

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДА МЕДНОГОРСКА ДО 2039 ГОДА
(актуализация на 2024 год)**



**Обосновывающие материалы
к схеме теплоснабжения
Глава 3
Электронная модель системы
теплоснабжения**

СОСТАВ ПРОЕКТА

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения.

Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения.

Часть 1. Функциональная структура теплоснабжения.

Часть 2. Источники тепловой энергии.

Часть 3. Тепловые сети, сооружения на них.

Часть 4. Зоны действия источников тепловой энергии.

Часть 5. Тепловые нагрузки потребителей тепловой энергии, групп потребителей тепловой энергии.

Часть 6. Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки.

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.

Часть 13. Экологическая безопасность теплоснабжения.

Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения.

Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения.

Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей.

Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения.

Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах.

Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии.

Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей.

Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения.

Глава 10. Перспективные топливные балансы.

Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения.

Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое

переворужение и (или) модернизацию.

Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения.

Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия.

Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций.

Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения.

Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения.

Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения.

Глава 19. Оценка экологической безопасности теплоснабжения.

Схема теплоснабжения.

Раздел 1. Показатели существующего и перспективного спроса на тепловую энергию (мощность) и теплоноситель в установленных границах территории города федерального значения.

Раздел 2. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей.

Раздел 3. Существующие и перспективные балансы теплоносителя.

Раздел 4. Основные положения мастер-плана развития систем теплоснабжения.

Раздел 5. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии.

Раздел 6. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей.

Раздел 7. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения.

Раздел 8. Перспективные топливные балансы.

Раздел 9. Инвестиции в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение.

Раздел 10. Решение об определении единой теплоснабжающей организации (организациям).

Раздел 11. Решения о распределении тепловой нагрузки между источниками тепловой энергии.

Раздел 12. Решения по бесхозным тепловым сетям.

Раздел 13. Синхронизация схемы теплоснабжения со схемой газоснабжения и газификации субъекта Российской Федерации и (или) поселения, схемой и программой развития электроэнергетики, а также со схемой водоснабжения и водоотведения поселения, городского округа, города федерального значения.

Раздел 14. Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения.

Раздел 15. Ценовые (тарифные) последствия.

Раздел 16. Обеспечение экологической безопасности теплоснабжения.

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТАВ ПРОЕКТА.....	2
СОДЕРЖАНИЕ	4
СПИСОК ТАБЛИЦ.....	6
СПИСОК РИСУНКОВ	7
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	9
СОКРАЩЕНИЯ	11
Раздел 1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе и с полным топологическим описанием связности объектов.....	12
1.1. Основные понятия и определения	12
1.2. Базовые возможности ГИС Zulu	13
1.3. Моделирование тепловой сети.....	14
1.4. Исходные данные модели тепловой сети	15
1.5. Инженерные расчеты системы теплоснабжения	17
1.6. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе.....	18
Раздел 2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения	21
2.1. Источники тепловой энергии.....	21
2.2. Потребители тепловой энергии	21
2.3. Насосные станции и ЦТП	22
2.4. Паспортизация объектов в системе ZULU	22
Раздел 3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	23
Раздел 4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	24
4.1. Гидравлический расчет Медногорской ТЭЦ	24
4.2. Гидравлический расчет Котельной № 1 «Больничная»	45
4.3. Гидравлический расчет котельной №4 «Никитино»	48
Раздел 5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии	52
Раздел 6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	52
Раздел 7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	52
Раздел 8. Расчет показателей надежности теплоснабжения	52
Раздел 9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	53
Раздел 10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев	

перспективного развития тепловых сетей	53
Раздел 11. Сравнительные данные фактических, утвержденных режимов и данных электронной модели.....	56
Раздел 12. Изменения гидравлических режимов, определяемые в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, с учетом изменений в составе оборудования источников тепловой энергии, тепловой сети и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения.....	56

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Характеристики источников тепловой энергии	21
Таблица 2. Типы присоединений теплопотребляющих установок потребителей к тепловым сетям	21
Таблица 3. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Машиностроителей, 9»	27
Таблица 4. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Мало-Садовая, 4» через ЦТП №5	31
Таблица 5. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – ДЮСША №1, ул. Свердлова, 1а» через ЦТП №7	35
Таблица 6. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Metallургов, 29» через ЦТП №8	39
Таблица 7. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Юбилейная, 19»	46
Таблица 8. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Кооперативная, 7»	47
Таблица 9. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»	49
Таблица 10. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»	51
Таблица 11. Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	52
Таблица 12. Результаты калибровки электронной модели г. Медногорск	56

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Пример представления графической информации.....	20
Рисунок 2. Пример отображения данных паспорта объектов тепловой сети г. Медногорск...	22
Рисунок 3. Кадастровое деление г. Медногорска	23
Рисунок 4. Схема тепловых сетей Медногорской ТЭЦ	25
Рисунок 5. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ к жилому дому по ул. Машиностроителей, 9	26
Рисунок 6. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Машиностроителей, 9»	27
Рисунок 7. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу, ул. Мало-Садовая, 4 через ЦТП №5	29
Рисунок 8. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Мало-Садовая, 4» через ЦТП №5	30
Рисунок 9. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до ДЮСША №1 по адресу, ул. Свердлова, 1а, через ЦТП №7.....	33
Рисунок 10. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – ДЮСША №1, ул. Свердлова, 1а» через ЦТП №7	34
Рисунок 11. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу, ул. Metallургов, 29 через ЦТП №8	37
Рисунок 12. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Metallургов, 29» через ЦТП №8	38
Рисунок 13. Цветовая схема представления удельных потерь давления	40
Рисунок 14. Результат расчета удельных потерь давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ	41
Рисунок 15. Цветовая схема представления располагаемого напора давления	42
Рисунок 16. Результат расчета располагаемого напора давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ	42
Рисунок 17. Результат расчета давления в обратных трубопроводах тепловой сети Медногорской ТЭЦ	43
Рисунок 18. Цветовая схема представления давления в обратных трубопроводах	44
Рисунок 19. Путь движения теплоносителя котельной №1 до жилого дома по ул. Юбилейной, 19.....	45
Рисунок 20. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Юбилейная, 19».....	46
Рисунок 21. Путь движения теплоносителя котельной №1 до жилого дома по ул. Кооперативной, 7	47
Рисунок 22. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Кооперативная, 7»	47
Рисунок 23. Путь движения теплоносителя котельной №4 до жилого дома по ул. Моторной,	

50	48
Рисунок 24. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»	49
Рисунок 25. Путь движения теплоносителя котельной №4 до жилого дома по ул. Моторной, 50	50
Рисунок 26. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»	50
Рисунок 27. Путь движения теплоносителя от новой БМК до ЦТП № 8	53
Рисунок 28. Пьезометрический график работы участка тепловой сети по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2023 г.	54
Рисунок 29. Пьезометрический график работы участка тепловой сети по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2039 г.	55

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей главе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Термины	Определения
Теплоснабжение	Обеспечение потребителей тепловой энергии тепловой энергией, теплоносителем, в том числе поддержание мощности.
Система теплоснабжения	Совокупность источников тепловой энергии и теплопотребляющих установок, технологически соединенных тепловыми сетями.
Схема теплоснабжения	Документ, содержащий предпроектные материалы по обоснованию эффективного и безопасного функционирования системы теплоснабжения, ее развития с учетом правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности
Источник тепловой энергии	Устройство, предназначенное для производства тепловой энергии
Тепловая сеть	Совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок.
Потребитель топлива (далее потребитель)	Лицо, приобретающее топливо для использования на, принадлежащих ему на праве собственности или ином законном основании, топливопотребляющих установках
Теплоснабжающая организация	Организация, осуществляющая продажу потребителям и (или) теплоснабжающим организациям произведенных или приобретенных тепловой энергии (мощности), теплоносителя и владеющая на праве собственности или ином законном основании источниками тепловой энергии и (или) тепловыми сетями в системе теплоснабжения, посредством которой осуществляется теплоснабжение потребителей тепловой энергии (данное положение применяется к регулированию сходных отношений с участием индивидуальных предпринимателей).
Теплосетевая организация	Организация, оказывающая услуги по передаче тепловой энергии (данное положение применяется к регулированию сходных отношений с участием индивидуальных предпринимателей).
Зона действия системы теплоснабжения	Территория городского округа или ее часть, границы которой устанавливаются по наиболее удаленным точкам подключения потребителей к тепловым сетям, входящим в систему теплоснабжения.
Котельно-печное топливо	Любое топливо, которое используется организацией, кроме моторного топлива
Коэффициент использования тепла топлива	Коэффициент, который определяет эффективность преобразования внутренней энергии углеродного топлива в электрическую и тепловую энергию при сжигании топлива в котлах ТЭС
Установленная мощность источника тепловой энергии	Сумма номинальных тепловых мощностей всего принятого по акту ввода в эксплуатацию оборудования, предназначенного для отпуска тепловой энергии потребителям на собственные и хозяйственные нужды
Располагаемая мощность источника тепловой энергии	Величина, равная установленной мощности источника тепловой энергии за вычетом объемов мощности, не реализуемой по техническим причинам, в том числе по причине снижения тепловой мощности оборудования в результате эксплуатации на продленном техническом ресурсе (снижение параметров пара перед турбиной, отсутствие рециркуляции в пиковых водогрейных котлоагрегатах и др.)
Мощность источника тепловой энергии нетто	Величина, равная располагаемой мощности источника тепловой энергии за вычетом тепловой нагрузки на собственные и хозяйственные нужды
Топливоно-энергетический баланс	Документ, содержащий взаимосвязанные показатели количественного соответствия поставок энергетических ресурсов на территорию субъекта Российской Федерации или муниципального образования и их потребления, устанавливающий распределение энергетических ресурсов между системами теплоснабжения, потребителями, группами потребителей и позволяющий определить эффективность использования энергетических ресурсов
Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии	Режим работы теплоэлектростанций, при котором производство электрической энергии непосредственно связано с одновременным производством тепловой энергии

Термины	Определения
Неснижаемый нормативный запас топлива	Запас топлива, создаваемый на электростанциях и котельных организаций электроэнергетики для поддержания плюсовых температур в главном корпусе, вспомогательных зданиях и сооружениях в режиме "выживания" с минимальной расчетной электрической и тепловой нагрузкой по условиям самого холодного месяца года
Нормативный эксплуатационный запас топлива	Запас топлива, необходимый для надежной и стабильной работы электростанций и котельных, обеспечивающий плановую выработку электрической и (или) тепловой энергии
Общий нормативный запас основного и резервного видов топлива	Общий нормативный запас основного и резервного видов топлива, определяемый по сумме объемов неснижаемого нормативного запаса топлива и нормативного эксплуатационного запаса топлива
Условное топливо	Принятая при расчетах единица учета органического топлива, которая используется для счисления полезного действия различных видов топлива в их суммарном учете
Энергетический ресурс	Носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии)
Элемент территориального деления	Территория городского округа или ее часть, установленная по границам административно-территориальных единиц.
Расчетный элемент территориального деления	Территория городского округа или ее часть, принятая для целей разработки схемы теплоснабжения в неизменяемых границах на весь срок действия схемы теплоснабжения.
Технологическая зона	Единица укрупненного деления территории города по зонально-технологическому принципу, объединяющая несколько тепловых районов или совпадающая с границами теплового района.
Тепловой район	Единица территориального деления, в границах которой осуществляются технологические процессы производства, передачи и потребления тепловой энергии.
Централизованное теплоснабжение	Теплоснабжение потребителей от источников тепла через общую тепловую сеть.

СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей главе применяют следующие сокращения:

- ВК – водогрейный котел;
- ПВК – пиковая водогрейная котельная;
- ПГУ – парогазовая установка;
- ПСГ, ПСВ – подогреватель сетевой воды;
- РОУ – редукиционно-охладительная установка;
- РСО – ресурсоснабжающая организация;
- СН – собственные нужды;
- ХН – хозяйственные нужды;
- ТСЖ – товарищество собственников жилья;
- ТСО – теплоснабжающая организация;
- ТС – тепловые сети;
- ТФУ – теплофикационная установка;
- ТЭ – тепловая энергия;
- ТЭК – топливно-энергетический комплекс;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- ЕТО – единая теплоснабжающая организация;
- ЖСК – жилищно-строительный кооператив;
- ОИЭК – организации инженерно-энергетического комплекса;
- МУП – муниципальное унитарное предприятие;
- ЕГСТ – единая газотранспортная система;
- КС – компрессорная станция;
- МГ – магистральный газопровод;
- АО – акционерное общество;
- ОЗНТ – общий нормативный запас основного и резервного видов топлива;
- ООО – общество с ограниченной ответственностью;
- ННЗТ – неснижаемый нормативный запас топлива;
- НЭЗТ – нормативный эксплуатационный запас топлива;
- ПХГ – подземное хранилище газа;
- РТХ – резервное топливное хозяйство;
- ТЭБ - топливно-энергетический баланс;
- ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;
- ТЭС – тепловая электростанция;
- ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;
- УРУТ – удельный расход условного топлива;
- ФГБУ «ЦЖКУ» Минобороны России – федеральное государственное бюджетное учреждение "Центральное жилищно-коммунальное управление" министерства обороны;
- ЭС – электростанция;
- ЭЭ – электрическая энергия;
- ОАО «РЖД» – открытое акционерное общество «Российские железные дороги».

Раздел 1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе и с полным топологическим описанием связности объектов

1.1. Основные понятия и определения

Геоинформационная система (ГИС) - информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных. ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений (векторных, растровых), включает соответствующий задачам набор функциональных возможностей ГИС, в которых реализуются операции геоинформационных технологий, поддерживается аппаратным, программным, информационным обеспечением.

ГИС Zulu хранит два типа информации — графическую и семантическую.

Графические данные — это набор графических слоев системы. Графический слой представляет собой совокупность пространственных объектов, относящихся к одной теме в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев.

Семантические данные представляют собой описание по объектам графической базы. Информация в семантическую базу данных заносится пользователем. Семантическая база данных представляет собой набор таблиц, информационно связанных друг с другом. Одна из таблиц должна обязательно содержать поле связи с картой (по умолчанию это поле называется SYS), т.е. то поле, в которое заносятся ключевые значения (ID) графических объектов.

Слой - совокупность пространственных объектов, относящихся к одной теме (классу объектов) в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. Послойное или многослойное представление является наиболее распространенным способом организации пространственных данных в послойно-организованных ГИС.

Слой является основной информационной единицей системы Zulu. Слои предназначены для хранения графических объектов. Внутри слоя каждый объект имеет идентификатор (ключ), его также называют ID объекта.

Идентификатор (ID) - уникальный (в пределах слоя) номер, приписываемый пространственному объекту слоя, присваиваться автоматически, служит для связи позиционной и непозиционной части пространственных данных.

По способу хранения графической информации существуют следующие слои:

- векторные;
- растровые;
- слой рельефа;
- слои с серверов.

Векторный слой может содержать: точечные (пиктограммы или «символы»), текстовые, линейные (линии, полилинии), площадные (контуры, поликонтуры) объекты. Кроме того, в векторном слое графические объекты независимо от их графического типа делятся на две разновидности: простые графические объекты (примитивы) и типовые (классифицированные) графические объекты.

Простые графические объекты содержат все атрибуты отображения внутри себя.

Типовые графические объекты содержат лишь ссылку на типовую структуру, которая и определяет графический тип, атрибуты отображения и текущее состояние объекта (такие объекты, как правило, используют при нанесении инженерных сетей).

Простые графические объекты могут быть связаны с одной семантической базой данных, общей для всего слоя. Типовые графические объекты связываются только с семантической базой своего типа.

Растровый слой задается файлом изображения и координатами на местности, соответствующими изображению, так называемым описателем растрового слоя. Информация о растровых объектах хранится в файлах с расширением ZRS. Эти файлы имеют простой текстовый формат. Растровая группа – это объединение растровых объектов, рассматриваемых системой как один объект.

Модели рельефа, построенные в системе Zulu, хранятся в виде особых слоев. В слоях рельефа хранится триангуляционная сетка, для точек вершин которой задана высота над уровнем моря.

В системе помимо растровых и векторных слоев имеется возможность использовать слои с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (Web Map Service).

Карта является основным документом системы Zulu. Она содержит список слоев с параметрами их отображения, характерными для данной карты. Карта может иметь одно или несколько окон. Через окна карты пользователь может работать со слоями карты: просматривать, осуществлять запросы, редактировать, выводить на печать и т.д. Физически карта является двоичным файлом с расширением ZMP (ZuluMaP).

Карта не содержит графической информации. Графическая информация находится в слоях, а карта хранит только список их имен. При этом слои и файлы карты могут располагаться на компьютере в разных местах. Удалив с диска файл карты, можно потерять только настройки отображения слоев для данной карты.

