУ №14 ул. Казенова, 2а	56
Рисунок 4.28 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №5 Вогулка МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Луговая, 21-1	57
Рисунок 4.29 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №7 МУП "ТеплоСервис" до Архив Администрации ул. Азина, 203а	58

ВВЕДЕНИЕ

Разработка электронной модели системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР выполняется на основе исходных данных и материалов, полученных от администрации поселения и от теплоснабжающих организаций.

При проведении настоящей работы АНО «Центр энергосбережения УР» опиралась на исходные данные, представленные теплоснабжающими организациями и администрацией муниципального образования «Город Воткинск» УР. Ответственность за достоверность исходных данных несут теплоснабжающие организации и администрация муниципального образования «Город Воткинск» УР.

АНО «Агентство по энергосбережению УР» несет ответственность за арифметическую точность и соответствие требованиям нормативно-правовой и технической документации выполненных расчетов, основанных на указанных выше исходных данных.

1 Общие принципы

Гидравлический расчет трубопроводов является необходимым этапом проектирования системы теплоснабжения предприятия или населенного пункта.

Для проведения гидравлических расчетов трубопроводов, транспортирующих любой энергоноситель, должны быть предварительно определены и заданы:

- схема трубопроводной системы с указанием материалов, из которых они изготовлены; состояние их внутренней поверхности (эквивалентная шероховатость);
- предельные значения давлений и температур энергоносителя, которые они могут выдержать без разрушения;
- местоположение энергетического источника и каждого потребителя;
- геометрические длины каждого участка трубопроводов, а также количество и типы установленных на участке местных сопротивлений;
- расчетные (максимальные) потребности каждого потребителя в транспортируемом энергоносителе;
- требующиеся каждому потребителю параметры теплоносителей;
- табличные или графические материалы для определения зависимостей физических свойств теплоносителя (плотность, вязкость и др.) от изменения его параметров при движении по трубопроводу.

В задачу гидравлических расчетов входят:

- определение диаметров всех участков трубопровода, обеспечивающих доставку каждому потребителю необходимое ему расчетное количество теплоносителя (энергоносителя);
- определение потерь давления энергоносителя при прохождении через соответствующий участок трубопроводной системы;
- определение величины давления энергоносителя в каждом сечении рассчитываемого трубопровода.

Расчет произведен по формулам, используемым программой Zulu-Thermo.

2 Исходные данные и допущения

В качестве расчетной схемы сети от котельных используется электронная модель, выполненная в рамках работы «СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МО «Город Воткинск» Удмуртской Республики до 2036 года (Актуализация на 2024 год)» с изменениями предоставленными теплоснабжающими организациями.

Климатические условия МО «Город Воткинск» УР характеризуются следующими температурами наружного воздуха, принятыми по СП «Строительная климатология» [с допущениями для г. Ижевска]:

- абсолютная минимальная – минус 48 °С;
- абсолютная максимальная – плюс 37 °С;
- средняя наиболее холодной пятидневки - минус 31 °С;
- средняя наиболее холодного месяца - минус 13,4 °С;
- средняя отопительного периода - минус 5,6 °С;
- преобладающее направление ветра - южное для холодного периода года, для теплого периода года - западное.

В электронной модели содержится вся необходимая информация для расчета:

- топографическая привязка объектов элементов тепловой сети;
- протяженность, вид прокладки, внутренний диаметр и т.д. участков тепловой сети;
- характеристики источника тепловой энергии;
- характеристики потребителей тепловой энергии.

2.1 Участки тепловой сети

В электронной модели в виду отсутствия информации сделаны следующие допущения по информации участков тепловой сети:

- шероховатость стальных трубопроводов принята 0,5 мм исходя из соображений длительного использования трубопроводов тепловой сети;
- шероховатость полиэтиленовых трубопроводов принята 0,01 мм;
- застание подающего трубопровода принято 0 мм;
- коэффициент местного сопротивления эмпирически принят 1,2 для учета гидравлических потерь местных сопротивлений.

2.2 Источник тепловой энергии

Включена компенсация тепловых потерь расходом для всех потребителей. Коэффициент изменения расхода выбран 2. В случае, когда теплопотребляющие установки (конечный потребитель) спроектированы на тот же температурный график, что и источник теплоснабжения, происходит недогрев, поскольку температура воды неизбежно падает в теплосетях. Таким образом, программа позволяет смоделировать компенсацию данных потерь.

По эксплуатационным данным в существующих сетях на всех котельных при существующих расходах поддерживаются параметры теплоносителя, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень котельных, содержащихся в электронной модели, с основными параметрами теплоносителя.

№ п/п	ТСО	Наименование котельной	Адрес котельной	Топливо
1	АО "Воткинский завод"	ТЭЦ Воткинского завода	ул. Кирова, 2	Газ
2	МУП "ТеплоСервис"	№8 "Нефтяник"	УР, г.Воткинск ул.Луначарского,39	Газ
3	МУП "ТеплоСервис"	№10 "Торфозаводская"	УР, г.Воткинск ул.Подлесная,2г	Газ
4	МУП "ТеплоСервис"	БМК №4	УР, г.Воткинск ул.Кирпичнозаводская, 4г	Газ
5	МУП "ТеплоСервис"	№6 ДОЛ "Юность"	УР, г.Воткинск, 1.5 км от д.Гавриловка	Газ
6	МУП "ТеплоСервис"	№9 "Сельхозхимия"	УР, г.Воткинск ул.Солнечная,12	Газ
7	МУП "ТеплоСервис"	школа № 2	УР, г.Воткинск ул. Красно- армейская, 283а	Газ
8	МУП "ТеплоСервис"	школа № 18	УР, г.Воткинск ул.Освобождения, 5а	Газ
9	МУП "ТеплоСервис"	ДДУ № 14	УР, г.Воткинск ул.Казенова, 2а	Газ
10	МУП "ТеплоСервис"	№5 Вогулка	ул. Животноводов, 24а	Газ
11	МУП "ТеплоСервис"	№7	ул. Пригородная, 6	Газ

2.3 Потребители тепловой энергии

В электронной модели сделаны следующие допущения по информации потребителей отопления:

- необходимый располагаемый напор на потребителях отопления ориентировочно принят равным от 0,5 до 5 м.в.с. в зависимости от геометрических характеристик потребителя;
- расчетные тепловые нагрузки приняты по данным теплоснабжающих организаций.

3 Список изменений

Список изменений относительно электронной модели выполненной в рамках работы «СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МО «Город Воткинск» Удмуртской Республики до 2036 года (Актуализация на 2036 год)»:

1. Актуализированны и уточнены нагрузки ряда потребителей АО «Воткинский завод».
2. Уточнена общая нагрузка ГВС потребителей АО «Воткинский завод».
3. Добавлены новые потребители и тепловые сети до них.
4. В виду ввода в эксплуатацию или отказа от ЦТС удалены перспективные потребители:
5. На основании уточненных данных скорректирована тепловая сеть

4 Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.

4.1.1 Общие данные

Магистральные сети от ТЭЦ Воткинского завода находятся в собственности АО «Воткинский завод». Все квартальные тепловые сети от ТЭЦ Воткинского завода, по которым осуществляется транспортировка тепловой энергии до конечных потребителей, находятся в собственности АО «Воткинский завод».

Транспорт тепла от централизованных источников (1 ТЭЦ, 10 котельных МУП «ТеплоСервис») до потребителей осуществляется по магистральным и распределительным сетям, общая протяжённость которых, с учётом квартальных, частных, бесхозяйных сетей и сетей ГВС составляет более 181,3 км по трассе или 360,4 км в однотрубном исчислении для водяных сетей теплоснабжения.

В настоящее время в теплоснабжающих предприятиях г. Воткинска применяется разнообразная номенклатура трубопроводов и оборудования тепловых сетей, различающихся назначением (магистральные, распределительные, внутридомовые), диаметром, способами прокладки (надземная, подземная, по подвалам зданий), типом изоляции. Наиболее крупным теплосетевыми организациями, имеющими на балансе или в аренде и эксплуатирующими тепловые сети, являются: АО «Воткинский завод», МУП «ТеплоСервис», ООО "Энергогарант". Характеристики водяных тепловых сетей на 2024 год в разрезе предприятий приведены в таблице 4.1.

Протяжённость сетей АО «Воткинский завод», МУП «ТеплоСервис» и ООО "Энергогарант" принята по данным, полученным из электронной модели.

Таблица 4.1 – Протяженность водяных тепловых сетей в разрезе предприятий, обслуживающих сети, на 2024 г.

Предприятие	АО "Вот- кинский завод"	ООО "Энерго- гарант"	МУП "Тепло- Сервис"
Протяженность сетей, км	162.25	9.30	9.75
-сети магистральные, км	23.24	0.00	0.04
--надземные, км	15.04	0.00	0.04
--подземные, км	8.21	0.00	0.00
-сети систем отопления, км	76.25	5.52	9.27
--надземные, км	37.96	2.92	5.94
--подземные, км	38.29	2.60	3.33
-сети ГВС, км	62.76	3.78	0.44
--надземные, км	33.65	2.12	0.02
--подземные, км	29.12	1.67	0.42
--с рециркуляцией, км	60.59	3.78	0.44
--без циркуляцией, км	2.17	0.00	0.00
В однотрубном исполнении, км	322.34	18.61	19.49
-сети магистральные, км	46.49	0.00	0.07
--надземные, км	30.07	0.00	0.07
--подземные, км	16.41	0.00	0.00
-сети систем отопления, км	152.50	11.04	18.54
--надземные, км	75.93	5.84	11.88
--подземные, км	76.57	5.20	6.66
-сети ГВС, км	123.36	7.57	0.88
--надземные, км	63.91	4.24	0.04
--подземные, км	59.45	3.33	0.83
--с рециркуляцией, км	121.19	7.57	0.88
--без циркуляции, км	2.17	0.00	0.00
Объем сетей, м ³	10025.82	208.10	190.91
-сети магистральные, м ³	5465.08	0.00	0.58
--надземные, м ³	3476.29	0.00	0.58
--подземные, м ³	1988.80	0.00	0.00
-сети систем отопления, м ³	3760.71	167.35	188.31
--надземные, м ³	2657.32	80.81	150.23
--подземные, м ³	1103.39	86.54	38.08
-сети ГВС, м ³	800.03	40.75	2.02
--надземные, м ³	507.82	20.77	0.15
--подземные, м ³	292.21	19.98	1.87
Материальная характеристика, м ²	51079.64	2092.04	2078.62
-сети магистральные, м ²	17374.21	0.00	7.99
--надземные, м ²	11129.44	0.00	7.99
--подземные, м ²	6244.77	0.00	0.00
-сети систем отопления, м ²	23595.40	1457.77	2019.57
--надземные, м ²	13555.38	756.32	1431.56
--подземные, м ²	10040.02	701.45	588.01
-сети ГВС, м ²	10110.03	634.27	51.05

Предприятие	АО "Вот- кинский завод"	ООО "Энерго- гарант"	МУП "Тепло- Сервис"
--надземные, м ²	5638.70	342.08	3.21
--подземные, м ²	4471.33	292.20	47.85
Приведенный средний диаметр, мм	158.47	112.43	106.63
Ср, взвешанная плотность тепловой нагрузки Гкал/ч/км ²	34.71	35.55	9.17
Удельная протяженность тепловых сетей, км/(Гкал/ч)	0.62	0.78	2.23
Удельная материальная характеристика, м ² /(Гкал/ч)	193.85	175.44	475.03
Тепловая нагрузка	263.50	11.92	4.38
Площадь действия	759.23	33.55	47.73

4.1.2 Описание структуры тепловых сетей от каждого источника тепловой энергии

Структура протяженности водяных сетей теплоснабжения по трассе и материальной характеристике в разрезе предприятий на 2024 г. приведена на рисунках 4.1, 4.2.

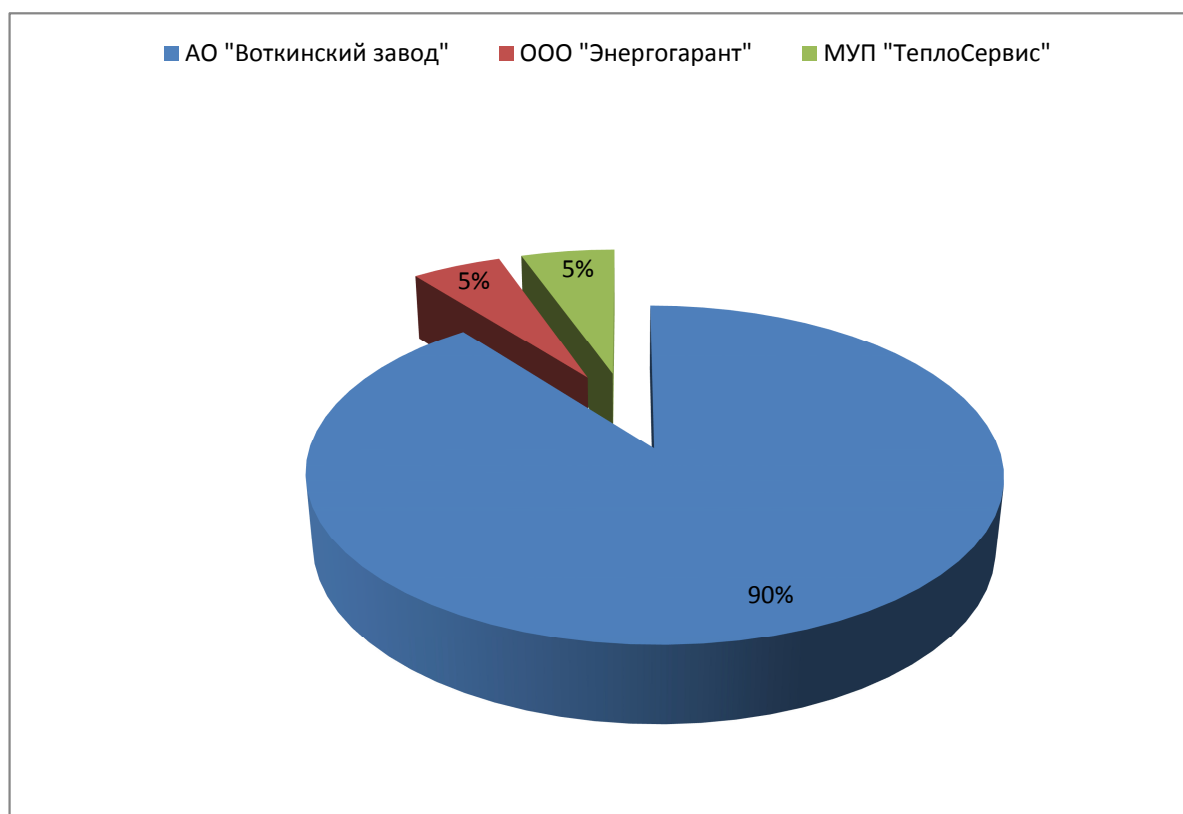


Рисунок 4.1 – Структура протяженности водяных сетей теплоснабжения по трассе в разрезе предприятий на 2024 г.



Рисунок 4.2 – Структура водяных сетей теплоснабжения по материальной характеристике в разрезе предприятий на 224 г.

АО «Воткинский завод» имеет на балансе 136 км водяных сетей теплоснабжения на территории города, что составляет 90% от общей протяженности сетей МО «Город Воткинск». Из водяных сетей теплоснабжения 39% составляют сети ГВС, 47% - сети отопления и 14% - магистральные сети. Приведенный средний диаметр по материальной характеристике водяных сетей теплоснабжения составляет 158 мм. Суммарный объем водяных сетей теплоснабжения 10025,82 м³.

Структура тепловых сетей по способам прокладки АО «Воткинский завод» приведена на рисунке 4.3.

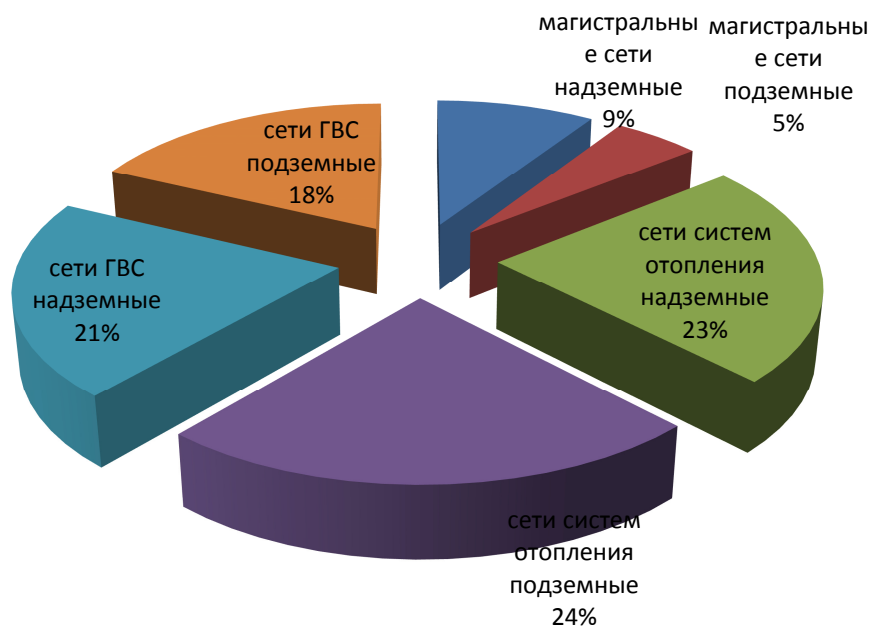


Рисунок 4.3 – Протяжённость тепловых сетей АО «Воткинский завод» с разбивкой по способам прокладки.

МУП «ТеплоСервис» имеет в хозяйственном ведении 9,75 км водяных сетей теплоснабжения на территории города, что составляет 5% от общей протяженности сетей МО «Город Воткинск». Из обслуживаемых водяных сетей теплоснабжения 4% составляют сети ГВС, 96% – сети отопления, 0,2% магистральные сети. Приведенный средний диаметр по материальной характеристике обслуживаемых водяных сетей теплоснабжения составляет 107 мм. Суммарный объем обслуживаемых водяных сетей теплоснабжения 190,9 м³.

Структура тепловых сетей МУП "Коммунальные тепловые сети" по способам прокладки приведена на рисунке 4.4.

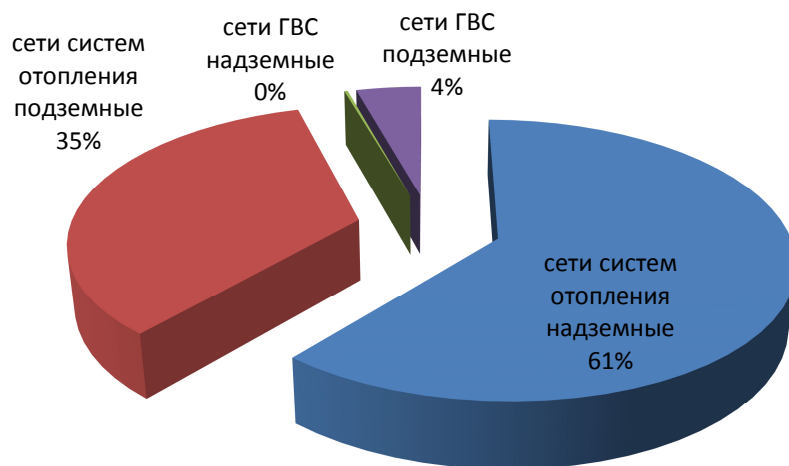


Рисунок 4.4 – Протяжённость тепловых сетей МУП «ТеплоСервис» с разбивкой по способам прокладки.

ООО "Энергогарант" арендует и обслуживает 9,3 км тепловых сетей 2-ого контура ТЭЦ на территории города, что составляет 5 % от общей протяженности сетей МО «Город Воткинск». Из них 41% составляют сети ГВС и 59% - сети отопления. Приведенный средний диаметр по материальной характеристике составляет 112 мм. Суммарный объем тепловых сетей 208,1 м³.

Структура тепловых сетей отопления и ГВС ООО "Энергогарант" по способам прокладки приведена на рисунке 4.5.

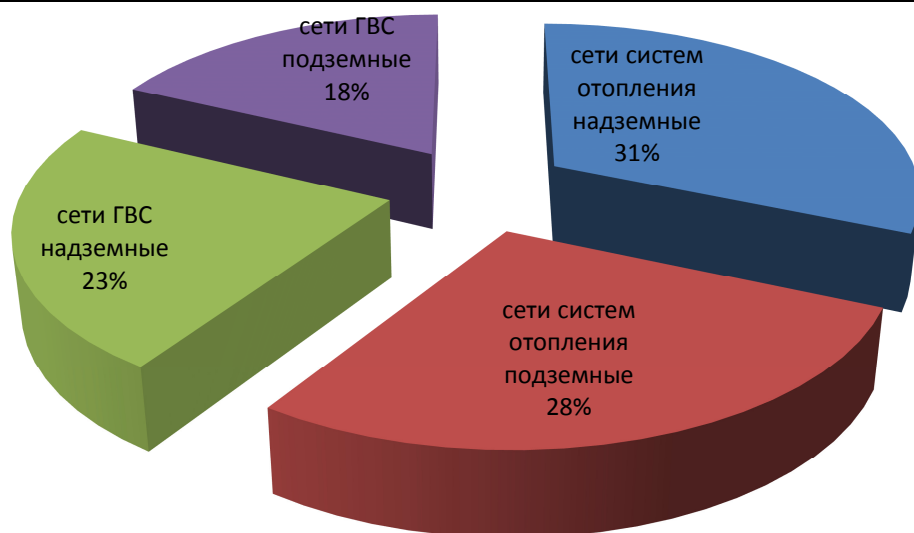


Рисунок 4.5 – Протяжённость тепловых сетей ООО " Энергогарант " с разбивкой по способам прокладки.

Характеристика водяных тепловых сетей в разрезе теплоисточников приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Характеристика тепловых сетей

Источник	ТЭЦ Воткинского завода	№8 "Нефтяник"	№10 "Торфозаводская"	БМК №4	№6 ДОЛ "Юность"	№9 "Сельхозхимия"	школа № 2	школа № 18	ДДУ № 14	№5 Вогулка	№7
Обслуживающая организация	АО "Воткинский завод"	ООО "Энергогарант"	ООО "Энергогарант"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"	МУП "ТеплоСервис"
Протяженность сетей, м	162253	6339	2965	3850	940	161	150	24	8	2820	1794
-сети систем отопления, м	76249	3483	2036	3850	465	161	150	24	8	2820	1794
--надземные, м	37964	1672	1249	1911	69	61	19	24	8	2820	1029
--подземные, м	38285	1811	787	1939	397	99	131	0	0	0	765
-сети ГВС, м	62761	2856	929	0	438	0	0	0	0	0	0
--надземные, м	33646	1415	704	0	22	0	0	0	0	0	0
--подземные, м	29115	1442	225	0	416	0	0	0	0	0	0
В одноструйном исполнении, м	322339	12678	5929	7700	1880	321	299	49	16	5641	3588
-сети систем отопления, м	152498	6966	4072	7700	931	321	299	49	16	5641	3588
--надземные, м	75927	3344	2498	3821	138	123	37	49	16	5641	2058
--подземные, м	76571	3622	1574	3879	793	199	262	0	0	0	1530
-сети ГВС, м	123356	5712	1858	0	875	0	0	0	0	0	0
--надземные, м	63907	2829	1408	0	44	0	0	0	0	0	0
--подземные, м	59449	2883	450	0	831	0	0	0	0	0	0
Фактический радиус теплоснабжения, км	3.78	0.71	0.65	1.59	0.17	0.08	0.10	0.09	0.04	0.86	0.26
Ср.взвешанная плотность тепловой нагрузки Гкал/ч/км ²	34.71	43.97	15.33	13.82	17.74	50.74	17.07	36.81	20.30	1.98	15.16

Схема теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР на период до 2036 гг. (Актуализация 2024 год)
Д.02.01.24-ОМ.03

Источник	ТЭЦ Воткин- ского завода	№8 "Нефтя- ник"	№10 "Торфо- заводская"	БМК №4	№6 ДОЛ "Юность"	№9 "Сель- хозхимия"	школа № 2	школа № 18	ДДУ № 14	№5 Вогулка	№7
Удельная протяженность тепловых сетей, км/(Гкал/ч)	0.62	0.61	1.96	2.51	1.96	0.55	0.58	0.12	0.20	5.95	1.65
Удельная материальная характеристика, м ² /(Гкал/ч)	193.85	160.03	281.51	647.60	266.62	69.29	113.65	20.72	18.00	1229.69	295.37
Тепловая нагрузка Гкал/ч	263.50	10.41	1.51	1.53	0.48	0.29	0.26	0.21	0.04	0.47	1.09
Площадь действия га	759.23	23.68	9.87	11.08	2.71	0.58	1.52	0.57	0.20	23.91	7.16
Объем сетей, м ³	10025.82	183.82	24.28	104.04	6.02	0.90	2.01	0.25	0.02	55.26	22.42
-сети магистральные, м ³	5465.08	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--надземные, м ³	3476.29	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--подземные, м ³	1988.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-сети систем отопления, м ³	3760.71	145.46	21.89	104.04	3.42	0.90	2.01	0.25	0.02	55.26	22.42
--надземные, м ³	2657.32	64.51	16.31	78.10	0.58	0.17	0.19	0.25	0.02	55.26	15.67
--подземные, м ³	1103.39	80.96	5.58	25.94	2.84	0.73	1.82	0.00	0.00	0.00	6.75
-сети ГВС, м ³	800.03	38.36	2.39	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--надземные, м ³	507.82	18.89	1.87	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--подземные, м ³	292.21	19.46	0.52	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Материальная характеристика, м ²	51079.64	1666.21	425.83	992.12	127.98	20.37	29.55	4.35	0.72	582.82	320.71
-сети магистральные, м ²	17374.21	0.00	0.00	0.00	7.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--надземные, м ²	11129.44	0.00	0.00	0.00	7.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--подземные, м ²	6244.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-сети систем отопления, м ²	23595.40	1116.86	340.91	992.12	68.93	20.37	29.55	4.35	0.72	582.82	320.71
--надземные, м ²	13555.38	527.46	228.86	626.71	11.00	5.63	3.29	4.35	0.72	582.82	197.04
--подземные, м ²	10040.02	589.41	112.05	365.41	57.93	14.74	26.26	0.00	0.00	0.00	123.67
-сети ГВС, м ²	10110.03	549.35	84.93	0.00	51.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Источник	ТЭЦ Воткин- ского завода	№8 "Нефтя- ник"	№10 "Торфо- заводская"	БМК №4	№6 ДОЛ "Юность"	№9 "Сель- хозхимия"	школа № 2	школа № 18	ДДУ № 14	№5 Вогулка	№7
--надземные, м ²	5638.70	276.75	65.32	0.00	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--подземные, м ²	4471.33	272.59	19.60	0.00	47.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Прив, диаметр сетей, мм	158.5	131.4	71.8	128.8	68.1	63.4	98.8	89.0	45.0	103.3	89.4
Прив, диаметр магистральных сетей, мм	1058.49										
Прив, диаметр сетей отопления, мм	154.7	160.3	83.7	128.8	74.1	63.4	98.8	89.0	45.0	103.3	89.4
Прив, диаметр сетей ГВС, мм	82.0	96.2	45.7		58.3						

4.1.2.1 Тепловые сети от ТЭЦ Воткинского завода

Водяные сети теплоснабжения от ТЭЦ Воткинского завода можно разделить на следующие 4 группы:

1. Сеть 1-го контура с температурным графиком $150^{\circ}\text{-}70^{\circ}$ (со срезкой 130° и полкой 70°) имеет 3 вывода сетей теплоснабжения – два трубопровода Ду 600 мм и четыре трубопровода Ду 500мм, образуют кольцевую систему теплоснабжения, осуществляющие подвод теплоносителя до 26 ЦТП, 8 ИТП и группе потребителей Центрального, Привокзального, Заречного, Южного районов (см. рисунки 4.6, 4.7).

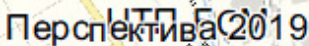


Рисунок 4.6 – Сеть 1-го контура ТЭЦ Воткинского завода

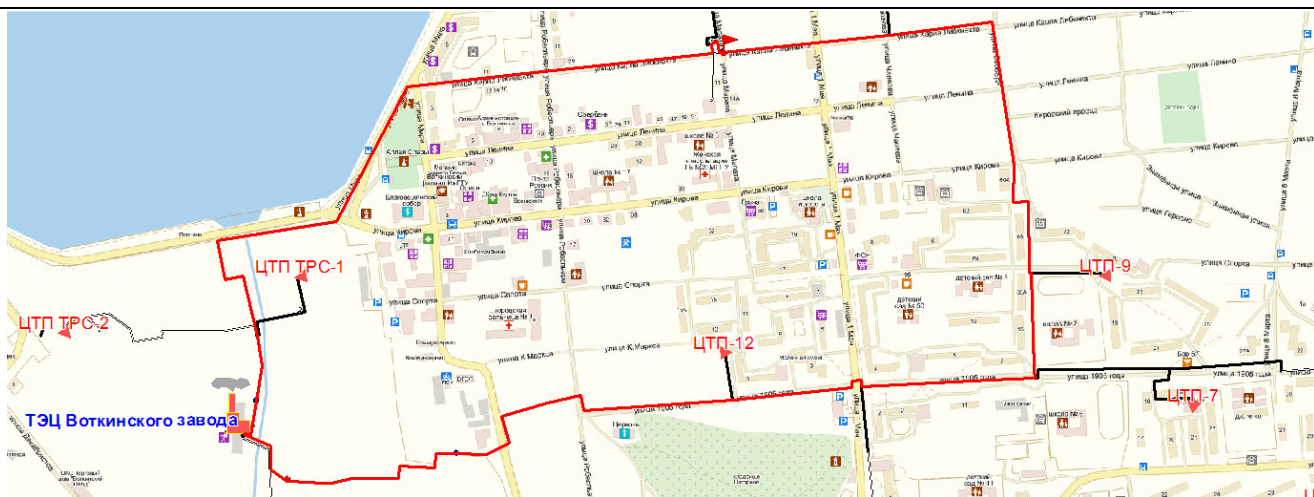


Рисунок 4.7 – Кольцо сети 1-го контура ТЭЦ Воткинского завода

2. Квартальные сети 2-го контура с температурным графиком $95-70^{\circ}$ со срезкой 85°C от 26 ЦТП и 8 ИТП образуют систему теплоснабжения, снабжающую теплом многоэтажную застройку Центрального, Привокзального, Заречного, Южного районов и района Березовка (см. рисунок 4.8).

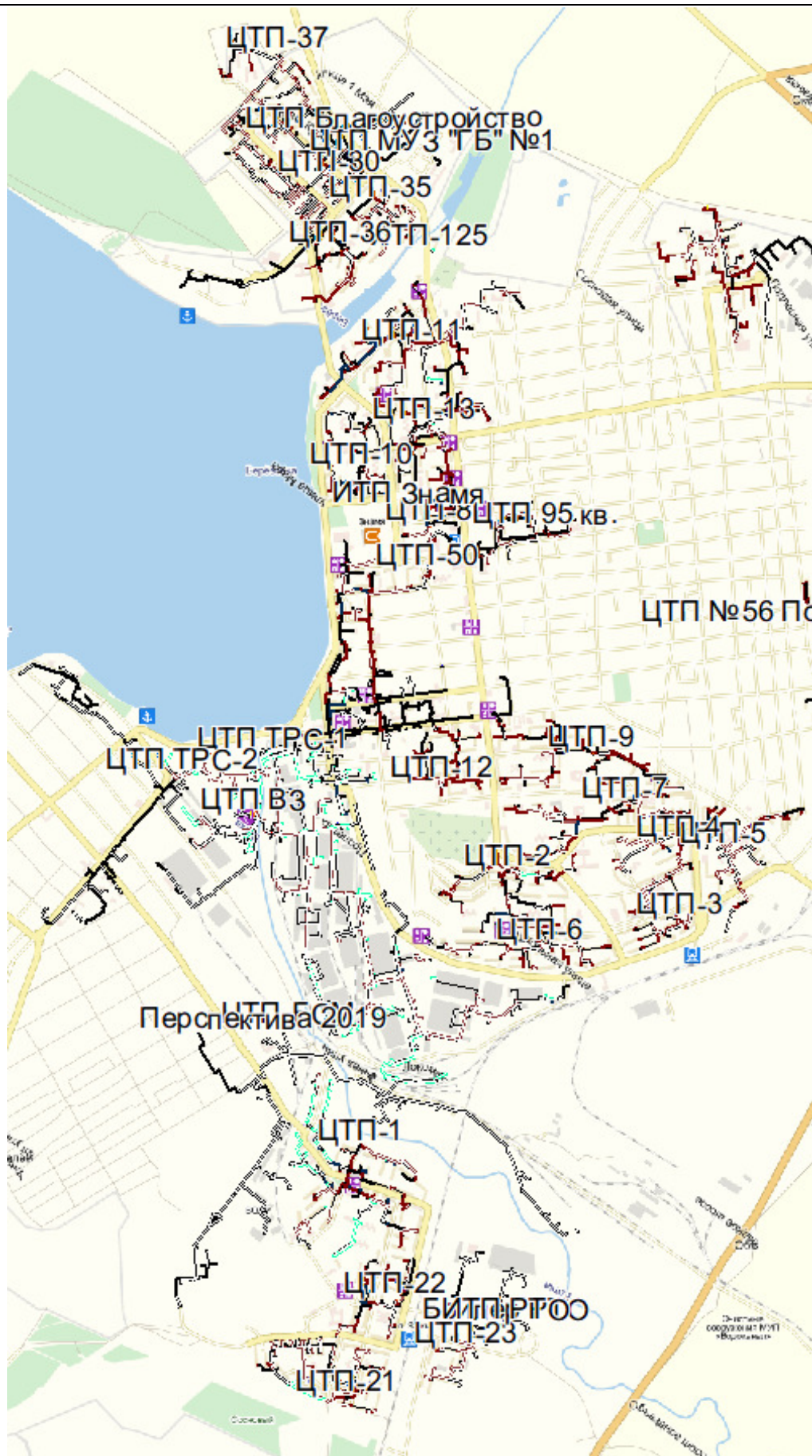


Рисунок 4.8 – Квартальные сети 2-го контура

3. Сеть внутризаводских потребителей с температурным графиком $95^{\circ}/70^{\circ}\text{C}$ со срезкой 85°C имеет 1 вывод сетей теплоснабжения Ду 600 мм и 2 вывода Ду 300 мм, 2 вывода систем ГВС Т3 200 мм и 250 мм и один вывод Т4 Ду 150 мм образуют тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом внутренних потребителей АО «Воткинский завод» и застройку Центрального, Привокзального, Заречного районов (см. рисунок 4.9).



Рисунок 4.9 – Сеть внутризаводских потребителей

Общая протяженность водяных теплотрасс от ТЭЦ Воткинского завода с учетом сетей второго контура составляет 162,3 км, средний диаметр – 159 мм. Максимальный радиус действия сети 3,8 км.

В магистральных и квартальных сетях от ТЭЦ Воткинского завода принято качественно-количественное регулирование тепла: при температуре наружного

воздуха выше 1 °С используется качественно-количественное регулирование тепла для снижения нагрузки на насосное оборудование, при температуре наружного воздуха ниже 1 °С используется качественное регулирование тепла по температурному графику 150-70 °С со срезкой 130 °С и полкой 70 °С.

Выходные параметры теплоносителя на отопление в сетях 2-ого контура 95/70°С со срезкой 85°С.

Потребители ТЭЦ Воткинского к магистральным тепловым сетям подключены по независимой схеме, к распределительным тепловым сетям - по зависимой схеме.

Потребители тепловой энергии подключены к сетям ТЭЦ Воткинского завода посредством 26 ЦТП и 8 ИТП. Приготовление горячей воды на ЦТП производится по двухступенчатой смешанной схеме.

Приборы регулирования (температуры воды, ГВС, отопления, давления в обратном трубопроводе, уровня в баках-аккумуляторах) и автоматизации установлены на всех ЦТП. Система телеметрии предусматривает вывод показаний приборов и воздействие на органы регулирования из диспетчерского пункта ЗАО "ТСК "Воткинский завод" кроме ЦТП МУЗ "ГБ" №1. Информация с ТРС-1, ТРС-2 и ЦТП-БСМ поступает начальнику смены электростанции.

Параметры работы ЦТП приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Параметры работы ЦТП сети от ТЭЦ Воткинского завода.