1.2. Базовые возможности ГИС Zulu

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

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

При создании и корректировке электронной модели ГИС Zulu позволяет:

- осуществлять обработку растровых изображений форматов при помощи встроенного графического редактора;

- пользоваться данными с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (Web Map Service);
- при векторизации использовать как примитивные объекты (символьные, текстовые, линейные, площадные) так и типовые объекты, описываемые самостоятельно в структуре слоя;
- работать с семантическими данными, подключаемыми к слою из внешних источников BDE, ODBC или ADO через описатели баз данных;
- 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 теплоснабжения и режимов их функционирования;
- создавать расчетные схемы инженерных коммуникаций с автоматическим формированием топологии сети и соответствующих баз данных;
- изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов;
- решать топологические задачи (изменение состояния объектов (переключения), поиск отключающих устройств, поиск кратчайших путей, поиск связанных объектов, поиск колец).

1.3. Моделирование тепловой сети

Пакет ZuluThermo, основой для работы которого является ГИС Zulu, позволяет создать расчетную математическую модель тепловой сети, выполнить ее паспортизацию, и на основе созданной модели решать информационные задачи, задачи топологического анализа, и выполнять различные теплогидравлические расчеты.

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. 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 – это символичный 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.

Участок – это линейный объект, на котором не меняются: диаметр трубопровода, тип прокладки, вид изоляции, расход теплоносителя.

Потребитель – это символичный объект тепловой сети, характеризующийся потреблением тепловой энергии и сетевой воды.

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

Узел – это символичный объект тепловой сети. В тепловой сети узлами являются все объекты сети, кроме источника, потребителя и участков. В математической модели внутреннее представление объектов (кроме источника, потребителя, перемычки, ЦТП и регуляторов) моделируется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.

Насосная станция – символичный объект тепловой сети, характеризующийся заданным напором или напорно-расходной характеристикой установленного насоса.

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.

1.4. Исходные данные модели тепловой сети

Прежде чем приступить к инженерным расчетам, необходимо занести исходные данные, достаточно полно характеризующие все основные объекты тепловой сети. В зависимости от вида проводимого расчета, может потребоваться занести дополнительные данные к уже введенным. Исходные данные хранятся в соответствующей базе данных, которая подключается к схеме, описывающую топологию сети.

Перечень исходных данных, описывающих источник сети:

- геодезическая отметка, м;
- температура в подающем трубопроводе, °С;
- значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе, на которое было выполнено проектирование системы централизованного теплоснабжения, °С;
- температура холодной водопроводной воды, °С;

- температура наружного воздуха, °C;
- располагаемый напор на выходе из источника, м;
- напор в обратном трубопроводе на источнике, м;
- текущая температура наружного воздуха, °C;
- другие данные, необходимые для некоторых типов расчетов.
- Перечень исходных данных, описывающих потребителя тепловой энергии:
 - высота здания потребителя, м;
 - схема подключения потребителя – выбирается схема присоединения узла ввода;
 - значение температуры сетевой воды, на которое было выполнено проектирование систем отопления (СО) и вентиляции (СВ);
 - расчетная нагрузка на отопление $G_{\text{кал/ч}}$;
 - расчетная температура воды на входе в СО, °C;
 - расчетная температура воды на выходе из СО, °C;
 - расчетная температура внутреннего воздуха для СО, °C;
 - наличие регулятора на отопление;
 - для зависимых схем, с непосредственным, элеваторным или насосным смещением необходимо дополнительно занести расчетный располагаемый напор в СО, м;
 - для независимых схем, подключенных через теплообменный аппарат? необходимо дополнительно указать количество секций теплообменного аппарата (ТО) на СО, потери напора в секциях ТО на СО, м, и др.;
 - фактически установленное оборудование: коэффициент пропускной способности регулятора СО, номер установленного элеватора, диаметр установленного сопла элеватора, мм, количество и характеристики установленных шайбы на систему отопления;
 - расчетная нагрузка на вентиляцию $G_{\text{кал/ч}}$;
 - расчетная температура наружного воздуха для СВ, °C;
 - расчетная температура внутреннего воздуха для СВ, °C;
 - установленные шайбы на систему вентиляции – количество и размеры;
 - расчетная средняя нагрузка на ГВС $G_{\text{кал/ч}}$;
 - температура воды на ГВС, °C;
 - наличие регулятора температуры;
 - доля циркуляции от расхода на ГВС, %;
 - для систем ГВС с закрытым водоразбором указываются количество секций ТО ГВС I ступени, количество параллельных групп ТО ГВС I ступень и т.д.

Перечень исходных данных, описывающих обобщенного потребителя тепловой энергии:

- геодезическая отметка, м;

- способ задания нагрузки - указывается способ задания нагрузки на обобщенном потребителе: расходом или сопротивлением;
- требуемый напор, м;
- доля водоразбора из подающего трубопровода - задается доля отбора воды (от 0 до 1) из подающего трубопровода при открытом водоразборе системы горячего водоснабжения;
- при задании нагрузки расходом указывается суммарный расход воды на СО, СВ и закр. системы ГВС, т/ч;
- расход воды на открытый водоразбор или величина расхода, учитывающего утечки теплоносителя в подающем трубопроводе, т/ч.

Перечень исходных данных, описывающих участок тепловой сети:

- длина участка, м;
- внутренний диаметр подающего и обратного трубопроводов, м;
- шероховатость подающего и обратного трубопроводов, м;
- коэффициент местного сопротивления подающего и обратного трубопроводов;
- местные сопротивления подающего и обратного трубопроводов;
- данные для расчета тепловых потерь через изоляцию.

Дополнительно к рассмотренным элементам системы теплоснабжения, необходимы исходные данные по другим объектам тепловой сети, таким как насосные станции, центральные тепловые пункты, регуляторы давления и расхода.

При проведении соответствующих расчетов тепловой сети с учетом тепловых потерь через теплоизоляцию трубопроводов, рассчитываемых по нормам или по фактическому состоянию изоляции, также необходимы дополнительные данные по участкам тепловой сети (тип прокладки, среднегодовые температуры сетевой воды, воздуха и грунта, тип теплоизоляционного материала и др.).

1.5. Инженерные расчеты системы теплоснабжения

Электронная модель системы теплоснабжения, разработанная в ГИС Zulu, обеспечивает проведение необходимых инженерных расчетов, связанных с эксплуатацией существующих и проектированием новых тепловых сетей:

- расчет тупиковых и кольцевых тепловых сетей, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников;
- 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;
- наладочный гидравлический расчет, целью которого 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, а также места их установки. Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. На тепловой сети могут быть установлены насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки;

- поверочный гидравлический расчет тепловой сети для определения 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. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения;
- расчет и построение пьезометрического графика, который наглядно иллюстрирует результаты гидравлического расчета. При этом на экран выводится 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. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем;

Расчет тепловых сетей можно проводить с учетом:

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

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.

1.6. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе

В соответствии с требованиями методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения (утверждены в соответствии с Постановлением Правительства РФ №154. [3]) в части разработки электронной модели системы теплоснабжения городов, выполнена

разработка модели второго уровня.

Электронная модель второго уровня включает описание магистральных и распределительных (квартальных) тепловых сетей до конечных потребителей и характеристики потребителей. На данном этапе описана топологическая связность объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые камеры, участки тепловых сетей, ЦТП, потребители). Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы теплоснабжения. В результате выполнения работы создана гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения города. Разработанная электронная модель содержит в своем составе следующие слои:

- Тепловые сети
- Зоны действия источников теплоснабжения
- Перспективные объекты строительства
- Перспективные тепловые сети

Ниже приведены основные элементы тепловой сети, используемые при разработке электронной модели:



- Источник теплоснабжения;



- Потребитель (отопление и вентиляция);



- Потребитель (ГВС);



- Потребитель (Перспектива);



- Тепловая камера;



- ЦТП;



- Насосная станция;



- Тепловая сеть;



- Сеть ГВС;



- Тепловая сеть (Перспектива).

Пример представления слоёв гидрографии, растительности, зданий, кварталов, дорог, улиц и тепловой сети г. Медногорска приведены на рисунке 1.

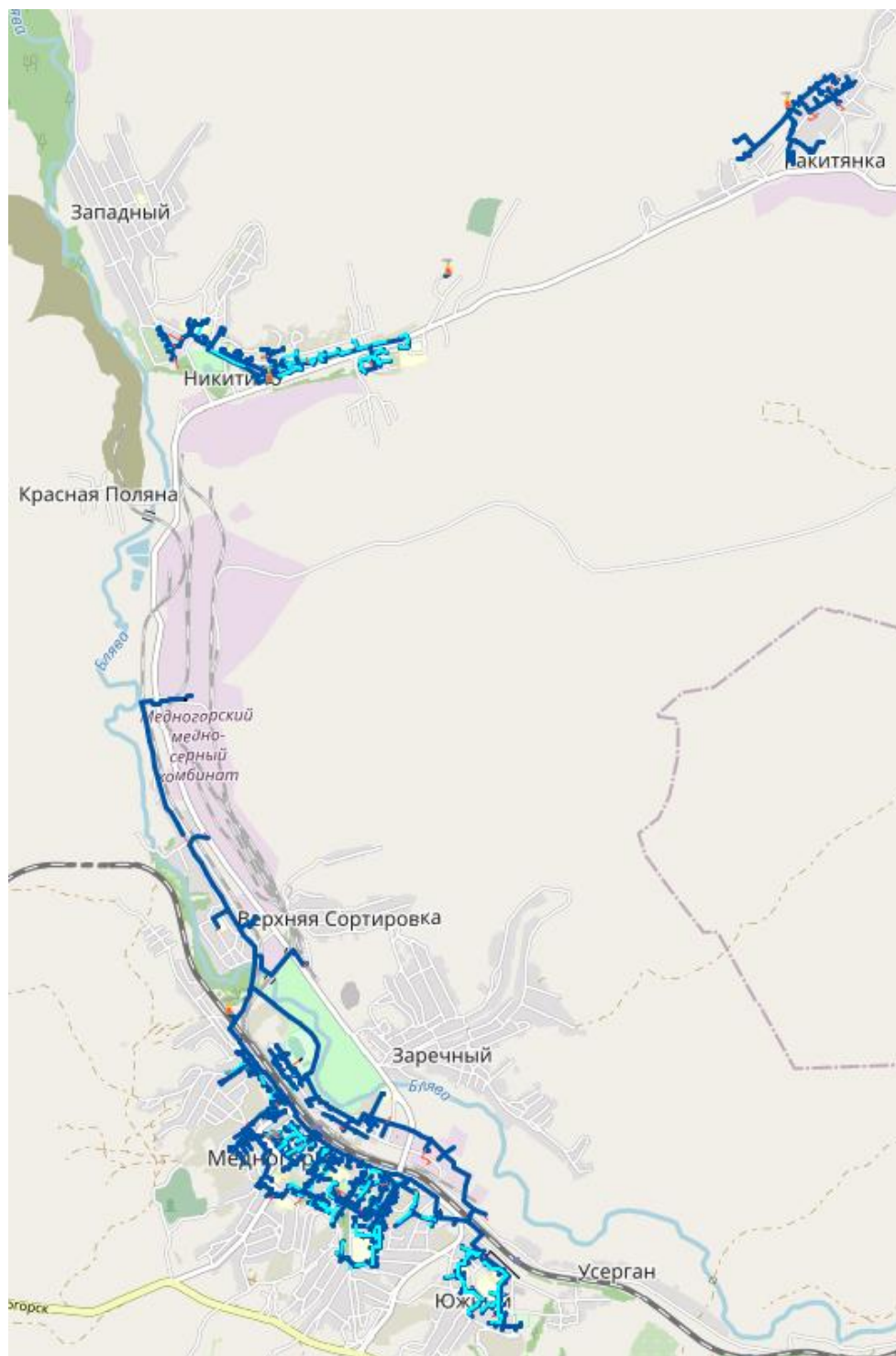


Рисунок 1. Пример представления графической информации

Раздел 2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения

2.1. Источники тепловой энергии

Электронная модель включает описание и характеристики источников тепловой энергии. Перечень источников тепловой энергии, включенных в электронную модель, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики источников тепловой энергии

№ п/п	Наименование источника	Адрес источника тепловой энергии	Теплоснабжающая организация
1	Медногорская ТЭЦ	г. Медногорск, ул. Заводская, д. 1, корп. "А"	Филиал «Оренбургский» ПАО «Т Плюс»
2	Котельная № 1 «Больничная»	г. Медногорск, поселок Раки-тянка, ул. Больничная, 1	Филиал «Оренбургский» ПАО «Т Плюс»
3	Котельная № 4 «Никитино»	г. Медногорск, поселок Никитино, ул. Тульская, 18а	Филиал «Оренбургский» ПАО «Т Плюс»

2.2. Потребители тепловой энергии

Электронная модель включает описание и характеристики конечных потребителей тепловой энергии. Номера схем, их название и количество подключенных потребителей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Типы присоединений теплопотребляющих установок потребителей к тепловым сетям

Номер схемы присоединения	Описание схемы	Количество подключенных потребителей	Доля подключенных потребителей, %
2	Потребитель без ГВС, с элеваторным присоединением СО	20	3,08
4	Потребитель без ГВС, с непосредственным присоединением СО	339	52,23
5	Потребитель без ГВС, с насосным присоединением СО (насос на перемычке)	2	0,31
6	Потребитель без ГВС, с элеваторным присоединением СО	1	0,15
7	Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО	16	2,47
13	Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО	1	0,15
14	Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО	1	0,15
19	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО	17	2,62
20	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО	1	0,15
21	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ (насос на перемычке)	2	0,31
26	Потребитель с открытым водоразбором и циркуляционной линией после ЦТП	244	37,60
27	Потребитель с подогревателями ГВС	1	0,15
28	Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и непосредственным присоединением СО	4	0,62
Сумма		649	100

2.3. Насосные станции и ЦТП

Электронная модель включает описание и характеристики насосных станций и ЦТП.

Перечень насосных станций и ЦТП, включенных в электронную модель, с описанием установленного на них оборудования представлен в Главе 1.

2.4. Паспортизация объектов в системе ZULU

На рисунке 2 представлен вариант отображения данных базы паспорта объектов тепловой сети города Медногорск.

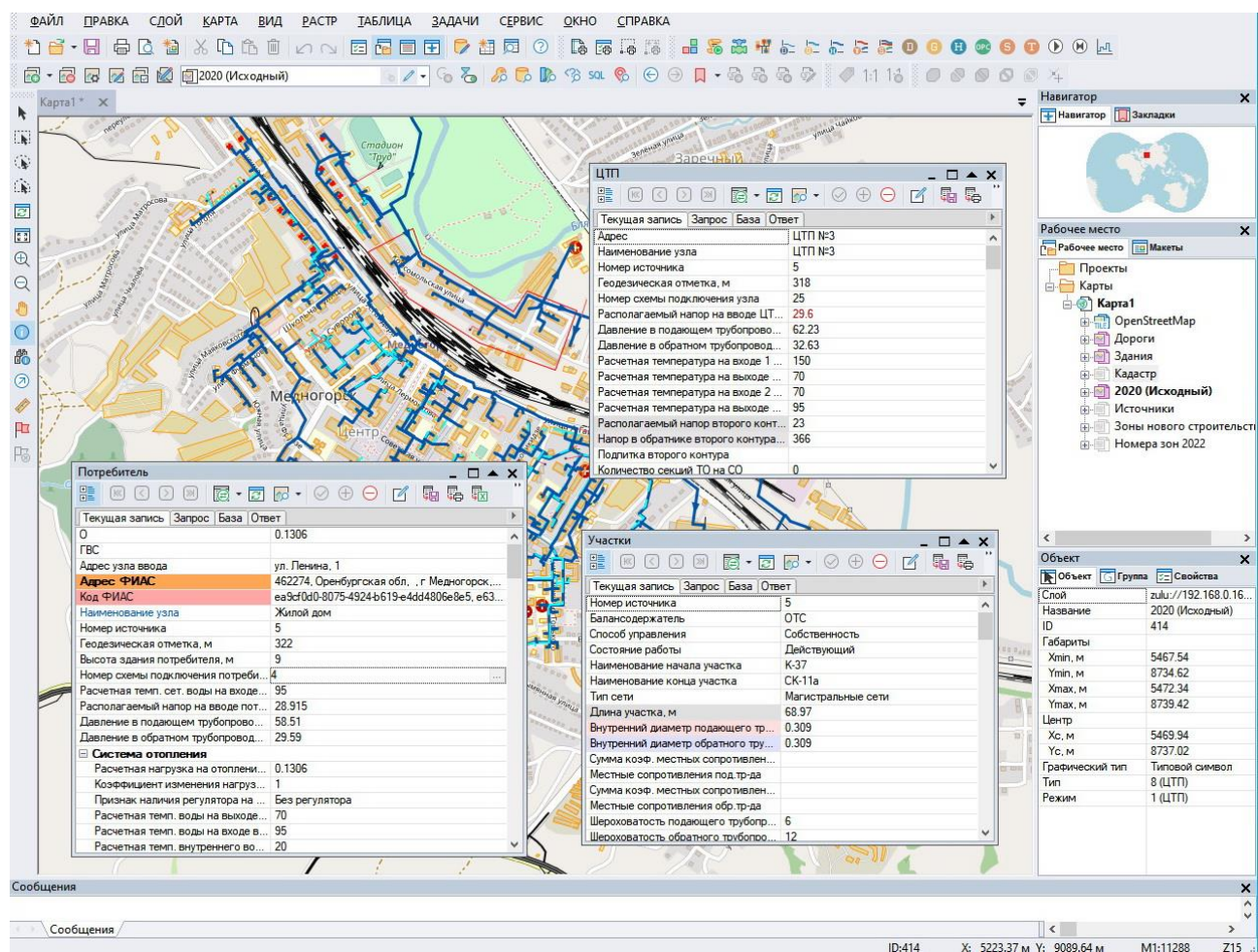


Рисунок 2. Пример отображения данных паспорта объектов тепловой сети г. Медногорск

Раздел 3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

За расчетную единицу территориального деления принимаются кадастровые кварталы. Схема кадастрового деления г. Медногорска с наложенными тепловыми сетями и источниками теплоснабжения приведена на рисунке 3. Деление города на административные районы отсутствует.