	Температурный график		Схема присоединения		Приборы учета		Приборы регулирования и автоматики
	Источника	После ТП	Отопление	ГВС	1 контур	2 контур	
ЦТП ТРС-1	150(130)-70	95(85)-70	независимое	-	+	+	есть
ЦТП ТРС-2	150(130)-70	95(85)-70	независимое	-	+	+	есть
ЦТП-2	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	+	есть
ЦТП-3	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	+	есть
ЦТП-4	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-5	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-6	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	+	есть
ЦТП-7	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-8	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-9	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-10	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-13	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-11	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-12	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	+	есть
ЦТП-30	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-35	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть

ЦТП-36	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-37	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-50	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП 95 кв.	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП МУЗ "ГБ" №1	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	нд	нд	нд
ЦТП-1	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-21	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-22	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-23	150(130)-70	95(85)-70	независимое	2-х ступенч.	+	-	есть
ЦТП-БСМ	150(130)-70	95(85)-70	независимое	-	+	+	есть

Геодезическая отметка местности в районе ТЭЦ Воткинского завода равна 80 м, минимальная отметка ЦТП - 80 м (ТРС-1), максимальная – 144 м (ЦТП-7). Минимальная геодезическая отметка у потребителя с зависимой схемой подключения от первого контура составляет 91,8 м (Учебный манеж МЧС), максимальная 125,9 м (1 Мая, 74).

Расчетная схема трубопроводов от ТЭЦ Воткинского завода представлена в Приложении В Книги 5.

В качестве исходных данных для электронной модели использовались данные, предоставленные теплоснабжающими организациями.

Предварительный анализ гидравлических расчетов на основании предоставленных данных свидетельствует о достаточной пропускной способности существующих магистралей при текущем уровне подключенных тепловых нагрузок.

4.1.2.2 Тепловые сети от СЦТ №8 "Нефтяник" ООО "Энергогарант"

Тепловая сеть четырехтрубная имеет один отопления и один ГВС (Ду 300, ГВС 150/100) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Восточный . Общая протяженность тепло-трассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 6339 м, средний наружный диаметр – 131 мм. Максимальный радиус действия сети 710 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.3 Тепловые сети от СЦТ №10 "Торфозаводская" ООО "Энергогарант"

Тепловая сеть четырехтрубная имеет один отопления и один ГВС (Ду 150, ГВС 40/50) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Сельхозхимии. Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 2965 м, средний наружный диаметр – 72 мм. Максимальный радиус действия сети 650 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.4 Тепловые сети от СЦТ БМК №4 МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет 2 вывода отопления (Ду 200, 200) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Плодпитомник . Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 3850 м, средний наружный диаметр – 129 мм. Максимальный радиус действия сети 1590 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.5 Тепловые сети от СЦТ №6 ДОЛ "Юность" МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть четырехтрубная имеет один вывод отопления (Ду 100) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную территорией детского оздоровительного лагеря «Юность». Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 940 м,

средний наружный диаметр – 68 мм. Максимальный радиус действия сети 170 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.6 Тепловые сети от СЦТ №9 "Сельхозхимия" МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 65) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Сельхозхимии. Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 161 м, средний наружный диаметр – 63 мм. Максимальный радиус действия сети 80 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.7 Тепловые сети от СЦТ школа № 2 МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 80) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную территорией школы. Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 150 м, средний наружный диаметр – 99 мм. Максимальный радиус действия сети 100 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.8 Тепловые сети от СЦТ школа № 18 МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 80) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную территорией школы. Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 24 м, средний наружный диаметр – 89 мм. Максимальный радиус действия сети 90 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.9 Тепловые сети от СЦТ ДДУ № 14 МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 40) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную территорией детского сада. Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 8 м, средний наружный диаметр – 45 мм. Максимальный радиус действия сети 40 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.10 Тепловые сети от СЦТ №5 Вогулка МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 200) образует

тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Вогулка . Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 2820 м, средний наружный диаметр – 103 мм. Максимальный радиус действия сети 860 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.2.11 Тепловые сети от СЦТ №7 МУП "ТеплоСервис"

Тепловая сеть двухтрубная имеет один вывод отопления (Ду 150) образует тупиковую систему теплоснабжения, снабжающую теплом область ограниченную частью района Заречного . Общая протяженность теплотрассы от котельной в 2-трубном исчислении составляет 1794 м, средний наружный диаметр – 89 мм. Максимальный радиус действия сети 260 м по трассе.

Все потребители подключены к тепловым сетям котельной по зависимой схеме без элеваторов. Параметры сетевой воды 95-70 °С со срезкой 80 °С

Приборы регулирования и автоматизации на сетях не установлены. Систем телеметрии не установлено.

Расчетная схема тепловой сети от котельной приведена в файлах электронной модели.

Техническая характеристика участков тепловой сети приведена в файлах электронной модели.

4.1.3 Гидравлические режимы тепловых сетей и пьезометрические графики.

Транспорт тепла от централизованных источников (1 ТЭЦ, 10 котельных МУП «ТеплоСервис») до потребителей осуществляется по магистральным и распределительным сетям, общая протяжённость которых, с учётом квартальных, частных, бесхозных сетей и сетей ГВС составляет более 181,3 км по трассе или 360,4 км в однострубно́м исчислении для водяных сетей теплоснабжения.

Гидравлический режим тепловых сетей котельных обеспечивается оборудованием источников в **номинальном режиме**.

Гидравлический режим тепловых сетей второго контура обеспечивается 26 ЦТП и 3 ИТП для сетей от ТЭЦ АО «Воткинский завод».

Расчетные параметры участков и пьезометрические графики в разрезе теплоисточников представлены в файлах электронной модели.

4.1.3.1 Особенности гидравлического режима сети ТЭЦ АО «Воткинский завод».

Значительный радиус теплоснабжения (около 4 км), большие перепады геодезических отметок (отметка ТЭЦ 80 м над уровнем моря, отметка ЦТП-7 145 м) создают технические сложности для надежной гидравлической развязки тепловых сетей.

Наиболее удаленными потребителями от источника является группа потребителей от ЦТП-37, которые подключены к ТЭЦ АО «Воткинский завод» и находятся на расстоянии 5 700 м. Геодезическая отметка ЦТП-37 выше отметки ТЭЦ на 50 м.

От ТЭЦ АО «Воткинский завод» к тепловым пунктам, расположенным на территории города, выходят 3 вывода сетей теплоснабжения – четыре трубопровода Ду 500 мм и два трубопровода Ду 600 мм. При проведении аварийно-ремонтных работ существует техническая возможность теплоснабжения города от одного вывода ТЭЦ. Давление на источнике при этом составляет 10 атм. и 2,5 атм. в подающем и обратном трубопроводе соответственно.

В случае теплоснабжения города от ТЭЦ по северному выводу Ду600 мм включается ПНПР (повысительная насосная станция Привокзального района).

В случае теплоснабжения города от ТЭЦ по второму выводу (Привокзального района) Ду500 давление в подающем трубопроводе на источнике повышается до 14 атм. за счет включения дополнительных насосов.

Для предотвращения опорожнения тепловых сетей районов города с геодезической отметкой, намного превышающей отметку ТЭЦ, предусмотрены клапаны «до себя» на обратных трубопроводах Ду600 мм со стороны Привокзального района, Ду150 мм со стороны Объекта 800, Ду500 мм со стороны Привокзального района рядом с ПНПР, Ду600 мм на северном выводе рядом с ТЭЦ.

На теплоснабжение внутренних подразделений АО «Воткинский завод» отпускается сетевая вода по температурному графику 95/70°С со срезкой при температуре в подающем трубопроводе 85°С. Давление в подающем трубопроводе составляет 7,1 атм., в обратном – 2,5 атм. На трубопроводе Ду600 мм от водогрейной котельной в сторону ЦЭС установлен регулятор расхода, ограничивающий его на уровне 2500 т/час.

Регулирование отпуска теплоты производится со срезкой температуры в по-

дающей магистрали 130°C, при которой вскипание при заданных давлениях невозможно.

На рисунке 4.10 представлено распределение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе в цветовой градации.

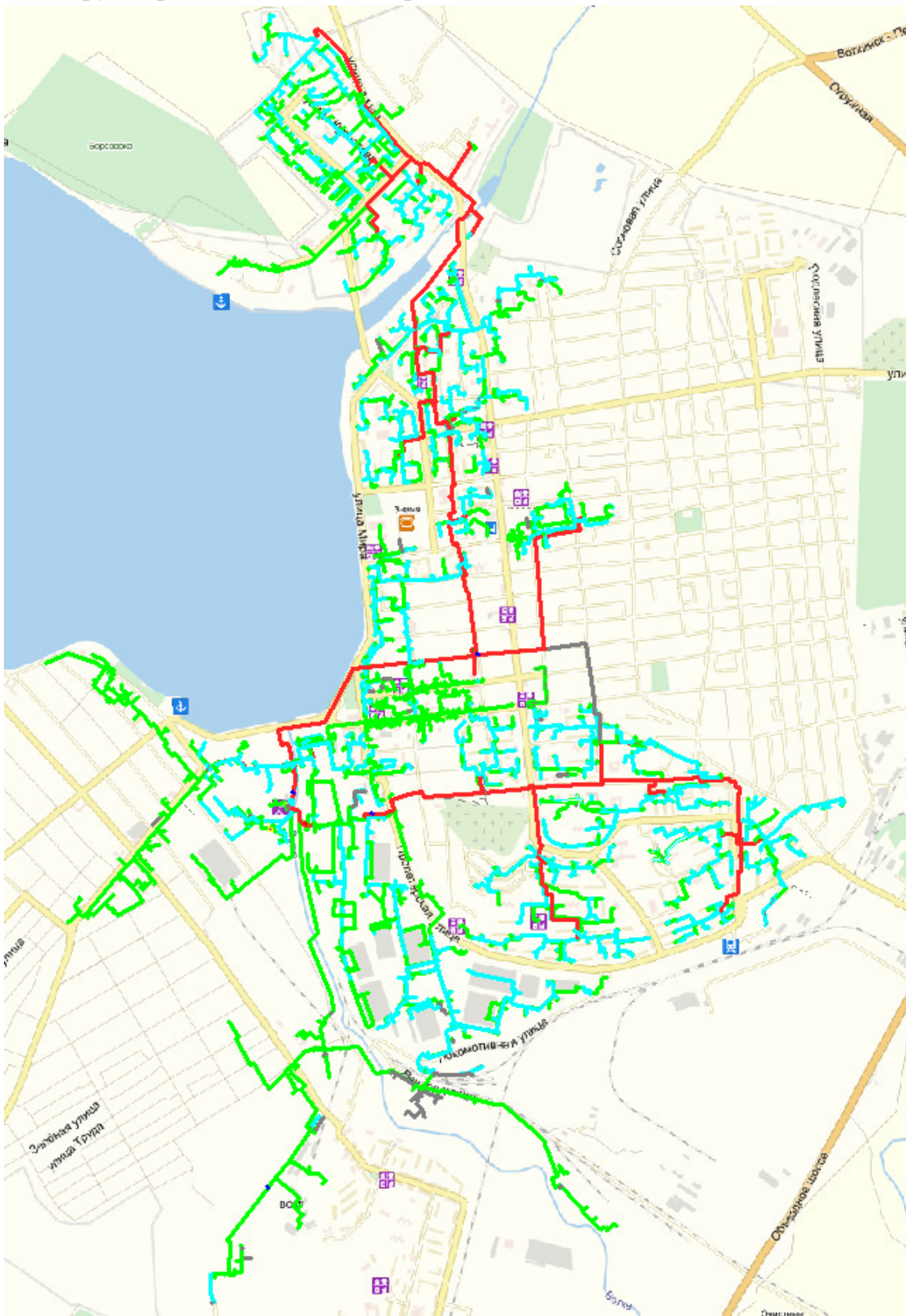


Рисунок 4.10 – Распределение температуры теплоносителя в подаче до 70°C, 70-100°C, 100-130°C.

На рисунке 4.11 представлено распределение температуры теплоносителя в обратке в цветовой градации.

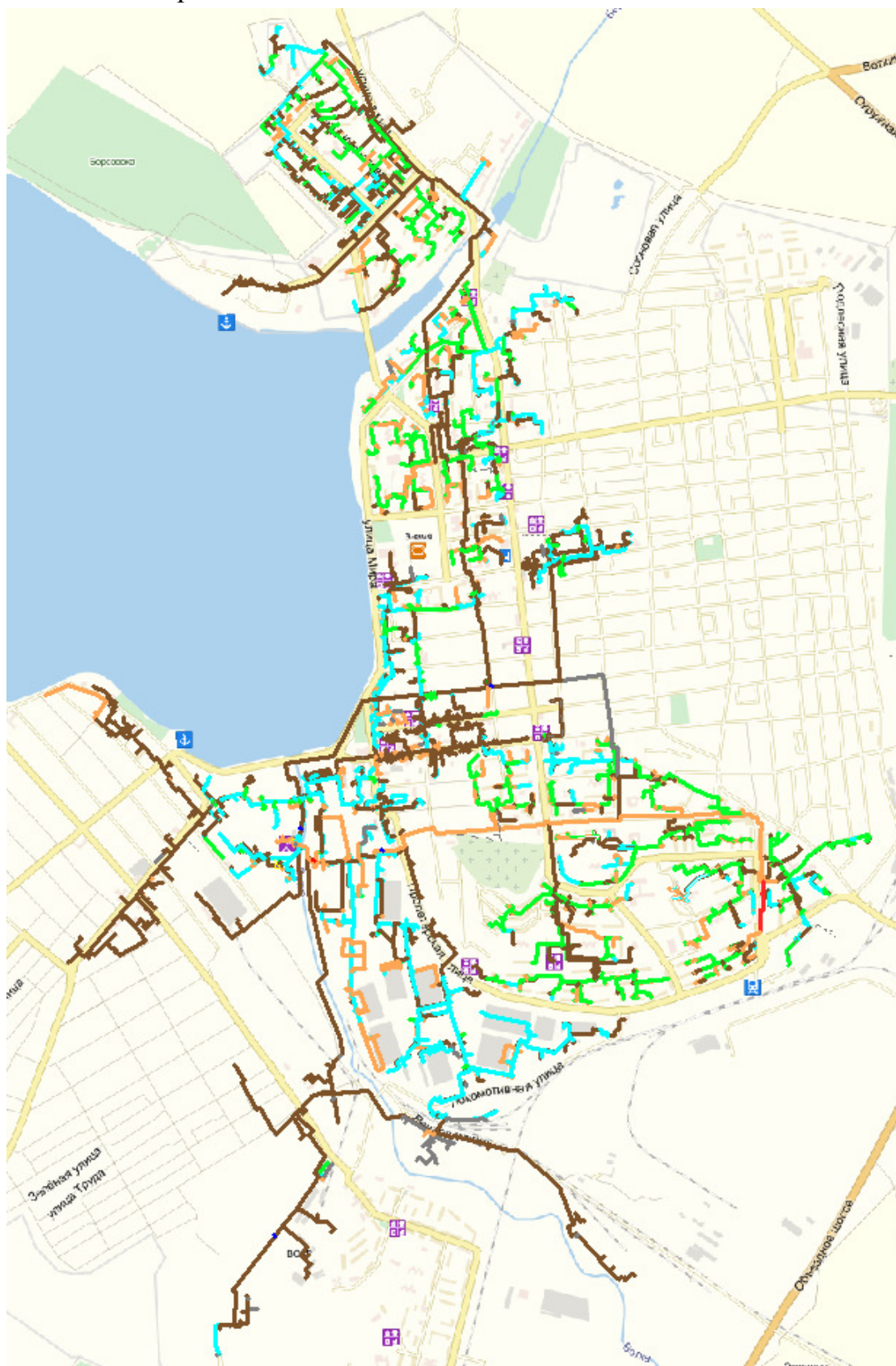


Рисунок 4.11 – Распределение температуры теплоносителя в обратке до 40°C, 40-55°C, 55-70°C, 70-80°C.

На рисунке 4.12 представлено распределение скорости теплоносителя в цветовой градации.

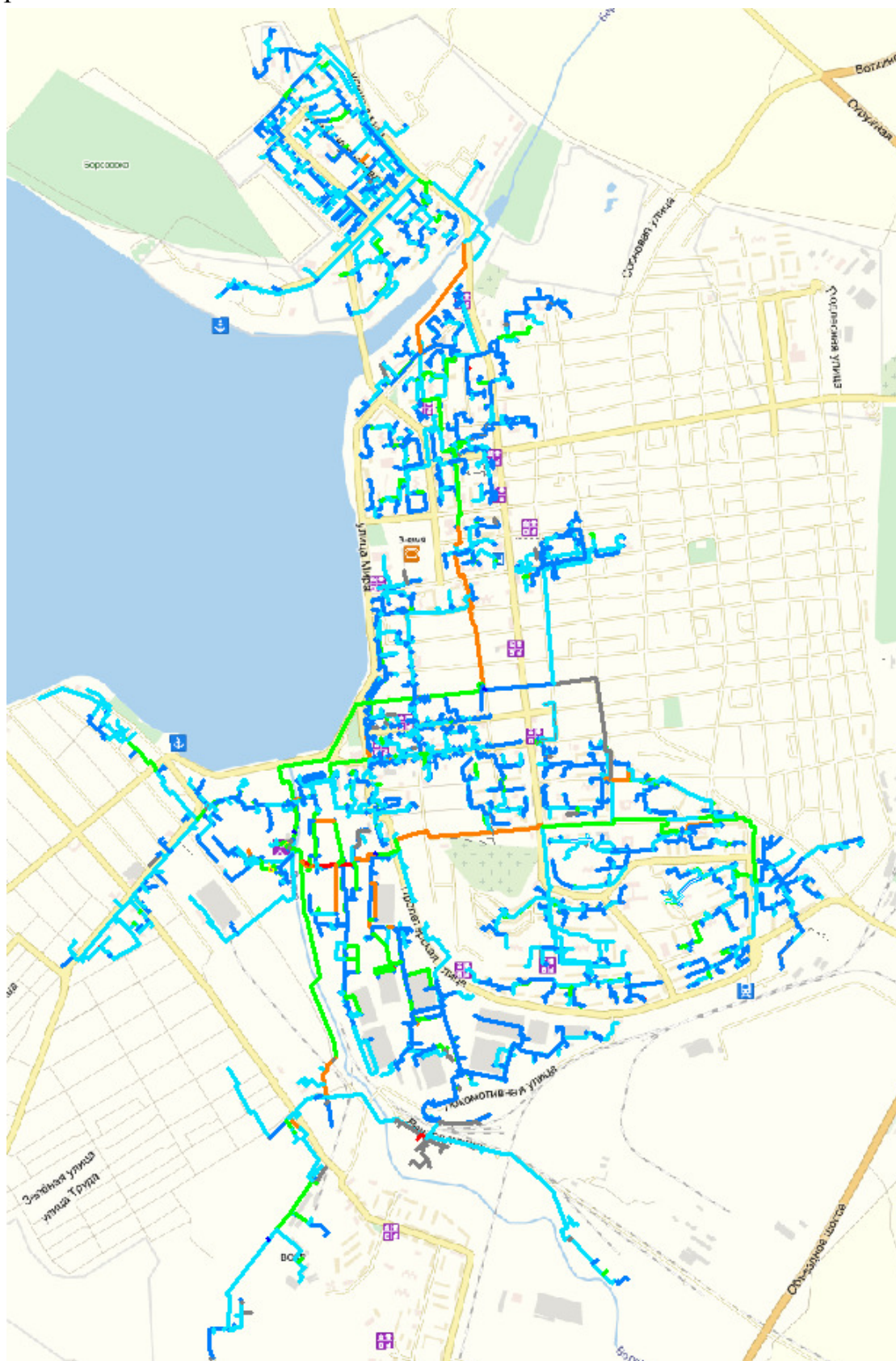


Рисунок 4.12 – Распределение скорости теплоносителя до 0,1 м/с, 0,1-0,8 м/с, 0,8-1,5 м/с, 1,5-2,0 м/с, >2,0 м/с

носителя в цветовой градации.

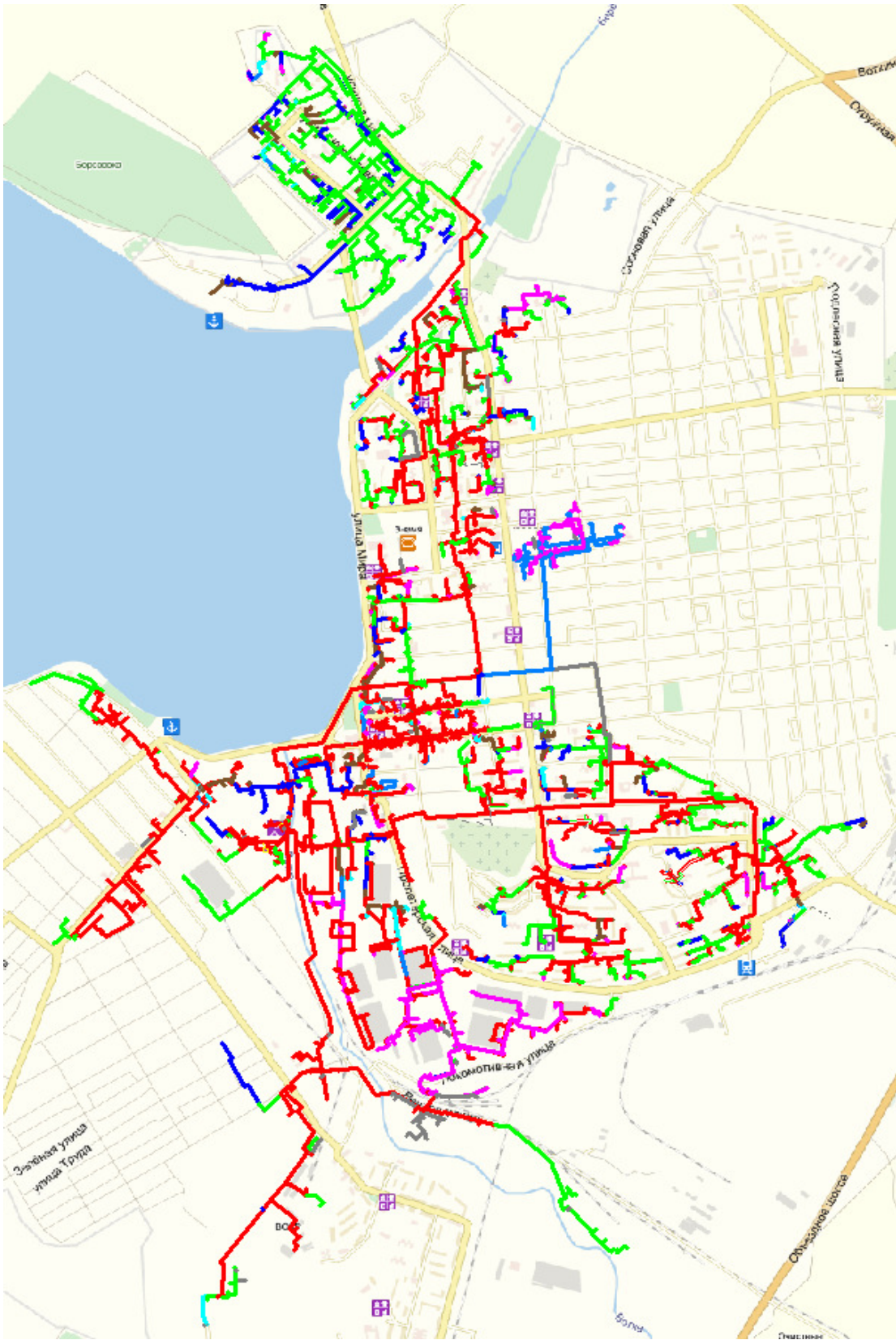


Рисунок 4.13 – Распределение время прохождения теплоносителя до 60 мин, 60-120 мин, 120-180 мин, 180-240 мин, 240-300 мин, 300-360 мин, >360 мин.

На рисунке 4.14 представлено распределение пути от источника в цветовой градации.

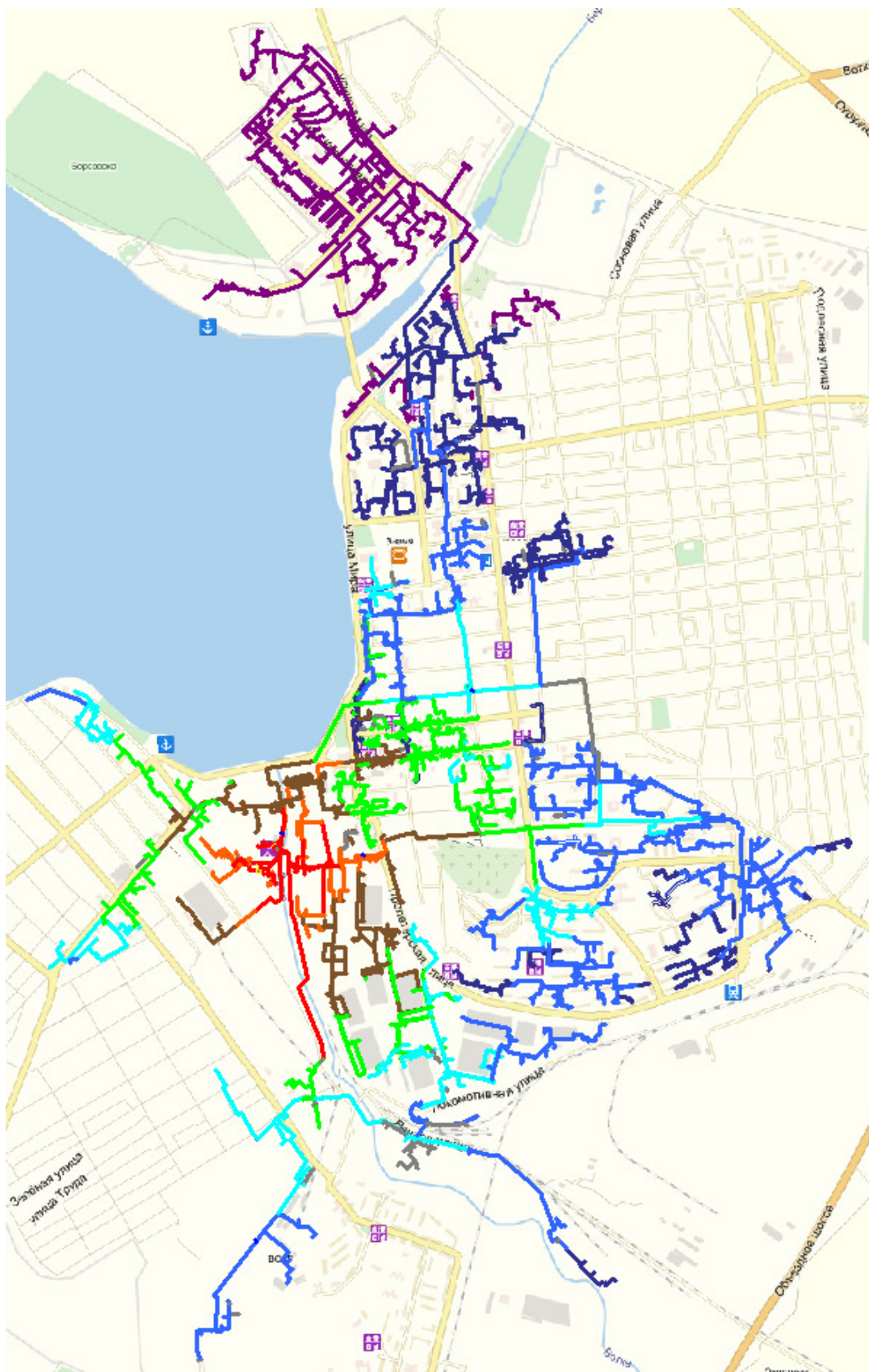


Рисунок 4.14 – Распределение пути от источника до 250 м, 250-500 м, 500-1000 м, 1000-1500 м, 1500-2000 м, 2000-3000 м, 3000-4000 м, >4000 м.

На рисунке 4.15 представлено распределение напора теплоносителя в подаче в цветовой градации.

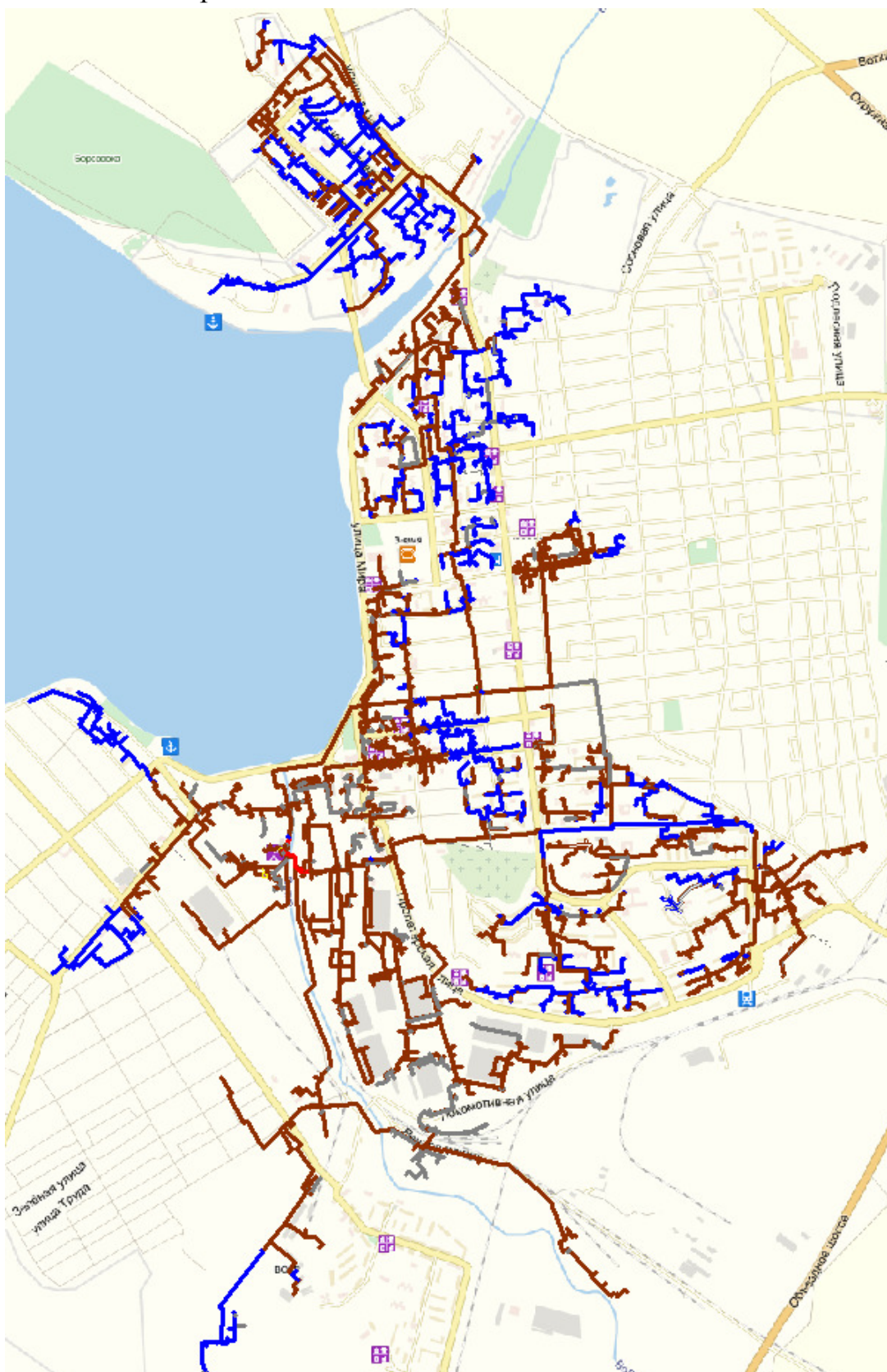


Рисунок 4.15 – Распределение напора теплоносителя в подаче **до 40 м**, **40-100 м**, **100-150 м**.

ратке в цветовой градации.



100 M.

носителя в цветовой градации.

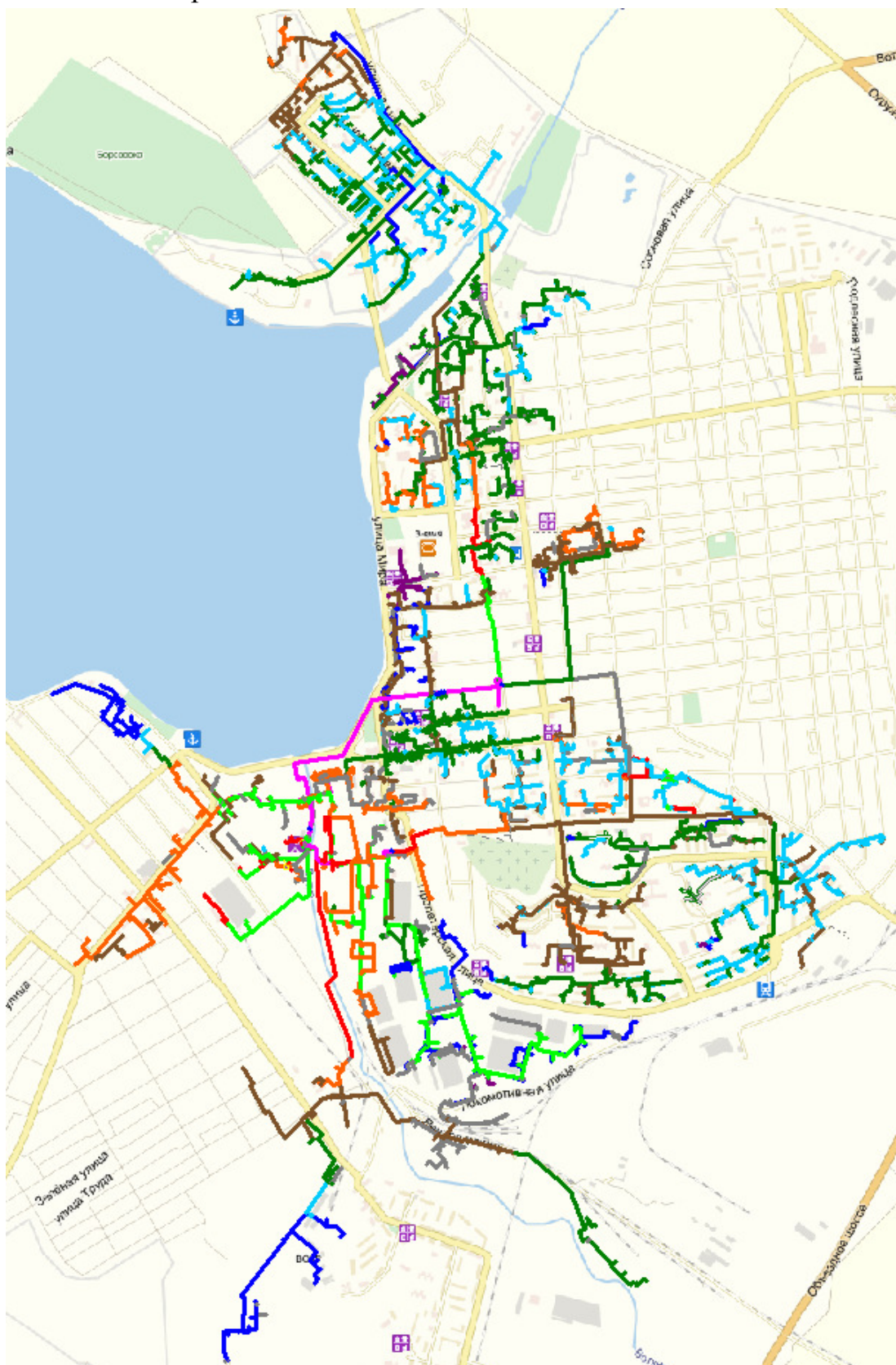


Рисунок 4.17 – Распределение располагаемого напора теплоносителя до 5 м, 5-10 м, 10-15 м, 15-20 м, 20-25 м, 25-30 м, 30-35 м, 35-40 м, >40 м.

На рисунке 4.18 представлено распределение удельных потерь напора теплоносителя в цветовой градации.