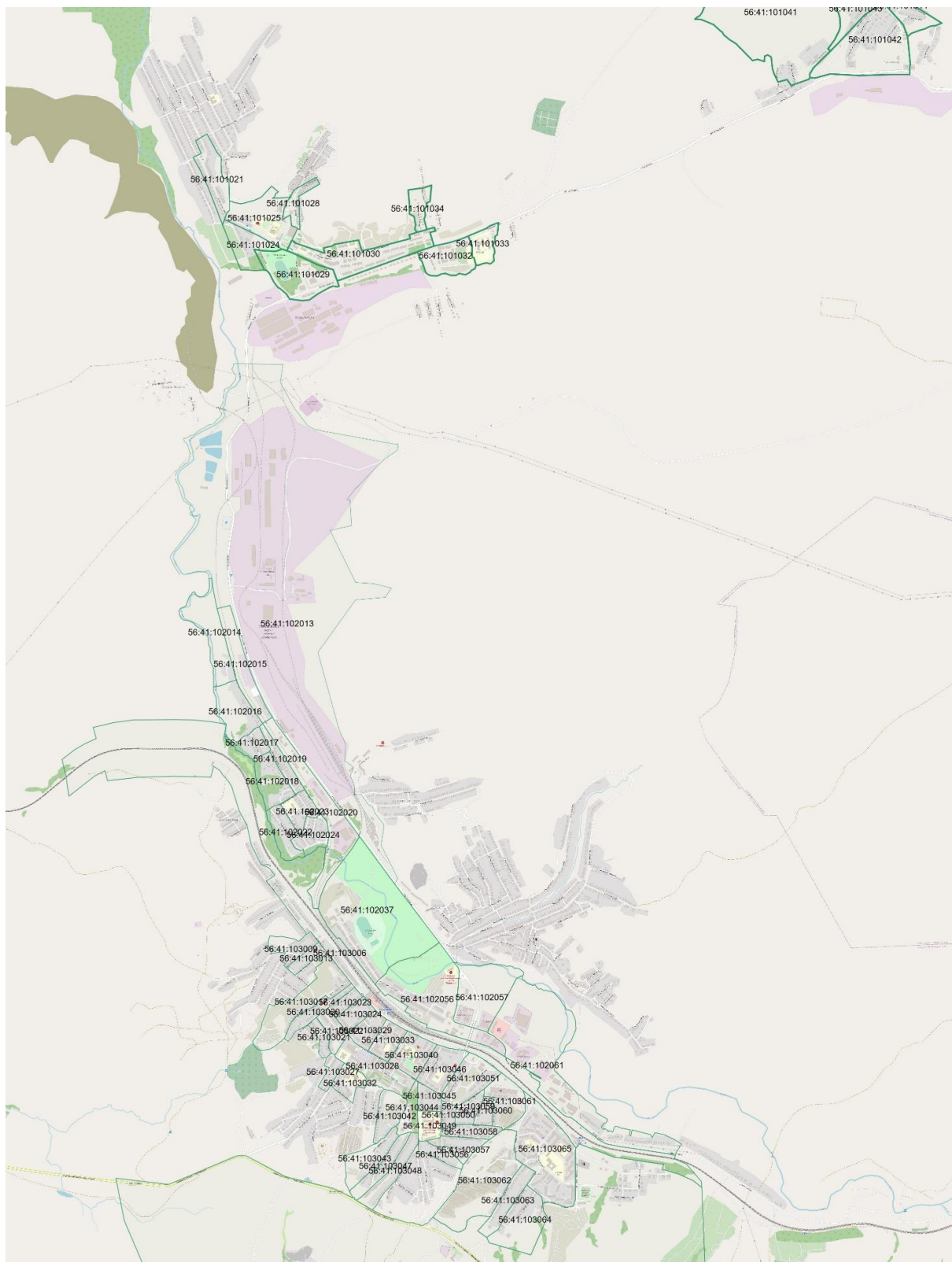


Рисунок 3. Кадастровое деление г. Медногорска

Раздел 4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

4.1. Гидравлический расчет Медногорской ТЭЦ

Результаты гидравлического расчета:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	28,229 Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	17,124 Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0,423 Гкал/ч
Расход тепла на системы ГВС (после ЦТП)	0,826 Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	6,303 Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0,732 Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	1,58530 Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0,85422 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0,18005 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0,10332 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	0,09846 Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	792,970 т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	766,259 т/ч
Суммарный расход на подпитку	26,711 т/ч
Суммарный расход на систему отопления	654,588 т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	32,113 т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (после ЦТП)	17,999 т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	0,819 т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	112,726 т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	2,99555 т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	2,99727 т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	2,71919 т/ч
Давление в подающем трубопроводе	94,900 м
Давление в обратном трубопроводе	29,900 м
Располагаемый напор	65,000 м
Температура в подающем трубопроводе	74,100°С
Температура в обратном трубопроводе	39,668°С

Схема тепловых сетей Медногорской ТЭЦ представлена на рисунке 4.

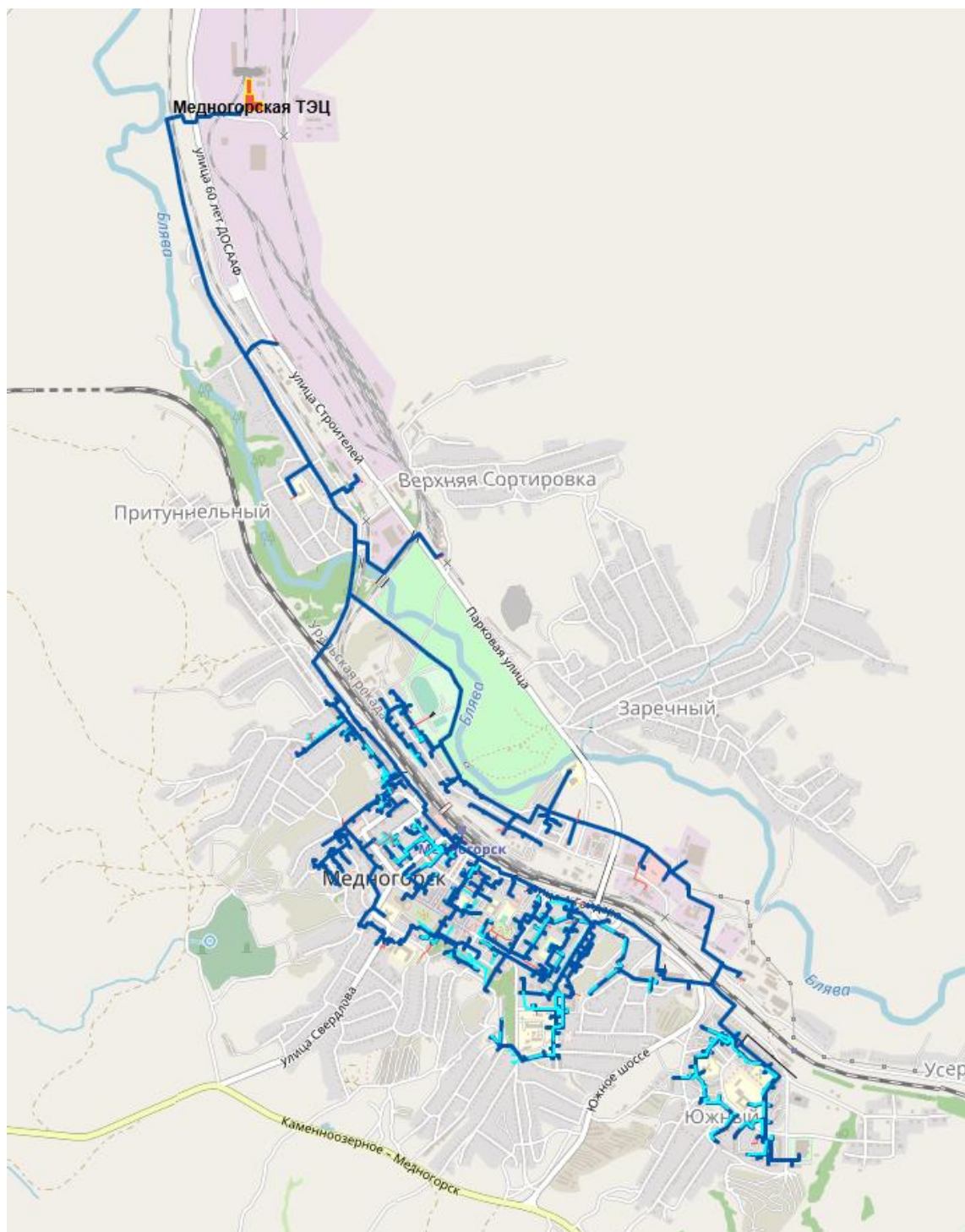


Рисунок 4. Схема тепловых сетей Медногорской ТЭЦ

Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу: ул. Машиностроителей, 9 представлен на рисунке 5.

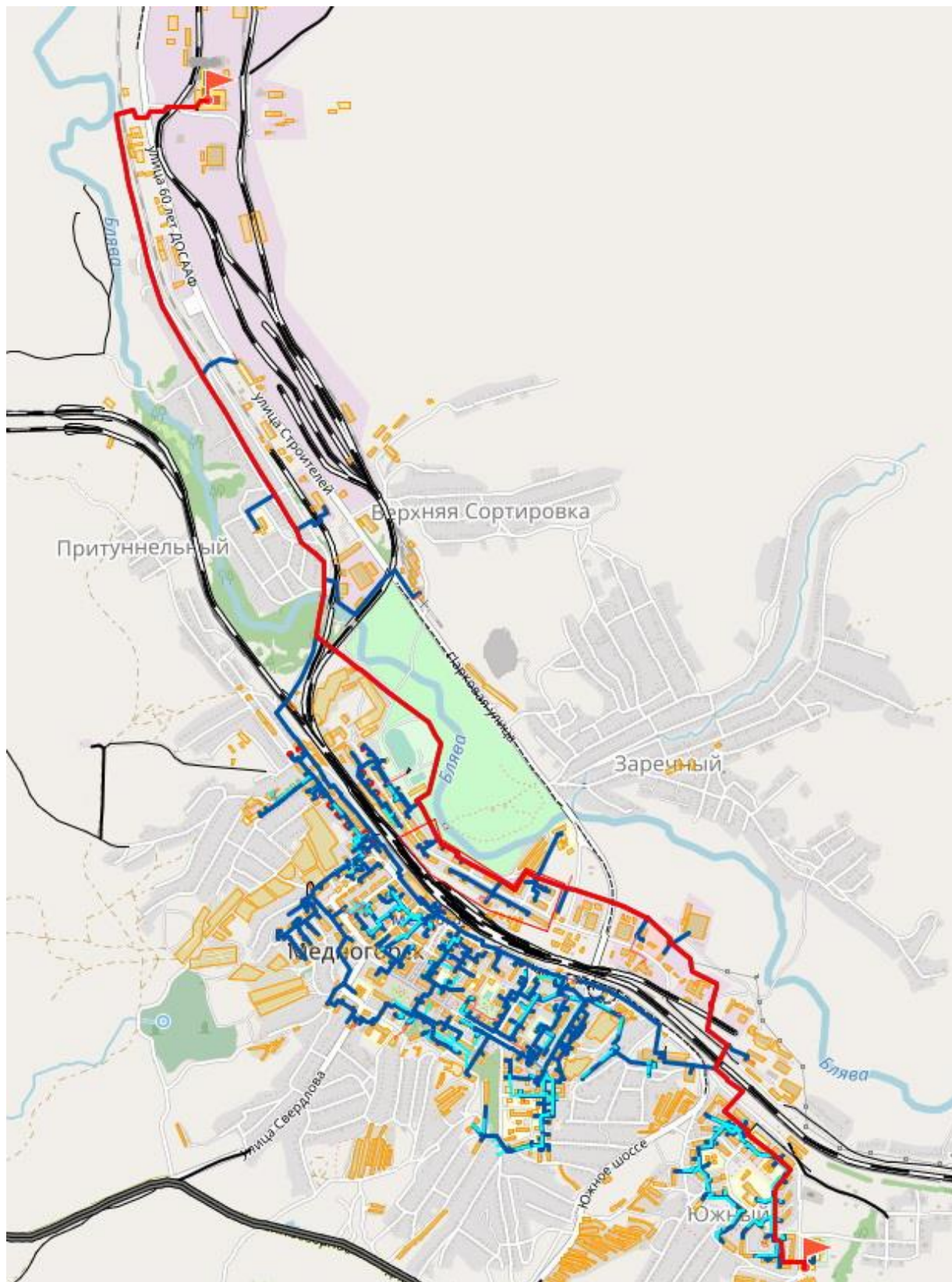


Рисунок 5. Путь движения теплоносителя от Медногоговской ТЭЦ к жилому дому по ул. Машиностроителей, 9

Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Машиностроителей, 9» представлен на рисунке 6. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 3.

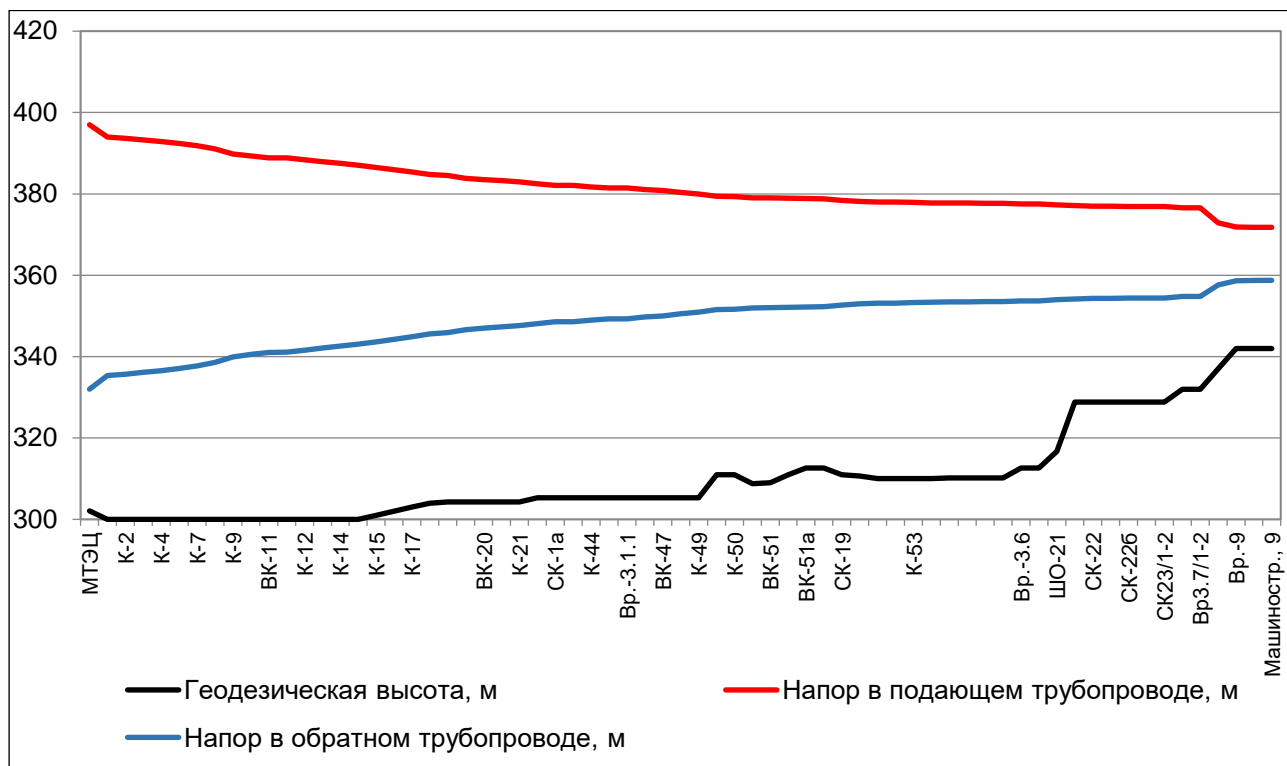


Рисунок 6. Пьезометрический график по направлению
«МТЭЦ – Жилой дом, ул. Машиностроителей, 9»