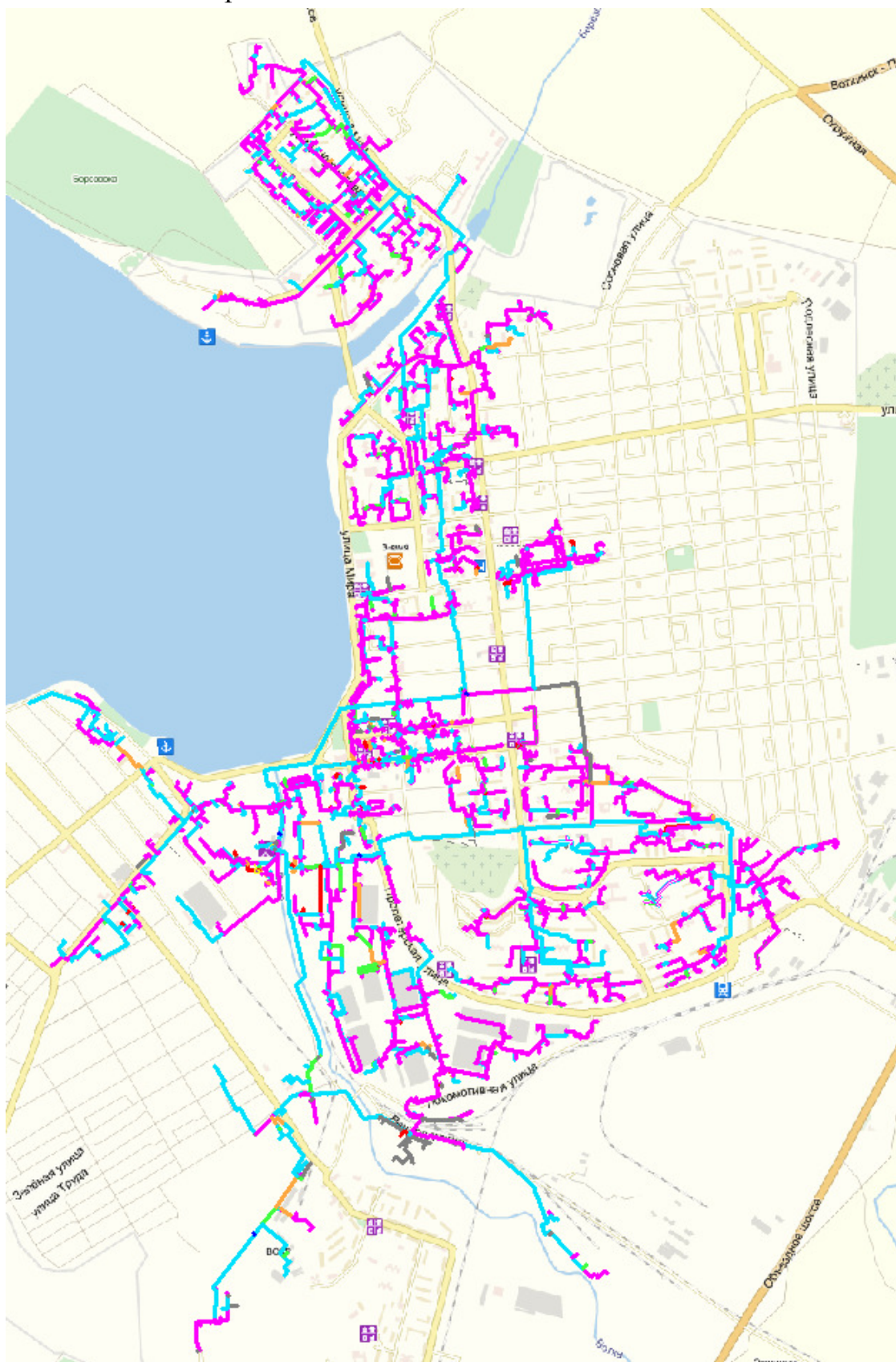
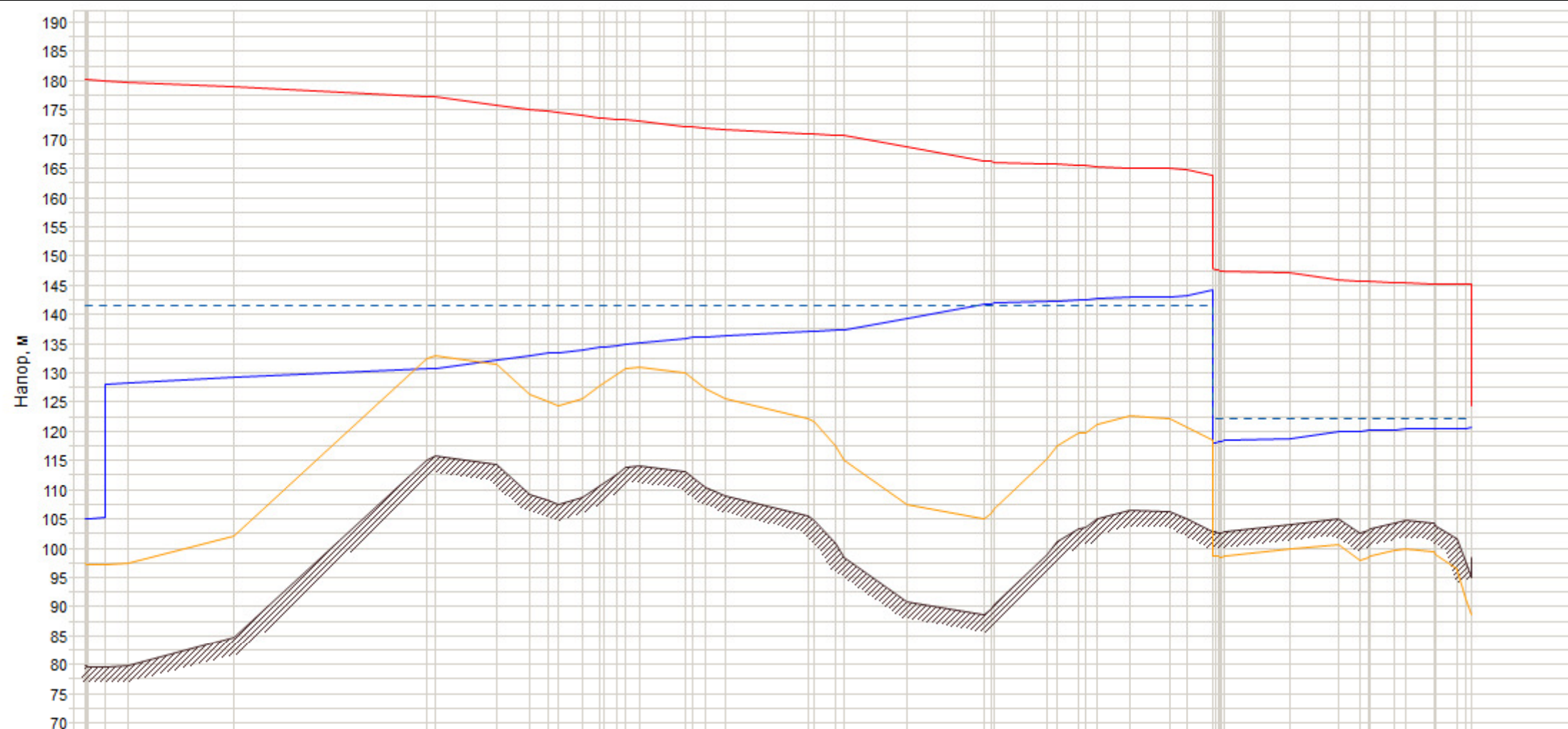
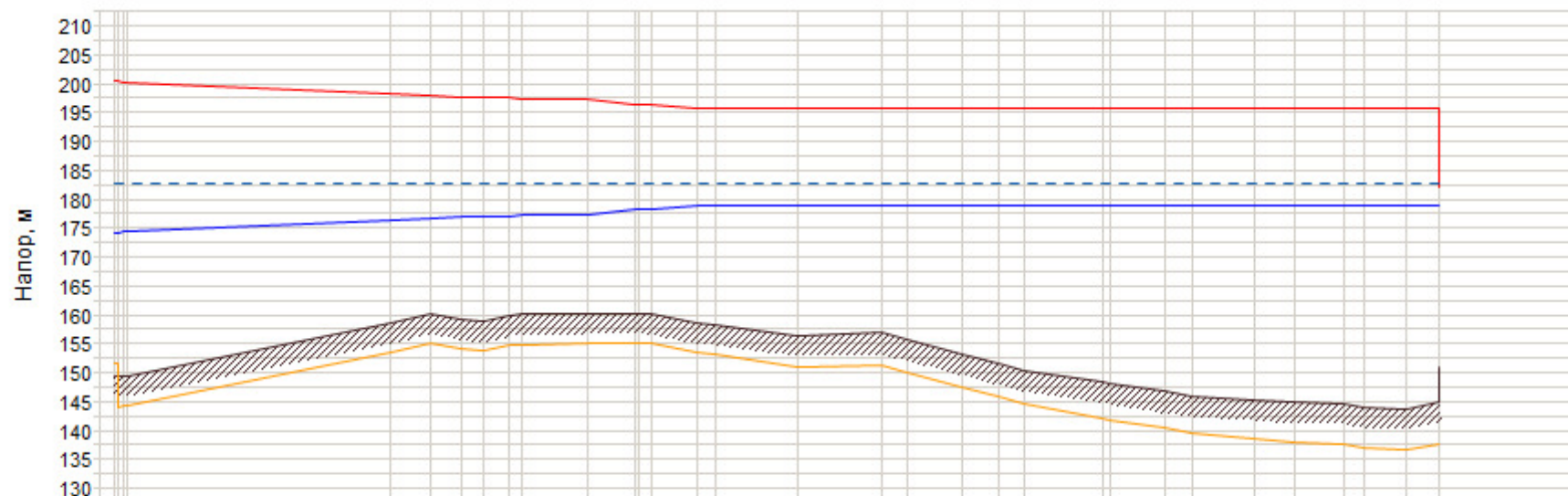


Рисунок 4.18 – Распределение удельных потерь напора теплоносителя до 1 мм/м, 1-8 мм/м, 8-15 мм/м, 15-30 мм/м, >30 мм/м.



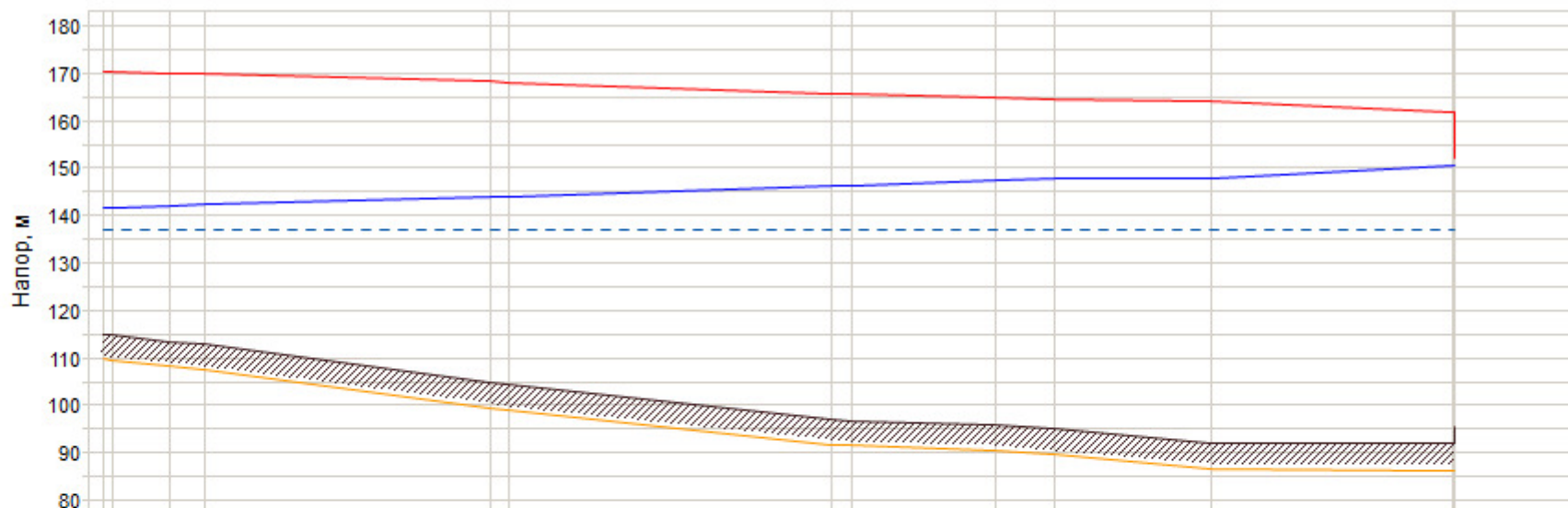
Наименование узла	ПЗ		I		V		T		т. Е (Ц т.)		Жилой дом														
Геодезическая высота, м	79.79	79.68	84.49	115.59	114.10	110.10	111.11	113.9	111.11	108.7	109.18	90.72	90.2	110.1	110.4	106.4	110.10	102.75	103.85	103.10	110.1	110.4	106.4	94.84	
Напор в обратном трубопроводе, м	110.10	128.275	129.12	130.669	132.13	113.13	111.11	134.9	113.13	136.351	137.228	139.267	141.75	114.14	142.14	142.14	141.14	118.264	118.51	111.11	111.11	120.12	120.12	120.462	
Располагаемый напор, м	75.52	51.343	49.642	46.523	43.442	40.40	33.33	37.96	33.35	35.103	33.34	29.245	24.241	22.23	22.26	22.14	21.21	28.984	28.485	26.25	25.25	24.24	24.24	24.58	
Длина участка, м	91.12	438	803	326	157.84	12.90	6.46	6.238	6.95	363	10.280	345	231	596	5150	193	713	306.1	219.1	10.10	11.14	128.92	128.92		
Диаметр участка, м	0.06	0.61	0.61	0.51	0.51	0.05	0.00	0.51	0.00	0.51	0.51	0.357	0.357	0.51	0.00	0.35	0.307	0.307	0.207	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.00	0.857	1.569	1.524	0.73	0.00	0.40	0.00	0.852	0.00	0.692	0.00	2.057	2.468	0.249	0.00	0.27	0.17	0.09	0.25	1.238	0.00	0.10	0.10	0.00
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.00	0.844	1.549	1.508	0.72	0.00	0.40	0.00	0.844	0.00	0.686	0.00	2.039	2.448	0.247	0.00	0.26	0.165	0.09	0.249	1.236	0.00	0.10	0.10	0.00
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.12	1.035	1.035	1.432	1.43	1.11	1.11	1.253	1.11	0.914	0.00	1.436	1.418	0.687	0.00	0.71	0.453	0.09	0.436	0.896	0.00	0.30	0.30	0.20	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.11	-1.028	-1.028	-1.424	-1.4	-1.11	-1.11	-1.247	-1.11	-0.91	-0.00	-1.43	-1.412	-0.685	-0.00	-0.7	-0.45	-0.09	-0.435	-0.896	-0.00	-0.30	-0.30	-0.20	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.22	1.63	1.629	3.895	3.89	3.33	3.33	2.984	2.22	1.589	0.00	6.121	5.962	0.897	0.00	2.150	0.736	1.58	0.68	4.71	1.11	1.30	0.90	0.00	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	2.22	1.606	1.607	3.854	3.85	3.33	3.33	2.957	2.22	1.574	0.00	6.068	5.913	0.891	0.00	2.149	0.731	1.57	0.678	4.702	1.11	1.30	0.90	0.00	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	11.12	1062.144	1061.8319	1026.45	102.96	99.96	9.98	8.898.5	8.75	655.7121	50.504.683	498.0726	492.67	442.3	250	117.7	111.7	113.2128	105.85	8.44	8.44	8.44	8.44	6.00	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1.11	-1054.5741	-1054.8861	-1021.00	-102.9	-99.96	-9.98	-8.894.3	-8.7	-652.6151	-50.502.477	-496.0083	-490.8	-442.3	-249	-117.7	-111.7	-113.009	-105.8	-8.44	-8.44	-8.44	-8.44	-6.00	

Рисунок 4.19 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной ТЭЦ Воткинского завода АО "Воткинский завод" до ул. Прибрежная, 5



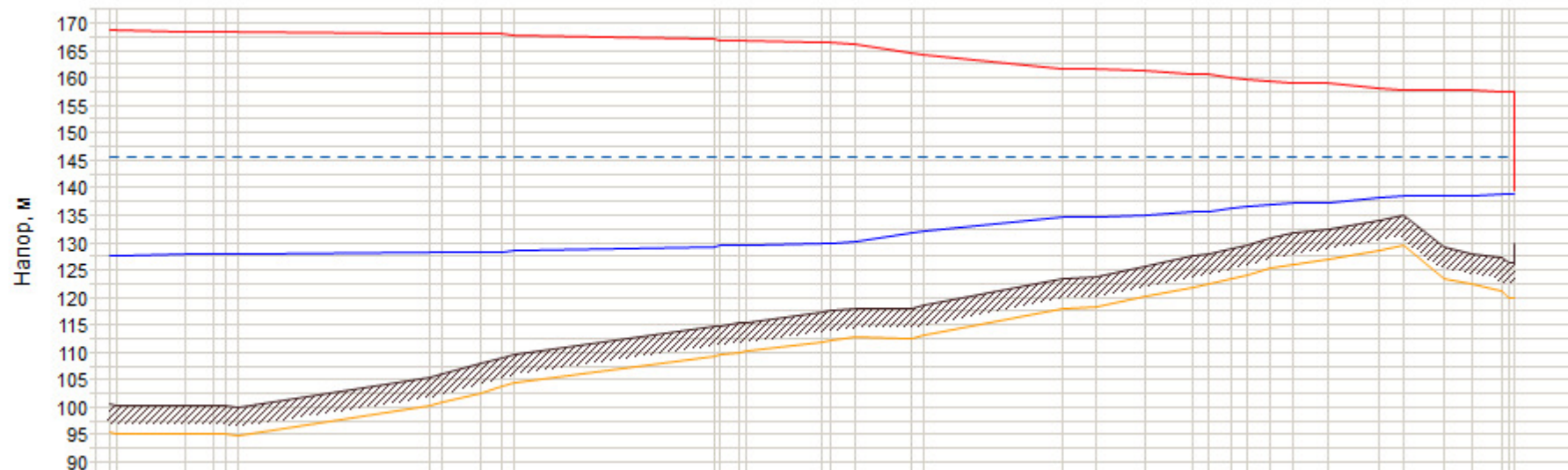
Наименование узла		ТК П1 т. 1	ТК-14	Т. Т. т	ТК-17 (Л	ТК-19 (Ц	ТК-21 (ЦТ	ТК-22 (Л	т.31 (т.Л	т.К1 (Л т.Л	т.Ф1 т. (ЦТ	т.Н Жилой дом				
Геодезическая высота, м	149.31	158.16	159.86	160.1	158.09	156.31	155.6	153.15	150.28	147.9	145.79	144.1	143.14	144.72		
Напор в обратном трубопроводе, м	174.343	176.17	177.02	177.1	178.688	178.693	178.7	178.17	178.716	178.7	178.74	178.17	178.17	178.888		
Располагаемый напор, м	25.613	22.021	20.249	19.7	16.914	16.905	16.88	16.16	16.858	16.83	16.809	16.7	16.7	16.51		
Длина участка, м	215.19	33.928	1.23	51	40	142	165	50.41	2045.86	29.21	63.09	44.53	2151.86	32.640.41	134.627	
Диаметр участка, м	0.307	0.30	0.2	0.0	0.207	0.15	0.15	0.207	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	1.803	0.28	0.2	0.0	0.246	0.83	0.43	0.004	0.007	0.006	0.0	0.011	0.008	0.009	0.000	0.1
Потери напора в обратном трубопроводе, м	1.8	0.28	0.2	0.0	0.245	0.83	0.43	0.004	0.007	0.006	0.0	0.011	0.008	0.009	0.000	0.1
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.281	1.28	1.1	1.0	0.828	1.41	0.99	0.097	0.116	0.116	0.1	0.102	0.102	0.102	0.10	0.3
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.279	-1.2	-1.1	-0.0	-0.827	-1.41	-0.99	-0.097	-0.116	-0.116	-0.1	-0.102	-0.102	-0.102	-0.10	-0.3
Удельные линейные потери в	6.984	6.98	8.05	4.0	4.014	17.4	8.64	1.0055	0.118	0.118	0.1	0.151	0.151	0.151	0.15	3.6

Рисунок 4.20 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №8 "Нефтяник" МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Достоевского, 116



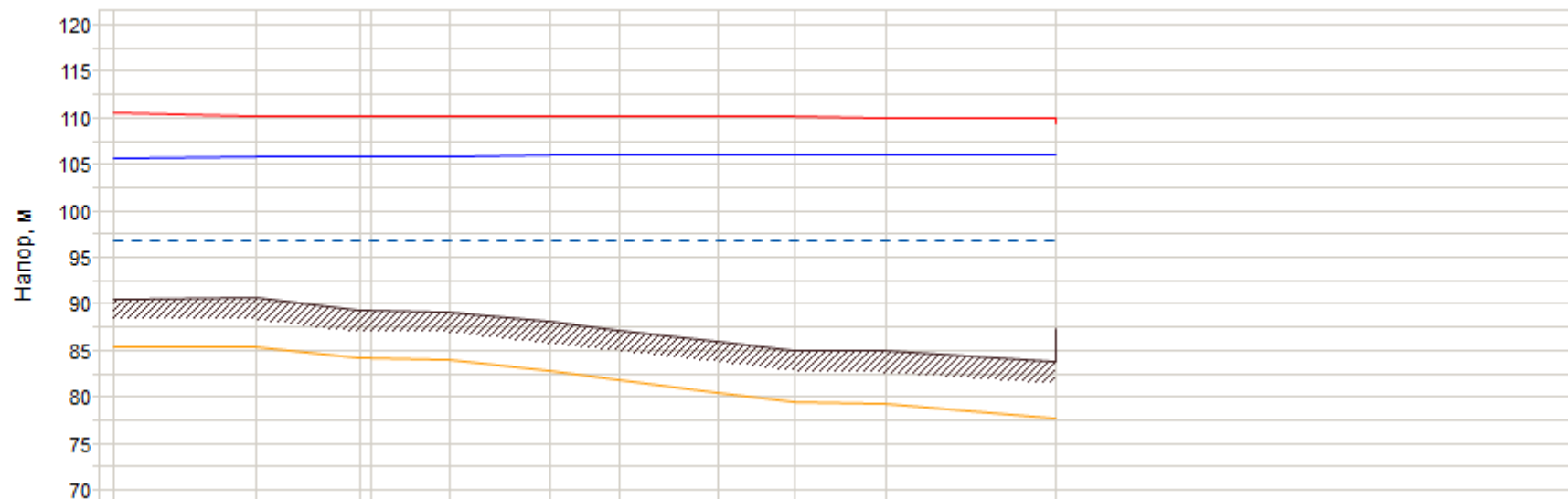
Наименование узла	Бойлер			ТК (ул. Торфоза			Жилой дом				
Геодезическая высота, м	114.6	113	112.59	1	104.05	9	96.57	95.76	94.74	91.92	91.63
Напор в обратном трубопроводе, м	141.5	14	142.08	1	143.82	1	146.223	147.0	147.538	147.726	150.221
Располагаемый напор, м	28.7	27	27.539	2	24.055	1	19.245	17.49	16.612	16.236	11.24
Длина участка, м	40	20	164.4	1	226.5	1	88.5	37	106	146	
Диаметр участка, м	0.15	0.1	0.1	0	0.1	0	0.1	0.08	0.1	0.05	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.486	0.0	1.626	0	2.239	0	0.874	0.443	0.188	2.497	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.486	0.0	1.622	0	2.235	0	0.874	0.442	0.188	2.495	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.075	0.8	0.92	0	0.92	0	0.919	0.88	0.39	0.785	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.07	-0.8	-0.919	-1	-0.919	-1	-0.919	-0.88	-0.39	-0.784	
Удельные линейные потери в	10.13	3.8	8.24	8	8.237	8	8.234	9.97	1.48	14.251	

Рисунок 4.21 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №10 "Торфозаводская" МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Торфозаводская, 3а



Наименование узла										(Тн ТК-2 ТК-2 Т			Тн Тн ТК- ТК-1 Тн (Тн) (Тн) (Тн)			Жило										
Геодезическая высота, м	100.28	10	109.8	105	10	109.49	1	115.32	11	117.9	118.35	12	123.7	125.4	1	12	1	12	13	131	132.4	13	134	12	12	126.06
Напор в обратном трубопроводе, м	127.50	12	127.849	128	12	128.263	1	129.37	12	129.9	131.924	13	134.6	134.1	1	13	1	13	13	136	137.2	13	138	13	13	138.5
Располагаемый напор, м	40.998	40	40.3	39.8	39	39.469	3	37.253	36	36.15	32.139	26	26.75	26.4	2	2	2	23	22	21.54	19	19.4	19	18		18.95
Длина участка, м	90	35	200	100	15	240	2	100	30	75	2142	40	63	55	2	30	2	30	30	42	65	32	55	35	38	
Диаметр участка, м	0.207	0.2	0.207	0.20	0.0	0.15	0	0.15	0.0	0.09	0.09	0.2	0.15	0.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.061	0.0	0.06	0.0	0.0	0.0	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.228	0.0	0.191	0.009	0.0	0.919	0	0.383	0.0	1.599	2.669	0.0	0.152	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.84	0.0	0.15	0.0	0.0	0.0	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.227	0.0	0.19	0.009	0.0	0.915	0	0.382	0.0	1.596	2.664	0.0	0.15	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.84	0.0	0.15	0.0	0.0	0.0	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.6	0.6	0.369	0.36	0.0	0.603	0	0.603	0.0	1.675	1.573	0.2	0.478	1.13	1	1.0	1.0	0.8	1.025	0.0	0.47	0.3	0.0	0.0	0.0	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.598	-0.0	-0.368	-0.3	-0.0	-0.602	-0	-0.602	-0.0	-1.674	-1.571	-0.2	-0.47	-1.13	-1	-1.0	-1.0	-0.8	-1.02	-0.0	-0.4	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	
Удельные линейные потери в	0.004	0.0	0.003	0.003	0.0	0.003	0	0.003	0.0	0.003	0.003	0.0	0.003	0.003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.003	0.0	0.003	0.0	0.0	0.0	

Рисунок 4.22 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной БМК №4 МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Тихая, 55



Наименование узла	№6 ДОЛ "Юно Бойлер МУ		(Кот-6)		(Кот-6)		(Кот-6)		(Кот-6)		Спальный корпус лит.П
Геодезическая высота, м	90.44	90.52	89.16	89.06	87.92	87.08	85.85	84.91	84.82		83.63
Напор в обратном трубопроводе, м	105.44	105.75	105.748	105.799	105.86	105.906	105.912	105.916	105.921		105.938
Располагаемый напор, м	5	4.39	4.385	4.282	4.156	4.068	4.056	4.047	4.037		4
Длина участка, м	37	1e-6	22.98	28.92	20.05	29.01	22.06	26.4	49.45		
Диаметр участка, м	0.1	0.1	0.1	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.05		
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.307	0	0.051	0.063	0.044	0.006	0.004	0.005	0.017		
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.307	0	0.051	0.063	0.044	0.006	0.004	0.005	0.017		
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.721	0.541	0.383	0.329	0.329	0.092	0.092	0.092	0.097		
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.721	-0.54	-0.382	-0.329	-0.329	-0.092	-0.092	-0.092	-0.097		
Удельные линейные потери в	7.567	4.25	2.13	2.082	2.082	0.193	0.193	0.193	0.325		

Рисунок 4.23 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №6 ДОЛ "Юность" МУП "ТеплоСервис" до Спальный корпус лит.П



Наименование узла	№9 "ТЭЦ"	ТУ2 ("Сел-хоз")	ТУ3 ("Сельхоз")	ООО "Дулкын" ул.Солнечная,12а
Геодезическая высота, м	170.9	171.38	172.64	173.97
Напор в обратном трубопроводе, м	180.9	181.327	182.688	182.809
Располагаемый напор, м	18	17.226	14.503	14.26
Длина участка, м	12	50.23	40.51	
Диаметр участка, м	0.07	0.07	0.032	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.387	1.362	0.055	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.387	1.361	0.055	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.997	0.997	0.168	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.997	-0.997	-0.168	
Удельные линейные потери в	26.86	22.593	1.137	

Рисунок 4.24 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №9 "Сельхозхимия" МУП "ТеплоСервис" до ООО "Дулкын" ул.Солнечная,12а



Наименование узла	шко	МОУ ООШ №2
Геодезическая высота, м	96.2 96.38	96.57
Напор в обратном трубопроводе, м	112 113.018	113.07
Располагаемый напор, м	4 3.765	3.66
Длина участка, м	12.5 111	
Диаметр участка, м	0.06 0.1	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.11 0.053	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.11 0.053	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.66 0.177	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.6 -0.176	
Удельные линейные потери в	8.9 0.454	

Рисунок 4.25 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной школа № 2 МУП "ТеплоСервис" до МОУ ООШ №2 ул. Красноармейская, 283/А



Наименование узла	школа N МОУ СОШ №18	
Геодезическая высота, м	89.79	89.64
Напор в обратном трубопроводе, м	102.97	103.138
Располагаемый напор, м	3.3	2.96
Длина участка, м	24.44	
Диаметр участка, м	0.08	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.168	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.168	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.532	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.532	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.436	

Рисунок 4.26 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной школа № 18 МУП "ТеплоСервис" до МОУ СОШ №18 ул. Освобождения, 5

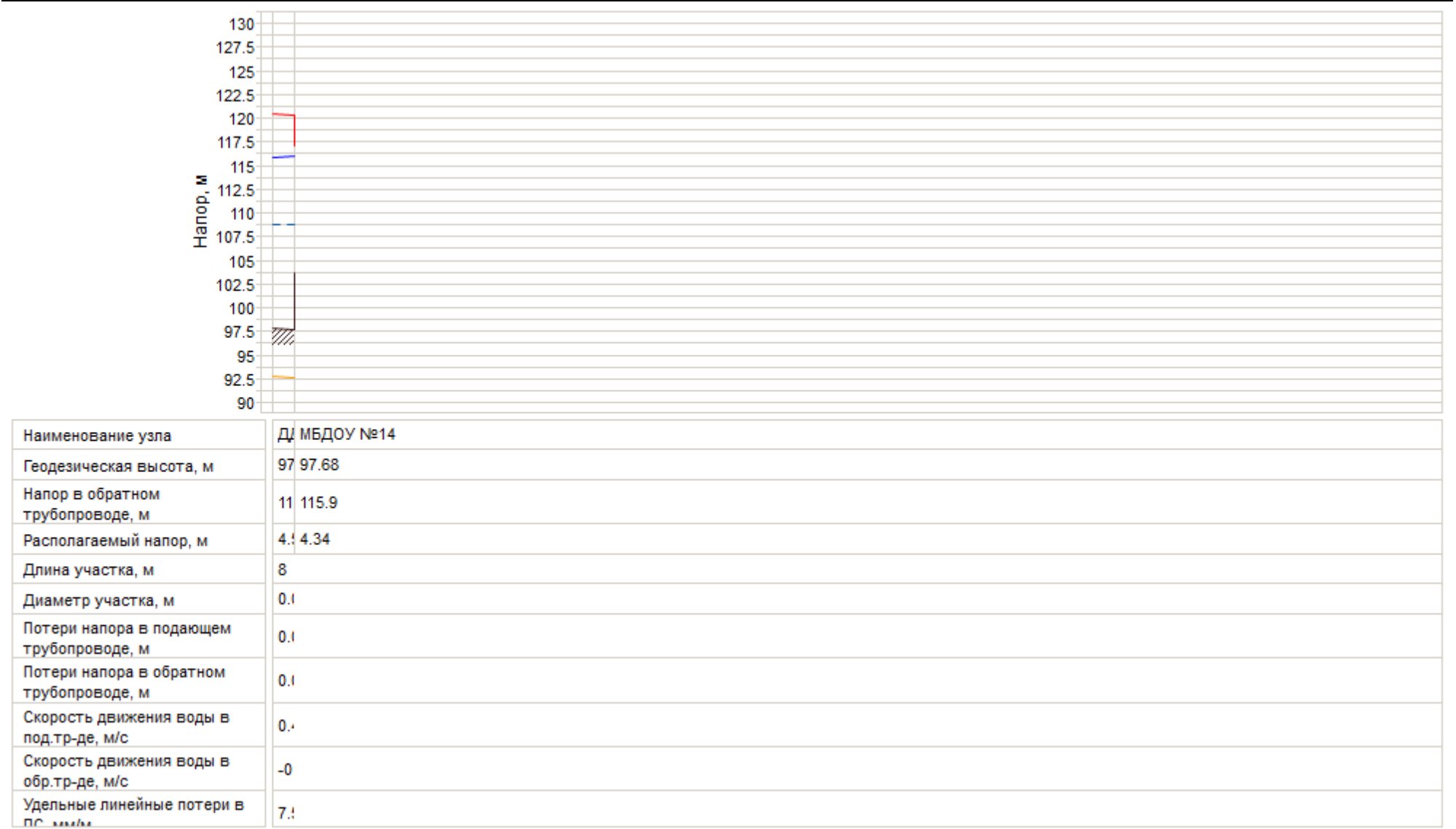
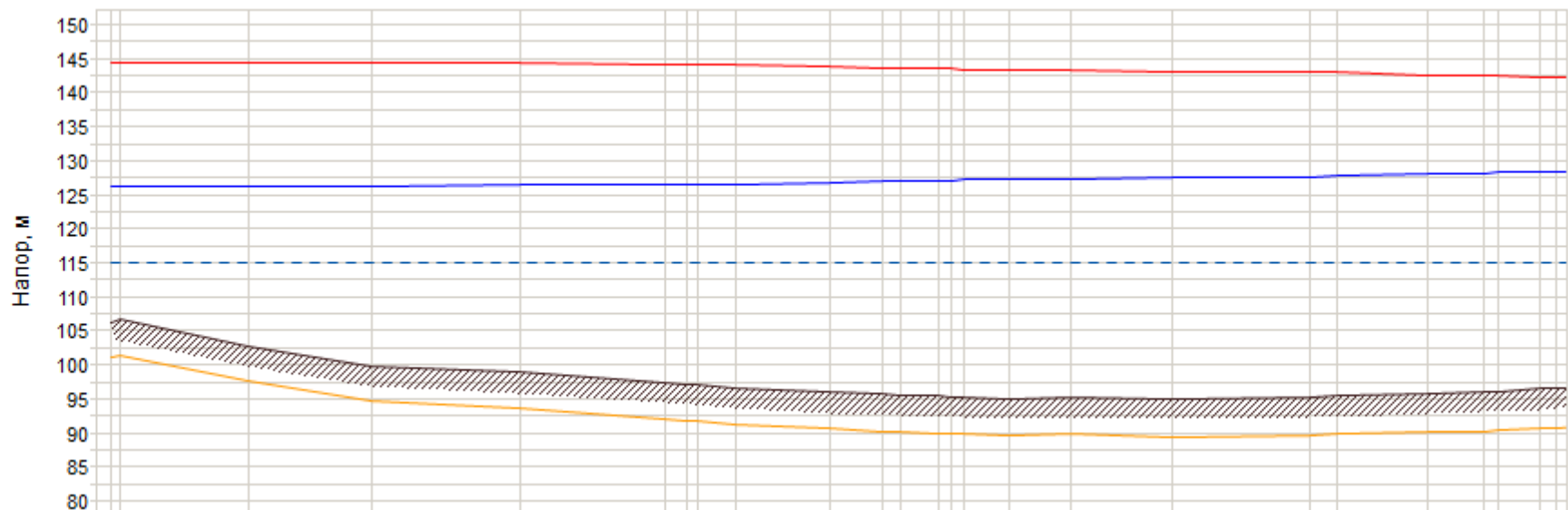
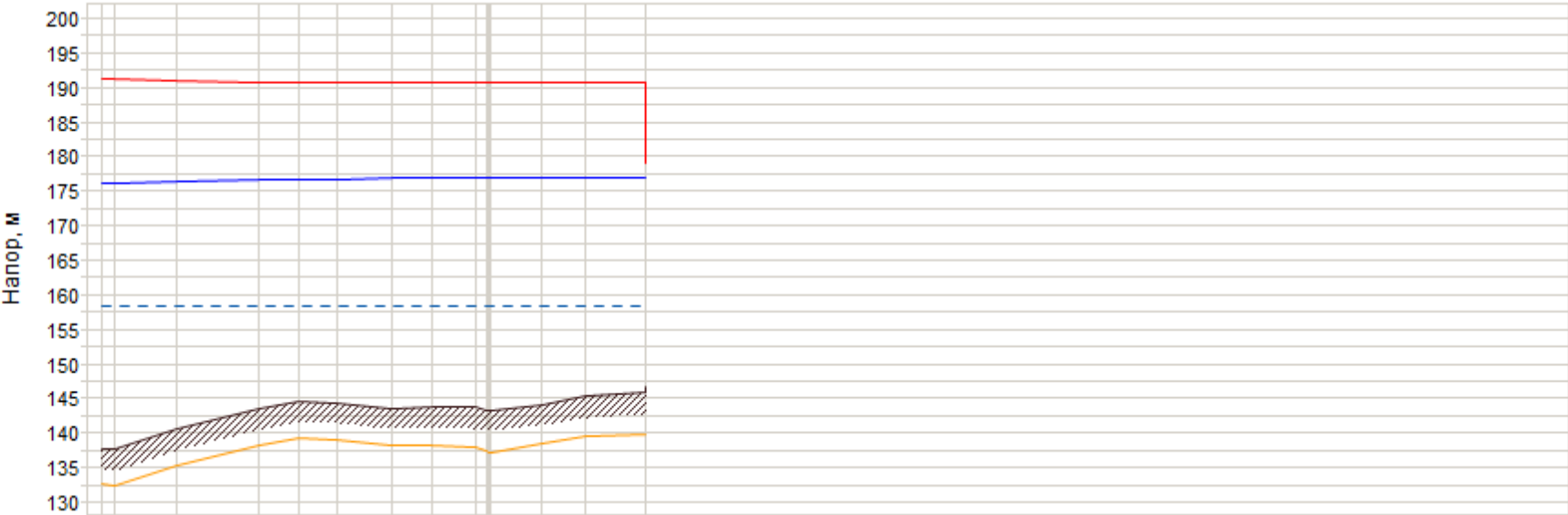


Рисунок 4.27 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной ДДУ № 14 МУП "ТеплоСервис" до МБДОУ №14 ул. Казенова, 2а



Наименование узла			K-p	K-p				K-p					K-p		K-p	K-p		
Геодезическая высота, м	106.47	102.67	99.7	98.77	99.9	96.5	96.52	95.85	95.95	95.1	94.93	95.15	94.89	95.95	95.27	95.6	95.9	95.9
Напор в обратном трубопроводе, м	126.082	126.13	126.176	126.223	126.126	126.281	126.6	126.1	126.1	127.1	127.12	127.225	127.324	127.558	127.8	128.1	128.1	128.1
Располагаемый напор, м	18.196	18.1	18.009	17.914	17.17	17.799	17.12	16.1	16.2	16.114	15.908	15.709	15.245	14.67	14.1	14.1	14.1	14.1
Длина участка, м	94.39	90.27	108.03	106.68	14.28	68.7	38.96	127.1	32.5	45.14	74.09	99.84	20.66	66.06	41.2	131.1	131.1	131.1
Диаметр участка, м	0.207	0.207	0.207	0.207	0.02	0.125	0.125	0.12	0.12	0.125	0.125	0.125	0.125	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.048	0.045	0.048	0.047	0.00	0.338	0.173	0.12	0.08	0.103	0.099	0.133	0.288	0.196	0.13	0.13	0.13	0.13
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.048	0.046	0.047	0.047	0.00	0.337	0.172	0.12	0.08	0.103	0.1	0.134	0.287	0.197	0.13	0.13	0.13	0.13
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.266	0.258	0.258	0.258	0.01	0.588	0.588	0.5	0.38	0.389	0.326	0.326	0.465	0.465	0.42	0.42	0.42	0.42
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.265	-0.257	-0.257	-0.257	-0.01	-0.587	-0.58	-0.5	-0.31	-0.389	-0.325	-0.325	-0.464	-0.464	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0.414	0.39	0.39	0.39	0.00	3.808	3.807	3.6	2.2	1.66	1.668	1.168	1.168	4.149	4.148	3.47	3.47	3.47

Рисунок 4.28 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №5 Вогулка МУП "ТеплоСервис" до Жилой дом ул. Луговая, 21-1



Наименование узла	Г	ТК-1	Архив Администрации
Геодезическая высота, м	137.47 140.45 143 144 144.2 143 143.7 143.2 143 145.16 145.66		
Напор в обратном трубопроводе, м	175.95 176.223 176 176 176.6 176 176.7 176.7 176.7 176.743		
Располагаемый напор, м	15.286 14.753 14.7 13.8 13.89 13.8 13.8 13.79 13.7 13.79 13.71		
Длина участка, м	32.77 59.06 28.7 27.6 40.26 28.7 31.8 37.3 32.5 43.18		
Диаметр участка, м	0.07 0.07 0.08 0.08 0.08 0.1 0.1 0.15 0.15 0.07		
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.267 0.303 0.08 0.04 0.041 0.00 0.00 0 0.00 0.041		
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.266 0.302 0.07 0.04 0.041 0.00 0.00 0 0.00 0.041		
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.547 0.44 0.33 0.21 0.214 0.09 0.06 0.016 0.04 0.187		
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.547 -0.439 -0.3 -0.2 -0.21 -0.0 -0.0 -0.01 -0.0 -0.186		
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	6.799 4.391 2.17 1.34 0.883 0.14 0.05 0.002 0.01 0.79		

Рисунок 4.29 – Пьезометрический график тепловой сети от котельной №7 МУП "ТеплоСервис" до Архив Администрации ул. Азина, 203а

5 Электронная модель системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР

5.1 Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.