Таблица 3. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Машиностроителей, 9»

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
МТЭЦ	302,10	397,00	332,00	65,00	540,00	0,51
К-1	300,00	393,98	335,36	58,62	58,18	0,51
К-2	300,00	393,65	335,72	57,93	65,57	0,51
К-3	300,00	393,28	336,13	57,16	70,42	0,51
К-4	300,00	392,89	336,56	56,33	91,18	0,51
К-6	300,00	392,38	337,13	55,25	98,97	0,51
К-7	300,00	391,83	337,75	54,08	137,01	0,51
К-8	300,00	391,06	338,60	52,46	218,92	0,51
К-9	300,00	389,84	339,96	49,87	92,71	0,51
К-10	300,00	389,32	340,54	48,78	84,27	0,51
БК-11	300,00	388,85	341,06	47,78	2,00	0,51
БК11/1-2	300,00	388,84	341,08	47,76	81,85	0,51
К-12	300,00	388,38	341,59	46,79	82,63	0,51
К-13	300,00	387,92	342,10	45,83	77,03	0,51
К-14	300,00	387,50	342,57	44,93	78,46	0,51
К-15	300,00	387,06	343,05	44,01	99,37	0,51
К-15	301,00	386,51	343,66	42,85	101,86	0,51
К-16	302,00	385,95	344,29	41,66	99,99	0,51
К-17	303,00	385,40	344,91	40,49	117,98	0,51
К-18	304,00	384,75	345,63	39,12	44,55	0,51
	304,30	384,51	345,90	38,61	122,84	0,51
К-19	304,30	383,84	346,65	37,19	61,99	0,51
БК-20	304,30	383,50	347,03	36,47	47,23	0,51
	304,30	383,24	347,32	35,92	55,59	0,51
К-21	304,30	382,96	347,63	35,32	90,26	0,51
К-22	305,30	382,50	348,14	34,35	79,69	0,51
СК-1а	305,30	382,09	348,60	33,50	0,50	0,41
СК1а/1-2	305,30	382,09	348,60	33,49	124,19	0,41
К-44	305,30	381,72	349,01	32,72	76,00	0,41

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
K-45	305,30	381,50	349,26	32,24	11,69	0,41
Вр.-3.1.1	305,30	381,46	349,30	32,17	134,63	0,41
BK-46	305,30	381,07	349,74	31,32	86,86	0,41
BK-47	305,30	380,81	350,03	30,78	163,15	0,41
K-48	305,30	380,33	350,57	29,76	117,39	0,41
K-49	305,30	379,98	350,96	29,02	192,63	0,41
Вр.-3.1	311,00	379,41	351,60	27,82	23,08	0,41
K-50	311,00	379,36	351,66	27,70	131,78	0,41
Вр.-3.2	308,80	379,05	352,00	27,06	8,85	0,41
BK-51	309,00	379,04	352,02	27,02	28,38	0,41
CK-17	311,00	378,98	352,08	26,89	59,14	0,41
BK-51a	312,60	378,85	352,22	26,63	41,20	0,41
CK-18	312,60	378,77	352,32	26,45	167,97	0,41
CK-19	311,00	378,43	352,70	25,73	192,65	0,41
CK-20	310,70	378,16	353,00	25,16	124,55	0,41
	310,00	378,03	353,15	24,88	29,18	0,41
BK-52	310,00	378,00	353,18	24,82	95,82	0,41
K-53	310,00	377,90	353,30	24,61	44,00	0,35
	310,00	377,80	353,42	24,38	87,00	0,51
	310,20	377,77	353,45	24,32	32,00	0,41
K-54	310,20	377,73	353,48	24,25	83,00	0,51
	310,20	377,71	353,51	24,19	9,00	0,41
Вр.-3.4	310,20	377,70	353,53	24,17	138,14	0,41
Вр.-3.6	312,60	377,56	353,68	23,87	6,31	0,41
Вр.-3.5	312,60	377,55	353,69	23,86	261,61	0,41
ШО-21	316,70	377,30	353,98	23,32	190,26	0,41
CK-21a	328,80	377,11	354,19	22,92	101,45	0,41
CK-22	328,80	377,01	354,30	22,71	49,97	0,41
CK-22a	328,80	376,97	354,36	22,61	36,25	0,41
CK-22б	328,80	376,93	354,40	22,54	15,01	0,41
CK-23	328,80	376,92	354,41	22,51	0,50	0,41
CK23/1-2	328,80	376,92	354,41	22,51	381,71	0,41
	332,00	376,59	354,79	21,80	0,20	0,13
Вр3.7/1-2	332,00	376,59	354,79	21,80	600,00	0,13
	337,00	372,91	357,65	15,26	300,00	0,13
Вр.-9	342,00	371,87	358,68	13,19	22,00	0,07
	342,00	371,80	358,75	13,06	5,00	0,07
Машиностр., 9	342,00	371,79	358,76	13,03		

Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу: ул. Мало-Садовая, 4 через ЦТП №5 представлен на рисунке 7.

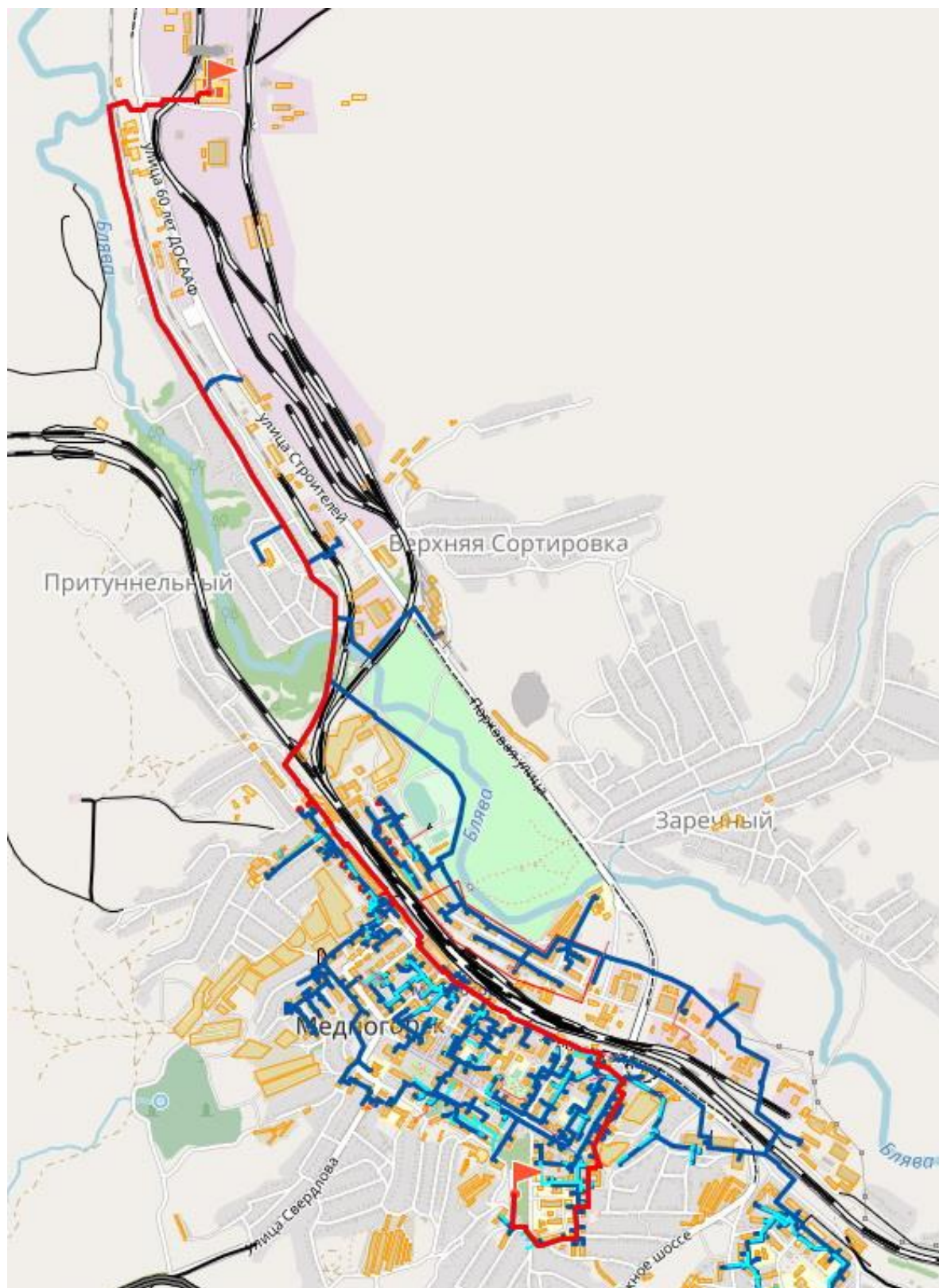


Рисунок 7. Путь движения теплоносителя от Медногогорской ТЭЦ до жилого дома по адресу, ул. Мало-Садовая, 4 через ЦТП №5

Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – ЦТП №5 – Жилой дом, ул. Мало-Садовая, 4» представлен на рисунке 8. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 4.

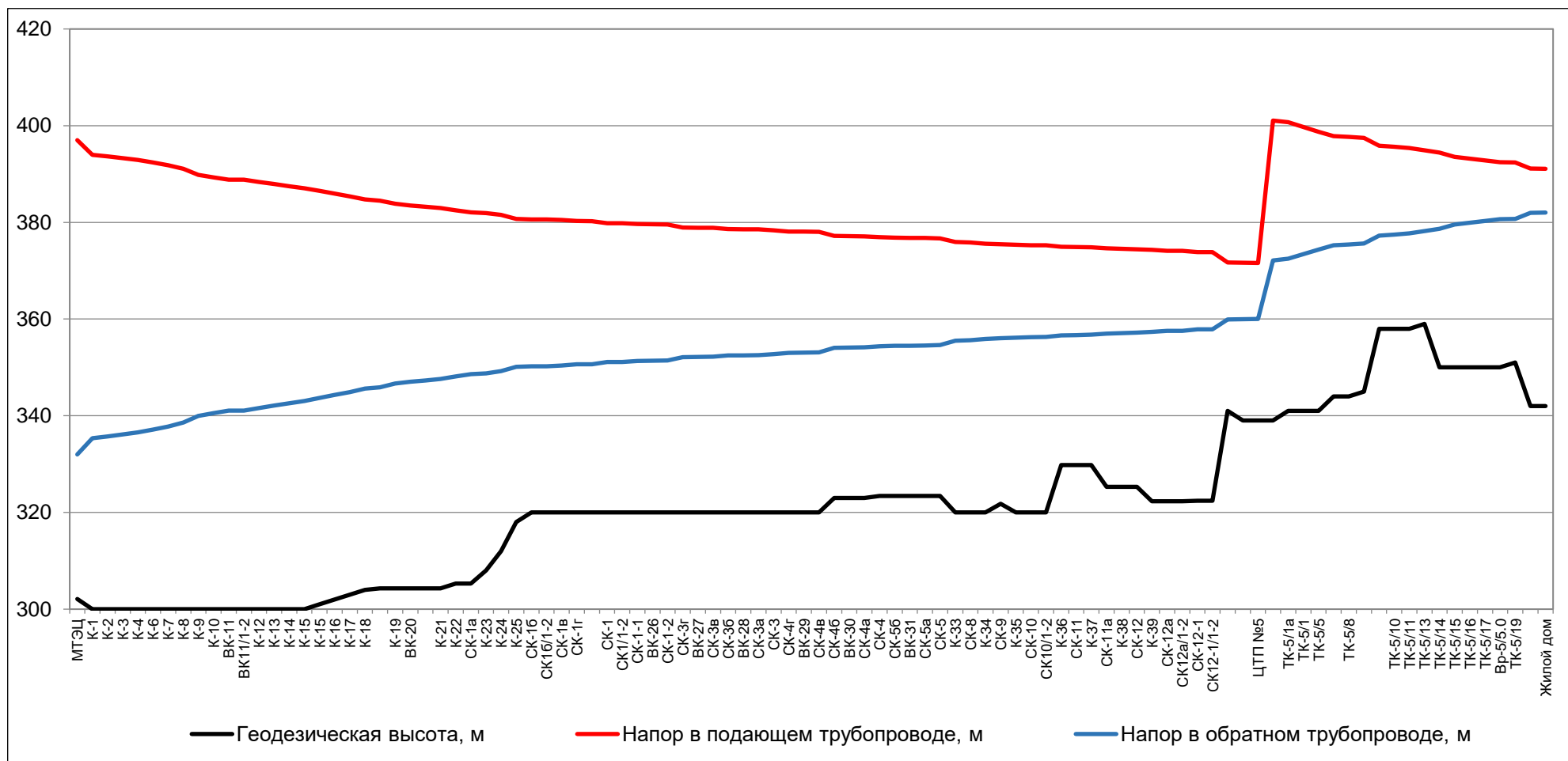


Рисунок 8. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Мало-Садовая, 4» через ЦТП №5

Таблица 4. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Мало-Садовая, 4» через ЦТП №5

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
МТЭЦ	302,10	397,00	332,00	65,00	540,00	0,51
К-1	300,00	393,98	335,36	58,62	58,18	0,51
К-2	300,00	393,65	335,72	57,93	65,57	0,51
К-3	300,00	393,28	336,13	57,16	70,42	0,51
К-4	300,00	392,89	336,56	56,33	91,18	0,51
К-6	300,00	392,38	337,13	55,25	98,97	0,51
К-7	300,00	391,83	337,75	54,08	137,01	0,51
К-8	300,00	391,06	338,60	52,46	218,92	0,51
К-9	300,00	389,84	339,96	49,87	92,71	0,51
К-10	300,00	389,32	340,54	48,78	84,27	0,51
БК-11	300,00	388,85	341,06	47,78	2,00	0,51
БК11/1-2	300,00	388,84	341,08	47,76	81,85	0,51
К-12	300,00	388,38	341,59	46,79	82,63	0,51
К-13	300,00	387,92	342,10	45,83	77,03	0,51
К-14	300,00	387,50	342,57	44,93	78,46	0,51
К-15	300,00	387,06	343,05	44,01	99,37	0,51
К-15	301,00	386,51	343,66	42,85	101,86	0,51
К-16	302,00	385,95	344,29	41,66	99,99	0,51
К-17	303,00	385,40	344,91	40,49	117,98	0,51
К-18	304,00	384,75	345,63	39,12	44,55	0,51
	304,30	384,51	345,90	38,61	122,84	0,51
К-19	304,30	383,84	346,65	37,19	61,99	0,51
БК-20	304,30	383,50	347,03	36,47	47,23	0,51
	304,30	383,24	347,32	35,92	55,59	0,51
К-21	304,30	382,96	347,63	35,32	90,26	0,51
К-22	305,30	382,50	348,14	34,35	79,69	0,51
СК-1а	305,30	382,09	348,60	33,50	30,13	0,41
К-23	308,00	381,93	348,77	33,16	74,03	0,41
К-24	312,00	381,54	349,21	32,32	149,55	0,41
К-25	318,00	380,74	350,10	30,64	22,79	0,41
СК-16	320,00	380,62	350,24	30,38	0,50	0,41
СК16/1-2	320,00	380,61	350,24	30,37	23,00	0,41
СК-1в	320,00	380,49	350,38	30,11	41,72	0,41
СК-1г	320,00	380,27	350,63	29,64	0,50	0,41
	320,00	380,27	350,63	29,64	80,14	0,41
СК-1	320,00	379,84	351,11	28,73	0,50	0,41
СК1/1-2	320,00	379,84	351,11	28,73	36,55	0,41
СК-1-1	320,00	379,64	351,33	28,32	7,17	0,41
БК-26	320,00	379,60	351,37	28,23	7,73	0,41
СК-1-2	320,00	379,56	351,41	28,15	114,34	0,41
СК-3г	320,00	378,95	352,09	26,86	8,83	0,41
БК-27	320,00	378,90	352,15	26,76	9,19	0,41
СК-3в	320,00	378,85	352,20	26,65	43,23	0,41
СК-3б	320,00	378,62	352,46	26,17	7,54	0,41
БК-28	320,00	378,58	352,50	26,08	7,31	0,41
СК-3а	320,00	378,55	352,55	26,00	30,95	0,41
СК-3	320,00	378,38	352,73	25,65	50,24	0,41
СК-4г	320,00	378,11	353,03	25,08	5,99	0,41
БК-29	320,00	378,08	353,06	25,02	6,08	0,41
СК-4в	320,00	378,05	353,10	24,95	162,25	0,41
СК-4б	323,00	377,18	354,07	23,12	6,47	0,41
БК-30	323,00	377,15	354,10	23,04	6,47	0,41
СК-4а	323,00	377,11	354,14	22,97	34,55	0,41
СК-4	323,40	376,93	354,35	22,58	42,16	0,41
СК-5б	323,40	376,82	354,47	22,35	6,81	0,41