Электронная модель схемы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР разработана в соответствии с требованиями Федерального Закона от 27 июля 2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении» [1] и постановления Правительства РФ от 22.02.2012 г. № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» [2].

Анализ существующего положения в сфере теплоснабжения поселения, промышленного узла требуется проводить на основе созданной или создаваемой в процессе разработки схемы теплоснабжения автоматизированной информационно-аналитической системы «Электронная модель системы теплоснабжения поселения, населенного пункта» (далее электронная модель).

Необходимость создания электронной модели диктуется следующими требованиями, предъявляемыми к разработке схем теплоснабжения поселений:

- мониторинг принятых решений по развитию головных объектов систем теплоснабжения;
- необходимость повышения эффективности информационного обеспечения процессов выработки и принятия управленческих решений в области текущего функционирования и перспективного развития системы теплоснабжения поселения, а также взаимосвязанных с ним отраслей коммунального хозяйства, на основании результатов статистической, аналитической и иной обработки объективных данных о процессах производства, распределения и потребления тепла;
- необходимость разработки мер для повышения надежности системы теплоснабжения поселения, промышленного узла и минимизации возможности возникновения аварийных ситуаций в системе теплоснабжения на основе их моделирования с разработкой противоаварийных мер в области технического оснащения специальным оборудованием и тренировкой персонала;

- проведение единой политики в организации текущей деятельности предприятий в ходе реализации перспективного развития всех систем теплоснабжения поселения, промышленного узла;
- создание информационной платформы для координации действий и согласование интересов основных участников теплоснабжения (теплоснабжающих и эксплуатирующих организаций, администрации и надзорных органов, существующих и будущих потребителей, инвесторов и т.д.);
- экономии бюджетных средств поселения, выделяемых на обеспечение производства, распределения и потребления энергоресурсов.

В соответствии с требованиями Приказа №565/667 от 29.12.2012 г. «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения» [3] работа состоит из:

- пояснительной записки «Электронная модель системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР;
- Приложение А к электронной модели. Руководство оператора по пользованию электронной моделью системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР на период 2017 – 2031 г.г. [5].

5.2 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения и с полным топологическим описанием связанности объектов

Расчетная электронная модель создана средствами программного комплекса ГИС Zulu 8.0 с модулем теплогидравлических расчетов ZuluThermo, разработанного ООО «Политерм» (г.Санкт-Петербург).

Геоинформационная система Zulu 7.0 написана на языке программирования Visual C++.

Программный комплекс содержит всю функциональность, необходимую для графического представления и описания тепловых потерь на плане местности, включая базу данных паспортизации тепловых сетей и инструментов для ввода и корректировки данных. В состав программного комплекса включены все необходимые виды тематических раскрасок, графических выделений, справочных и отчетных документов, формируемых на основании информации, содержащейся в базе данных паспортизации.

5.3 Паспортизация объектов системы теплоснабжения

В программном комплексе к объектам системы теплоснабжения относятся следующие элементы, которые образуют между собой связанную структуру: источник, участок тепловой сети, ЦТП, потребитель. Каждый элемент имеет свой паспорт объекта, состоящий из описательных характеристик. Среди этих характеристик есть как необходимые для проведения гидравлического расчета и решения расчетно-аналитических задач, так и справочные.

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

Модель тепловых сетей МО «Город Воткинск» УР в своем расчете имитирует гидравлический режим тепловых сетей в таком виде, как это фактически реализовано. В схеме теплоснабжения поселения кольцевые сети отсутствуют.

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

Моделирование переключений позволяет отслеживать программой состояние запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных тепловой сети. Любое переключение на схеме тепловой сети влечет за собой выполнение гидравлического расчета и, таким образом, в любой момент пользователь видит гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокупности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме тепловой сети.

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

В электронной модели поселения имеется несколько слоев, в частности, существующий, построение пьезометрических графиков в которых позволяет судить о гидравлических режимах при любых изменениях. Данный инструмент является удобным средством анализа.

5.7 Описание электронной модели

5.7.1 Расчетные модули электронной модели

5.7.1.1 Общие положения

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

С помощью Zulu можно создавать всевозможные карты, планы и схемы, включая планы и схемы инженерных сетей с поддержкой их топологии, работать с растрами, использовать данные и получать данные из различных источников BDE, ODBC и ADO.

Ограничений в области применения системы нет.

ГИС Zulu позволяет импортировать данные из таких программ как MapInfo, AutoCAD Release 12, ArcView. В результате импорта будут получены векторные слои с готовыми объектами, при этом все характеристики, такие как масштаб, цвет и др. будут сохранены. Если к объектам в обменном формате была прикреплена база данных, то она так же импортируется в Zulu.

Помимо импорта Zulu имеет возможность экспорта графических данных в такие программы как MapInfo, AutoCAD Release 12 и ArcView. Экспорт семантических данных возможен в электронную таблицу Microsoft Excel или страницу HTML.

В системе Zulu также могут без преобразования использоваться описатели растровых объектов в форматах MapInfo и OziExplorer.

Руководство пользователя электронной модели разработано на основании руководств по ГИС Zulu [4] и ZuluThermo [5], представленных разработчиком.

5.7.1.2 Базовый комплекс

ГИС Zulu имеет многодокументный интерфейс, схожий с продуктами семейства Microsoft Office, что позволяет пользователю легко освоиться с работой в системе.

Система сочетает современный уровень возможностей со скоростью их исполнения. Требования системы Zulu к ПК совпадают с требованиями операционной системы, на которой она выполняется.

Помимо этого Zulu имеет возможность организовывать так называемые слои в памяти (tracking layers). Это слои, все объекты которых созданы в оперативной памяти, не требуют дискового пространства, отображаются и изменяются быстро, что позволяет делать с их использованием анимированные карты и, например, отображать движущиеся объекты или данные телеметрии.

Наряду с обычным для ГИС разделением объектов на контуры, ломаные, поликонтуры, полиломаные 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 и нудный этап занесения информации о связях между объектами, да еще и в табличном виде (как это делалось в прошлом веке).

Zulu имеет открытую архитектуру, система спланирована для расширения программами ООО «Политерм», программами пользователей. Архитектура plug-ins (дополнительные встраиваемые модули) позволяет использовать Zulu как ГИС-платформу (или ГИС-среду) для работы других приложений, как это сделано нами же в тепловых и водопроводных расчетах.

Объектная модель Zulu открыта для расширения приложениями пользователя через механизм COM. Zulu предоставляет возможность использовать и расширять свою функциональность двумя способами - это написание модулей расширения системы (plug-ins) или использование ActiveX компонентов в своих готовых приложениях.

ГИС Zulu позволяет расширять свою функциональность путем подключения к системе дополнительных модулей – plug-ins. Модули расширения создаются в виде ActiveX DLL с использованием любой среды разработ-

ки, позволяющей их создавать (Visual C++, Visual Basic, Delphi, C++Builder и т.д.).

Система может:

- Создавать карты местности в различных географических системах координат и картографических проекциях, отображать векторные графические данные со сглаживанием;
- 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, 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, 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);
- 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.

Основой программного комплекса ZuluThermo является географическая информационная система (ГИС) Zulu. При помощи ГИС можно создать карту поселения (населенного пункта) и нанести на неё тепловые сети. Программный комплекс ZuluThermo позволяет рассчитывать системы централи-

зованного теплоснабжения большого объема и любой сложности.

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые сети (количество колец в сети неограниченно), а также двух, трех, четырехтрубные или многотрубные системы теплоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающими от одного или нескольких источников.

Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 32 схемных решения подключения потребителей, а также 29 схем присоединения ЦТП. Вышеприведенные схемы подключения потребителей подробно рассматриваются в соответствующих разделах. Расчетные схемы присоединения абонентских вводов (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) к тепловой сети и Расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети.

Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплоснабжения, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции.

Результаты расчетов могут быть экспортированы в MS Excel, наглядно представлены с помощью тематической раскраски и пьезометрических графиков. Картографический материал и схема тепловых сетей может быть оформлена в виде документа с использованием макета печати.

Состав расчетов (подсистем):

- Наладочный расчет;
- Поверочный расчет;
- Конструкторский расчет;
- Расчет температурного графика;
- Построение пьезометрического графика;
- Коммутационные задачи;
- Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию.

5.7.1.3 Подсистема «Наладочный расчет»

Целью наладочного расчета является качественное обеспечение всех потребителей, подключенных к тепловой сети, необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды, при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом.

В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств (для потребителей, ЦТП и кустовых шайб), а также места их установки.

Наладочный расчет - это условный расчетный прием для подбора смесительных и дросселирующих устройств и определения мест их установки. Целью проведения наладочных расчетов является распределение теплоносителя между потребителями в строгом соответствии с их тепловой нагрузкой.

5.7.1.4 Подсистема «Поверочный расчет»

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, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д. В качестве теплоносителя может использоваться вода, антифриз или этиленгликоль.

Расчёт тепловых сетей можно проводить с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. 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 теплопотребления. 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 зоны влияния

источников на сеть.

5.7.1.5 Подсистема «Конструкторский расчет»

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:

- проектировании 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 расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

5.7.1.6 Подсистема «Расчет температурного графика»

Целью расчета является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом в 1 °С.

Предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

5.7.1.7 Подсистема «Пьезометрический график»

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика задается пользователем, при этом на экран может выводиться:

- линия давления в подающем трубопроводе;
- линия давления в обратном трубопроводе;
- линия поверхности земли;
- линия потерь напора на шайбе;
- высота здания;
- линия вскипания;
- линия статического напора.

5.7.1.8 Подсистема «Коммутационные задачи»

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

5.7.1.9 Подсистема «Расчет нормативных потерь через изоляцию»

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. Просмотреть результаты расчета можно как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП).

Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel.

5.7.2 База данных электронной модели схемы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР

Паспортизация объектов системы теплоснабжения, к которым относятся тепловые сети, представлены в файлах электронной модели.

5.7.3 Структура и состав электронной модели схемы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР

5.7.3.1 Общие положения

Тепловая сеть включает в себя следующие основные объекты: источник, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно-регулирующую арматуру, и другие элементы.

- Источник
- Участок
- Вспомогательный участок
- Потребитель:
 - Потребитель
 - Обобщенный потребитель
- Узел:
 - Простой Узел
 - ЦТП
 - Дросселирующие устройства:
 - Дроссельная шайба

5.7.3.2 Электронная модель

Источник:

Источник – это символьный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ. В математической модели источник представляется сетевым насосом, создающим располагаемый напор, и подпиточным насосом, определяющим напор в обратном трубопроводе.

При работе нескольких источников на сеть один из них может выступать в качестве пиковой котельной.

Участок:

Участок - это линейный объект, на котором не меняются:

- Диаметр трубопровода;
- Тип прокладки;
- Вид изоляции;
- Расход теплоносителя.

Двухтрубная тепловая сеть изображается в одну линию и может, в зависимости от желания пользователя, соответствовать или не соответствовать стандартному изображению сети по ГОСТ 21-605-82.

Как любой объект сети, участок имеет разные режимы работы,

например, «отключен подающий» или «отключен обратный».

Потребитель:

Потребитель – это конечный объект участка, в который входит один подающий и выходит один обратный трубопровод тепловой сети. Под потребителем понимается абонентский ввод в здание.

Внутренняя кодировка потребителя зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Схемы могут быть элеваторные, с насосным смешением, с независимым присоединением, с открытым или закрытым отбором воды на ГВС. Схемы присоединения имеют разную степень автоматизации подключенной нагрузки, которая определяется наличием регулятора температуры, например на ГВС, регулятором расхода или нагрузки на систему отопления, регулирующим клапаном на систему вентиляции.

На данный момент в распоряжении пользователя 32 схемы присоединения потребителей.

Обобщенный потребитель – символьный объект тепловой сети, характеризующийся потребляемым расходом сетевой воды или заданным сопротивлением. Таким потребителем можно моделировать, например, общую нагрузку квартала.

Такой объект удобно использовать, когда возникает необходимость рассчитать гидравлику сети без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети. Например, при расчете магистральных сетей информации о квартальных сетях может не быть, а для оценки потерь напора в магистралях достаточно задать обобщенные расходы в точках присоединения кварталов к магистральной сети.

Обобщенный потребитель не всегда является конечным объектом сети. В связи с этим, обобщенный потребитель может быть установлен на транзитном участке.

Узел:

Простой узел – это символьный объект тепловой сети, например, разветвление трубопровода, смена прокладки, вида изоляции или точка контроля для регулятора.

ЦТП:

ЦТП – это символьный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии.

Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть, с индивидуальными потребителями.

Внутренняя кодировка ЦТП зависит от схемы присоединения тепловых

нагрузок к тепловой сети. Это может быть, например, групповой элеватор или независимое подключение группы потребителей. На данный момент в распоряжении пользователя 29 схем присоединения ЦТП.

В ЦТП может входить и выходить только один участок тепловой сети (подающий и обратный трубопровод). Причем входящий участок должен быть направлен к ЦТП (направление стрелки), а выходящий от ЦТП - к следующему объекту.

Исключением из данного правила является четырёхтрубная тепловая сеть после ЦТП, в этом случае из ЦТП выходит два участка - один основной и один вспомогательный.

Вспомогательный участок используется для подключения трубопровода горячего водоснабжения. Вспомогательный участок указывает начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП. Это небольшой участок заканчивается простым узлом, к которому подключается трубопровод горячего водоснабжения.

Задвижка:

Задвижка – это символичный объект тепловой сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы Открыта.

В задвижку может входить только один участок и только один участок выходить.

Перемычка:

Перемычка - это символичный объект тепловой сети, моделирующий участок между подающим и обратным трубопроводами.

С помощью перемычек можно моделировать летний режим работы открытых систем централизованного теплоснабжения, в случаях, когда теплоноситель может подаваться к потребителям как по подающему, так и по обратному трубопроводам, без возврата воды на источник. Переходы между подающими и обратными трубопроводами осуществляются через перемычки.

Дроссельная шайба:

Дроссельная шайба – это символичный объект тепловой сети, характеризующийся фиксированным сопротивлением, зависящим от диаметра шайбы

Для объекта «Вычисляемая шайба» в результате наладочного расчета определяется количество шайб и их диаметр.

Для «Устанавливаемой шайбы» необходимо занести информацию о количестве этих устройств и их диаметре.

Вспомогательный участок:

Вспомогательный участок – это линейный объект математической модели, имеющий два режима работы. Вспомогательный участок при использовании его с регуляторами давления «до себя» и «после себя» указывают место контролируемого параметра. Вспомогательный участок для ЦТП определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёх-трубной тепловой сети после ЦТП.

5.7.3.3 Моделирование участков тепловых сетей и тепловых камер

5.7.3.3.1 Общие положения

Тепловую сеть можно изображать на карте с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволит в дальнейшем не только проводить теплогидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение тепловых сетей.

Тепловая сеть может быть изображена схематично, при этом неважно, будут ли координаты узлов (объектов тепловой сети) и углы поворотов (точки перелома участков) введены по координатам с геодезической точностью или обрисованы по подложке. Важно, чтобы нужные объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Схематичное изображение модели тепловой сети позволяет быстро провести теплогидравлические расчеты, но не даёт возможности определить местонахождение своих сетей.

Степень детализации в обоих случаях: при изображении тепловой сети на карте с привязкой к местности и при схематичном изображении может быть различна.

Геометрические длины участков различны, но для инженерных расчетов значения длины задаются в базе данных по участкам. Наличие компенсаторов и запорных устройств влияет на гидравлические потери в тепловой сети. Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных для адекватного моделирования гидравлических потерь.

В связи с этим точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

5.7.3.3.2 Последовательность действий

1. Создать слой тепловой сети;

Для нанесения тепловой сети на карту необходимо предварительно создать слой тепловой сети.

2. Настроить структуру слоя: внешний вид, размеры символов;

Пользователь может изменить графическое отображение любого из объектов, а также добавить к сформированной структуре новые объекты, например «Внезапное сужение (расширение)», «Граница балансовой принадлежности», «Узел учета тепловой энергии», «Компенсатор» и т.д.

3. Нанести тепловую сеть на карту.

После создания специального слоя, сеть можно изображать на карте. О том, как вводить и редактировать объекты тепловой сети, см. Ввод объектов сети, см. Редактирование сети;

4. Проверить связность.

Для проверки правильности создания математической модели тепловой сети необходимо произвести проверку связности всех объектов сети между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для ее частей.

5.7.3.3 Создание слоя тепловой сети

Для того чтобы создать слой тепловой сети надо:

1. Выбрать команду главного меню Задачи/ZuluThermo или нажать кнопку панели инструментов. На экране появится панель теплогидравлических расчетов;
2. Выбрать вкладку «Сервис» и в появившемся окне нажать кнопку «Создать новую сеть». На экране появится диалог создания новой тепловой сети.
3. В открывшемся окне нажать кнопку. Откроется диалог сохранения.
4. В окне сохранения файла выбрать диск и каталог, где будут храниться файлы моделируемой тепловой сети. Слой сети следует создавать в отдельной папке.

Замечание:

Имя слоя НЕОБХОДИМО ЗАДАВАТЬ ЛАТИНСКИМИ буквами, слой ОБЯЗАТЕЛЬНО должен создаваться в отдельной папке. Также важно, чтобы в пути до файлов слоя БЫЛИ ТОЛЬКО ЛАТИНСКИЕ БУКВЫ, допускается использование только латинских. Данное ограничение связано с тем, что при работе с локальными таблицами система Zulu использует программные средства, для которых не желательно наличие в имени папки русских символов.

5. В строке «Имя файла» ввести имя файла латинскими символами (например, teploset) и нажать кнопку «Сохранить». Если будет выбрано имя файла уже существующего слоя, то в результате создания нового слоя существующий слой будет уничтожен, и вместо него создастся новый.

6. В окне «Новая система теплоснабжения», в строке «Название слоя» ввести пользовательское имя слоя русскими символами, например Тепловые сети.

При установленном флажке «добавить в карту» созданный слой сразу загружается в текущую карту, если флажок не установлен - слой только создается на диске.

Замечание:

Если не ставить флажок «добавить в карту», тогда слой тепловой сети будет создан только на диске и для дальнейшей работы его нужно загрузить в карту.

7. После того, как все окна диалога заполнены, нажать кнопку ОК.

При создании слоя тепловой сети, он создаётся с заранее определенной стандартной структурой: символами, базами данных, типовыми объектами тепловой сети и режимами их работы. Редактирование структуры слоя позволяет настроить внешний вид объектов тепловой сети или добавить новые режимы работы для уже существующих объектов.

Редактор структуры слоя позволяет:

- создать, удалить или отредактировать символ;
- импортировать символ из другого слоя;
- создать новые типовые объекты;
- создавать новые режимы для объектов тепловой сети;
- менять размеры символов тепловой сети;
- менять внешний вид символов тепловой сети;
- импортировать типы и режимы из других слоев;
- распечатать список объектов, входящих в структуру слоя.

5.7.3.3.4 Загрузка слоя в карту

Если при создании слоя не была установлена галочка в окне «Добавить в карту», то слой сети, созданный в определенной директории, следует добавить в карту вручную, для этого необходимо:

1. Выбрать команду главного меню Карта/Добавить слой, либо нажать кнопку на панели инструментов. На экране появится диалог выбора слоя.
2. Зайти в нужную директорию и выделить слой тепловой сети
3. Нажать кнопку «Открыть» или дважды щелкнуть по выбранному слою. Он будет добавлен в текущую карту.

5.7.3.3.5 Ввод объектов сети

Для изображения сети можно пользоваться двумя способами:

1. Изображать сеть с помощью объекта Участок. Тогда при вводе участка редактор сам будет запрашивать узловые объекты в начале и в конце участка, а поскольку часто начало нового участка является концом предыдущего, то начальный узел нового участка уже существует, и за него нужно только зацепиться, то есть, продолжая ввод участка, нажать на узле левой клавишей мыши;

2. Если известны координаты узловых объектов, таких как тепловые камеры, источники и т.д., то можно сначала расставить эти объекты на карте и затем соединить их участками.

Первый способ изображения сети

При изображении этим способом сразу вводятся и объекты, и участки, их соединяющие.

Для изображения фрагмента сети Источник→Камера→Насос→ Потребитель следует:

1. Включить режим редактирование слоя;
2. Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим участка «Включен» (т.е. открыты оба трубопровода);
3. В том месте карты, где будет установлен первый объект сети (Источник, сделать щелчок левой кнопкой мыши, появится всплывающее окно;
4. В открывшемся окне выбрать режим источника «Работа»;
5. Навести курсор в то место, где будет изображена тепловая камера, и сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши, для завершения участка. Откроется всплывающее окно;
6. Выбрать левым щелчком мыши элемент, который будет установлен в конце участка, Тепловую камеру;
- 7.левой кнопкой мыши щелкнуть в центр тепловой камеры, чтобы «зацепиться» за неё. Всплывающее окно в этом случае появляться не должно. Если окно всё же появляется, следует сделать щелчок левой кнопкой мыши в пустом месте и снова попытаться «зацепиться» за объект.
8. Навести курсор в то место, где будет изображена насосная станция, и сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши, для завершения участка. Откроется всплывающее окно;
9. Выбрать в открывшемся окошке режим насосной станции «Работа»;
10. Повторяя предыдущие пункты, «зацепиться» за насосную станцию, после чего закончить участок потребителем.

Второй способ изображения сети

Если использовать второй способ, то последовательность действий должна быть следующей:

1. Включить режим редактирования слоя; Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим источника «Работа» (т.е. включен);
2. Щелкнуть в том месте карты, где будет установлен источник.;
3. Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим узла «Тепловая камера»;
4. Щелкнуть в том месте карты, где будет камера;
5. Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим насосной станции «Работа» (т.е. включена);
6. Щелкнуть в том месте карты, где будет изображена насосная станция,
7. Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим потребителя «Включен»;
8. Щелкнуть в том месте карты, где будет потребитель;
9. Нажать кнопку «Выбор типа» и в выпадающем списке выбрать режим участка Включен(т.е. открыты оба трубопровода);
10. Щелкнуть левой кнопкой мыши по источнику, «зацепившись» за него;
11. Сделать двойной щелчок по тепловой камере для соединения её с источником;
12. Аналогичным образом соединить оставшиеся элементы.

5.7.3.3.6 Ввод участка

Геометрически участок представляет собой ломаную линию. Любая ломаная имеет как минимум две вершины: начало и конец участка. Вершины ломаной между началом и концом участка называются точки перелома, с помощью которых обозначают повороты участка, компенсаторы. На участке может быть неограниченное количество точек перелома. При рисовании участка возможны все вспомогательные функции, что и при изображении ломаной линии.

Участок должен обязательно начинаться и заканчиваться узловым объектом. Например.

Для ввода участка тепловой сети надо выполнить следующие действия:

1. Нажать кнопку «Выбор типа» и выбрать объект для ввода (например, режим участка Включен).

Замечание:

При необходимости вновь вводить ранее выбранный режим работы участка достаточно нажать кнопку на панели инструментов (если она еще не нажата). Кнопка примет утопленное положение, и редактор перейдет в режим ввода линейных объектов.

2. В начале участка обязательно должен присутствовать символьный объект. Если начальный объект участка уже установлен на карте, то участок надо к нему присоединить. Для этого нужно подвести курсор мыши к центру объекта и нажать левую клавишу мыши. При этом, если присоединение к узлу прошло успешно, то первая точка участка будет зафиксирована, и можно продолжить ввод остальных точек участка.

Замечание:

Никакого всплывающего окна при этом появляться не должно. Всплывающее окно означает, что:

- а) привязки к объекту не произошло;
- б) попытка привязаться туда, где нет узлового объекта.

Для закрытия открывшегося окна следует сделать щелчок левой кнопкой мыши по карте или нажать клавишу Esc. В этих случаях надо повторить попытку привязаться к объекту, либо внедрить объект на существующий участок.

Если начального символьного объекта участка еще нет, то участок можно начинать в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему началу участка, и нажать левую клавишу мыши. После этого редактор попросит указать тип начального узла. На экране появится список типов и режимов узловых объектов редактируемого слоя. Из этого списка нужно выбрать узел, в котором будет начинаться участок (например, источник или тепловая камера.) Таким образом, начиная участок в произвольной точке, мы попутно добавляем сеть и новый узел;

3. После того как задана начальная точка участка, можно продолжить его ввод, последовательно задавая точки поворота. Для этого надо подвести курсор мыши к точке на карте, соответствующей очередной точке поворота, и зафиксировать ее нажатием левой клавиши мыши. После того как точки поворота введены, или при отсутствии их у данного участка, можно завершать ввод трубопровода;

4. В конце участка обязательно должен быть узловой объект. Если конечный объект уже имеется на карте, то надо подвести курсор к центру такого объекта и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. Никакого всплывающего окна при этом не должно появиться. Если захват узла прошел успешно, то ввод участка будет завершен.

Если конечного символьного объекта участка еще нет, то участок можно закончить в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему концу участка, и дважды

щелкнуть левой клавишей мыши. После этого редактор попросит указать тип конечного узла. На экране появится список объектов слоя с учетом их возможных режимов работы. Из этого списка нужно выбрать объект, в котором будет заканчиваться участок (например, потребитель, тепловая камера и т.д.) Таким образом, завершая участок в произвольной точке, мы попутно добавляем в сеть и новый узел.

Важно:

Во время завершающего ввод двойного щелчка левой клавишей мыши важно, чтобы сама мышь между щелчками оставалась неподвижной, т.е щелчки надо сделать быстро. В противном случае будет установлена точка перелома участка. Также можно сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать из меню «Завершить объект» для завершения объекта в последней точке перелома.

5.7.3.3.7 Ввод точек перелома (поворота участка)

Для ввода точек перелома участка во время изображения участка следует:

1. Подвести курсор к месту на карте, где будет установлена точка перелома (например, поворот);
2. Щелкнуть левой кнопкой мыши для установки точки перелома и можно дальше продолжать ввод.

5.7.3.3.8 Отмена введенных точек

Во время нанесения участка на карту, если последняя из введенных точек была введена ошибочно, то ее можно отменить нажатием клавиши Esc или щелкнув правой кнопкой мыши, выбрать в открывшемся окошке «Отменить последнюю точку».

Повторяя это действие, можно шаг за шагом отменить несколько последних введенных точек, или вообще все точки, включая начало участка.

5.7.3.3.9 Ввод за пределами экрана

Если местоположение очередной вводимой точки выходит за пределы окна карты на экране, то изображение нужно сперва передвинуть так, чтобы место установки точки попало в окно карты. Переместить изображение, не выходя из режима ввода участка, можно несколькими способами:

1. Использовать кнопки вертикальной и горизонтальной полосы прокрутки карты;

2. При установке предыдущей точки перелома, т.е. нажатии левой клавиши мыши, не отпускать эту клавишу, и в таком состоянии переместить мышшь за пределы окна карты в сторону, где должна быть установлена очередная точка. При этом изображение карты начнет прокручиваться в заданном направлении. Прокрутив карту на нужное расстояние, завершите прокрутку, отпустив левую клавишу мыши, и продолжайте ввод участка;
3. Если у мыши имеется средняя клавиша (или средняя клавиша с колесиком), то можно перемещать карту мышкой, удерживая среднюю клавишу в нажатом состоянии, при этом курсор мыши изменит свой вид и будет выглядеть как рука. Для завершения перемещения нужно среднюю клавишу отпустить.

5.7.3.3.10 Отмена ввода объекта

Если участок был завершен и, оказалось, что он введен ошибочно, то последний введенный участок можно отменить нажатием кнопки «Назад». Повторяя эту операцию, можно отменить несколько последних действий редактора.

Если отмена последних действий редактора была ошибочна, то их можно восстановить нажатиями кнопки «Вперед».

5.7.3.3.11 Редактирование сети

Внешний вид любого введенного или еще не введенного объекта тепловой сети может быть изменен. Изображения объектов сети меняются в окне редактора структуры слоя. Все изменения относятся сразу ко всем объектам в слое тепловой сети.

Редактирование сети может осуществляться в виде:

- редактирования одиночных объектов;
- редактирования элементов объекта.

5.7.3.3.12 Редактирование одиночных объектов

Редактирование одиночных объектов в режиме редактирования одиночных объектов выполняются операции, относящиеся к объекту (узлу или участку сети) целиком:

- Перемещение объекта;
- Поворот символьного объекта;
- Дублирование одиночного объекта;
- Смена режима, типа объекта;

- Смена направления участка тепловой сети;
- Удаление объекта;
- Разбиение участка на два узловым объектом;
- Объединение последовательно соединенных участков.

5.7.3.3.13 Редактирование элементов объекта

Под редактированием элементов объекта подразумеваются операции с участием отдельных элементов участков, таких как отрезки и точки перелома:

- Перемещение узла;
- Перемещение отрезка;
- Добавление точки перелома;
- Удаление точки перелома;
- Перепривязка участка.

5.7.3.3.14 Перемещение узла

Любой уже нанесенный на карту узел можно переместить. Для того, чтобы перенести узел, нужно:

1. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку на панели инструментов;
2. Подвести курсор к узлу и нажать левую клавишу;
3. Не отпуская клавишу, переместить узел на нужное место;
4. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения узла. Точно таким же образом можно перенести любой символьный объект, только при выполнении пункта 2, надо обязательно попасть в точку привязки объекта.

5.7.3.3.15 Перемещение отрезка

Любой нанесенный отрезок, участок сети можно перенести с одного места на другое. Для переноса отрезка надо:

1. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку на панели инструментов;
2. Для переноса отрезка вместе со связанными с ним объектами подвести курсор к отрезку и нажать левую клавишу мыши, не отпуская клавишу, переместить отрезок на нужное место.
3. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения отрезка

5.7.3.3.16 Добавление точки перелома

На любом нанесенном участке сети можно создать перелом двумя

способами.

Первый способ создания точки перелома:

1. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку панели инструментов;
2. Отметить точку разбиения на участке. Подвести курсор к предполагаемой точке перелома и нажать левую клавишу мыши. Место перелома на отрезке отобразится кружком;
3. Нажать кнопку на панели инструментов или щёлкнуть правой кнопкой мыши и выбрать «Добавить точку перелома». На участке появится точка перелома.

Второй способ создания точки перелома:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку панели инструментов;
2. Подвести курсор к предполагаемой точке перелома и, удерживая клавишу Ctrl, нажать левую клавишу мыши;
3. Была создана новая точка перелома на участке, после чего при необходимости участок сети можно изогнуть.

5.7.3.3.17 Удаление точки перелома

Ошибочно введенный или лишний узел на участке можно удалить, либо указывая удаляемую точку на карте, либо указывая ее в панели свойств.

Для удаления точки перелома первым способом нужно:

1. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку панели инструментов;
2. Отметить удаляемый узел, для этого подвести курсор к удаляемому узлу и нажать левую клавишу мыши. Отмеченный узел будет выделен квадратом черного цвета ;
3. Нажать кнопку панели инструментов или клавишу Delete клавиатуры, либо щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать «Удалить точку перелома». Точка перелома будет удалена и участок автоматически выпрямится.

Возможен второй способ удаления точки перелома:

1. Нажать кнопку «Панель свойств». В правой части экрана появится окно «Свойства»;
2. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку панели инструментов;
3. Подвести курсор к участку, на котором находится удаляемая точка, и нажать левую клавишу мыши, в окне свойств отобразятся параметры участка: координаты начальной, конечной и промежуточных точек, длина и азимут промежуточных отрезков;
4. Перемещаясь в окне свойств, точки, соответствующие строке, на которой находится курсор, будут выделяться черным квадратом;
5. Поставить курсор на строку, характеризующую удаляемую точку, и нажать

на клавиатуре комбинацию клавиш Ctrl+Delete.

6. Выделенная точка и строка, соответствующая ей, удалится, а отрезок выпрямится.