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
БК-31	323,40	376,80	354,49	22,31	7,43	0,41
СК-5а	323,40	376,78	354,52	22,27	42,35	0,41
СК-5	323,40	376,67	354,64	22,03	289,48	0,41
К-33	320,00	375,92	355,51	20,42	40,63	0,41
СК-8	320,00	375,82	355,62	20,20	67,64	0,36
К-34	320,00	375,60	355,87	19,73	42,09	0,36
СК-9	321,80	375,47	356,03	19,44	36,21	0,31
К-35	320,00	375,35	356,16	19,19	33,63	0,31
СК-10	320,00	375,24	356,28	18,96	0,50	0,31
СК10/1-2	320,00	375,24	356,28	18,96	89,51	0,31
К-36	329,80	374,96	356,61	18,35	15,07	0,31
СК-11	329,80	374,91	356,66	18,25	29,25	0,31
К-37	329,80	374,82	356,76	18,06	68,97	0,31
СК-11а	325,30	374,62	356,99	17,62	36,63	0,31
К-38	325,30	374,52	357,11	17,41	22,29	0,31
СК-12	325,30	374,45	357,18	17,28	51,32	0,31
К-39	322,30	374,31	357,34	16,97	68,98	0,31
СК-12а	322,30	374,12	357,56	16,56	0,50	0,26
СК12а/1-2	322,30	374,12	357,56	16,56	37,80	0,26
СК-12-1	322,40	373,84	357,87	15,97	0,50	0,21
СК12-1/1-2	322,40	373,84	357,88	15,96	440,81	0,21
	341,00	371,73	359,91	11,81	19,63	0,21
	339,00	371,64	359,99	11,64	8,26	0,21
ЦТП №5	339,00	371,60	360,04	11,56	15,00	0,21
	339,00	401,06	372,12	28,93	10,00	0,21
ТК-5/1а	341,00	400,70	372,47	28,22	27,00	0,21
ТК-5/1	341,00	399,72	373,42	26,31	70,00	0,21
ТК-5/5	341,00	398,74	374,40	24,34	85,00	0,21
	344,00	397,85	375,28	22,57	15,00	0,21
ТК-5/8	344,00	397,70	375,44	22,26	10,00	0,15
	345,00	397,48	375,65	21,84	77,00	0,15
	358,00	395,86	377,27	18,59	10,00	0,15
ТК-5/10	358,00	395,65	377,48	18,17	13,00	0,15
ТК-5/11	358,00	395,40	377,72	17,68	30,00	0,15
ТК-5/13	359,00	394,90	378,22	16,68	45,00	0,15
ТК-5/14	350,00	394,44	378,67	15,77	95,00	0,15
ТК-5/15	350,00	393,57	379,55	14,02	45,00	0,15
ТК-5/16	350,00	393,18	379,93	13,25	40,00	0,15
ТК-5/17	350,00	392,83	380,28	12,56	43,00	0,15
Вр-5/5.0	350,00	392,46	380,65	11,81	15,00	0,15
ТК-5/19	351,00	392,37	380,74	11,63	97,00	0,10
	342,00	391,14	381,97	9,17	5,00	0,10
Жилой дом	342,00	391,08	382,03	9,05		

Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до ДЮСША №1 по адресу: ул. Свердлова, 1а, через ЦТП №7 представлен на рисунке 9.

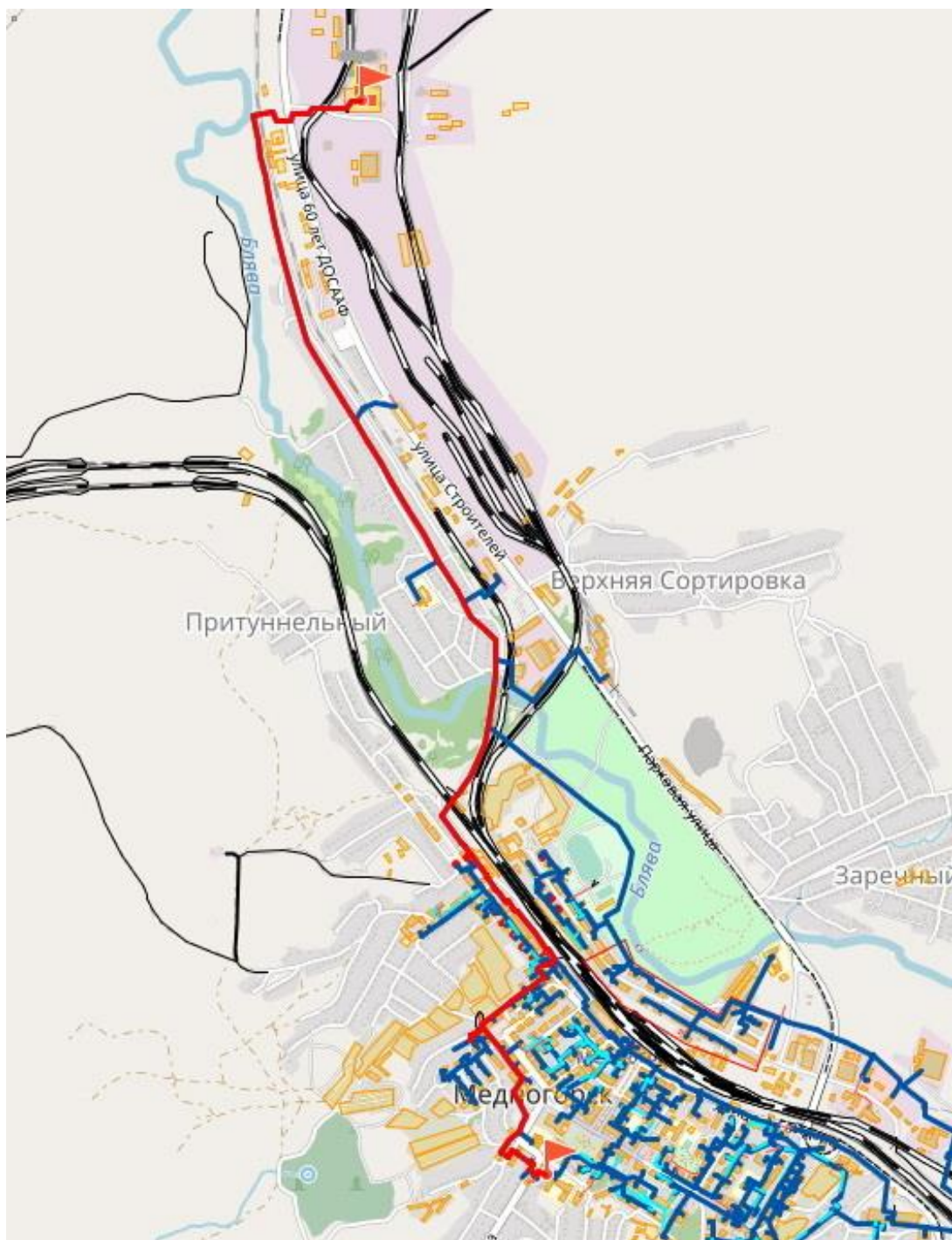


Рисунок 9. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до ДЮСША №1 по адресу, ул. Свердлова, 1а, через ЦТП №7

Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – ЦТП №7 – ДЮСША №1, ул. Свердлова, 1а» представлен на рисунке 10. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 5.

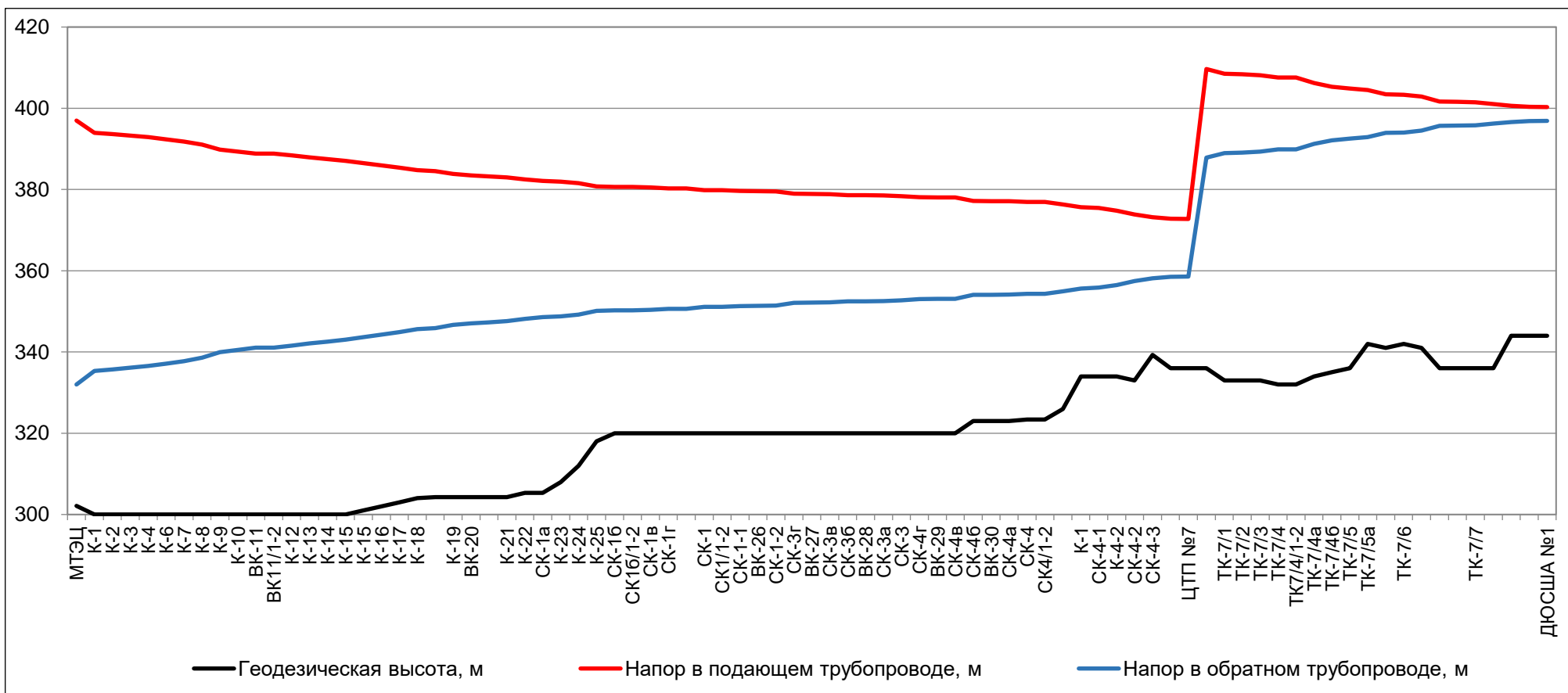


Рисунок 10. Пьезометрический график по направлению «MTZC – ДЮСША №1, ул. Свердлова, 1а» через ЦТП №7

Таблица 5. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – ДЮСША №1, ул. Свердлова, 1а» через ЦТП №7

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
МТЭЦ	302,10	397,00	332,00	65,00	540,00	0,51
К-1	300,00	393,98	335,36	58,62	58,18	0,51
К-2	300,00	393,65	335,72	57,93	65,57	0,51
К-3	300,00	393,28	336,13	57,16	70,42	0,51
К-4	300,00	392,89	336,56	56,33	91,18	0,51
К-6	300,00	392,38	337,13	55,25	98,97	0,51
К-7	300,00	391,83	337,75	54,08	137,01	0,51
К-8	300,00	391,06	338,60	52,46	218,92	0,51
К-9	300,00	389,84	339,96	49,87	92,71	0,51
К-10	300,00	389,32	340,54	48,78	84,27	0,51
БК-11	300,00	388,85	341,06	47,78	2,00	0,51
БК11/1-2	300,00	388,84	341,08	47,76	81,85	0,51
К-12	300,00	388,38	341,59	46,79	82,63	0,51
К-13	300,00	387,92	342,10	45,83	77,03	0,51
К-14	300,00	387,50	342,57	44,93	78,46	0,51
К-15	300,00	387,06	343,05	44,01	99,37	0,51
К-15	301,00	386,51	343,66	42,85	101,86	0,51
К-16	302,00	385,95	344,29	41,66	99,99	0,51
К-17	303,00	385,40	344,91	40,49	117,98	0,51
К-18	304,00	384,75	345,63	39,12	44,55	0,51
	304,30	384,51	345,90	38,61	122,84	0,51
К-19	304,30	383,84	346,65	37,19	61,99	0,51
БК-20	304,30	383,50	347,03	36,47	47,23	0,51
	304,30	383,24	347,32	35,92	55,59	0,51
К-21	304,30	382,96	347,63	35,32	90,26	0,51
К-22	305,30	382,50	348,14	34,35	79,69	0,51
СК-1а	305,30	382,09	348,60	33,50	30,13	0,41
К-23	308,00	381,93	348,77	33,16	74,03	0,41
К-24	312,00	381,54	349,21	32,32	149,55	0,41
К-25	318,00	380,74	350,10	30,64	22,79	0,41
СК-16	320,00	380,62	350,24	30,38	0,50	0,41
СК16/1-2	320,00	380,61	350,24	30,37	23,00	0,41
СК-1в	320,00	380,49	350,38	30,11	41,72	0,41
СК-1г	320,00	380,27	350,63	29,64	0,50	0,41
	320,00	380,27	350,63	29,64	80,14	0,41
СК-1	320,00	379,84	351,11	28,73	0,50	0,41
СК1/1-2	320,00	379,84	351,11	28,73	36,55	0,41
СК-1-1	320,00	379,64	351,33	28,32	7,17	0,41
БК-26	320,00	379,60	351,37	28,23	7,73	0,41
СК-1-2	320,00	379,56	351,41	28,15	114,34	0,41
СК-3г	320,00	378,95	352,09	26,86	8,83	0,41
БК-27	320,00	378,90	352,15	26,76	9,19	0,41
СК-3в	320,00	378,85	352,20	26,65	43,23	0,41
СК-36	320,00	378,62	352,46	26,17	7,54	0,41
БК-28	320,00	378,58	352,50	26,08	7,31	0,41
СК-3а	320,00	378,55	352,55	26,00	30,95	0,41
СК-3	320,00	378,38	352,73	25,65	50,24	0,41
СК-4г	320,00	378,11	353,03	25,08	5,99	0,41
БК-29	320,00	378,08	353,06	25,02	6,08	0,41
СК-4в	320,00	378,05	353,10	24,95	162,25	0,41
СК-46	323,00	377,18	354,07	23,12	6,47	0,41
БК-30	323,00	377,15	354,10	23,04	6,47	0,41
СК-4а	323,00	377,11	354,14	22,97	34,55	0,41
СК-4	323,40	376,93	354,35	22,58	0,50	0,26
СК4/1-2	323,40	376,93	354,35	22,58	102,00	0,26

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
	326,00	376,33	354,97	21,36	57,26	0,21
K-1	334,00	375,67	355,64	20,03	19,18	0,21
СК-4-1	334,00	375,45	355,86	19,59	56,94	0,21
K-4-2	334,00	374,81	356,50	18,31	86,67	0,21
СК-4-2	333,00	373,85	357,47	16,37	61,67	0,21
СК-4-3	339,30	373,18	358,14	15,04	35,00	0,21
	336,00	372,80	358,52	14,29	5,00	0,21
ЦТП №7	336,00	372,75	358,57	14,18	5,00	0,20
	336,00	409,67	387,82	21,85	154,00	0,15
TK-7/1	333,00	408,50	388,97	19,54	21,00	0,15
TK-7/2	333,00	408,37	389,10	19,27	46,00	0,15
TK-7/3	333,00	408,13	389,34	18,79	61,00	0,13
TK-7/4	332,00	407,57	389,88	17,69	0,50	0,10
TK7/4/1-2	332,00	407,57	389,89	17,68	105,00	0,10
TK-7/4a	334,00	406,22	391,22	15,00	70,00	0,10
TK-7/4б	335,00	405,31	392,10	13,21	35,00	0,10
TK-7/5	336,00	404,86	392,55	12,32	40,00	0,10
TK-7/5a	342,00	404,47	392,93	11,54	82,00	0,10
	341,00	403,44	393,95	9,48	21,00	0,10
TK-7/6	342,00	403,35	394,04	9,31	41,00	0,08
	341,00	402,87	394,50	8,37	41,00	0,05
	336,00	401,65	395,67	5,97	4,00	0,05
	336,00	401,57	395,74	5,83	4,00	0,05
TK-7/7	336,00	401,50	395,81	5,69	25,00	0,05
	336,00	401,04	396,24	4,81	32,00	0,05
	344,00	400,63	396,63	4,00	37,11	0,05
	344,00	400,39	396,84	3,55	12,67	0,05
ДЮСША №1	344,00	400,33	396,90	3,43		

Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу: ул. Металлургов, 29 через ЦТП №8 представлен на рисунке 11.