5.7.3.3.18 Перепривязка участка

Для перепривязки участка от одного объекта к другому необходимо:

1. Выбрать стрелку «Узлы», нажав кнопку панели инструментов;
2. Отметить щелчком перепривязываемый участок, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. На отмеченном участке будет отмечены точки перелома;
3. Подвести курсор к узлу участка, который необходимо «оторвать» от сети и, удерживая клавишу Shift на клавиатуре, нажать левую клавишу мыши.

Замечание:

Клавиша Shift в данном случае используется для того, чтобы «оторвать» участок от объекта.

4. Удерживая левую клавишу мыши и Shift, отвести участок в сторону. Таким образом, мы отцепили участок от объекта;
5. Щелчком левой кнопкой мыши «ухватиться» за конечную точку участка. Не отпуская клавишу мыши и удерживая клавишу Ctrl на клавиатуре, подвести конец участка к узлу привязки, при этом вид курсора изменится;
6. Отпустить клавишу мыши для окончания перепривязки участка.

Замечание:

Клавиша Ctrl в данном случае используется для того, чтобы участок «прицепился» к объекту.

Для моделирования участков тепловой сети необходимо занести следующую информацию (Таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Исходные данные по участкам тепловой сети

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
5	L	Длина участка, м	Данное заполнено автоматически, взяв длину участка с карты в масштабе. «Автоматическое занесение длины с карты»
6	Dpod	Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Задается внутренний диаметр подающего трубопровода
7	Dobr	Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Задается внутренний диаметр обратного трубопровода

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
8	Zpod	Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода, автоматически записан при работе со справочником по местным сопротивлениям.
9	Zpod_str	Местные сопротивления под.тр-да	В случае, если сумма коэффициентов местных сопротивлений на подающем трубопроводе неизвестна, а известны количество и виды местных сопротивлений, то с помощью данного поля можно рассчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений.
10	Zobr	Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода, автоматически записан при работе со справочником по местным сопротивлениям.
11	Zobr_str	Местные сопротивления обр.тр-да	В случае, если сумма коэффициентов местных сопротивлений на подающем трубопроводе неизвестна, а известны количество и виды местных сопротивлений, то с помощью данного поля можно рассчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений.
12	Ke_pod	Шероховатость подающего трубопровода, мм	Задается значение шероховатости подающего трубопровода. Для стальных трубопроводов 1 мм, для полимерных 0,01 мм.
13	Ke_obr	Шероховатость обратного трубопровода, мм	Задается значение шероховатости подающего трубопровода. Для стальных трубопроводов 1 мм, для полимерных 0,01 мм.
14	Zarost_pod	Заращение подающего трубопровода, мм	Задана величина 0 мм, поскольку замеры заращения не проведены.
15	Zarost_obr	Заращение обратного трубопровода, мм	Задана величина 0 мм, поскольку замеры заращения не проведены.
16	Kz_pod	Коэффициент местного сопротивления под.тр-да	Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Задана величина 1,05, поскольку исполнительная или проектная документация на теплосети отсутствует, значит, часть местных сопротивлений остаются без внимания

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
17	Kz_obr	Коэффициент местного сопротивления обр.тр-да	Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Задана величина 1,05, поскольку исполнительная или проектная документация на теплосети отсутствует, значит, часть местных сопротивлений остаются без внимания
18	Spod	Сопротивление подающего тр-да, м/(т/ч)*2	Задается пользователем величина сопротивления подающего трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети.
19	Sobr	Сопротивление обратного тр-да, м/(т/ч)*2	Задается пользователем величина сопротивления обратного трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети.
20	StatZone	Разделитель зон статического напора	Задается признак разделения данным участком сети на зоны с разным статическим напором: 0 или пусто - разделение на зоны отсутствует; 1 - от начала участка начинается новая зона.
21	Proklad	Вид прокладки тепловой сети	Вид прокладки тепловой сети выбирается из выпадающего списка: 1 - надземная; 2 - подземная канальная; 3 - подземная бесканальная; 4 - подвальная.
22	Norma	Нормативные потери в тепловой сети (1-5)	Выбирается из списка, по нормативам какого года следует считать нормативные тепловые потери: 1 - 1959 год; 2 - 1988 год; 3 - 1997 год; 4 - 2003 год. 5 - КТМ 204 (Украина)

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
23	Use_pod	Период работы подающего тр-да	Выбирается пользователем из списка период работы трубопровода: 0 (Пусто) - Весь год. 1 - Зимний период. 2 - Летний период.
24	Use_obr	Период работы обратного тр-да	Выбирается пользователем из списка период работы трубопровода: 0 (Пусто) - Весь год. 1 - Зимний период. 2 - Летний период.
25	Kpoprav	Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подающего тр-да	Задается пользователем по результатам температурных испытаний, если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0
26	Kpop_obr	Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для обратного тр-да	Задается пользователем по результатам температурных испытаний, если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0
27	Grunt	Вид грунта	Был выбран суглинок влажный. Согласно исходных данных
28	Hzal	Глубина заложения трубопровода, м	Глубина заложения трубопровода от оси до поверхности земли. Задана величина 1,5 м
29	Izol_pod	Теплоизоляционный материал под.тр-да (1-39)	Заполняется по паспортным данным сети
30	Izol_obr	Теплоизоляционный материал обр.тр-да (1-39)	Заполняется по паспортным данным сети
31	Wizol_pod	Толщина изоляции подающего тр-да, м	Заполняется по паспортным данным сети
32	Wizol_obr	Толщина изоляции обратного тр-да, м	Заполняется по паспортным данным сети
33	Tex_pod	Техническое состояние изоляции под.тр-да (1-8)	Заполняется по паспортным данным сети
34	Tex_obr	Техническое состояние изоляции обр.тр-да (1-8)	Заполняется по паспортным данным сети
35	S	Расстояние между осями трубопроводов, м	Заполняется по паспортным данным сети
36	Hkanal	Высота канала, м	Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб, например, для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м высота канала 0.63 м (Приложение D, Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети)

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
37	Wkanal	Ширина канала, м	Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб в соответствии с (Приложение Д, Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети), например, для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м ширина канала 1.15 м
38	Q1_pod	Дополнительные потери тепла под.тр-да, ккал	Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников
39	Q1_obr	Дополнительные потери тепла обр.тр-да, ккал	Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников
40	Gpod	Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч	Определяется в результате расчета
41	Gobr	Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч	Определяется в результате расчета
42	dH_pod	Потери напора в подающем трубопроводе, м	Определяется в результате расчета
43	dH_obr	Потери напора в обратном трубопроводе, м	Определяется в результате расчета
44	dHud_pod	Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м	Определяется в результате расчета
45	dHud_obr	Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м	Определяется в результате расчета
46	Vpod	Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	Определяется в результате расчета
47	Vobr	Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	Определяется в результате расчета
48	Gut_pod	Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч	Определяется в результате расчета
49	Gut_obr	Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч	Определяется в результате расчета
50	Qpot_pod	Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч	Определяется в результате расчета
51	Qpot_obr	Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч	Определяется в результате расчета
52	Qud_sg_pod	Среднегод.уд.тепл.потери под.тр-да, ккал/ч*м	Определяется в результате расчета

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
53	Qud_sg_obr	Среднегод.уд.тепл.потери обр.тр-да, ккал/ч*м	Определяется в результате расчета
54	Qn_pot_pod	Норм.эсп.тепл.потери под.тр-да, ккал/час*м2*С	Определяется в результате расчета
55	Qn_pot_obr	Норм.эсп.тепл.потери обр.тр-да, ккал/час*м2*С	Определяется в результате расчета
56	Tbeg_pod	Температура в начале участ- ка под.тр-да, °С	Определяется в результате расчета
57	Tend_pod	Температура в конце участка под.тр-да, °С	Определяется в результате расчета
58	Tbeg_obr	Температура в начале участ- ка обр.тр-да, °С	Определяется в результате расчета
59	Tend_obr	Температура в конце участка обр.тр-да, °С	Определяется в результате расчета
60	Drek_pod	Диаметр подающего тр-да (конструкторский), м	Определяется в результате конструкторского расчета
61	Drek_obr	Диаметр обратного тр-да (конструкторский), м	Определяется в результате конструкторского расчета
62	Ke_con_pod	Шероховатость под. тр-да (конструкторский), мм	Задается коэффициент шероховатости подающего трубопровода (только при выполнении Конструкторского расчета тепловой сети). Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм
63	Ke_con_obr	Шероховатость обр. тр-да (конструкторский), мм	Задается коэффициент шероховатости обратного трубопровода (только при выполнении Конструкторского расчета тепловой сети). Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм
64	Vopt_pod	Оптимальная скорость в по- дающем (конструкторский), м/с	Задается, при проведении конструкторского расчета по скоростям, оптимальная скорость для подающего трубопровода данного участка
65	Vopt_obr	Оптимальная скорость в об- ратном (конструкторский), м/с	Задается, при проведении конструкторского расчета по скоростям, оптимальная скорость для обратного трубопровода данного участка
66	dHud_con_pod	Удельные линейные потери подающего (конструктор- ский), мм/м	Задается, при проведении конструкторского расчета по удельным потерям, удельные линейные потери для подающего трубопровода данного участка
67	dHud_con_obr	Удельные линейные потери обратного (конструктор- ский), мм/м	Задается, при проведении конструкторского расчета по удельным потерям, удельные линейные потери для обратного трубопровода данного участка

№ п/п	Имя поля	Наименование поля	Информация, записываемая в поле
68	Tubes	Сортамент	Указывается набор диаметров, которые будут подбираться при проведении конструкторского расчета. Подробнее «Справочник по трубам»

5.7.3.4 Моделирование источников

Для выполнения наладочного расчета надо занести следующую информацию по источнику тепловой энергии:

- *Nist, Номер источника.* Задается цифрой, например 1, 2, 3 и т.д., по количеству котельных на предприятии. После выполнения расчетов присвоенный номер источника будет прописан у всех объектов, которые будут запитаны от данного источника;
- *H_geo, Геодезическая отметка, м.* Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа;
- *Отметка земли, м* – Отметка уровня земли с геодезической съемки.
- *Отметка трубы низшая, м.* – Нижняя отметка при переходе с подземной прокладки на надземную.
- *Tl_r, Расчетная температура в подающем трубопроводе, °C.* Задается расчетное значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе, на которое было выполнено проектирование системы централизованного теплоснабжения, например, 150, 130, 110, 105 или 95°C. Максимальное значение 250°C;
- *Thz_r, Расчетная температура холодной воды, °C.* Задается расчетная температура холодной водопроводной воды, например 5, 8 °C. Максимальное значение 20°C. Минимальное значение 1°C;
- *Tnv_r, Расчетная температура наружного воздуха, °C.* Задается расчетное значение температуры наружного воздуха, -33°C);
- *H_ras, Расчетный располагаемый напор на выходе из источника, м.* Задается расчетный располагаемый напор на выходе из источника (разность между давлением в подающем и давлением в обратном трубопроводах), например, 30, 40, 70, 100 м. При выполнении наладки расчетный располагаемый напор на выходе из источника можно задать заведомо очень маленьким 5-10 м, в этом случае располагаемый напор на источнике будет подобран автоматически. Максимальное значение 250 м. Минимальное значение 1м;

- *H_{obr}, Расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике, м.* Задается расчетное значение напора в обратном трубопроводе на источнике, например, 20 , 50 , 100 и т.д. метров. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки расположения источника, например, геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике равен $50 + 20 = 70$ метров. Минимальное значение 0 м;
- *Mode, Режим работы источника.* Если в сети несколько источников, то указывается режим работы источника, для этого следует выбрать соответствующую строку, нажать кнопку и в открывшемся меню выбрать необходимое наименование режима работы.

Режимы работы источника

1. Выделенный источник

Источник будет определяющим при работе на сеть. В этом случае данный источник будет характеризоваться расчетным располагаемым напором, расчетным напором в обратном трубопроводе и максимальной подпиткой сети, которую он может обеспечить.

2. Подпитки нет, фиксирован располагаемый напор

Источник не имеет своей подпитки, располагаемый напор на этом источнике поддерживается постоянным, а напор в обратном трубопроводе зависит от режима работы сети и определяющего источника.

3. Подпитки нет, фиксировано давление в обратнике

Источник не имеет своей подпитки, но поддерживает напор в обратном трубопроводе на заданном уровне, при этом располагаемый напор меняется в зависимости от режима работы сети и определяющего источника.

4. Подпитка неограниченна

Источник с заданным расчетным располагаемым напором и расчетным напором в обратном трубопроводе, имеющий неограниченную подпитку.

5. Подпитка ограничена заданным значением

Источник, имеющий фиксированную подпитку с заданным расчетным располагаемым напором. Напор в обратном трубопроводе на источнике будет зависеть от величины этой подпитки, режима работы системы и соседних источников, включенных в сеть. В поле «Максимальный расход на подпитку» следует указать фиксированную величину подпитки

- *Glimit, Максимальный расход на подпитку, т/ч.* Используется только в том случае, когда режим работы источника «Подпитка ограничена

заданным значением». Задается максимальный расход воды на подпитку, например 20, 40 т/час

Для выполнения поверочного расчета нужно дополнительно занести следующую информацию:

- $T1_t$, *Текущая температура воды в подающем тр-де*, °C. Задается текущая температура воды в подающем трубопроводе (на выходе из источника), например 70°C при текущей температуре воздуха 4 °C и т.д. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета;
- Tnv_t , *Текущая температура наружного воздуха*, °C. Задается текущая температура наружного воздуха, например +8, -5, -10, -20 и т.д. °C. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета.

Для расчета аварийной ситуации, когда подключенная нагрузка меньше установленной следует занести:

- $Q_{тах}$, *Установленная тепловая мощность*, Гкал. Данное поле используется для расчета аварийной ситуации, когда подключенная нагрузка больше установленной на источнике. При достижении предельного значения подключенной нагрузки в процессе расчета, будет соответственно снижена текущая температура на выходе из источника. В остальных расчетах следует оставлять пустым, тогда установленная тепловая мощность будет равняться подключенной нагрузке.

5.7.3.5 Моделирование абонентов, абонентских вводов и потребителей

5.7.3.5.1 Общие положения моделирования потребителей

К тепловой сети подключаются, как правило, четыре вида тепловой нагрузки:

- отопление;
- горячее водоснабжение;
- вентиляция;
- технологическая нагрузка.

Потребитель может иметь одну или несколько тепловых нагрузок, присоединенных к тепловой сети по различным схемам. Схема присоединения тепловой нагрузки зависит от следующих факторов:

- способа центрального регулирования;
- качества сетевой воды;
- соотношения нагрузки отопления и горячего водоснабжения;
- расчетных температур теплоносителя в тепловой сети и системе отопления и т.д.

При выполнении инженерных расчетов системы централизованного теплоснабжения необходимо также учитывать степень автоматизации схем подключения тепловых нагрузок. Подключаемые нагрузки потребителя могут быть:

- не автоматизированы, т.е. не установлено никакого регулирующего оборудования;
- частично автоматизированы, установлен, например, регулятор температуры на горячее водоснабжение, или регулятор расхода на систему отопления;
- полностью автоматизированы, установлены регуляторы на все виды подключенной нагрузки.

Возможные устройства для регулирования.

На систему отопления:

- *Регулятор расхода* – поддерживает заданный (расчетный) расход сетевой воды на систему отопления;
- *Регулятор нагрузки* – поддерживает расчетное количество тепловой энергии на систему отопления или необходимую температуру теплоносителя на входе в эту систему путем изменения расхода сетевой воды в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

На горячее водоснабжение:

- *Регулятор температуры* – регулятор, поддерживающий заданную температуру теплоносителя на ГВС, например 60°C.

На систему вентиляции:

- Регулирующий клапан, изменяющий расход сетевой воды на калориферную установку, например, в зависимости от температуры воздуха внутри здания.

В случае отсутствия регуляторов необходима установка дросселирующих устройств, ограничивающих расход сетевой воды на каждый вид подключенной нагрузки. Возможные места установки этих устройств показаны на схемах подключения потребителей к тепловой сети.

Информация по потребителю, необходимая для выполнения расчетов:

- *Высота здания потребителя, м.* Задается высота здания, если точной высоты здания не известно, можно принимать условно 3 метра на

этаж;

- *Номер схемы подключения потребителя.* Выбирается схема присоединения узла ввода;
- *Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °С.* Задается расчетное значение температуры сетевой воды, на которое было выполнено проектирование систем отопления и вентиляции данного потребителя, например 150, 130, 105 или 95 °С.

Данные по системе отопления потребителей

При наличии системы отопления независимо от выбранной схемы необходимо указать:

- *Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч.* Задается расчетная нагрузка на систему отопления. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на отопление могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч, так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;
- *Коэффициент изменения нагрузки отопления* - задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на отопление по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на отопление будет увеличено соответственно на 10 или 20%;
- *Расчетная темп. воды на входе в СО, °С* - задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе в систему отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 95 °С;
- *Расчетная темп. воды на выходе из СО, °С* - задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из системы отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 70 °С;
- *Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °С* - задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы отопления, например 20, 18, 16 или 10 °С;
- *Наличие регулятора на отопление* - выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему отопления;
- *Максимальное давление в обратном тр-де на СО, м* - Задается максимально допустимое давление в обратном трубопроводе на СО для конкретного потребителя. Если поле не задано, то по умолчанию используется значение из «Настройки расчетов».

Зависимая система отопления потребителей

Для зависимых схем с непосредственным, элеваторным или насосным смещением необходимо дополнительно занести следующую информацию:

Расчетный располагаемый напор в СО, м. Задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление системы отопления, м) при проектировании системы отопления, например 1 метр вод.ст. для элеваторных схем присоединения и 3, 4, 5 м вод.ст. и т.д. для насосных схем присоединения.

Независимая система отопления потребителей

Для независимых схем, подключенных через теплообменный аппарат, необходимо дополнительно занести следующую информацию:

- *Количество секций ТО на СО.* Указывается количество секций теплообменного аппарата на СО, например 1, 2, 3 и т.д;
- *Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м.* Указываются потери напора в одной секции ТО на СО, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;
- *Количество параллельных групп ТО на СО.* Указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата на СО;
- *Расчетная темп.сет.воды на выходе из ТО, °С.* Расчетная температура сетевой воды на выходе из ТО (выход 2ого контура) на систему отопления задается пользователем, например 95 °С;
- *Расчетная темп. сет.воды на выходе из потреб., °С.* Задается пользователем расчетная температура сетевой воды на выходе от потребителя (выход 1-ого контура). Если на выходе из СО (по второму контуру) – 70, то эта температура должна быть выше, чем 70, например 75 °С.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

Фактически установленное оборудование:

- *Коэффициент пропускной способности регулятора СО* - задается коэффициент пропускной способности регулятора давления «подпора» в СО;
- *Номер установленного элеватора* - задается номер фактически установленного элеватора, например 1, 2, 3;
- *Диаметр установленного сопла элеватора, мм* - задается значение диаметра фактически установленного сопла элеватора, например 3, 5, 7 мм.

Установленные шайбы на систему отопления:

- *Диаметр установленной шайбы на под. тр-де перед СО, мм* - задается значение диаметра фактически установленной шайбы на подающем трубопроводе перед СО;

- *Количество установленных шайб на под. тр-де перед СО, шт* - задается количество установленных шайб на подающем трубопроводе перед СО;
- *Диаметр установленной шайбы на обр. тр-де после СО, мм* - задается значение диаметра фактически установленной шайбы на обратном трубопроводе после СО;
- *Количество установленных шайб на обр. тр-де после СО, шт* - задается количество установленных шайб на обратном трубопроводе после СО.

Данные по системе вентиляции потребителей

При наличии системы вентиляции необходимо указать:

- *Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч* - задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на вентиляцию могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч, так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;
- *Коэффициент изменения нагрузки вентиляции* - задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на вентиляцию по сравнению с расчетным значением, например 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на вентиляцию будет увеличено соответственно на 10 или 20%;
- *Расчетная темп. наружного воздуха для СВ, °C* - задается расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования системы вентиляции, например -20, -15, -11 °C и т.д;
- *Расчетная темп. внутреннего воздуха для СВ, °C* - задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы вентиляции, например 20, 18, 16 или 10 °C;
- *Расчетный располагаемый напор в СВ, м* - задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление калорифера, м вод.ст.) при проектировании системы вентиляции, например 0.5, 1.0, 1.5 м вод.ст;
- *Наличие регулирующего клапана на СВ* - указывается из списка наличие регулирующего клапана на систему вентиляции.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

1. *Установленные шайбы на систему вентиляции:*

- *Диаметр установленной шайбы на систему вентиляции, мм* - задается значение диаметра фактически установленной шайбы на систему вентиляции;
- *Количество установленных шайб на систему вентиляции, шт* - задается количество установленных шайб на систему вентиляции.

Данные по Системе ГВС потребителей

При наличии системы горячего водоснабжения, независимо от выбранной схемы присоединения следует указать:

2. *Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч.* Задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СП 20131.13330.2012. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч, так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;

3. *Коэффициент изменения нагрузки ГВС.* Задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на ГВС по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное среднее значение нагрузки на ГВС будет увеличено соответственно на 10 или 20%;

4. *Число жителей.* Задается количество жителей для данного узла ввода, для учета часовой неравномерности;

5. *Температура воды на ГВС, °С.* Задается температура горячей воды, например 60, 65 и т.д. °С;

6. *Температура холодной воды, °С.* Задается температура холодной воды, например 5 °С;

7. *Наличие регулятора температуры.* Выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему ГВС;

8. *Максимальное давление на ГВС, м.* Задается максимально допустимое давление в обратном трубопроводе на ГВС для конкретного потребителя. Если поле не задано, то по умолчанию используется значение из «Настройки расчетов»;

9. *Напор насоса в контуре ГВС, м.* Задается при необходимости напор повысительного насоса в системе ГВС.

ГВС с открытым водоразбором

Потери напора в системе ГВС, м. Задается величина потери напора в системе горячего водоснабжения.

При наличии циркуляционной линии:

10. *Доля циркуляции от расхода на ГВС, %.* Задается доля циркуля-

ционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;

11. *Температура воды в цирк. контуре, °С.* Задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °С ниже, чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °С.

ГВС с закрытым водоразбором и одноступенчатой схемой

12. *Количество секций ТО ГВС I ступень* - указывается количество секций теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС, например 1, 2, 3 и т.д;

13. *Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень* - указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 1-ой ступени на ГВС;

14. *Потери напора в одной секции I ступени, м* - указываются потери напора в одной секции ТО 1ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;

15. *Текущая температура холодной воды, °С*- используется для поверочного расчета для закрытой системы ГВС. Задается температура холодной (водопроводной) воды на входе 2 контура нижней ступени;

16. *Балансовый коэффициент закр. ГВС* - используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода), на которую производится наладка. Если значение поля не задано, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.

При наличии циркуляционной линии:

17. *Доля циркуляции от расхода на ГВС, %.* Задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать, смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;

18. *Температура воды в цирк. контуре, °С.* Задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °С ниже, чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °С.

Система ГВС с закрытым водоразбором и двухступенчатой схемой

19. *Количество секций ТО ГВС I ступень.* Указывается количество секций теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС, например 1, 2, 3 и т.д;

20. *Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень.* Указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС;

21. *Потери напора в одной секции I ступени, м.* Указываются потери

напора в одной секции ТО 1ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;

22. *Количество секций ТО ГВС II ступень.* Указывается количество секций теплообменного аппарата 2-ой ступени на ГВС, например 1, 2, 3 и т.д;

23. *Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень.* Указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 2ой ступени на ГВС;

24. *Потери напора в одной секции II ступени, м.* Указываются потери напора в одной секции 2-ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;

25. *Текущая температура холодной воды, °С.* Используется для поверочного расчета для закрытой системы ГВС. Задается температура холодной (водопроводной) воды на входе 2 –ого контура нижней ступени;

26. *Балансовый коэффициент закр. ГВС.* Используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка. Если значение поля не задано, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.

При наличии циркуляционной линии:

27. *Доля циркуляции от расхода на ГВС, %.* Задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите «Настройки расчетов» Руководства пользователя;

28. *Температура воды в цирк. контуре, °С.* Задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °С ниже, чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °С.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

Установленные шайбы в системе горячего водоснабжения:

- Диаметр установленной циркуляционной шайбы на ГВС, мм. Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на ГВС;
- Количество установленных циркуляционных шайб на ГВС, шт. Задается количество установленных шайб на ГВС;
- Диаметр установленной шайбы в циркуляционной линии ГВС, мм. Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на циркуляционной линии ГВС;
- Количество установленных шайб в циркуляционной линии ГВС, шт.

Задается количество установленных шайб на циркуляционной линии ГВС.

Для расчетов схем с теплообменными аппаратами при различных режимах следует задать параметры теплообменника на какой-то известный режим. Расчет схем потребителей с параллельным подключением теплообменника на ГВС можно выполнять на:

- Жестко заданные испытательные параметры, «защитые» в программе: $T_{11} = 70$, $T_{12} = 30$, а T_{21} и T_{22} берутся по значениям холодной и горячей воды, заданной на источнике;
- Испытательные параметры, которые пользователь сам может задавать на потребителе. Это могут быть как проектные параметры, так и параметры, измеренные при испытании теплообменного аппарата. Подробнее об испытательных параметрах см. «Испытательные параметры теплообменного аппарата».

При центральном регулировании отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения (скорректированный или повышенный температурный график) и отсутствии автоматических устройств регулирования дросселирующие устройства или балансировочные клапаны должны устанавливаться на абонентском вводе перед точкой отбора воды на горячее водоснабжение и регулировать два вида нагрузки отопление и ГВС. Для этого следует указать установленные шайбы на вводе:

29. *Диаметр шайбы на вводе на под. тр-де, мм.* Задается диаметр шайбы на вводе на подающем трубопроводе;

30. *Количество шайб на вводе на под. тр-де, шт.* Задается количество шайб на вводе на подающем трубопроводе;

31. *Диаметр шайбы на вводе на обр. тр-де, мм.* Задается диаметр шайбы на вводе на обратном трубопроводе;

32. *Количество шайб на вводе на обр. тр-де, шт.* Задается количество шайб на вводе на обратном трубопроводе.

5.7.3.6 Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения

Математическая модель представляет собой связанный граф, где узлами являются объекты, а дугами графа – участки тепловой сети. Каждый объект математической модели относится к определенному типу, характеризующему данную инженерную сеть, и имеет режимы работы, соответствующие его функциональному назначению.

При создании слоя тепловой (водопроводной, паровой, газовой) сети

через меню Задачи структура слоя создается автоматически. Под структурой сети понимается количество объектов (узлов) и связей (участков), их условные обозначения, количество режимов функционирования каждого объекта и структура таблиц (семантических данных), связанных с этими объектами.

В основе математической модели сети лежит граф. Как известно, граф состоит из узлов, соединенных дугами. В любой сети можно выделить свой набор узловых элементов и дуг. Так, в теплоснабжении узлы - это источники, тепловые камеры, потребители, насосные станции, запорная арматура и т.д., а дуги - трубопроводы.

Для удаления только результата поиска нажмите правую кнопку мыши и выберите пункт «Отменить результат» это можно сделать также через меню Карта|Топология|Отменить результат.

Цвет и стиль выделения результатов топологического анализа можно изменить в меню Сервис|Параметры, раздел Карта, новые параметры задайте, нажав на кнопку «Топологические запросы».

Примечание:

После получения результата топологической задачи объекты, выделенные красным цветом, можно добавить в группу. Для этого надо щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте карты и в появившемся контекстном меню выбрать пункт «Добавить в».

5.7.4 Отладка и калибровка электронной модели

Для проверки правильности нанесения схемы тепловой сети необходимо произвести проверку ее связности, для определения все ли узлы и участки связаны между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для готовых ее частей.

Для проверки надо:

1. Сделать активным слой тепловой сети;
2. На панели навигации нажать «Поиск пути»;
3. Левой клавишей мыши установить флажок на любом объекте тепловой сети (кроме участков);
4. Нажать правую клавишу мыши и в появившемся меню выбрать пункт «Найти связанные». Все найденные объекты сети, в соответствии с выбранным пунктом меню поиска, окрасятся в красный цвет.
5. Для отмены результатов поиска нажать «Отмена пути».

Можно найти все связанные объекты сети по направлению от узла, на котором был установлен флажок, или против направления, для этого в меню выбрать пункт «Найти связанные по направлению» или «Найти связанные

против направления».

Следует учитывать, что направление участка определяется при его вводе, то есть направление участка будет от начальной точки ввода к конечной точке. Также можно «Найти несвязанные объекты». Для поиска колец тепловой сети выбрать в меню пункт «Найти кольца». Все найденные объекты сети, в соответствии с выбранным пунктом меню поиска, окрасятся в красный цвет.

В системе имеется возможность у сети, которая построена по типу графа (например инженерная или дорожная сеть) проверить связанность элементов для указанных узлов. Узлы указываются путем расстановки флажков.

Для нахождения связанных или несвязанных элементы сети надо:

6. Сделать активным слой, для которого будут искаться связанные или несвязанные элементы сети

7. Выбрать режим установки флагов.

8. Щелкнуть мышью по любому узлу (в данной точке установится красный флажок).

9. В любом месте карты щелкнуть правой кнопкой мыши, в появившемся контекстном окне выбирать пункт «Найти связанные» или выбрать пункт главного меню Карта|Топология|Найти связанные. При выборе пунктов «Найти связанные по направлению» или «Найти связанные против направления» поиск будет осуществляться по направлению участков (по стрелкам) или соответственно против. При выборе пункта «Найти несвязанные» будут выделены те объекты, которые не связаны с указанным флагом объектом.

В результате все участки сети, связанные или не связанные с узлами, отмеченными флагами, окрасятся красным цветом.

Чтобы удалить последний, неверно поставленный флаг, нажмите правую кнопку мыши, и в контекстном меню выберите пункт «Отменить последний флаг» или выберите пункт главного меню Карта|Топология|Отменить последний флаг.

Для удаления всех флажков нажмите правую кнопку мыши, и в контекстном окне выберите пункт «Отменить флаги» или выберите пункт меню Карта|Топология|Отменить флаги.

Данные для калибровки тепловых сетей теплоснабжающими организациями предоставлены не были.

5.7.5 Расчеты существующих гидравлических режимов циркуляции теплоносителя

В качестве исходных данных для электронной модели использовались данные предоставляемые теплоснабжающими организациями. При анализе данных ЗАО ТСК в разрезе нагрузок обнаружены не соответствия значений между потребителями и фактическими параметрами тепловой сети. Данная ситуация объясняется тем, что в процессе реорганизации систем теплоснабжения (передачи тепловых сетей 2 контура ТЭЦ Воткинского завода от МУП «КТС» к ЗАО ТСК) информация по подключенным нагрузкам устарела, и на текущий момент (2017 год) актуализируется работниками ЗАО ТСК. Вследствие этого гидравлический расчет системы теплоснабжения ТЭЦ Воткинского завода не достоверен в виду не корректности исходных данных и расходится с эксплуатационными данными по тепловым сетям.

Предварительный анализ гидравлических расчетов на основании предоставленных данных свидетельствует о достаточной пропускной способности существующих магистралей при текущем уровне подключенных тепловых нагрузок.

Рабочая схема собрана следующим образом: все задвижки по пути следования теплоносителя находятся в положении «ОТКРЫТО» согласно существующей рабочей схеме системы теплоснабжения. Секционирующие задвижки находятся в положении «ОТКРЫТО», перемычки в положении «ЗАКРЫТО».

В электронной модели системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР имеются следующие слои²:

1. **Слой «Rel_Vot».** Слой рельефа, построенный на основании карт «Генштаб 250 м». Данный слой необходим для информирования о геодезических отметках.
2. **Слой «Rosriesr_Map».** Данный слой позволяет отобразить спутниковую карту города для актуального представления объектов, дорог, сооружений и т.д. Информация предоставлена «Росреестр РФ» (снимки ESRI). Для отображения требуется подключение к сети Internet.
3. **Слой «Yandex_Sheme».** Данный слой также можно использовать в качестве подложки для системы теплоснабжения. Позволяет отобразить улицы, номера домов, наименования объектов. Для отображения

² Названия слоев может незначительно отличаться.

требуется подключение к сети Internet. Информация предоставлена ООО «Яндекс»

4. **Слой «Google_map».** Данный слой также можно использовать в качестве подложки для системы теплоснабжения. Позволяет отобразить спутниковую карту города для актуального представления объектов, дорог, сооружений. Для отображения требуется подключение к сети Internet. Информация предоставлена «Google».
5. **Слой «Termo_Vot_33»** содержит существующие на 2017г. водяные тепловые сети, расчет произведен на зимний режим -33 °С.
6. **Слой «Steam_Vot»** содержит существующие на 2017г. паровые сети, расчет произведен на зимний режим -33 °С.

При проведении расчетов были приняты следующие допущения:

1. Во вкладке «Тепловые сети»:

Включена компенсация тепловых потерь расходом для всех потребителей, кроме тех, которые расположены после ЦТП. Коэффициент изменения расхода выбран 2. В случае, когда теплопотребляющие установки (ЦТП, конечный потребитель) спроектированы на тот же температурный график, что и источник теплоснабжения, происходит недогрев, поскольку температура воды неизбежно падает в теплосетях. Таким образом, программа позволяет смоделировать компенсацию данных потерь.

2. Во вкладке «Потери напора»:

- Расчет гидравлических потерь по формуле Альтшуля. Данный выбор основан на анализе режимов течения (турбулентный, переходный).
- Запас напора на заполнение системы при наладочном расчете необходимо выбирать равным 8 м, при поверочных расчетах 5 м. В первом случае напор выбирается с запасом, поскольку избыточный напор при наладочном расчете гасится соплом элеватора или шайбой, которые далее записываются в исходные данные для поверочного расчета. При этом поверочный расчет производится на текущие режимы работы теплосети, соответственно, напоры могут отличаться в меньшую сторону.
- Максимально допустимое давление в обратном трубопроводе выбрано 60 м. Данное ограничение рекомендуется справочной информацией по проектированию теплосетей.
- Минимальные диаметры сопла и шайб выбраны 2 мм, поскольку у большинства потребителей наблюдается существенный избыток перепада давления в точке подключения, и гидравлическая увязка при иных параметрах дросселирующих устройств невозможна.

3. Во вкладке «Исходные данные»:

- Включена опция расчета участков с длиной менее 1 м по умолчанию. При моделировании тепловой сети возникают участки единичной длины (от задвижки до точки врезки, от отвода до опуска в землю, от ввода в здание до каждого потребителя). Данные участки не представляют значения для гидравлического расчета, для экономии времени информация по ним не заполняется, а при расчете программа использует стандартные величины (удельное сопротивление 0 Па/м, скорость воды пренебрежимо малая).
- Типовые объекты для участков 6; 14.

4. Во вкладке «Утечки»:

- Доля утечек из тепловой сети 0,25 %. При данном значении расчетная подпитка соответствует предоставленной информации ТЭЦ.

Доля утечек из системы теплоснабжения 0 %. Принимаем, что система отопления потребителей и теплообменное оборудование ЦТП исправны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон РФ от 27 июля 2010 г. №190-ФЗ. О теплоснабжении.
2. Постановление Правительства РФ от 22.02.2012 г. №154 О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения.
3. Приказ Министерства энергетики РФ от 29.12.2012 г. №565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».
4. ООО "Политерм". Руководство пользователей ГИС Zulu 7.0. Санкт-Петербург.
5. Руководство пользователя ZuluThermo. Санкт-Петербург.
6. ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром". РД-10-ВЭП. "Методические основы разработки схем теплоснабжения поселений и промышленных узлов РФ". Москва. 2006.
7. Концепция Стандарта на электронные модели теплоснабжения городов. // Ростепло.ру. URL: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=448
8. МДК 4-05.2004. 2004.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- А. Руководство оператора по пользованию электронной моделью системы теплоснабжения МО «Город Воткинск» УР Удмуртской Республики.

Приложение А
**Руководство оператора по пользованию электрон-
ной моделью системы теплоснабжения МО
«Город Воткинск» Удмуртской Республики**

АННОТАЦИЯ

В данном документе приведено руководство оператора по применению и эксплуатации программы «ZuluThermo 7.0», предназначенной для инженерно-технического персонала, выполняющего тепло-гидравлических расчеты систем теплоснабжения.

В данном программном документе, в разделе «Назначение программы» указаны сведения о назначении программы и информация, достаточная для понимания функций программы и ее эксплуатации.

В разделе «Условия выполнения программы» указаны условия, необходимые для выполнения программы (минимальный состав аппаратных и программных средств и т.п.).

В данном программном документе, в разделе «Выполнение программы» указана последовательность действий оператора, обеспечивающих расчет, запуск, выполнение и завершение программы, приведено описание функций, формата и возможных вариантов команд, с помощью которых оператор осуществляет загрузку и управляет выполнением программы, а также ответы программы на эти команды.

В разделе «Сообщения оператору» приведены тексты сообщений о возможных ошибках, выдаваемых в ходе выполнения программы, описание их содержания и соответствующие действия оператора.

Оформление программного документа «Руководство оператора» произведено по требованиям ЕСПД (ГОСТ 19.101-77 [1], ГОСТ 19.103-77 [2], ГОСТ 19.104-78*[3], ГОСТ 19.105-78*[4], ГОСТ 19.106-78*[5], ГОСТ 19.505-79*[6], ГОСТ 19.604-78*[7]).

В связи с тем, что система Zulu постоянно совершенствуется, данное описание может быть неполным или в отдельных пунктах расходиться с тем, что пользователь видит на экране. В этом случае рекомендуется просматривать справку по выбранной команде непосредственно в системе (нажать кнопку **Справка** выбранного диалога или в меню **Справка** выбрать пункт **Справка по Zulu**).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение программы	5
1.1. Функциональное назначение программы	5
1.2. Эксплуатационное назначение программы	5
1.3. Состав функций (расчетов).....	5
1.3.1. Поверочный расчет тепловой сети.....	6
1.3.2. Расчет температурного графика.....	7
1.3.3. Пьезометрический график.....	7
1.3.4. Коммутационные задачи.....	8
2. Условия выполнения программы.....	9
2.1. Минимальный состав аппаратных средств	9
2.2. Минимальный состав программных средств	9
2.3. Требования к персоналу (пользователю).....	9
2.4. Требования к работе программного комплекса	10
3. Выполнение программы	11
3.1. Запуск программы.....	11
3.2. Выбор слоя.....	12
3.3. Кнопки панелей инструментов	13
3.4. Обозначение основных элементов тепловой сети.....	13
3.5. Смена режимов работы элементов тепловой сети.....	16
3.6. Просмотр исходных данных элементов тепловой сети.....	17
3.7. Проведение поверочного расчета	19
3.8. Запуск расчета температурного графика.....	21
3.9. Построение пьезометрического графика.....	24
3.10. Сохранение пьезометрического графика.....	25
3.11. Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel. ...	26
3.12. Коммутационные задачи. Анализ переключений.....	28
4. Просмотр результатов расчета.....	31
4.1. Навигация.....	31
4.2. Печать отчета.....	32
4.3. Экспорт в MS Excel	32

4.4. Экспорт в HTML	33
5. Завершение работы программы.....	34
6. Сообщения оператору.....	35
6.1. Ошибки по топологии.....	35
6.2. Ошибки по семантической информации.	36
6.3. Ошибки по результатам расчета.	37
6.4. Остальные ошибки.....	40
7. Обозначения кнопок панелей инструментов.....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49

1. Назначение программы

1.1. Функциональное назначение программы

Программный модуль ZuluThermo™ предназначен для выполнения инженерных расчетов систем централизованного теплоснабжения.

1.2. Эксплуатационное назначение программы

1.2.1. Основой программного комплекса ZuluThermo™ является географическая информационная система (ГИС) Zulu™. При помощи ГИС можно создать карту города (населенного пункта) и нанести на неё тепловые сети. Программный комплекс ZuluThermo™ позволяет рассчитывать системы централизованного теплоснабжения большого объема и любой сложности.

1.2.2. Расчету подлежат тупиковые и кольцевые сети (количество колец в сети неограниченно), а также двух, трех, четырехтрубные или многотрубные системы теплоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

1.2.3. Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 32 схемных решения подключения потребителей, а также 29 схем присоединения ЦТП. Вышеприведенные схемы подключения потребителей подробно рассматриваются в соответствующих разделах: см. раздел «Расчетные схемы присоединения абонентских вводов (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) к тепловой сети», стр. 268 и раздел «Расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети», стр. 279 (Том 2 Приложение А. Руководство пользователя).

1.2.4. Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции.

1.2.5. Результаты расчетов могут быть экспортированы в MS Excel, наглядно представлены с помощью тематической раскраски и пьезометрических графиков. Картографический материал и схема тепловых сетей может быть оформлена в виде документа с использованием макета печати.

1.3. Состав функций (расчетов)

1.3.1. Поверочный расчет (см. раздел 2.4.3 «Поверочный расчет тепловой сети» Том 2 Приложение А к электронной модели. Руководство пользователя, стр.12).

1.3.2. Расчет температурного графика (см. раздел 2.4.5 «Расчет температурного графика» Том 2 Приложение А к электронной модели. Руководство пользователя, стр.13).

1.3.3. Построение пьезометрического графика (см. раздел 2.4.6 «Пьезометрический график» Том 2 Приложение А к электронной модели. Руководство пользователя, стр.13).

1.3.4. Коммутационные задачи (см. раздел 2.4.7 «Коммутационные задачи» Том 2 Приложение А к электронной модели. Руководство пользователя, стр.14).

1.3.1. Поверочный расчет тепловой сети

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, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д. В качестве теплоносителя может использоваться вода, антифриз или этиленгликоль.

Расчёт тепловых сетей можно проводить с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. 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 теплопотребления. 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 зоны влияния источников на сеть.

1.3.2. Расчет температурного графика

Целью расчета является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом в 1 °С (рис.1.1).

Предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

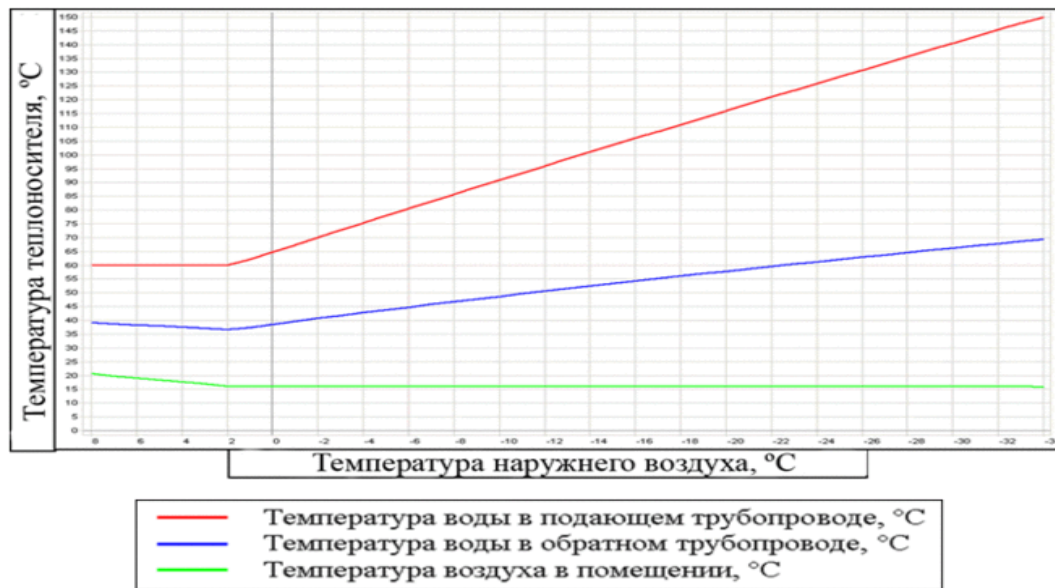


Рис.1.1

1.3.3. Пьезометрический график

Целью построения пьезометрического графика (рис.1.2) является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика задается пользователем, при этом на экран может выводиться:

- линия давления в подающем трубопроводе;
- линия давления в обратном трубопроводе;
- линия поверхности земли;
- линия потерь напора на шайбе;
- высота здания;
- линия вскипания;
- линия статического напора.

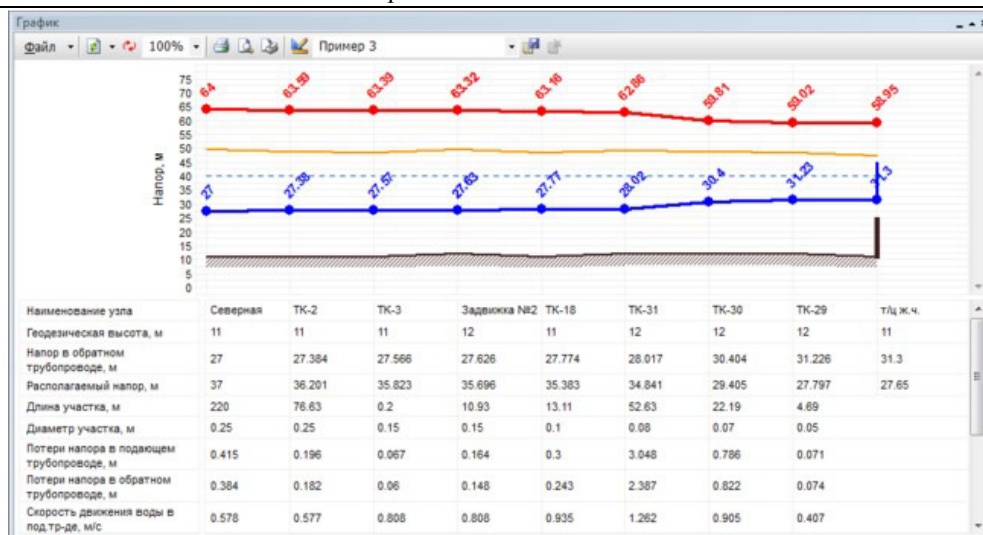


Рис.1.2

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.

1.3.4. Коммутационные задачи

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет. Подробно с описанием задач можно ознакомиться в разделе *Коммутационные задачи*.

2. Условия выполнения программы

2.1. Минимальный состав аппаратных средств

- 1 персональный компьютер;
- внутренняя локальная сеть (при оснащении нескольких рабочих мест программным комплексом Zulu);
- доступ к Интернету.

2.2. Минимальный состав программных средств

Минимальные требования для ГИС Zulu:

- Процессор класса Pentium 350МГц;
- Видеоадаптер Super VGA (800 x 600);
- Объем памяти ОЗУ 256Мб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™ XP.

Рекомендуемые требования для ГИС Zulu:

- Процессор класса Pentium 2.0ГГц и выше;
- Видеоадаптер Super VGA (1280 x 1024), TrueColor (16,7 млн. цветов);
- Объем памяти ОЗУ 2Гб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™ XP, Windows Vista или Windows 7.

2.3. Требования к персоналу (пользователю)

Минимальные требования:

При работе с программой не требуются глубокие знания по программированию. Персонал должен быть уверенным пользователем ПК, включая Microsoft Windows™ XP, Windows Vista или Windows 7, Интернет.

Образование: высшее техническое

Желательные требования:

Иметь сертификат по обучению программно-расчетному комплексу ZuluThermo™.

2.4. Требования к работе программного комплекса

На рабочем месте необходимо организовать рекурсивное резервное копирование электронной модели при каждом редактировании, а также с периодичностью 1 раз в сутки.

3. Выполнение программы

3.1. Запуск программы.

Запуск программы производится в следующей последовательности:

Шаг 1. Выбрать (любым известным способом: на рабочем столе ПК, либо на панели управления ПК значок **Zulu 7.0** (рис.3.1).

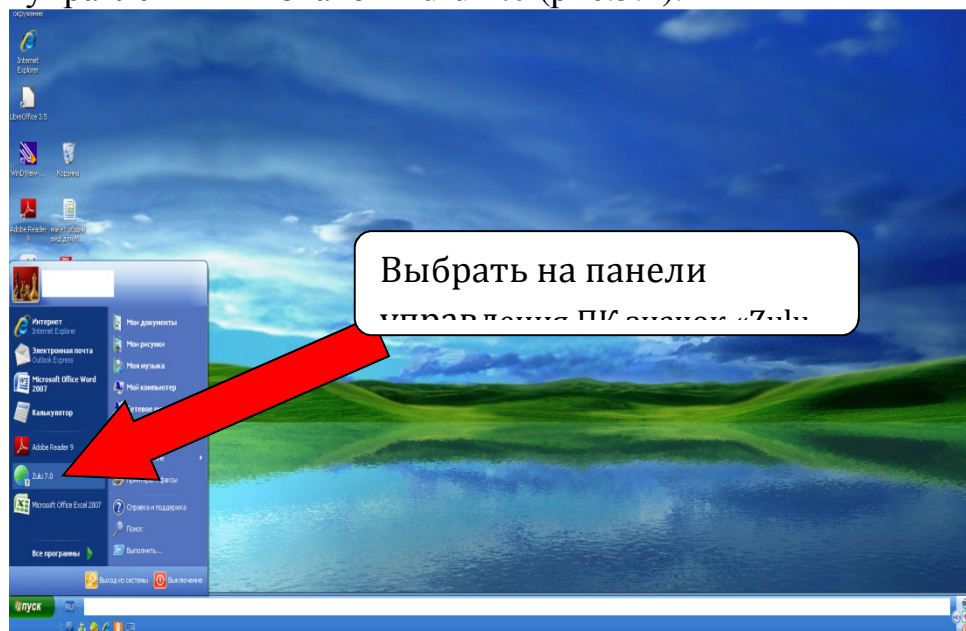


Рис.3.1

Шаг 2. Войти в программу двойным щелчком левой кнопки мышки. Откроется окно программы **Zulu 7.0** (рис.3.2).

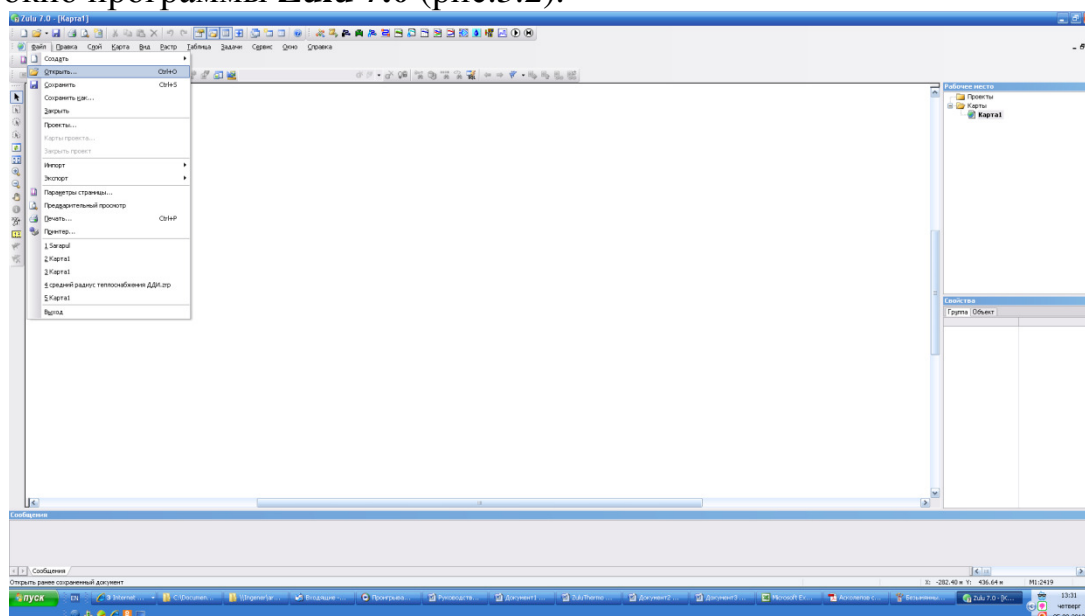


Рис.3.2

Шаг 3. Далее открываем **Файл**;

Шаг 4. Выбираем **Открыть**;

Шаг 5. Выбираем карта **Воткинск_2017** (рис.3.3) при этом откроется окно (рис.3.4).

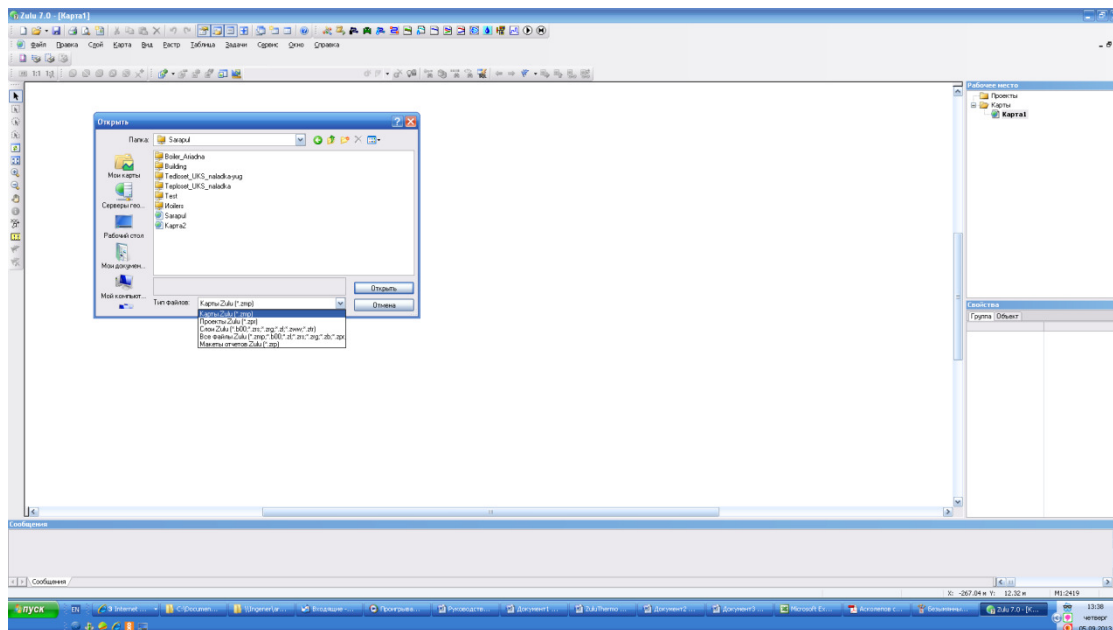


Рис.3.3

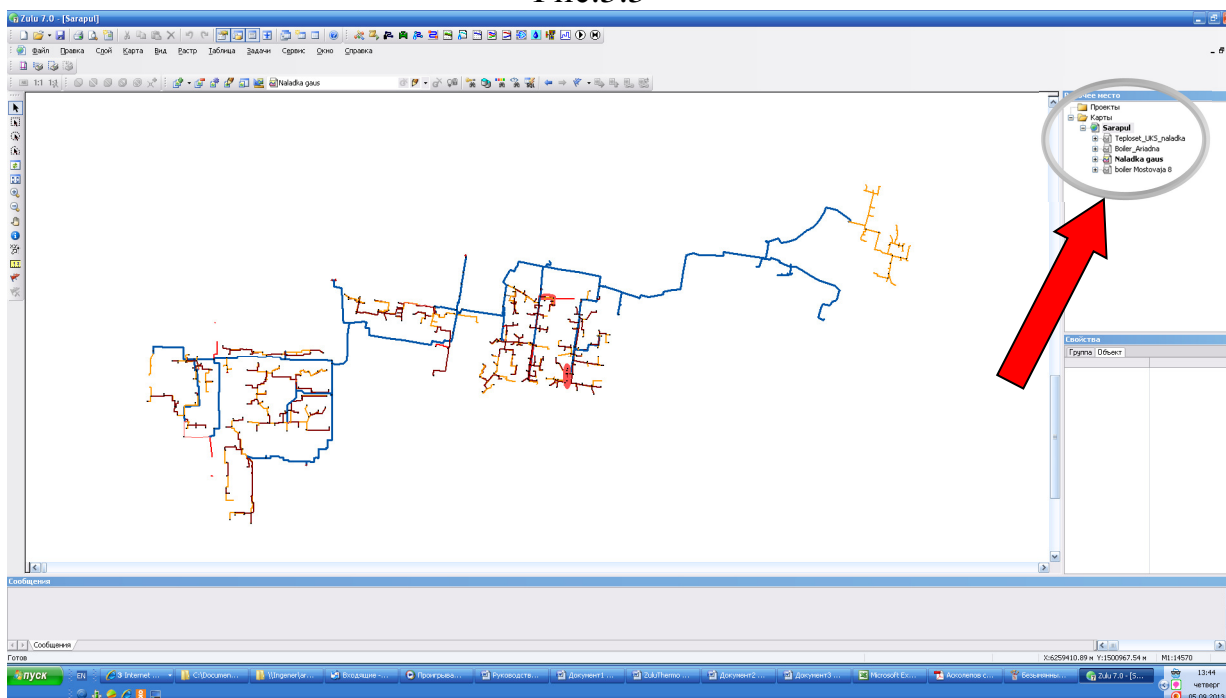


Рис.3.4

Шаг 6. В правой части окна (рис. 3.4) расположено еще одно информационное окно **Рабочее место**, в котором Пользователь может выбирать интересующий слой.

3.2. Выбор слоя.

Шаг 1. В правой части окна (рис. 3.5) в информационном окне **Рабочее место** при нажатии правой кнопки мыши на интересующий слой всплывает диалоговое окно.

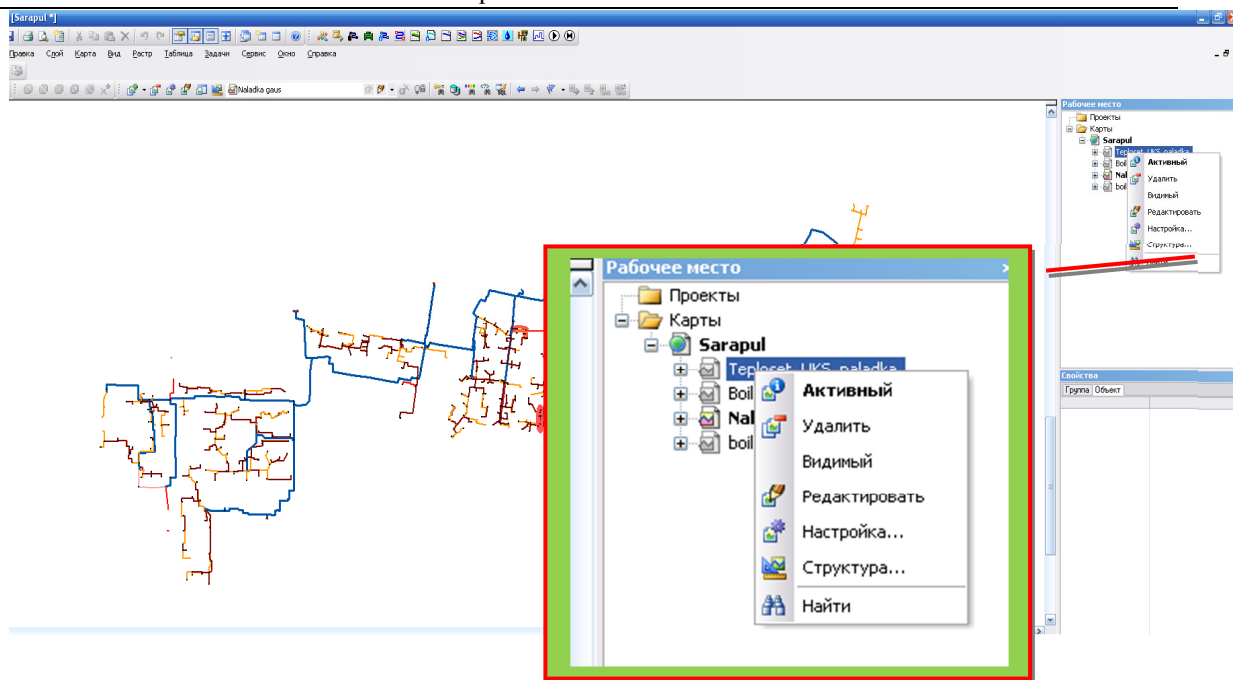



Рис.3.5

Шаг 2. Левой кнопки мышки выбрать **Видимый**, при этом на большом информационном поле выбранный слой станет видимым и на **Рабочем месте** значок названия станет цветным.

Шаг 3. Для проведения действий в этом слое необходимо левой кнопкой мышки выбрать **Активный**, при этом название слоя отобразится жирным курсивом.

Шаг 4. Для редактирования слоя нажать кнопку **Редактировать** либо кнопку на панели инструментов . Теперь можно проводить действия по редактированию.










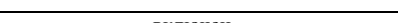



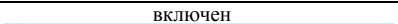


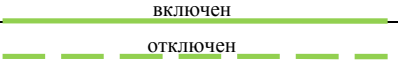

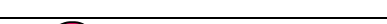







3.3. Кнопки панелей инструментов

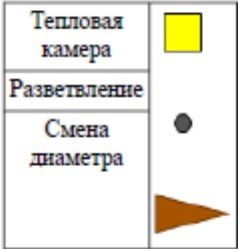
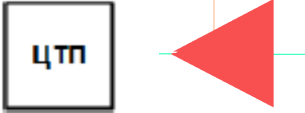
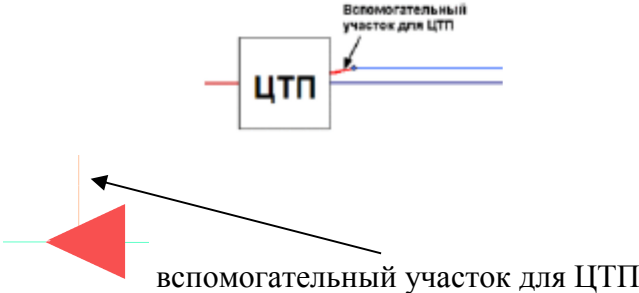


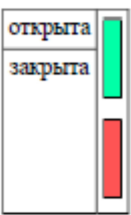
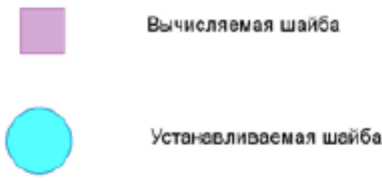
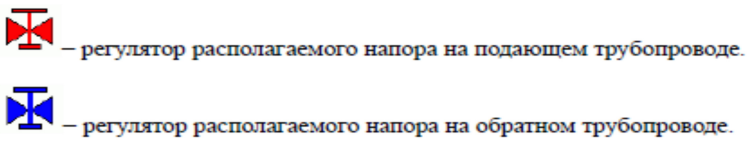
Кнопки панелей управления приведены в Приложении 1 к руководству оператора.

3.4. Обозначение основных элементов тепловой сети.

Обозначение основных элементов сети приведено в Таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Обозначение основных элементов тепловой сети

№ п/п	Наименование элемента	Условное обозначение с указанием типа режима
1.	Источник	
1.1.	Источник регулируемый в сфере теплоснабжения	
		
2.	Участок	
2.1.	Подземные магистральные тепловые сети	
		
2.2.	Надземные магистральные тепловые сети	
		
2.3.	Подземные квартальные тепловые сети отопление	
		
2.4.	Надземные квартальные тепловые сети отопление	
		
2.5.	Подземные квартальные тепловые сети ГВС	
		
2.6.	Надземные квартальные тепловые сети ГВС	
		
2.7.	Подземные квартальные тепловые сети ГВС (подающий трубопровод)	
		
2.8.	Надземные квартальные тепловые сети ГВС (подающий трубопровод)	
		
2.9.	Планируемые к введению в работу тепловые сети	
		
3.	Потребитель	
3.1.	Потребитель отопление	
		
3.2.	Потребитель ГВС	
		
3.3.	Обобщенный потребитель	
		


№ п/п	Наименование элемента	Условное обозначение с указанием типа режима
4.	Узел	
5.	ЦТП	
6.	Вспомогательный участок для ЦТП	
7.	Насосная станция	
8.	Задвижка	
9.	Перемычка	
10.	Дросселирующие устройства	
10.1	Дроссельная шайба	
10.2	Регулятор располагаемого напора	

№ п/п	Наименование элемента	Условное обозначение с указанием типа режима
10.3	Регулятор расхода	 – регулятор расхода на подающем трубопроводе.  – регулятор расхода на обратном трубопроводе.
10.4	Регулятор давления	 – регулятор давления на подающем трубопроводе.  – регулятор давления на обратном трубопроводе.
11	Поломка	отопление 
		ГВС 
12	Отключение	отопление 
		ГВС 

Таким образом, на открытой карте при помощи различных цветовых решений легко видеть, в каком режиме находится элемент тепловой сети.

3.5. Смена режимов работы элементов тепловой сети.

Важно:

Изменение любых данных возможно только в режиме **Редактирование слоя**, включить который для видимого активного слоя можно нажатием кнопки **Включение и выключение режима редактирования слоя**  .

Для смены режима необходимо выполнить следующее:

Шаг 1. На панели инструментов нажать значок **Объект**  .

Шаг 2. Выделить необходимый объект нажатием левой кнопки мышки. Объект поменяет цвет (рис.3.6).

Шаг 3. Нажать правой кнопкой мышки на выделенный объект. Из всплывающего окна выбрать свойства объектов (рис.3.6).

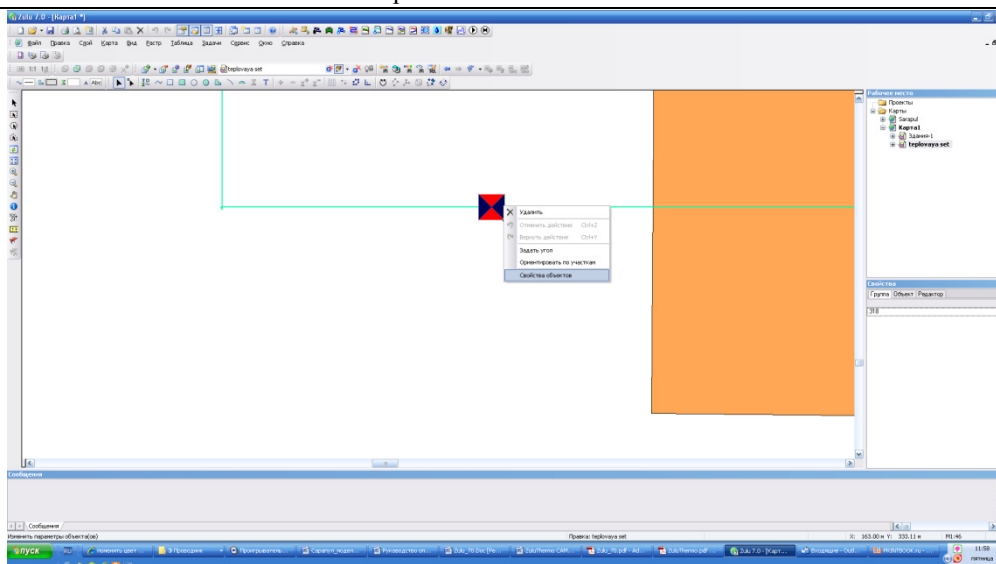


Рис.3.6

Шаг 4. Выбрать во всплывающем окне **Изменить параметры**, при этом появится информационное окно **Смена режима** (рис.3.7)

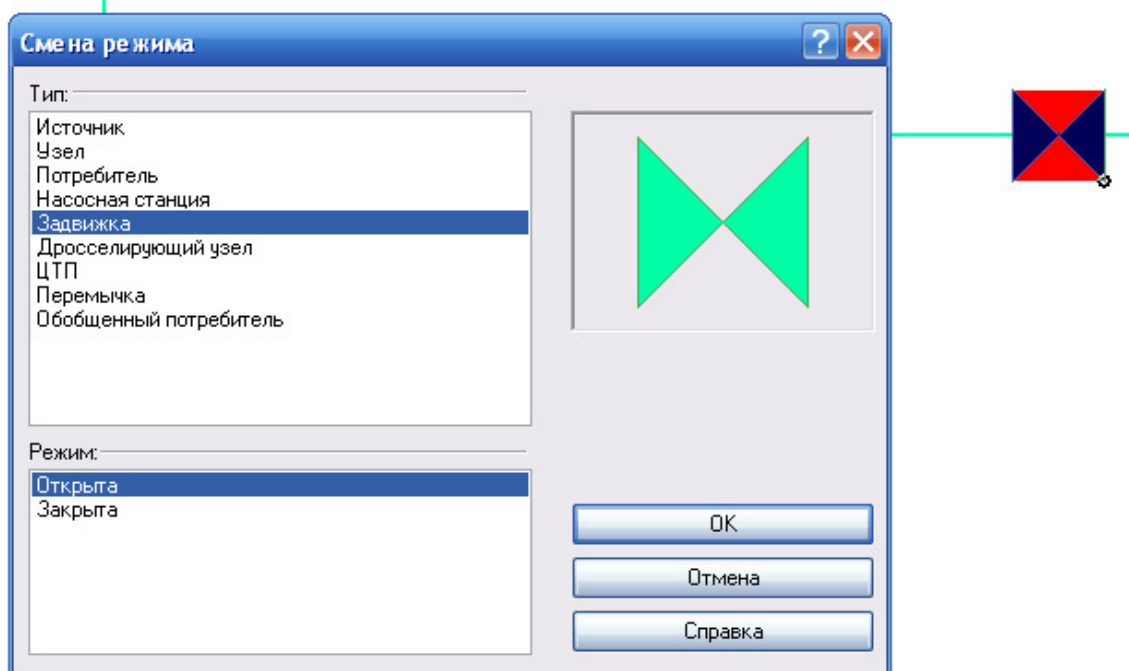



Рис.3.7

Шаг 5. Выбрать нужный режим в окне **Режим**, нажать **ОК**. При этом задвижка в слое поменяет цвет, характерный для выбранного режима.

Аналогично можно выбрать режим по всем элементам тепловой сети, кроме «Узел», «Дросселирующий узел», «Переключатель», «ЦТП».

3.6. Просмотр исходных данных элементов тепловой сети.

Для того, чтобы посмотреть исходные данные тепловой сети, например, данные по потребителю, необходимо выполнить следующие действия:

Шаг 1. На панели инструментов нажать значок «Установка режима получения информации по объектам»  .

Шаг 2. Выбрать левой кнопкой мышки необходимый объект, при этом откроется информационное окно **Потребитель** (рис.3.8), в котором отражены основные исходные данные по этому элементу тепловой сети. При нажатии в этом информационном окне на вкладку **База** выйдет таблица исходных данных по всем потребителям в этом слое.

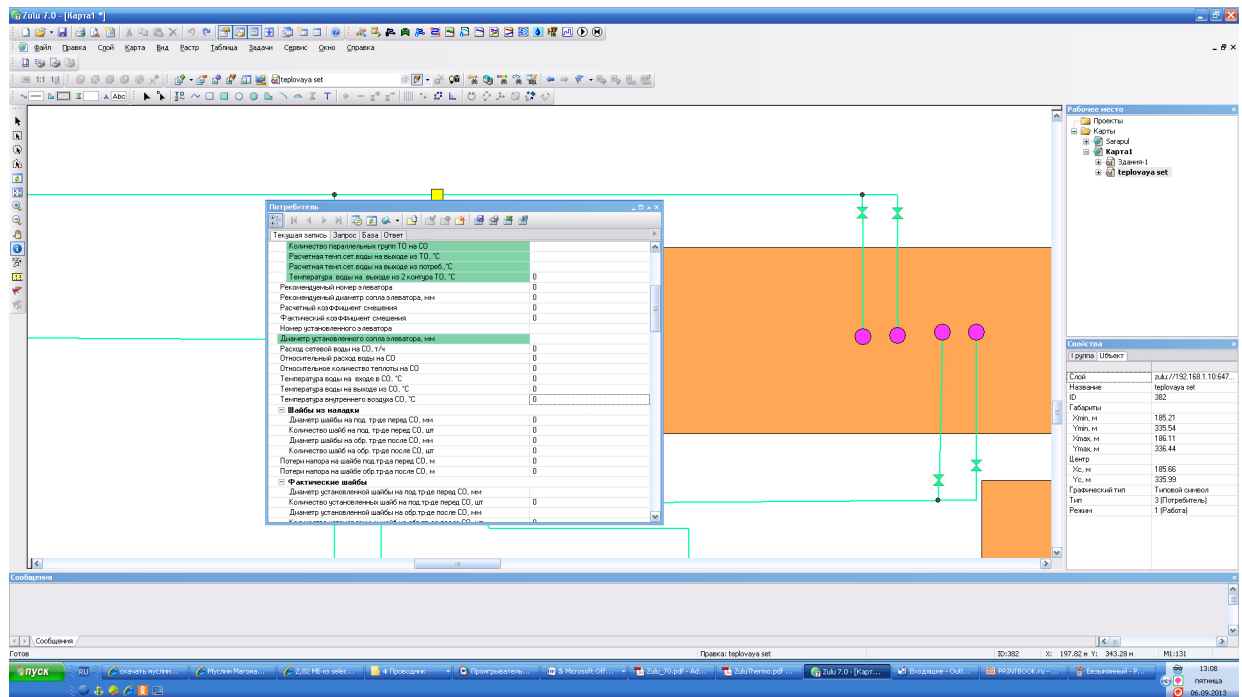






Рис.3.8

Шаг 3. При необходимости выгрузить в Excel необходимо нажать кнопку  в информационном окне **Потребитель**, при этом появится диалоговое окно (рис.3.9), в котором необходимо указать путь и название для сохраняемой таблицы. Окончанием операции является нажатие кнопки  Сохранить.