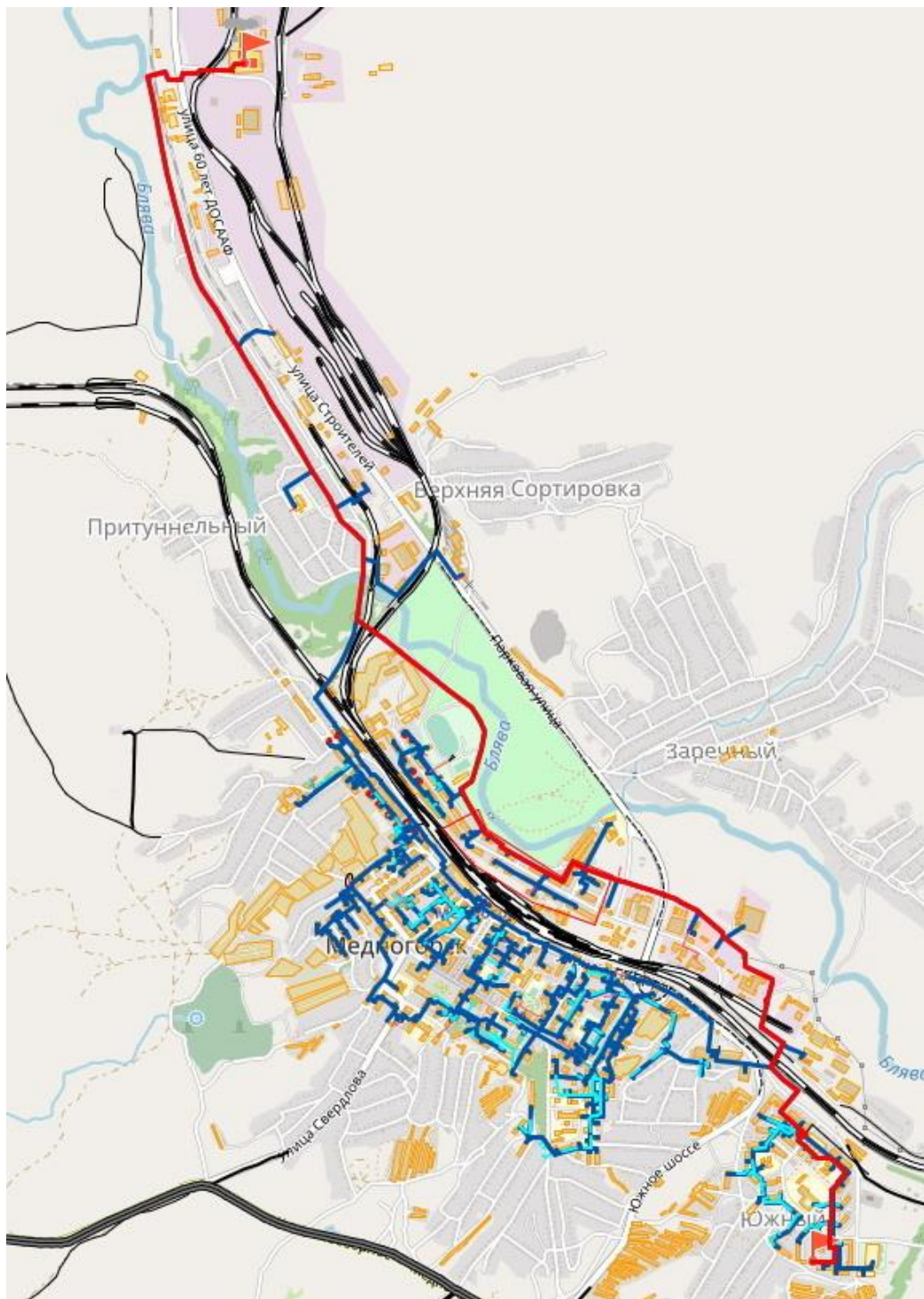


Рисунок 11. Путь движения теплоносителя от Медногорской ТЭЦ до жилого дома по адресу, ул. Metallургов, 29 через ЦТП №8

Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – ЦТП №8 – Жилой дом, ул. Metallургов, 29» представлен на рисунке 12. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 6.

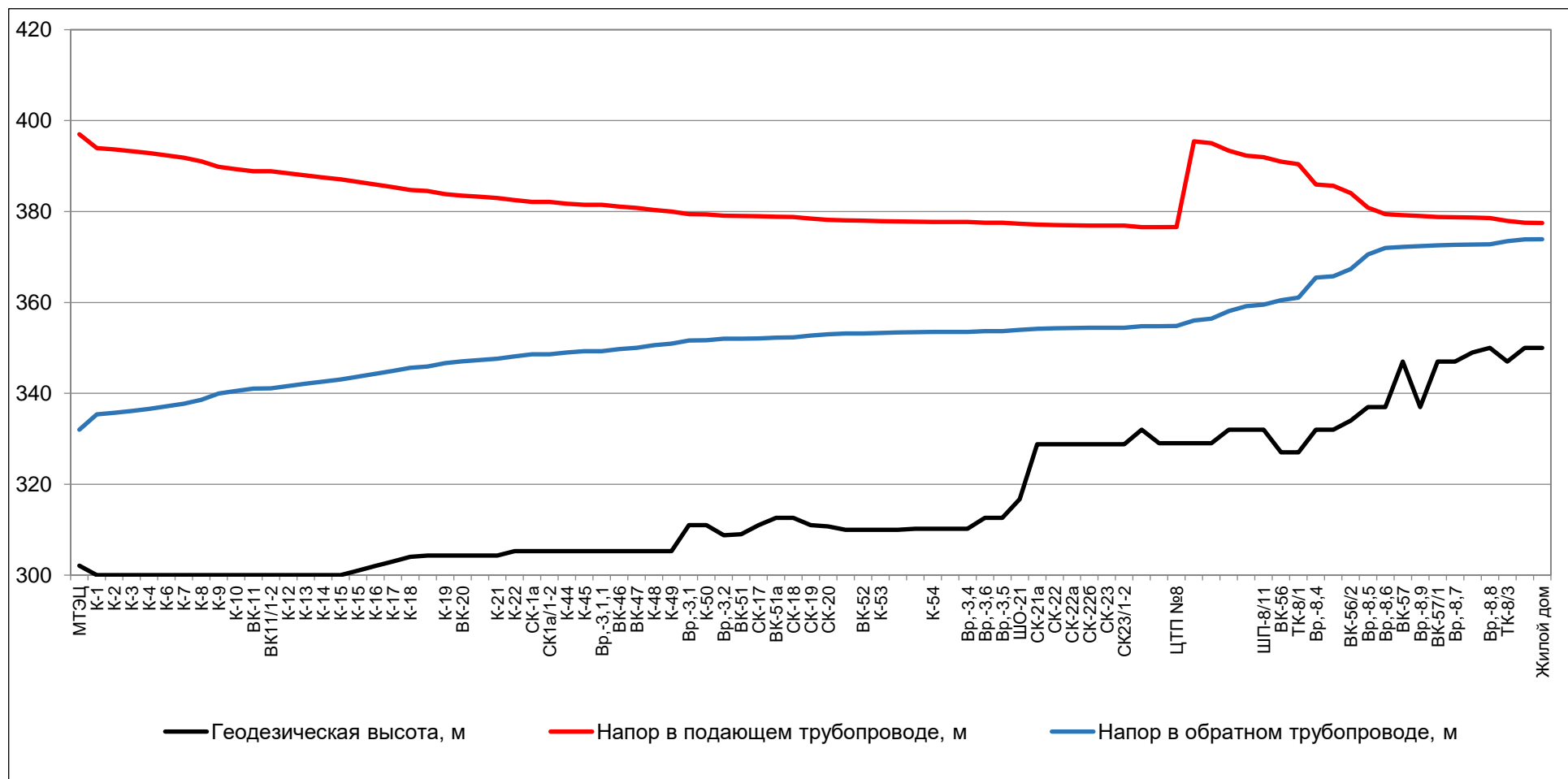


Рисунок 12. Пьезометрический график по направлению «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Metallургов, 29» через ЦТП №8

Таблица 6. Данные для построения пьезометрического графика «МТЭЦ – Жилой дом, ул. Metallургов, 29» через ЦТП №8

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
МТЭЦ	302,1	397	332	65	540	0,514
K-1	300	393,976	335,356	58,62	58,18	0,514
K-2	300	393,651	335,718	57,932	65,57	0,514
K-3	300	393,284	336,126	57,158	70,42	0,514
K-4	300	392,89	336,564	56,326	91,18	0,514
K-6	300	392,379	337,131	55,248	98,97	0,514
K-7	300	391,826	337,747	54,079	137,01	0,514
K-8	300	391,06	338,6	52,46	218,92	0,514
K-9	300	389,835	339,962	49,873	92,71	0,514
K-10	300	389,317	340,539	48,778	84,27	0,514
BK-11	300	388,846	341,064	47,782	2	0,514
BK11/1-2	300	388,835	341,077	47,758	81,85	0,514
K-12	300	388,377	341,586	46,791	82,63	0,514
K-13	300	387,921	342,095	45,826	77,03	0,514
K-14	300	387,495	342,569	44,926	78,46	0,514
K-15	300	387,062	343,052	44,01	99,37	0,514
K-15	301	386,513	343,663	42,85	101,86	0,514
K-16	302	385,951	344,29	41,66	99,99	0,514
K-17	303	385,399	344,906	40,493	117,98	0,514
K-18	304	384,751	345,628	39,123	44,55	0,514
	304,3	384,507	345,901	38,606	122,84	0,514
K-19	304,3	383,835	346,65	37,185	61,99	0,514
BK-20	304,3	383,497	347,028	36,468	47,23	0,514
	304,3	383,238	347,317	35,922	55,59	0,514
K-21	304,3	382,956	347,632	35,324	90,26	0,514
K-22	305,3	382,497	348,143	34,354	79,69	0,514
CK-1a	305,3	382,092	348,595	33,497	0,5	0,412
CK1a/1-2	305,3	382,09	348,596	33,494	124,19	0,412
K-44	305,3	381,723	349,007	32,716	76	0,412
K-45	305,3	381,499	349,258	32,24	11,70	0,412
Bp,-3,1,1	305,3	381,464	349,297	32,167	134,63	0,412
BK-46	305,3	381,066	349,742	31,324	86,86	0,412
BK-47	305,3	380,81	350,029	30,78	163,15	0,412
K-48	305,3	380,328	350,569	29,759	117,39	0,412
K-49	305,3	379,981	350,958	29,023	192,63	0,412
Bp,-3,1	311	379,413	351,595	27,817	23,10	0,412
K-50	311	379,359	351,655	27,704	131,78	0,412
Bp,-3,2	308,8	379,053	351,997	27,057	8,80	0,412
BK-51	309	379,035	352,017	27,017	28,38	0,412
CK-17	311	378,975	352,085	26,891	59,14	0,412
BK-51a	312,6	378,853	352,222	26,631	41,2	0,412
CK-18	312,6	378,768	352,318	26,45	167,97	0,412
CK-19	311	378,431	352,699	25,731	192,65	0,412
CK-20	310,7	378,159	353,004	25,156	124,55	0,412
	310	378,03	353,15	24,88	29,18	0,412
BK-52	310	378	353,184	24,816	95,82	0,412
K-53	310	377,901	353,295	24,606	44	0,35
	310	377,795	353,416	24,379	87	0,514
	310,2	377,767	353,447	24,32	32	0,412
K-54	310,2	377,734	353,484	24,25	83	0,514
	310,2	377,707	353,515	24,193	9	0,412
Bp,-3,4	310,2	377,698	353,525	24,173	138,14	0,412
Bp,-3,6	312,6	377,557	353,685	23,873	6,30	0,412
Bp,-3,5	312,6	377,551	353,692	23,859	261,61	0,412
ШО-21	316,7	377,298	353,978	23,32	190,26	0,41

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
СК-21а	328,8	377,11	354,192	22,918	101,45	0,412
СК-22	328,8	377,012	354,303	22,709	49,97	0,412
СК-22а	328,8	376,966	354,356	22,609	36,25	0,412
СК-22б	328,8	376,932	354,395	22,537	15,00	0,412
СК-23	328,8	376,918	354,411	22,507	0,50	0,412
СК23/1-2	328,8	376,917	354,411	22,506	381,71	0,41
	332	376,589	354,784	21,804	11,60	0,412
	329	376,582	354,793	21,789	7,80	0,412
ЦТП №8	329	376,58	354,8	21,78	10	0,259
	329	395,425	356,038	39,387	15	0,205
	329	395,014	356,447	38,566	60	0,205
	332	393,368	358,085	35,282	50	0,205
	332	392,273	359,175	33,097	16	0,205
ШП-8/11	332	391,957	359,489	32,468	50	0,205
ВК-56	327	390,971	360,471	30,501	35	0,205
ТК-8/1	327	390,39	361,049	29,341	100	0,15
Вр,-8,4	332	385,938	365,482	20,456	5	0,15
	332	385,669	365,749	19,92	30	0,15
ВК-56/2	334	384,06	367,352	16,708	60	0,15
Вр,-8,5	337	380,84	370,557	10,282	80	0,15
Вр,-8,6	337	379,433	371,958	7,475	45	0,15
ВК-57	347	379,168	372,222	6,947	25	0,15
Вр,-8,9	337	379,021	372,368	6,653	35	0,15
ВК-57/1	347	378,815	372,573	6,242	12	0,15
Вр,-8,7	347	378,744	372,644	6,101	28	0,15
	349	378,664	372,724	5,94	30	0,15
Вр,-8,8	350	378,577	372,81	5,767	22,33	0,082
ТК-8/3	347	377,922	373,463	4,459	54	0,082
	350	377,519	373,865	3,654	5	0,082
Жилой дом	350	377,48	373,9	3,579		

Результат расчета удельных потерь давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ представлен на рисунке 13.

Расшифровка цветовой схемы представления удельных потерь давления представлена на рисунке 13.

Цвета		
P1, мм/м	P2, мм/м	Цвет
1.00	1.00	Синий
1.00	8.00	Голубой
8.00	15.00	Зеленый
15.00	30.00	Желтый
30.00	10000.00	Красный

Рисунок 13. Цветовая схема представления удельных потерь давления

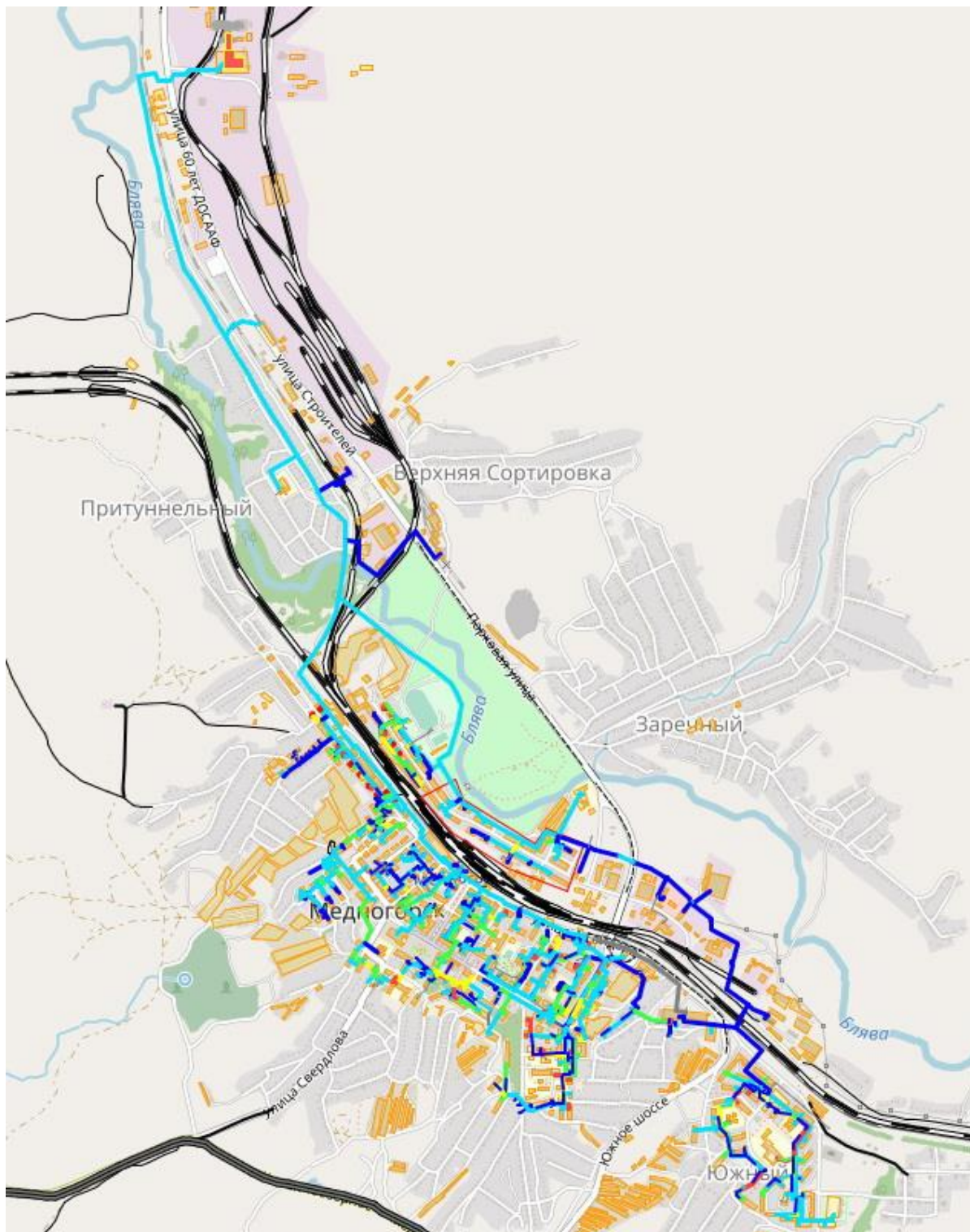


Рисунок 14. Результат расчета удельных потерь давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ

Результат расчета располагаемого напора давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ представлен на рисунке 16.