Шаг 4. При необходимости изменить исходные данные³ по элементам сети их корректируют во вкладке **Текущая запись** информационного окна **Потребитель**. Для сохранения измененных данных необходимо нажать кнопки **Сохранить запись**  и **Обновить** .

Аналогично можно посмотреть данные по всем элементам тепловой сети.

³ Корректировка любых данных возможна только в режиме редактирования слоя.

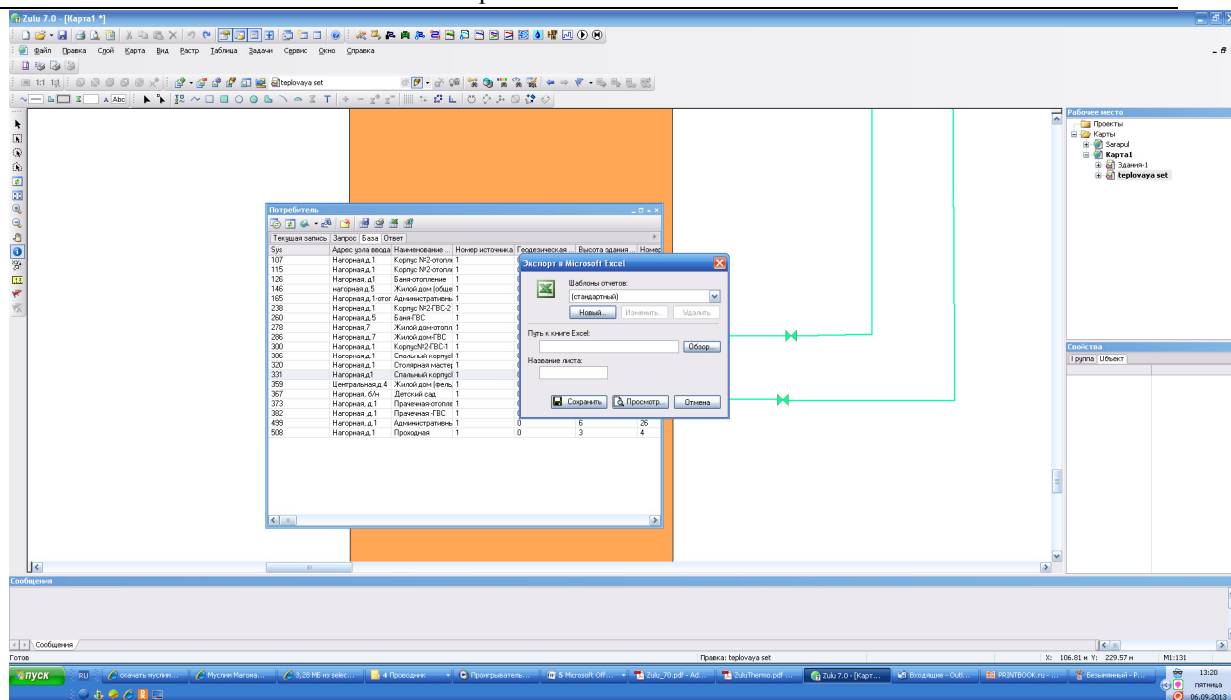



Рис.3.9

3.7. Проведение поверочного расчета

Важно:

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте настройки расчетов.

Шаг 1. Для запуска поверочного расчета:

Выполните команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется окно теплогидравлических расчетов (рис.3.10).

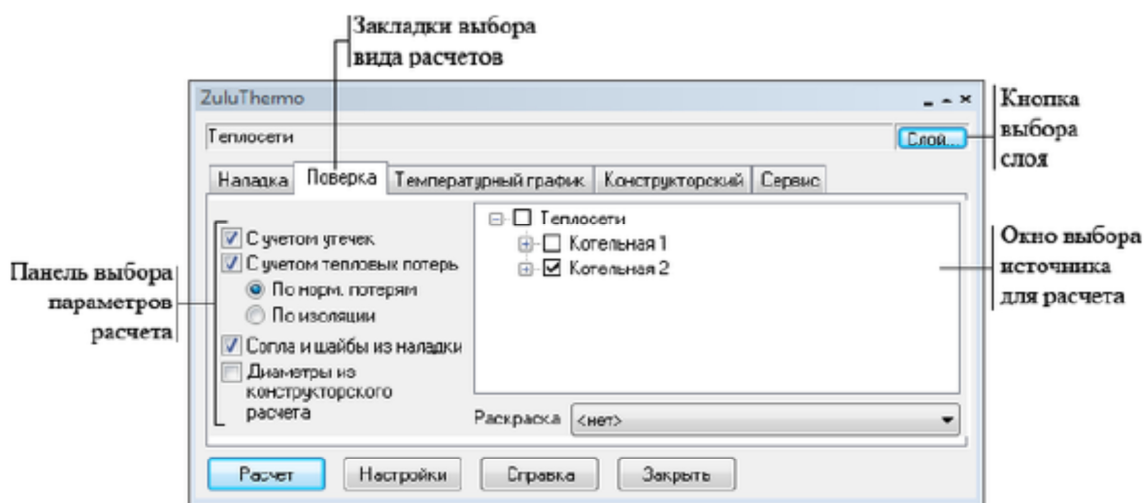


Рис.3.10

Шаг 2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (рис.3.11) и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

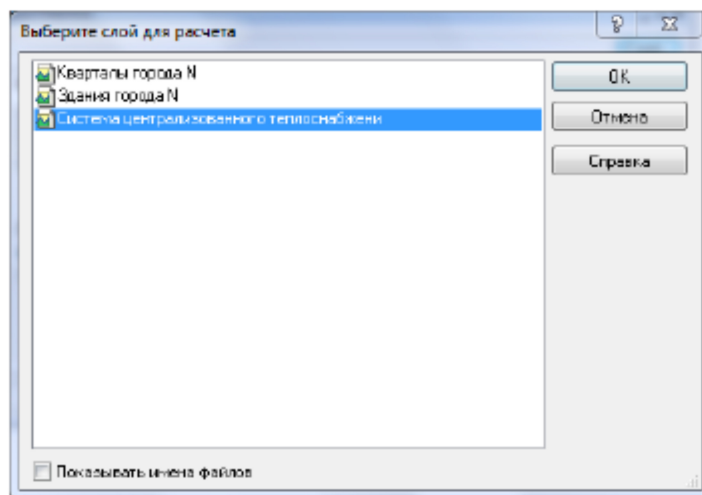


Рис.3.11

Шаг 3. Откройте вкладку **Проверка**;

Шаг 4. Отметьте источники, для которых будет производиться расчет, установив

флажок рядом с названием источника;

Шаг 5. В левой части диалогового окна задайте параметры проводимого расчета, установив требуемые флажки:

- **С учетом утечек**– проводить ли расчет с учетом нормативных утечек в тепловой сети;

- **С учетом тепловых потерь**– проводить ли расчет с учетом тепловых потерь. Дополнительно требуется выбрать способ учета: с учетом нормативных тепловых потерь или потерь через изоляцию;

- **Сопла и шайбы из наладки**– при включении данной опции, в расчете будут участвовать шайбы, подобранные в результате наладочного расчета;

- **Диаметры из конструкторского расчета**– при включении данной опции, в расчете будут использоваться диаметры, подобранные конструкторским расчетом.

Шаг 6. Нажмите кнопку **Расчет**.

Если в ходе занесения исходной информации какие-либо данные, необходимые для расчета, не были внесены или были внесены неверно, то при проведении расчетов в окне сообщений программа выдаст уведомление об ошибке (красным цветом) в нижней части экрана. (рис.3.12) Программа следит не только за наличием необходимой информации, но и за ее логической верностью, то есть, если Вы впишете диаметр участка более 1.4 м, то программа выдаст ошибку.

При отсутствии ошибок в данных или конфигурации сети программа выполнит расчет выбранной сети и заполнит результатами расчета таблицы для каждого типа объекта тепловой сети. Протокол расчета будет отображаться в нижней части экрана в панели Сообщения. В случае ошибок они в протоколе будут выделены красным цветом (более подробно о возможных ошибках см. главу 13 «Возможные ошибки расчетов», стр.177). В результате поверочного расчета можно получить информацию, указанную более подробно на стр. 142-

145 (Том 2 Приложение А. Руководство пользователя).

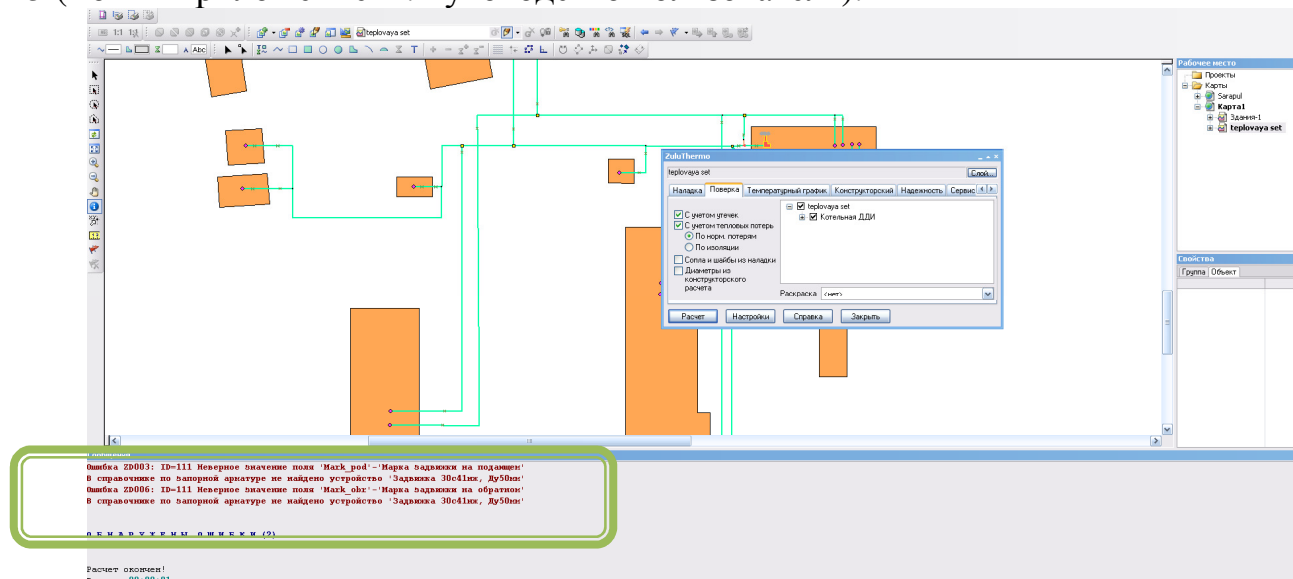



Рис.3.12

3.8. Запуск расчета температурного графика.

Шаг 1. Для запуска расчета температурного графика тепловой сети:

Выполнить команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется окно теплогидравлических расчетов (рис.3.13).

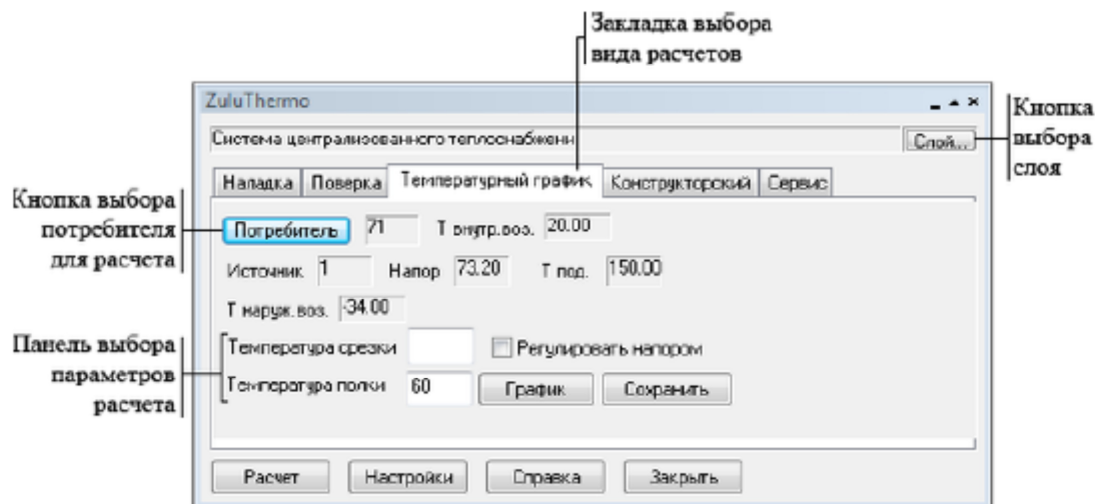


Рис. 3.13

Шаг 2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (рис.3.14) и нажмите кнопку **ОК**, чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

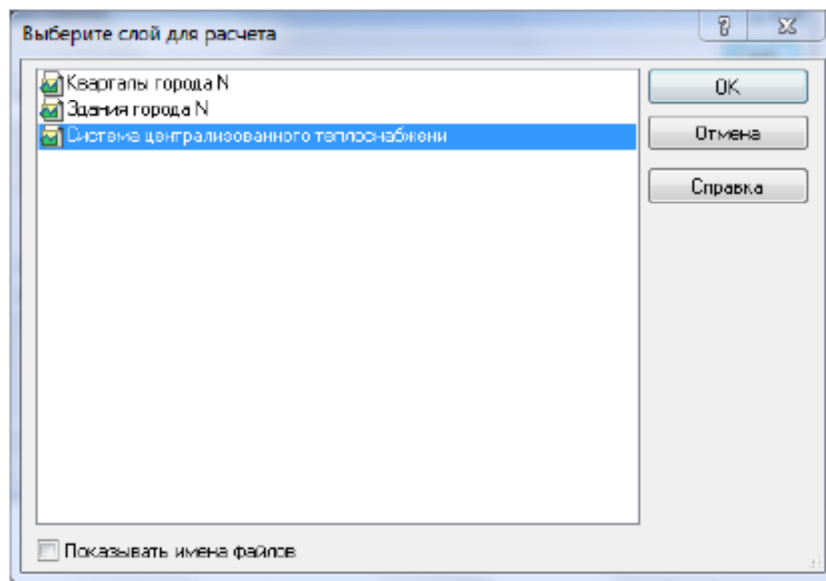



Рис.3.14

Шаг 3. Выберите вкладку **Температурный график**;

Шаг 4. Нажмите кнопку **Выделить**  панели навигации и выберите потребителя тепловой сети, для которого будет производиться расчет, щелкнув по нему левой кнопкой мыши (слой при этом должен быть активным, либо можно удерживать при щелчке Ctrl+Shift), при этом потребитель будет выделен мигающей рамкой;

Шаг 5. Нажмите кнопку **Потребитель** (рис.3.15) панели теплогидравлических расчетов

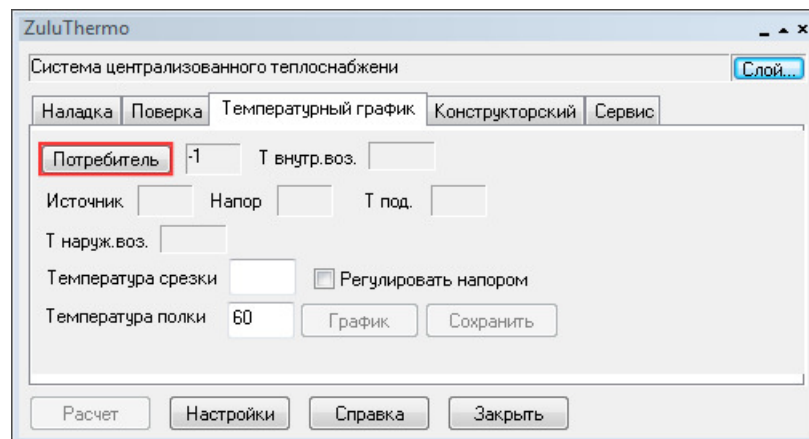


Рис.3.15

Шаг 6. Задайте необходимые параметры расчета:

- **Температура срезки**– указывается, если на источнике нет возможности обеспечивать расчетную температуру теплоносителя в подающем трубопроводе, например, вместо расчетной 150°C максимальная, которую может обеспечить источник, 130°C. При отсутствии температуры срезки данное поле не заполняется;
- **Регулировать напором** – при заданной температуре срезки и при

установленном флажке **Регулировать напором**, недостаточная температура воды в подающем трубопроводе, будет компенсироваться увеличением располагаемого напора, для обеспечения расчетной температуры внутреннего воздуха у потребителя;

- **Температура полки** – указывается минимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе. Для закрытых систем теплоснабжения – не менее 70° С, для открытых систем теплоснабжения – не менее 60°С.

Шаг 7.Нажмите кнопку **Расчет**. Для просмотра рассчитанного температурного графика нажмите кнопку **График**.

Шаг 8. Просмотр результатов расчета.

Рассчитанные данные выводятся в поле сообщений в виде ряда значений разделенных между собой запятой. Семь значений в следующей последовательности:

1. Температура наружного воздуха;
2. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе;
3. Температура теплоносителя в обратном трубопроводе;
4. Температура воздуха внутри помещения;
5. Располагаемый напор на источнике, м;
6. Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, т/ч;
7. Относительный расход воды на систему отопления.

Для того, чтобы рассмотреть температурный график после расчета в виде диаграммы, нажмите на панели теплогидравлических расчетов кнопку **График**. Диаграмму температурного графика можно распечатать, нажав кнопку **Печать**.

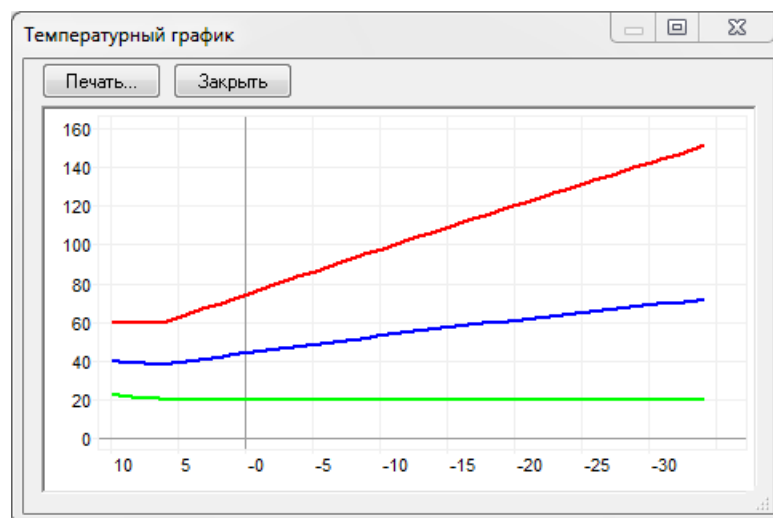


Рис.3.16

На температурном графике (рис.3.16) отображаются:

- ось абсцисс – температура наружного воздуха;
- ось ординат – температура теплоносителя;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе – линия красного цвета;

- температура теплоносителя в обратном трубопроводе – линия синего цвета;
- температура воздуха в помещении – линия зеленого цвета.

Шаг 9. Сохранение результатов расчета температурного графика.

Для того чтобы сохранить результаты расчета температурного графика :

Нажмите правую кнопку мыши на поле сообщений и в появившемся меню выберите пункт **Сохранить**. (рис.3.17)

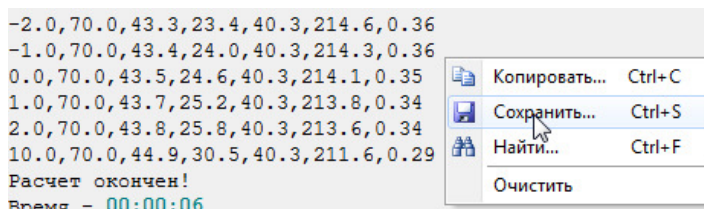


Рис.3.17

В появившемся диалоговом окне сохранения файла выберите каталог, в котором будет сохранен файл, и задайте имя файла (латинскими буквами). Нажмите кнопку **Сохранить**. Сохраненный файл сводки с результатами расчетов можно просмотреть в любом текстовом редакторе.

3.9. Построение пьезометрического графика.

Для того, чтобы построить пьезометрический график:

Шаг 1. Нажмите на панели навигации кнопку **Поиск пути**



Шаг 2. Подведите курсор мыши к начальному объекту (например, к насосу) и нажмите левую кнопку мыши, после чего на выбранном объекте будет установлен красный флажок (рис.3.18 а);

Шаг 3. Щелчком левой кнопкой мыши поставьте флажок на конечном объекте (например, проблемном потребителе). При существовании нескольких маршрутов до конечного узла (в кольцевых сетях) установите флажки на промежуточных узлах сети (рис.3.18 б). Также можно указать участки, по которым не будет проходить маршрут. Для этого, удерживая клавишу Ctrl, щелкните левой кнопкой мыши по тем участкам, по которым не будет проходить маршрут, они отметятся красным крестиком;

Шаг 4. Подведите курсор к конечному узлу и установите флажок двойным нажатием левой кнопки мыши, в результате на конечном узле будет установлен флажок, а выбранный маршрут для построения графика высветится красным цветом (рис.3.18 с);

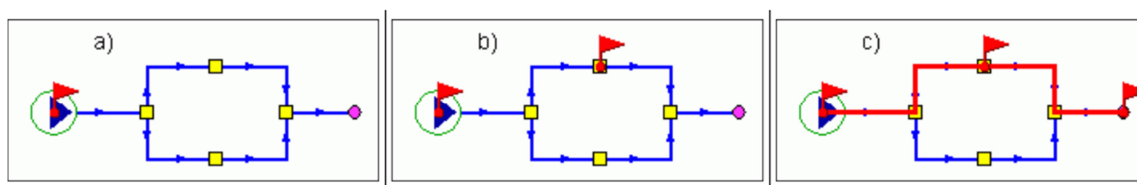



Рис.3.18

Шаг 5. Нажмите кнопку **Пьезометрический график**  для построения графика и открытия окна пьезометрического графика (рис.3.19).

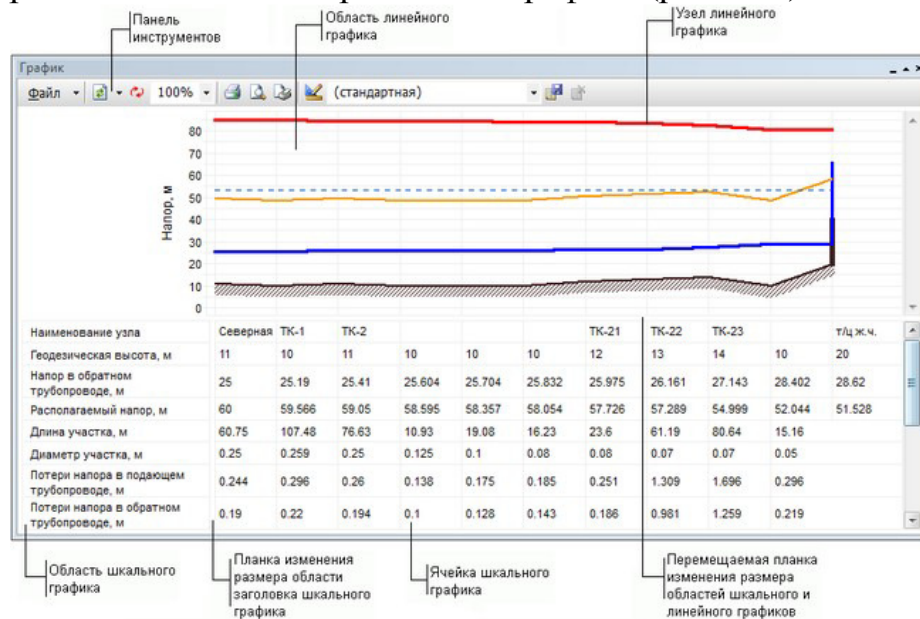


Рис.3.19

На пьезометрическом графике отображаются:

- линия давления в подающем трубопроводе красным цветом;
- линия давления в обратном трубопроводе синим цветом;
- линия поверхности земли пунктиром;
- линия статического напора голубым пунктиром;
- линия давления вскипания оранжевым цветом.

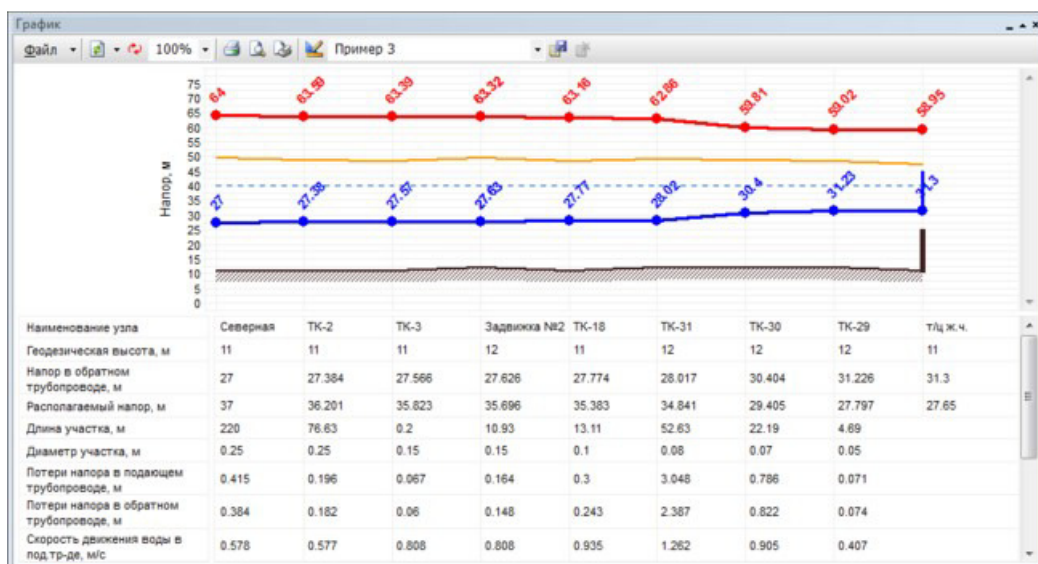


Рис.3.20

На рис.3.20 показан пример пьезометрического графика.

3.10. Сохранение пьезометрического графика.

Для того, чтобы определенный пьезометрический график всегда можно

было открыть и просмотреть, график можно сохранить в файл.

Для сохранения графика:

Шаг 1. После построения пьезометрического графика выберите в диалоговом окне **График** меню **Файл|Сохранить** (для сохранения копии графика **Файл|Сохранить как**);

Шаг 2. В появившемся диалоговом окне укажите путь и в строке **Имя файла** задать имя для сохраняемого графика;

Шаг 3. Нажмите кнопку **Сохранить**.

Для открытия ранее сохраненного графика:

Шаг 1. В диалоговом окне **График** выберите пункт меню **Файл|Открыть**;

Шаг 2. В появившемся окне укажите файл для открытия и нажмите кнопку **Открыть**. К сохраняемому графику можно добавить комментарий или примечание, для этого:

Шаг 3. В диалоговом окне **График** выберите пункт меню **Файл|Варианты**;

Шаг 4. В появившемся окне **Варианты графика** нажмите кнопку **Добавить**, после чего появится окно, в котором будет предложено внести комментарий к графику;

Шаг 5. Введите комментарии, нажмите кнопку **ОК**;

Шаг 6. Нажмите кнопку **Заккрыть** для окончания ввода комментариев.

После добавления комментариев пьезографик обязательно надо сохранить.

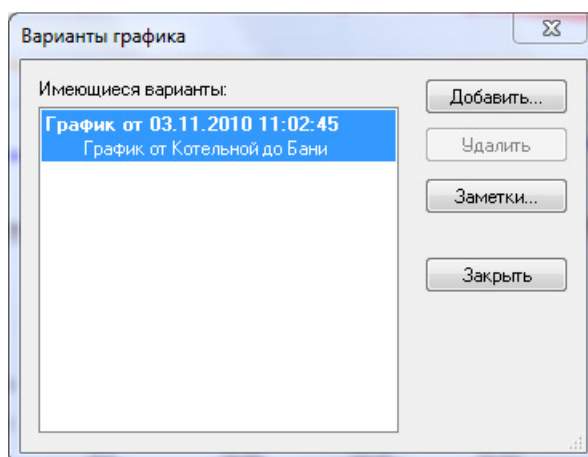


Рис.3.21

На рис.3.21 представлен вариант графика.

3.11. Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel.

Для сохранения пьезометрического графика в Microsoft Word™ или Excel™:

Шаг 1. Чтобы скопировать весь пьезографик, в любом месте пьезометрического графика нажмите правую клавишу мыши, после чего в открывшемся контекстном меню выберите пункт **Выделить все** (рис.3.22). В результате весь график выделится рамкой.

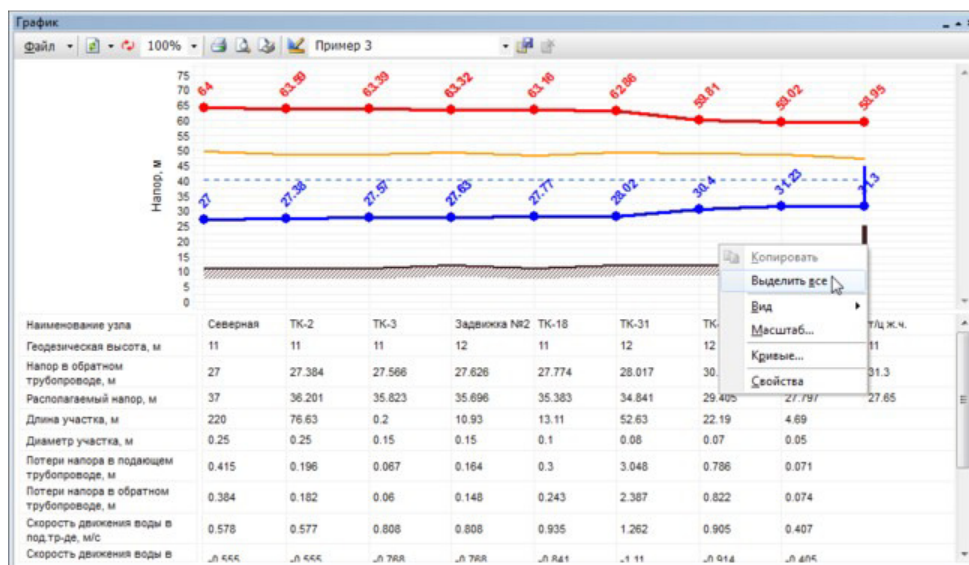


Рис.3.22

Если нужно копировать только шкальную часть пьезометрического графика, то для этого выделите область таблицы графика, которую необходимо перенести, нажав на левую клавишу мыши и удерживая ее растяните область копирования до необходимых размеров (рис.3.23).

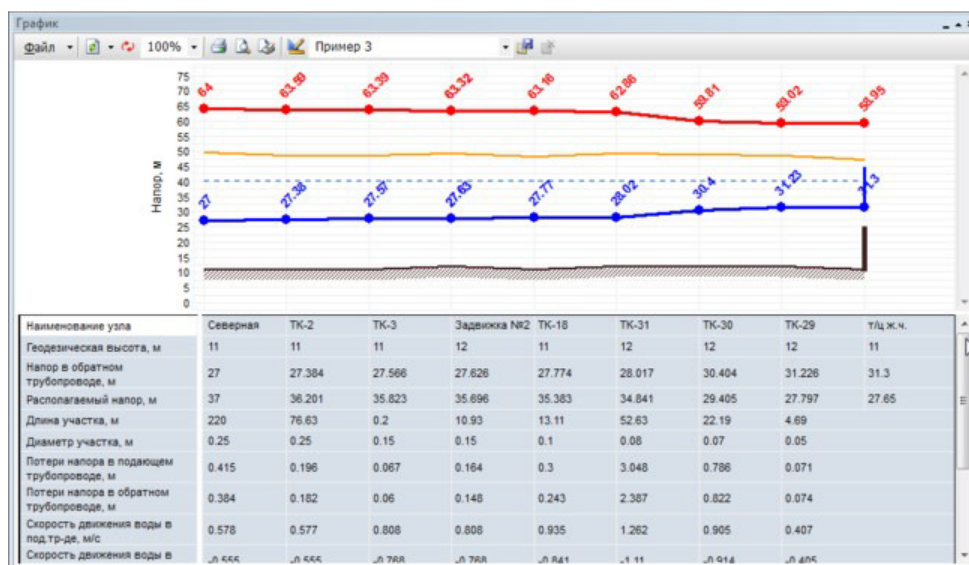


Рис.3.23


Шаг 2. При копировании всего пьезографика нажмите правую кнопку мыши в любом месте графика, а при копировании только шкальной части щелкните правой кнопкой в выделенной области и в появившемся контекстном меню выберите пункт **Копировать**;

Шаг 3. Для того, чтобы вставить скопированный график, откройте программу, например Word или Excel, установите курсор в необходимое место документа, нажмите правую кнопку мыши и в открывшемся контекстном меню

выберите пункт **Вставить**.

3.12. Коммутационные задачи. Анализ переключений.

Для запуска коммутационных задач:

Шаг 1. Выполните команду главного меню **Задачи|Коммутационные задачи** или нажмите кнопку  панели инструментов. Появится диалоговое окно **Коммутационные задачи** (рис.3.24).

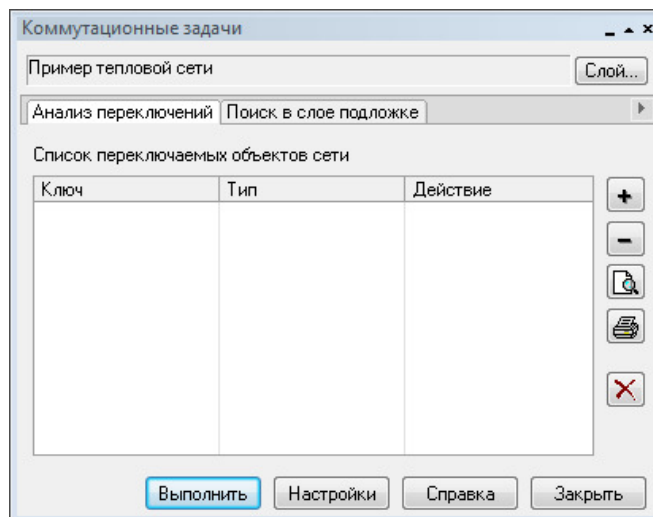


Рис.3.24

Шаг 2. Нажмите кнопку **Слой...** и в появившемся диалоговом окне (рис.3.25) с помощью левой кнопки мыши выберите слой тепловой сети. Нажмите кнопку **ОК**. Далее можно провести анализ переключений.

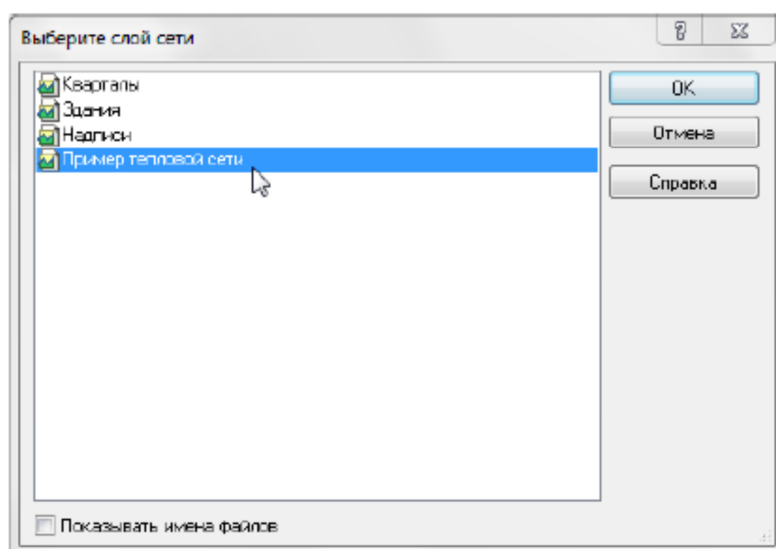



Рис.3.25

Шаг 3. Выбрать вкладку **Анализ переключений**;

Шаг 4. Нажмите кнопку **Настройки** для вызова диалога настроек программы (подробнее о настройке стр. 188 Том 2 Приложение А. Руководство пользователя);

Шаг 5. В режиме **Выделить**  выберите на карте запорное устрой-

ство (участок), для которого будет производиться отключение (слой при этом должен быть активным, либо удерживайте при выделении объекта клавиши Ctrl+Shift);

Шаг 6. Нажмите кнопку  панели. Выбранный объект добавится в список переключаемых объектов сети в диалоговом окне. (рис.3.26).