Расшифровка цветовой схемы представления располагаемого напора давления представлена на рисунке 15.

Цвета		
P1, м	P2, м	Цвет
	5.00	Красный
5.00	10.00	Желтый
10.00	20.00	Зеленый
20.00	30.00	Синий
30.00	100.00	Фиолетовый

Рисунок 15. Цветовая схема представления располагаемого напора давления

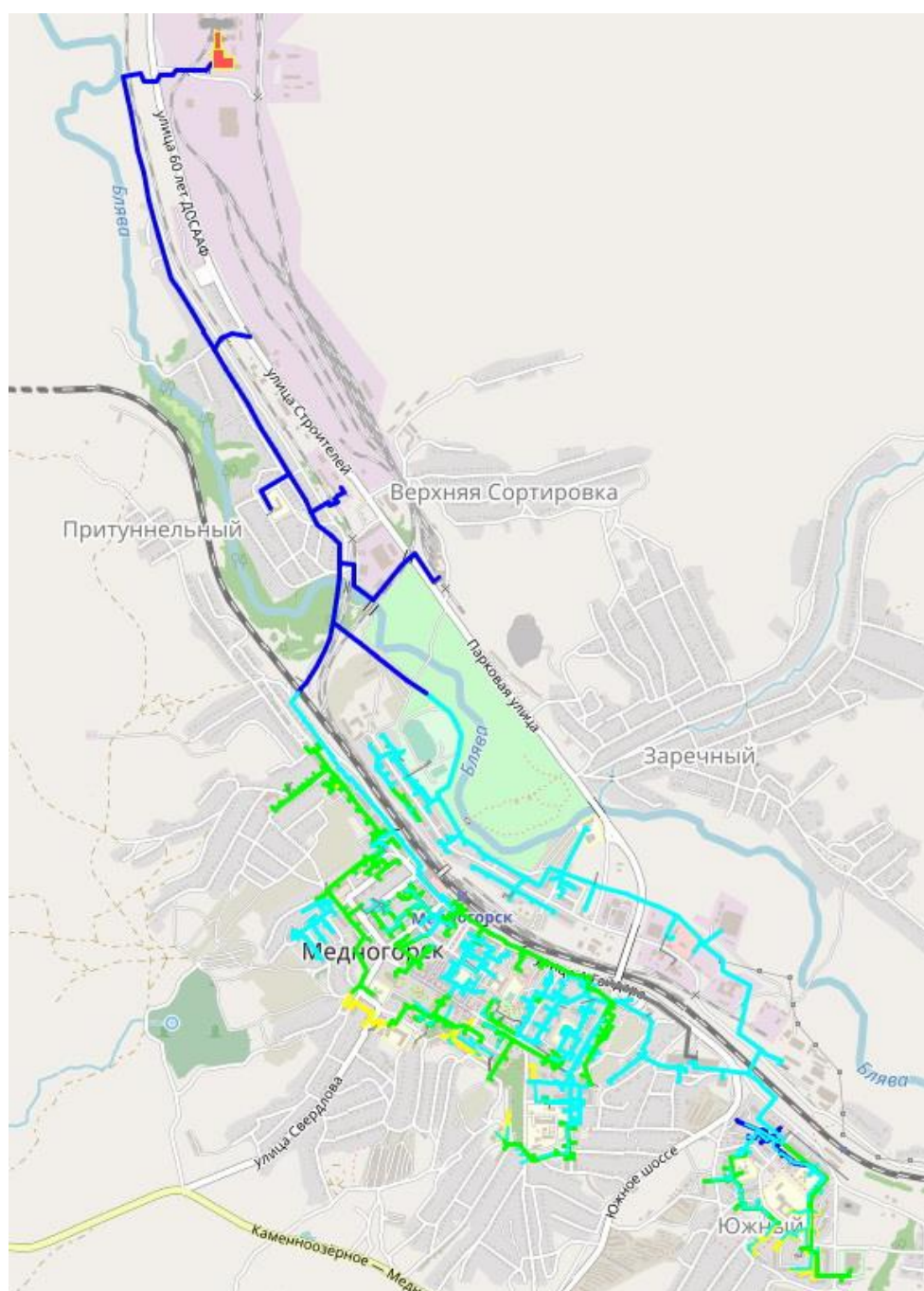


Рисунок 16. Результат расчета располагаемого напора давления на участках тепловой сети Медногорской ТЭЦ

Результат расчета давления в обратных трубопроводах тепловой сети Медногорской ТЭЦ представлен на рисунке 17.

Расшифровка цветовой схемы представления давления в обратных трубопроводах представлена на рисунке 18.

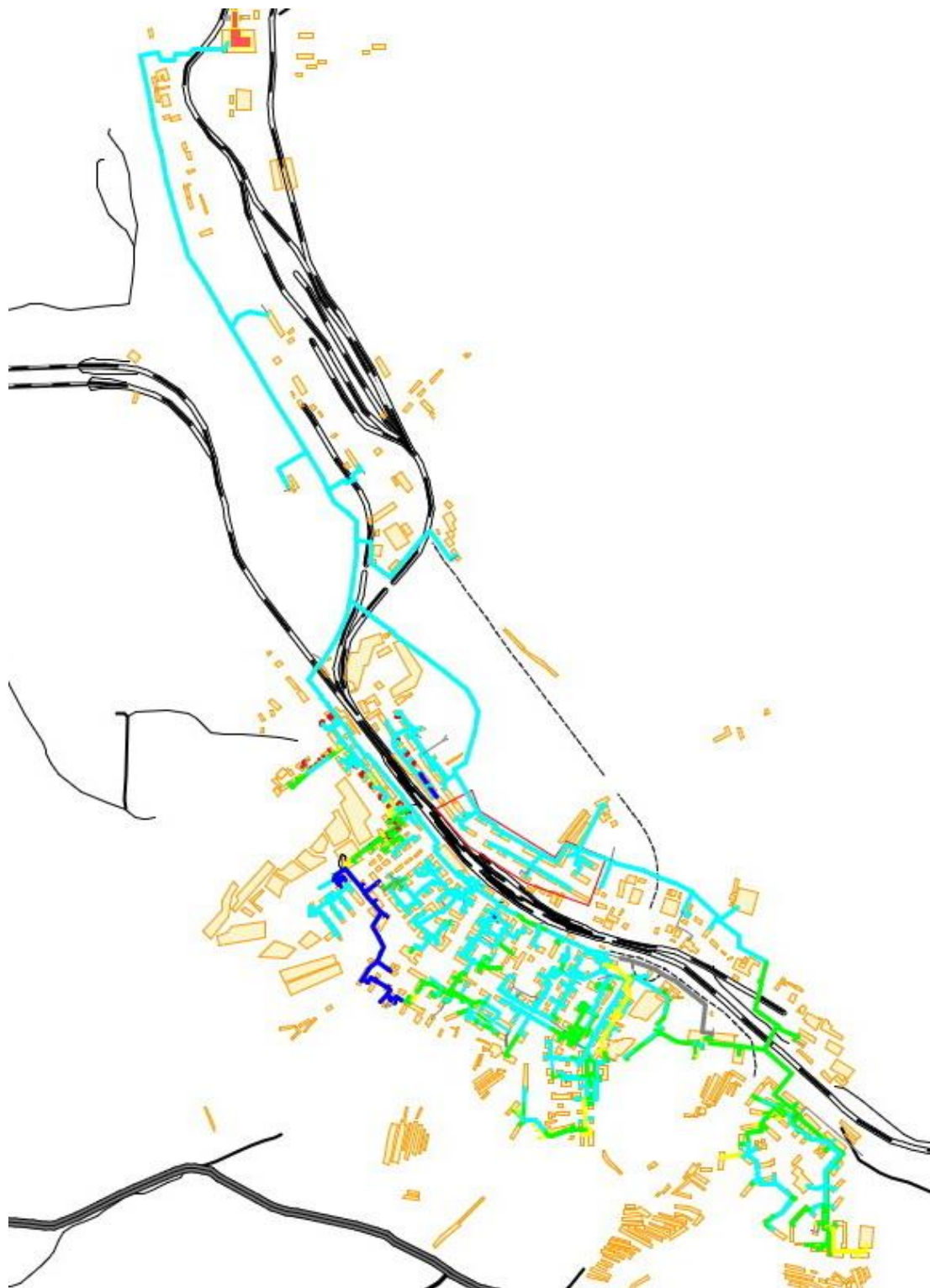


Рисунок 17. Результат расчета давления в обратных трубопроводах тепловой сети Медногорской ТЭЦ

Цвета		
P1, м	P2, м	Цвет
	10.00	
10.00	20.00	
20.00	30.00	
30.00	50.00	
50.00	100.00	

Рисунок 18. Цветовая схема представления давления в обратных трубопроводах

4.2. Гидравлический расчет Котельной № 1 «Больничная»

Результаты гидравлического расчета:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2,442 Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	2,186 Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0,15803 Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0,07750 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0,00538 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0,00383 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплopotребления	0,01159 Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	114,940 т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	114,598 т/ч
Суммарный расход на подпитку	0,343 т/ч
Суммарный расход на систему отопления	114,867 т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0,07336 т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0,07328 т/ч
Расход воды на утечки из систем теплopotребления	0,19591 т/ч
Давление в подающем трубопроводе	39,000 м
Давление в обратном трубопроводе	16,000 м
Располагаемый напор	23,000 м
Температура в подающем трубопроводе	84,900°С
Температура в обратном трубопроводе	63,828°С

Путь движения теплоносителя от котельной №1 до жилого дома по адресу: ул. Юбилейная, 19 представлен на рисунке 19.

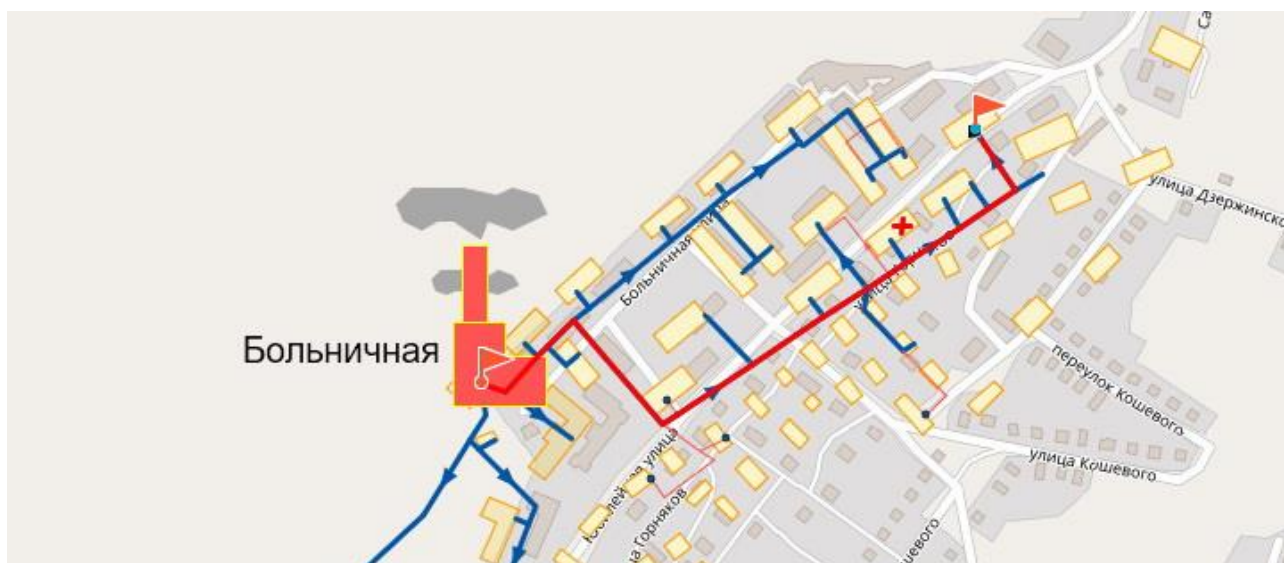


Рисунок 19. Путь движения теплоносителя котельной №1 до жилого дома по ул. Юбилейной, 19

Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Юбилейная, 19» представлен на рисунке 20. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 7.

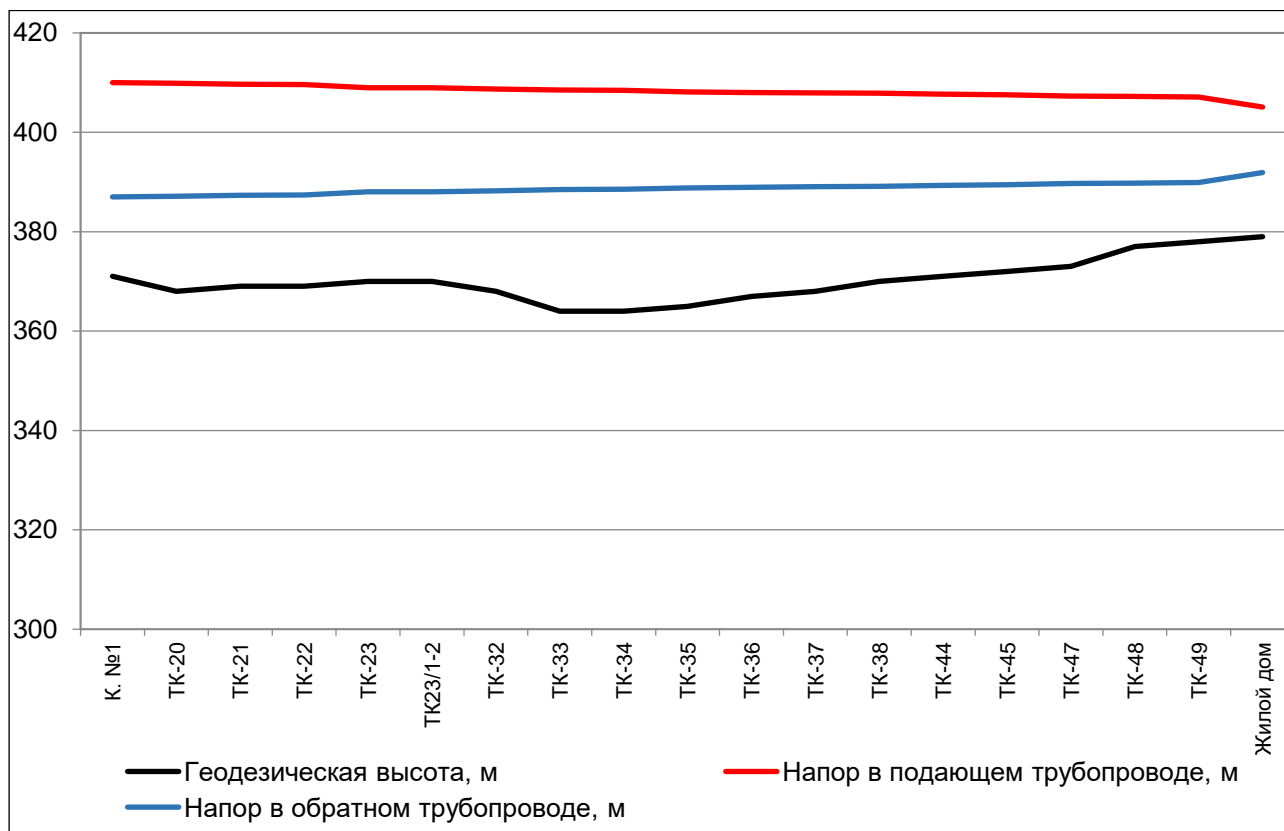


Рисунок 20. Пьезометрический график по направлению
«Котельная №1 – Жилой дом, ул. Юбилейная, 19»

Таблица 7. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Юбилейная, 19»

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
К. №1	371,00	410,00	387,00	23,00	22,53	0,21
ТК-20	368,00	409,85	387,15	22,69	39,63	0,21
ТК-21	369,00	409,64	387,35	22,29	12,23	0,21
ТК-22	369,00	409,59	387,41	22,18	29,71	0,15
ТК-23	370,00	408,96	388,03	20,93	0,50	0,15
ТК23/1-2	370,00	408,96	388,03	20,93	56,07	0,15
ТК-32	368,00	408,74	388,25	20,49	57,35	0,15
ТК-33	364,00	408,51	388,48	20,03	15,03	0,15
ТК-34	364,00	408,45	388,54	19,91	75,52	0,15
ТК-35	365,00	408,15	388,84	19,32	44,59	0,15
ТК-36	367,00	408,03	388,96	19,07	26,80	0,15
ТК-37	368,00	407,95	389,04	18,91	43,61	0,15
ТК-38	370,00	407,87	389,12	18,75	22,74	0,10
ТК-44	371,00	407,67	389,32	18,34	15,51	0,10
ТК-45	372,00	407,53	389,46	18,07	55,15	0,10
ТК-47	373,00	407,29	389,69	17,60	28,86	0,10
ТК-48	377,00	407,22	389,77	17,45	27,75	0,08
ТК-49	378,00	407,11	389,88	17,23	60,85	0,05
Жилой дом	379,00	405,08	391,90	13,18		

Путь движения теплоносителя от котельной №1 до жилого дома по адресу: ул. Кооперативная, 7 представлен на рисунке 21.