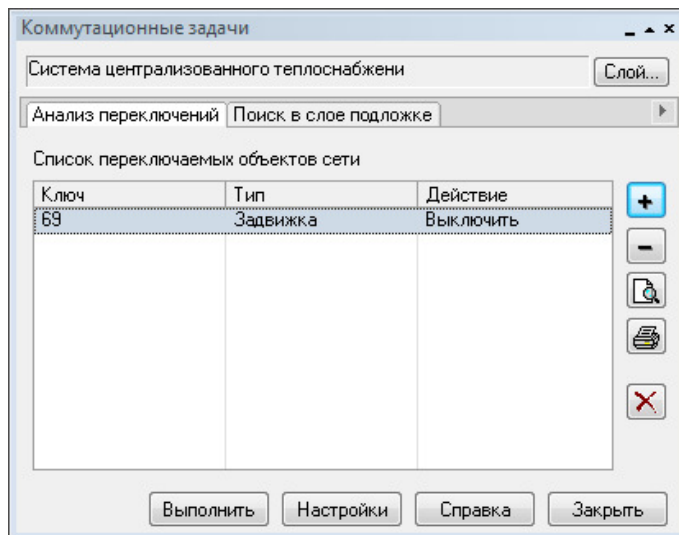


Рис.3.26

После выбора на карте автоматически отобразится в виде раскраски расчетная зона отключенных участков сети (рис.3.27)

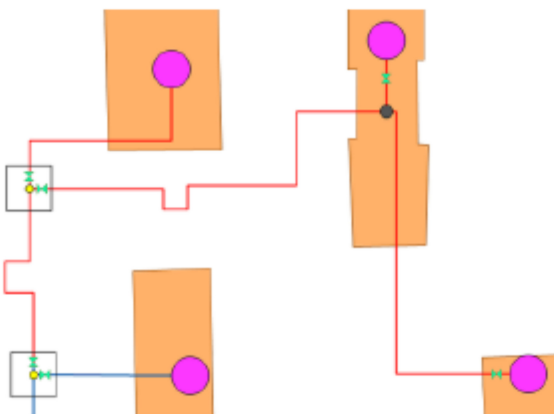



Рис.3.27

Для удаления объекта из списка выделить его в списке и нажать кнопку . При движении по списку на карте автоматически выделяется соответствующий объект.

Шаг 6. Выберите в поле **Действие** необходимый вид переключения (рис.3.28). Этот пункт выполнять при необходимости.

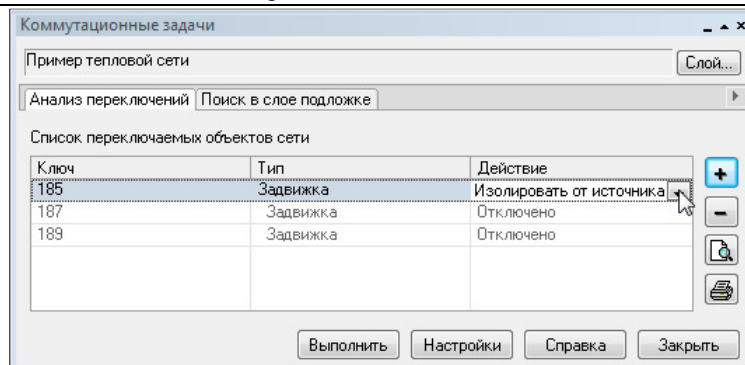


Рис.3.28

Виды переключений:

- **Включить** - Режим объекта устанавливается на «Включен»;
- **Выключить** - Режим объекта устанавливается на «Выключен»;
- **Изолировать от источника** - Режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся изолирующая объект от источника запорная арматура;
- **Отключить от источника** - Режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся отключающая объект от источника запорная арматура.

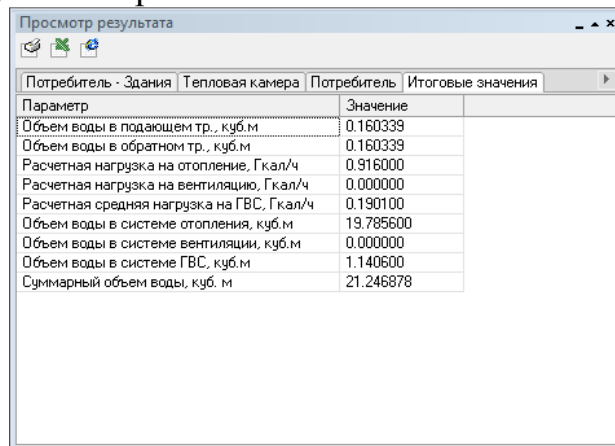
Шаг 7. Нажмите кнопку **Выполнить**. В результате выполнения задачи появится информационное окно **Просмотр результата**, содержащий табличные данные результатов расчета (рис.3.29). Подробнее о результатах расчетов см. раздел 14.8 «Просмотр результатов расчета», стр.194. (Том 2 Приложение А. Руководство пользователя). Вкладки браузера содержат таблицы попавших под отключение объектов сети и итоговые значения результатов расчета (рис.3.29).

Параметр	Значение
Объем воды в подающем тр., куб.м	0.160339
Объем воды в обратном тр., куб.м	0.160339
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.916000
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.000000
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.190100
Объем воды в системе отопления, куб.м	19.785600
Объем воды в системе вентиляции, куб.м	0.000000
Объем воды в системе ГВС, куб.м	1.140600
Суммарный объем воды, куб. м	21.246878

Рис.3.29

4. Просмотр результатов расчета

После запуска анализа переключений на экране сразу появляется окно с результатами расчета, показанное на рис.4.1. Вкладки окна содержат таблицы попавших под отключение объектов сети (если указано в настройках) и итоговые значения результатов расчета.



Просмотр результата




Потребитель	Здания	Тепловая камера	Потребитель	Итоговые значения
Параметр	Значение			
Объем воды в подающем тр., куб.м	0.160339			
Объем воды в обратном тр., куб.м	0.160339			
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.916000			
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.000000			
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.190100			
Объем воды в системе отопления, куб.м	19.785600			
Объем воды в системе вентиляции, куб.м	0.000000			
Объем воды в системе ГВС, куб.м	1.140600			
Суммарный объем воды, куб. м	21.246878			

Рис.4.1

4.1. Навигация

Окно **Просмотр результата** содержит табличные данные результатов расчета, а также таблицы попавших под отключения объектов. Для того, чтобы сделать активной нужную таблицу щелчком левой кнопкой мыши выберите соответствующую вкладку, например, **Потребитель**, как показано на рис.4.2.

Просмотр результата



Потребитель - Здания

Тепловая камера

Потребитель

Итоговые значения

Режим	Адрес узла ввода	Наимен...	Расчет...	Расчет...	Число жителей	Ква
Выключен	ул. Ломоносова 47	т/ц ж.ч.	0.249	0.0687		
Выключен	ул. Ломоносова 45	т/ц ж.ч.	0.249	0.0647		105
Выключен	ул. Ломоносова 48	т/ц ж.ч.	0.418	0.0567		105


III

Рис.4.2

При выделении записи в таблице, на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.

4.2. Печать отчета

Для создания отчета по табличным данным результатов расчета :

1. Перейдите на нужную вкладку. (Потребитель, Итоговые значения и т.д.);
2. Нажмите кнопку . Появится диалог создания отчета (рис.4.3).

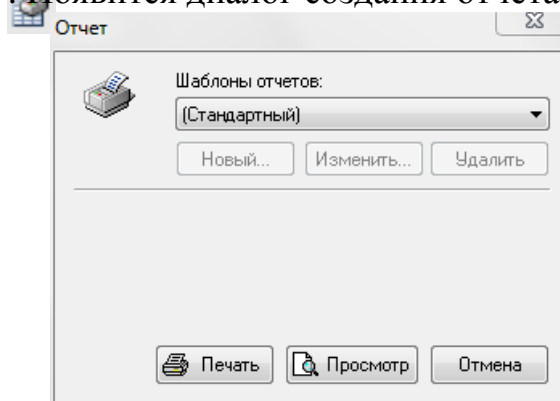


Рис.4.3

3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**. Для печати отчета нажмите кнопку **Печать**.

4.3. Экспорт в MS Excel

Для экспорта в электронную таблицу MS Excel табличных данных результатов расчета:

1. Нажмите кнопку . Появится диалог экспорта в MS Excel. (рис.4.4).

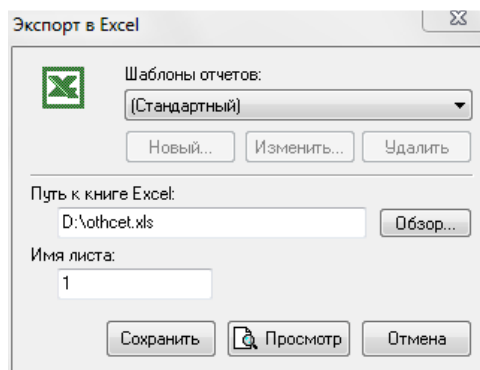


Рис.4.4

2. В строке Путь к книге Excel нажмите кнопку **Обзор** и укажите путь и имя сохраняемого файла. В поле **Имя** листа введите имя листа, в который будут сохранены данные;
3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**;
4. Нажмите кнопку **Сохранить**.

4.4. Экспорт в HTML

Для экспорта в HTML страницу табличных данных результатов расчета:

1. Нажмите кнопку  Появится диалог экспорта в HTML. (рис.4.5).

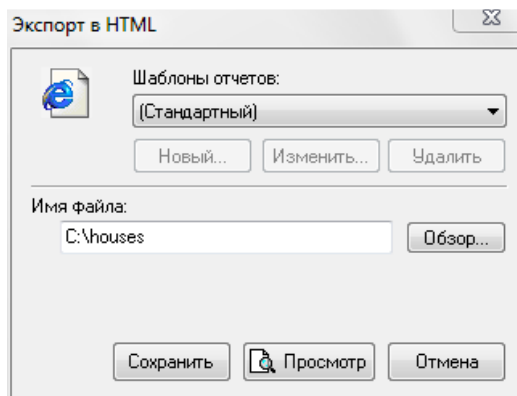


Рис.4.5

2. В строке Имя файла нажмите кнопку **Обзор** и укажите путь и имя создаваемого HTML-файла;
3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку **Просмотр**;
4. Нажмите кнопку **Сохранить**.

5. Завершение работы программы

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку закрытия окна, как показано на рис.5.1.

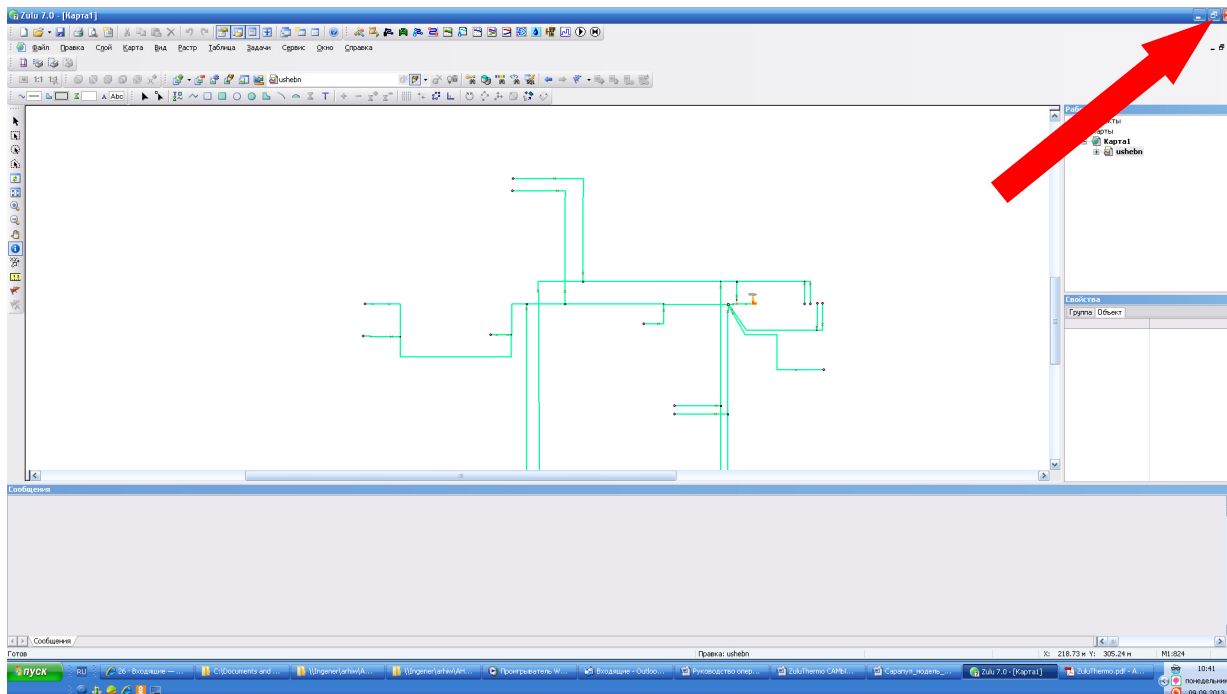




Рис.5.1.

Важно: Для того, чтобы сохранить данные , которые изменялись при расчетах в слоях , например, по потребителям, участкам и т.д.необходимо при выходе из диалогового окна нажать кнопки «Сохранить запись»  и «Обновить» 

6. Сообщения оператору

После запуска расчета система может выдать ряд ошибок, ошибки бывают нескольких типов:

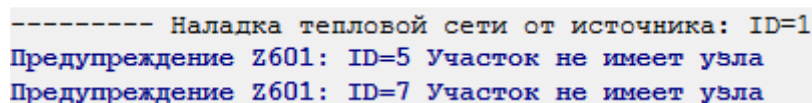
- ошибки по топологии сети;
- ошибки по семантической информации;
- ошибки по результатам расчета;
- остальные ошибки.

При этом, пока не будут устранены ошибки первых двух типов, расчет не запустится. Для того, чтобы определить по какому объекту выдана ошибка, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке с ошибкой, после чего объект, по которому выдана ошибка, замигает. Если ошибка связана с семантикой, то откроется окно семантической информации и курсор встанет на строку, в которой необходимо внести или исправить информацию.

Далее, для исправления ошибки, необходимо (в зависимости от ее типа) либо исправить графическую информацию (отредактировать сеть), либо семантическую (внести или исправить данные в базе).

6.1. Ошибки по топологии.

6.1.1. Ошибка Z001: ID=XX Участок не имеет узла.



----- Наладка тепловой сети от источника: ID=1
Предупреждение Z601: ID=5 Участок не имеет узла
Предупреждение Z601: ID=7 Участок не имеет узла

Рис.6.1

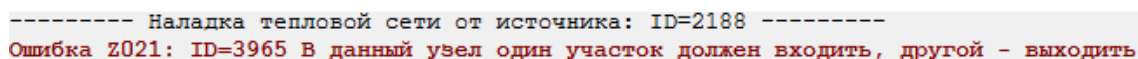
Данная ошибка скорее является не ошибкой, а предупреждением, поэтому она выводится синим цветом и не является причиной остановки расчета.

Такое предупреждение будет выведено при неправильном нанесении сети, когда начальный или конечный узел участка не связан с каким-либо объектом, хотя при этом визуально может казаться, что участок связан с точечным объектом.

Для проверки связности всей сети воспользуйтесь разделом Контроль ошибок при вводе. Для исправления ошибки воспользуйтесь разделом Редактирование объектов сети/Перепривязка участка.

XX - индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый при прорисовке сети;

6.1.2. Ошибка Z021: ID=XX В данный узел один участок должен входить, другой - выходить.



----- Наладка тепловой сети от источника: ID=2188 -----
Ошибка Z021: ID=3965 В данный узел один участок должен входить, другой - выходить

Рис.6.2

Данная ошибка выводится при неправильном нанесении сети, в том

случае, когда к объекту присоединено недопустимое количество участков.

Например, потребитель – это узловой элемент, который может быть связан только с одним участком. Задвижка, насосная станция, могут быть соединены только с двумя участками, один входящий, другой выходящий из объекта. Четырехтрубная тепловая сеть после ЦТП изображается с использованием вспомогательного участка. Подробнее о правильном изображении объектов тепловой сети см. раздел Элементы тепловой сети (Том 2 Приложение А. Руководство пользователя);

6.1.3. Ошибка Z011: ID=XX Потребитель отключен по обратному.

Данная ошибка выводится, когда к потребителю подходит подающий трубопровод, но отсутствует обратный. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

6.1.4. Ошибка Z012: ID=XX Потребитель отключен по подающему.

Данная ошибка выводится, когда к потребителю подходит обратный трубопровод, но отсутствует подающий. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

6.1.5. Ошибка Z018: ID=XX Потребитель отключен.

Данная ошибка выводится, когда теплоноситель не попадает к потребителю ни по подающему, ни по обратному трубопроводу. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

6.1.6. Ошибка Z019: ID=XX Узел отключен.

Данная ошибка выводится, когда к узлу сети теплоноситель не попадает ни по подающему, ни по обратному трубопроводу. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков.

6.2. Ошибки по семантической информации.

Ошибка Z004: Неверное значение поля.

Чтение данных по участкам...

Ошибка ZD004: ID=3964 Неверное значение поля 'Dpod'-'Внутренний диаметр подающего трубопровода, м'

Рис.6.3

На рис.6.3 выведена ошибка, связанная с неверным значением поля Диаметр подающего трубопровода, м., где XX – индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый объекту при прорисовке сети.

Данная ошибка выводится при наличии некорректных данных или при отсутствии исходной информации хотя бы в одной строке, необходимой для расчетов. Для устранения ошибки необходимо дважды щелкните левой кнопкой мыши по сообщению, после чего откроется окно семантической информации по объекту с неверными или отсутствующими данными, и курсор встанет на поле, где необходимо ввести или исправить информацию. (рис.6.4)

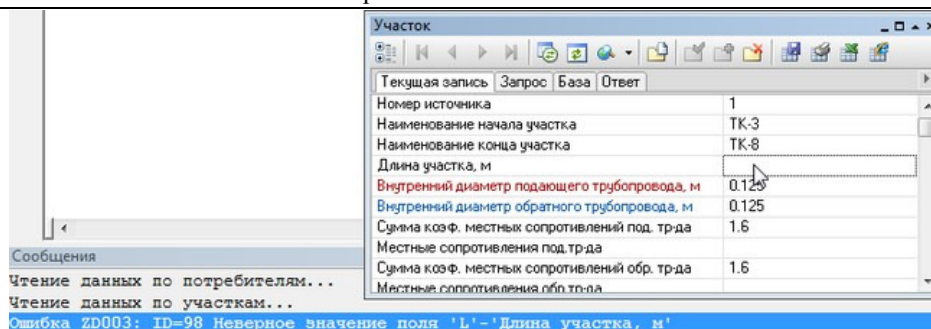


Рис.6.4

6.3. Ошибки по результатам расчета.

6.3.1. Предупреждение Недостаточно напора на источнике $\Delta = X$ м, где Δ – необходимый напор. САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=XX.

Контроль напора...
Недостаточно напора $\Delta H = 105.873812$
САМЫЙ ПЛОХОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=53

Рис.6.5

Данное сообщение выводится при нехватке располагаемого напора на потребителе, где ΔH – значение напора, которого не хватает, м, а ID (XX) – индивидуальный номер потребителя, для которого нехватка напора максимальна.

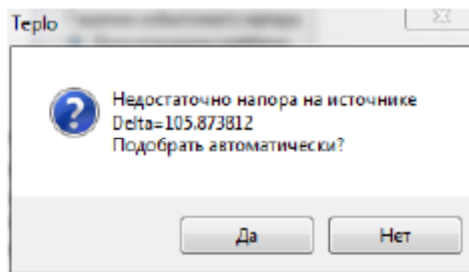


Рис.6.6

Дважды щелкните левой кнопкой мыши по сообщению о самом плохом потребителе: соответствующий потребитель замигает на экране.

Данная ошибка может вызвана несколькими причинами:

а) Некорректными данными. Если величина нехватки напора выходит за рамки реальных значений для данной сети, то имеет место ошибка при вводе исходных данных или ошибка при нанесении схемы сети на карту. Следует проверить, правильно ли были занесены следующие данные:

- По источнику тепловой сети:
 - Располагаемый напор - проверить значение величины расчетного располагаемого напора на источнике.
- Параметры трубопроводов:
 - Диаметры трубопроводов - проверить правильность занесения диаметров трубопроводов, например, был введен

диаметр 0.05 м вместо 0.5 метра;

- Зарастание трубопроводов - проверить значение зарастания трубопроводов, данная величина сильно влияет на гидравлический режим сети, так как уменьшает диаметр трубопровода. Например, если диаметр 0.032 м, а зарастание задано 5 мм, то фактический диаметр трубопровода будет $32 - (5+5) = 22$ мм. Если зарастание неизвестно, то данное значение задается равным 0;
- Сопротивление трубопроводов - при наличии сопротивления участков трубопроводов, которые получают в результате замеров, программа не учитывает значения диаметров, шероховатостей, зарастаний и местные сопротивления трубопроводов. Задавать сопротивления следует только при наличии результатов произведенных замеров.

Данные ошибки можно обнаружить с помощью построения пьезометрических графиков, например:

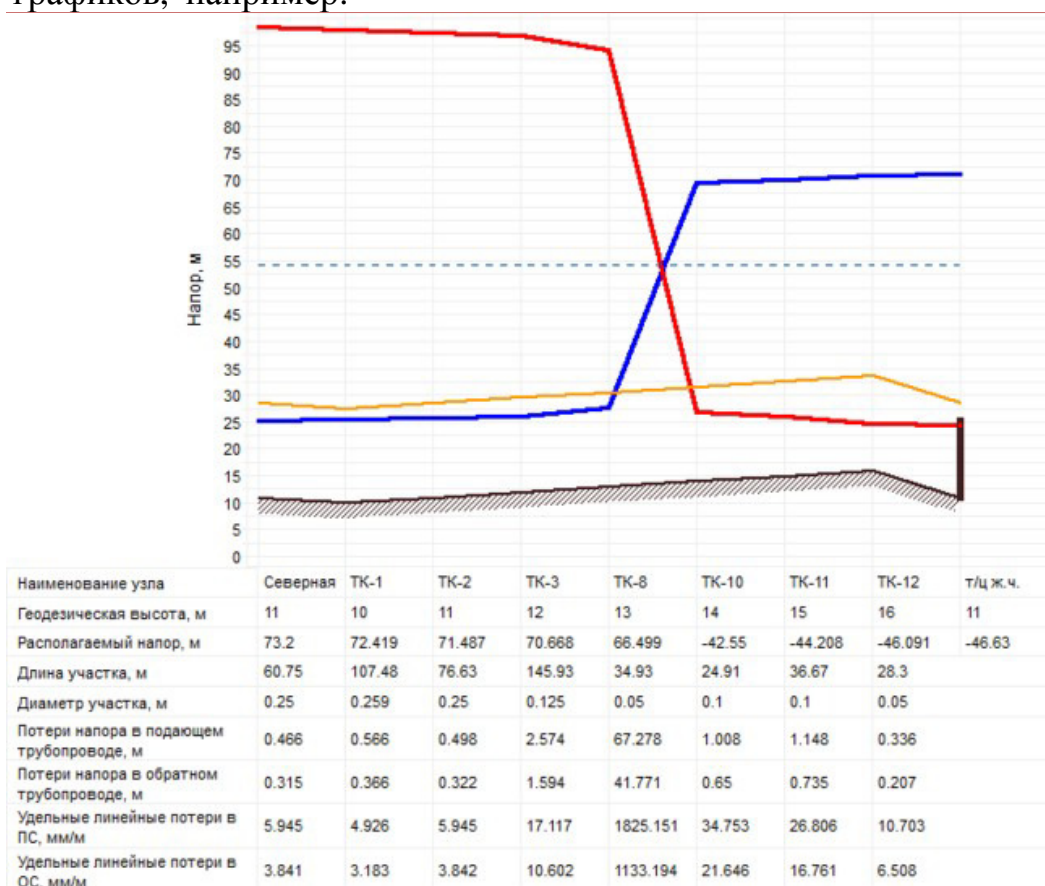


Рис.6.7

На данном графике (рис.6.7) видно, что на одном из участков сети имеет место большое падение напора, очень высокие удельные линейные потери в трубопроводе. Причину можно обнаружить, если взглянуть на диаметры тру-

бопроводов – после диаметра 125 мм установлен трубопровод диаметром 50 мм, а после него – 100мм – нарушение телескопичности налицо;

○ По потребителям тепловой сети:

- Расчетные нагрузки на потребителях – проверить, правильно ли были заданы расчетные нагрузки на потребителя. При введенной ошибочно большой нагрузки на потребителя соответственно возрастает расход теплоносителя, протекающего по трубопроводам сети, как следствие возрастают потери напора;
- Расчетная схема присоединения – проверить, соответствует ли заданная схема подключения действительности, то есть, например, если температура теплоносителя в подающем трубопроводе 110°C и расчетная температура воды на отопление 95°C, то схема подключения должна соответствовать данной температуре, то есть это должна быть схема со смешением (элеваторным или насосным), но ни в коем случае с прямым присоединением. В схемах со смешением часть расчетного расхода отбирается из подающей линии и часть из обратной линии, а в схемах с прямым присоединением весь расчетный расход доставляется по подающему трубопроводу, поэтому при неправильном задании схемы подключения (вместо смешения прямое присоединение) весь расчетный расход, протекающий по подающему трубопроводу, повлечет за собой большие потери напора;
- Расчетный располагаемый напор в СО – проверить заданную величину потерь напора в системе отопления, например, при элеваторном присоединении СО минимально необходимый напор перед элеватором для преодоления гидравлического сопротивления элеватора и присоединенной к нему системы отопления (без учета гидравлического сопротивления трубопроводов, оборудования, приборов и арматуры до места присоединения элеватора) определяется по формуле:

$$\Delta H_{\text{эл. мин}} = 1.4 * \Delta H_{\text{СО}} * (1 + U)^2$$

где U - расчетный коэффициент смешения. При температурном графике 150°C - 70°C. Коэффициент смешения (U) = 2.2 и введенном значении потерь напора в СО 1 м, минимальный напор перед элеватором будет составлять около 15 метров. При потерях напора в СО 3 м, минимальный напор уже 44 метра!

б) Гидравлическим режимом сети.

Если ошибки при вводе исходных данных отсутствуют, но нехватка напора существует и имеет реальное для данной сети значение, то в этой ситуации определение причины нехватки и способ ее устранения осуществляет сам специалист, работающий с данной тепловой сетью.

6.3.2. ID=XX 'Наименование потребителя' Опорожнение системы отопления (Н, м)

Данное сообщение выводится при недостаточном напоре в обратном трубопроводе для предотвращения опорожнения системы отопления верхних этажей здания, полный напор в обратном трубопроводе должен быть не менее суммы геодезической отметки, высоты здания плюс 5 метров на заполнение системы. Запас напора на заполнение системы может быть изменён в настройках расчетов.

XX – индивидуальный номер потребителя, у которого происходит опорожнение системы отопления,

Н – напор в метрах, которого недостаточно;

6.3.3. ID=XX 'Наименование потребителя' Напор в обратном трубопроводе выше геодезической отметки на Н, м.

Данное сообщение выдается при давлении в обратном трубопроводе выше допустимого по условиям прочности чугунных радиаторов (более 60 м. вод. ст.), где XX- индивидуальный номер потребителя и Н- превышающее геодезическую отметку значение напора в обратном трубопроводе.

Максимальный напор в обратном трубопроводе можно задать самостоятельно в настройках расчетов.;

6.3.4. ID=XX 'Наименование потребителя' Не подобрать сопло элеватора. Ставим максимальный.

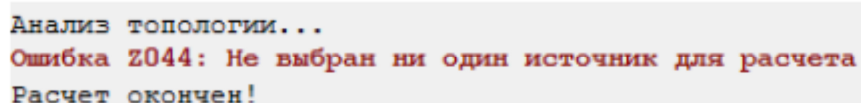
Данное сообщение может появиться при наличии больших нагрузок на отопление или при неверном выборе схемы подключения, которая не соответствует расчетным параметрам. XX- индивидуальный номер потребителя, для которого не подобрать сопло элеватора;

6.3.5. ID=XX 'Наименование потребителя' Не подобрать сопло элеватора. Ставим минимальный.

Данное сообщение может появиться при наличии очень малых нагрузок на отопление или при неверном выборе схемы подключения, которая не соответствует расчетным параметрам. XX– индивидуальный номер потребителя, для которого не подобрать сопло элеватора.

6.4. Остальные ошибки.

Ошибка Z044: Не выбран ни один источник для расчета.



Анализ топологии...
Ошибка Z044: Не выбран ни один источник для расчета
Расчет окончен!

Рис.6.8

Данная ошибка появляется, если в панели гидравлических расчетов Zu-
luThermo™ не был отмечен ни один источник. Чтобы отметить источник рас-
считываемой сети, нужно левой клавишей мыши установить галочку в окне
напротив наименования источника. Если в слое несколько источников тепла, не
связанных между собой, то можно выделить только нужные:

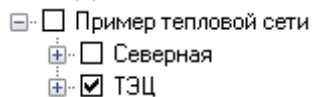


Рис.6.9

7. Обозначения кнопок панелей инструментов

Обозначения кнопок панелей инструментов в Таблицах:

- Таблица 7.1 – Панель Стандартная;
- Таблица 7.2 – Панель Карта;
- Таблица 7.3 – Панель Редактор (активна только в режиме редактирования);
- Таблица 7.4 – Панель Навигация;
- Таблица 7.5 – Панель Форматирование;
- Таблица 7.6 – Панель Стилль;
- Таблица 7.7 – Панель Печать;
- Таблица 7.8 – Панель Бирки.

Таблица 7.1 - Панель Стандартная






















		
Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Создание новой карты.	Файл Создать Карту
	Открытие файла Zulu (карты, проекта, слоя, базы данных). Нажатие в правой части кнопки вызывает меню открытия файла.	Файл Открыть Карту (Проект, Слой, Файл, Макет)
	Сохранение активного документа	Файл Сохранить
	Печать активного документа	Файл Печатать
	Просмотр документа перед печатью.	Файл Предварительный просмотр
	Создание нового макета печати.	Карта Макеты Создать
	Вырезание (удаление в буфер обмена) выделенного элемента или группы элементов	Правка Вырезать
	Копирование выделенного элемента или группы элементов в буфер обмена.	Правка Копировать
	Вставка элемента(ов) из буфера обмена.	Правка Вставить
	Удаление выделенных элементов.	Правка Удалить
	Отмена последнего действия. При многократном нажатии отменяет последние действия в порядке обратном от того, в котором они были произведены.	Правка Отменить
	Возврат результата только что отмененного действия. Работает в паре с предыдущей командой.	Правка Вернуть
	Отображение панели свойств.	Окно Свойства
	Отображение панели Рабочее место.	Окно Рабочее место
	Отображение панели сообщений.	Окно Сообщения
	Отображение окна навигатора.	Окно Навигатор
	Вызов редактора баз данных.	Таблица Редактор баз данных
	Создание таблицы.	Таблица Создать
	Вызов таблицы для просмотра.	Таблица Просмотр
	Вызов окна справочной системы.	Справка Справка по Zulu

Таблица 7.2 - Панель Карта





















		
Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Добавление слоя в карту.	Карта Добавить слой
	Исключение слоя из карты.	Карта Убрать слой
	Настройка параметров слоя.	Карта Настройка слоя
	Включение и выключение режима редактирования слоя.	Карта Редактор слоя
	Отображение списка загруженных слоев.	
	позволяет поменять слои местами, добавить слой, удалить слой, поменять структуру и настройку слоя.	-
	Вызов диалога структуры слоя.	Слой Структура слоя
	Отмена созданной группы объектов.	Карта Группа Отменить
	Смена режима для выделенного (мигающего) объекта.	-
	Поиск объекта по заданному ключу.	Карта Запрос По ключу
	Вызов браузера базы данных.	Запрос По базе данных
	Выделение объектов по атрибутам отображения.	Карта Запрос По атрибутам
	Возврат к предыдущему расположению.	Вид Предыдущий
	Переход вперед (к расположению до выполнения возврата). Активна только после выполнения команды возврата	Вид Вернуться
	Левая часть - установка закладки, правая – выбор закладки и переход по ней.	-
	Переход на уровень вниз.	-
	Переход на уровень вверх.	-
	Создание связи объекта с другой картой.	-
	Обновление связи.	-

Таблица 7.3 - Панель Редактор
(активна только в режиме редактирования)




























Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Установка режима выделения объектов для редактирования.	-
	Установка режима выделения узлов	-
	Выбор типового объекта для нанесения на карту.	-
	Установка режима ввода ломаных линий.	-
	Режим ввода незаполненных прямоугольников.	-
	Режим ввода заполненных прямоугольников.	-
	Режим ввода окружностей.	-
	Режим ввода заполненных окружностей.	-
	Режим ввода многоугольников.	-
	Режим ввода дуг.	-
	Режим ввода сегментов.	-
	Режим ввода заранее выбранного символа.	-
	Режим нанесения надписей.	-
	Добавление узла.	-
	Удаление узла	-
	Вставка символа.	-
	Удаление символа, находящегося на участке (символ удаляется только в том случае, если из него входят и выходят строго по одному, в результате символ удаляется, а участки объединяются в один).	-
	Включение и выключение отображения сетки редактора.	-
	Включение и выключение привязки к сетке.	-
	Включение и выключение отображения узлов объектов.	-
	Включение и выключение режима ортогонального нанесения ребер ломаных	-
	Включение режима поворота выделенного объекта.	-
	Выполнение замыкания вокруг объекта.	-
	Выполнение обхода объекта.	-
	Разбиение объекта.	-
	Трансформация слоя с экрана.	-
	Спрявление углов.	-

Таблица 7.4 - Панель Навигация



























		
Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Установка режима выделения (активизации) объектов активного слоя.	-
	Установка режима выделения объектов прямоугольником.	-
	Установка режима выделения объектов окружностью.	-
	Установка режима выделения объектов произвольным замкнутым многоугольником.	-
	Перестроение окна карты без изменения масштаба и центра изображения (обновить экран).	Вид Обновить
	Отображение всей карты.	Вид По размерам Карты
	Увеличение карты.	Вид Увеличить
	Уменьшение карты.	Вид Уменьшить
	Установка режима произвольного перемещения центра изображения в пределах половины экрана.	-
	Установка режима получения информации по объектам.	-
	Задание новых координат центра отображения.	Вид Задать координаты
	Установка режима измерения расстояний и площадей.	-
	Поиск пути.	Карта Топология Найти путь
	Отмена пути.	Карта Топология Отменить все

Таблица 7.5 - Панель Форматирование

		
Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Выбор шрифта.	-
	Выбор размера текста.	-
	Установка жирного начертания шрифта.	-
	Установка начертания шрифта курсивом.	-
	Установка начертания шрифта с подчеркиванием.	-
	Установка выравнивания по левому краю.	-
	Установка выравнивания по центру.	-
	Установка выравнивания по правому краю.	-
	Выбор цвета шрифта.	-
	Выбор цвета фона.	-


Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Выбор цвета линий.	-

Таблица 7.6 - Панель Стил

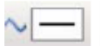



Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Выбор стиля и цвета ломаной.	-
	Выбор стиля заполненных фигур (площадных объектов).	-
	Выбор символа для ввода.	-
	Выбор стиля текста.	-

Таблица 7.7 - Панель Печать








Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Вызов диалога параметров страницы.	Файл Параметры страницы...
	Вызов окна параметров печати карты.	Карта Настройка печати...
	Выделение область печати.	-
	Редактирование области печати.	-

Таблица 7.8 - Панель Бирки

Кнопка	Описание	Соответствующая команда
	Включение режима редактирования надписей выведенных на карту из базы данных (бирок).	-
	Установка режима 1:1: уменьшения надписей пропорционально масштабу карты.	-
	Отмена режима 1:1.	-

[illegible]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов.
2. ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.
3. ГОСТ 19.104-78* ЕСПД. Основные надписи.
4. ГОСТ 19.105-78* ЕСПД. Общие требования к программным документам.
5. ГОСТ 19.106-78* ЕСПД. Общие требования к программным документам, выполненным печатным способом.
6. ГОСТ 19.505-79* ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.
7. ГОСТ 19.604-78* ЕСПД. Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом.
8. Геоинформационная система ZuluThermo 7.0. Руководство пользователя, ООО «Политерм», Санкт-Петербург, 2011 год.
9. Геоинформационная система Zulu7,0. Руководство пользователя, ООО «Политерм», Санкт-Петербург, 2011 год