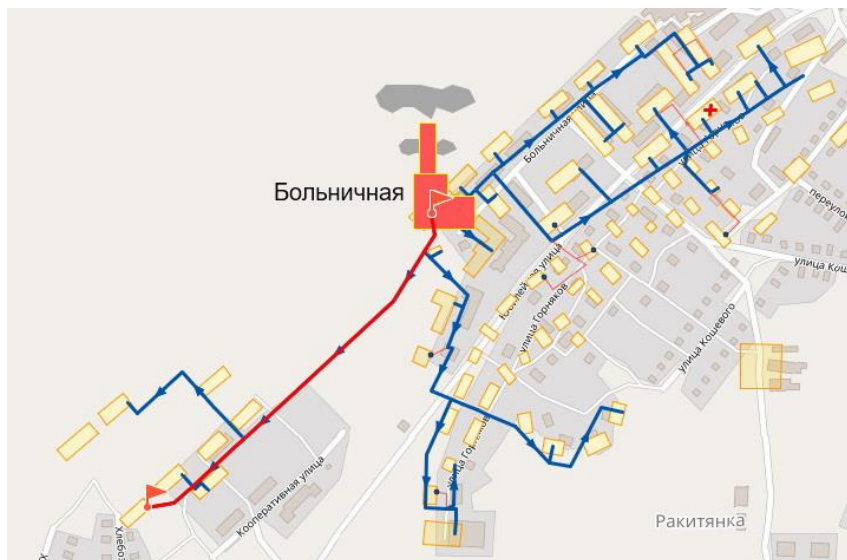


Рисунок 21. Путь движения теплоносителя котельной №1 до жилого дома по ул. Кооперативной, 7

Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Кооперативная, 7» представлен на рисунке 22. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 8.

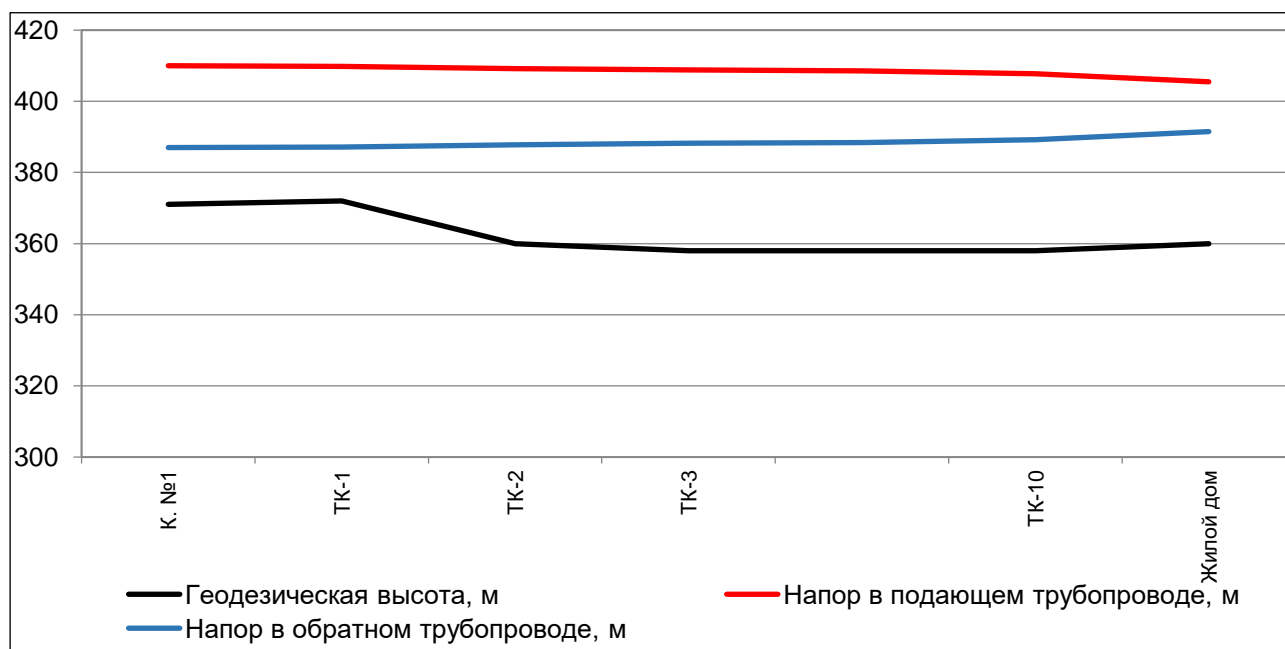


Рисунок 22. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Кооперативная, 7»

Таблица 8. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Кооперативная, 7»

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
К. №1	371,00	410,00	387,00	23,00	51,04	0,15
ТК-1	372,00	409,82	387,18	22,63	263,50	0,15
ТК-2	360,00	409,21	387,78	21,43	68,55	0,13
ТК-3	358,00	408,80	388,19	20,61	20,53	0,10
	358,00	408,57	388,42	20,15	70,59	0,10
ТК-10	358,00	407,77	389,22	18,55	66,19	0,05
Жилой дом	360,00	405,49	391,49	14,01		

4.3. Гидравлический расчет котельной №4 «Никитино»

Результаты гидравлического расчета:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	5,663 Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	4,774 Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0,338 Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0,117 Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0,24366 Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0,13780 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0,01350 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0,01052 Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0,02829 Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	221,557 т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	220,643 т/ч
Суммарный расход на подпитку	0,915 т/ч
Суммарный расход на систему отопления	216,800 т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	4,562 т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0,19517 т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0,19517 т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0,52443 т/ч
Давление в подающем трубопроводе	65,000 м
Давление в обратном трубопроводе	40,000 м
Располагаемый напор	25,000 м
Температура в подающем трубопроводе	80,700°C
Температура в обратном трубопроводе	55,348°C

Путь движения теплоносителя от котельной №4 до жилого дома по адресу: ул. Моторная, 50 представлен на рисунке 23.

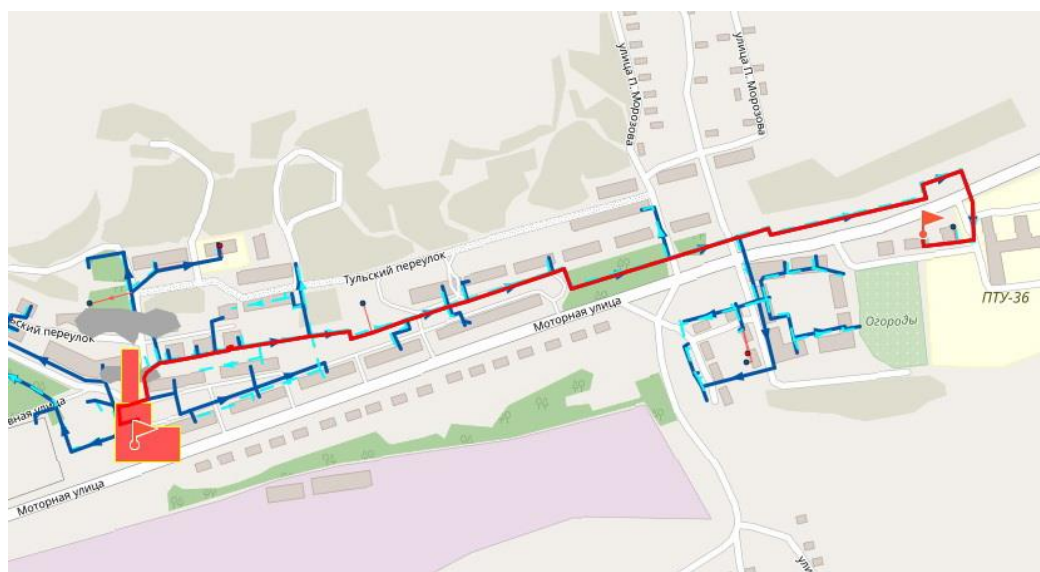


Рисунок 23. Путь движения теплоносителя котельной №4 до жилого дома по ул. Моторной, 50

Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Моторная, 50» представлен на рисунке 24. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 9.

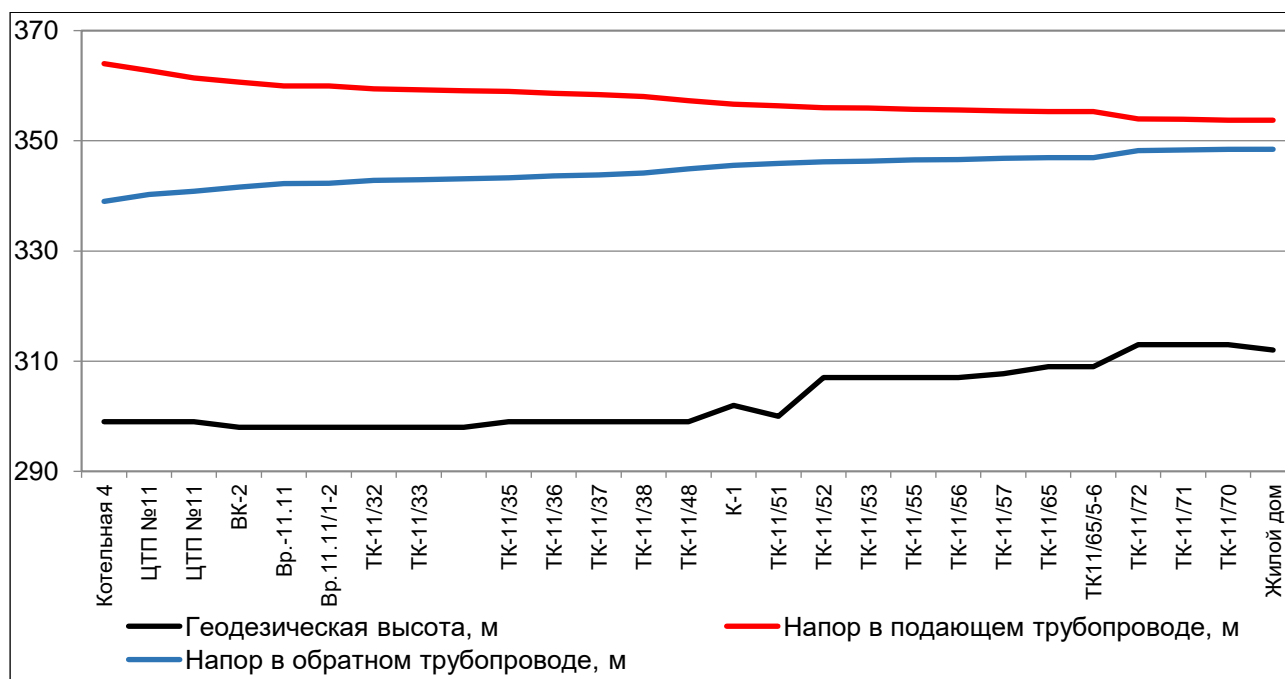


Рисунок 24. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»

Таблица 9. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
Котельная 4	299,00	364,00	339,00	25,00	28,67	0,21
ЦТП №11	299,00	362,73	340,26	22,47	5,00	0,21
ЦТП №11	299,00	361,43	340,81	20,61	30,33	0,21
БК-2	298,00	360,64	341,60	19,05	25,71	0,21
Вр.-11.11	298,00	359,97	342,26	17,71	0,50	0,21
Вр.11.11/1-2	298,00	359,97	342,27	17,70	33,49	0,21
ТК-11/32	298,00	359,43	342,80	16,63	9,08	0,21
ТК-11/33	298,00	359,28	342,95	16,33	10,93	0,21
	298,00	359,11	343,12	15,98	12,32	0,21
ТК-11/35	299,00	358,97	343,26	15,72	33,60	0,21
ТК-11/36	299,00	358,62	343,61	15,01	21,20	0,21
ТК-11/37	299,00	358,41	343,82	14,59	37,10	0,21
ТК-11/38	299,00	358,05	344,17	13,88	82,81	0,21
ТК-11/48	299,00	357,28	344,93	12,35	82,88	0,21
К-1	302,00	356,66	345,56	11,10	44,07	0,21
ТК-11/51	300,00	356,32	345,89	10,44	52,99	0,21
ТК-11/52	307,00	356,01	346,20	9,80	22,97	0,21
ТК-11/53	307,00	355,94	346,27	9,66	107,50	0,21
ТК-11/55	307,00	355,69	346,52	9,17	38,71	0,21
ТК-11/56	307,00	355,62	346,59	9,03	122,31	0,21
ТК-11/57	307,70	355,40	346,80	8,60	86,50	0,21
ТК-11/65	309,00	355,29	346,92	8,37	0,50	0,07
ТК11/65/5-6	309,00	355,28	346,92	8,36	383,73	0,07
ТК-11/72	313,00	353,97	348,23	5,73	21,23	0,07
ТК-11/71	313,00	353,89	348,31	5,59	39,13	0,07
ТК-11/70	313,00	353,76	348,44	5,32	5,00	0,07
Жилой дом	312,00	353,74	348,46	5,28		

Путь движения теплоносителя от котельной №4 до жилого дома по адресу: ул. Моторная, 50 представлен на рисунке 25.

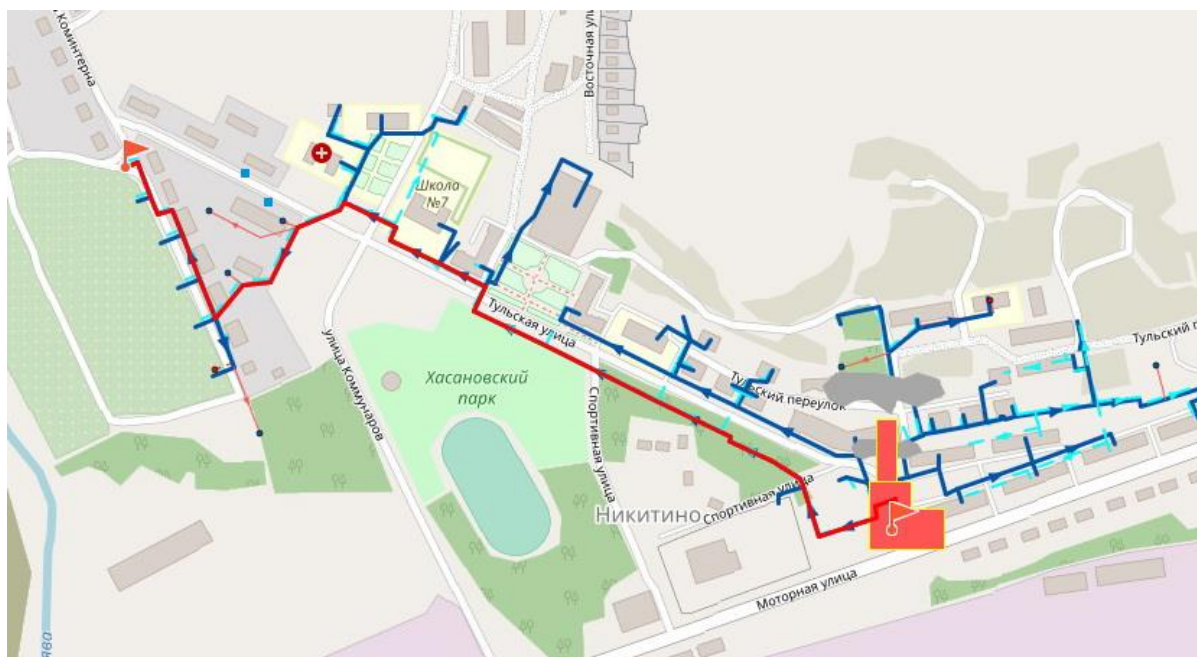


Рисунок 25. Путь движения теплоносителя котельной №4 до жилого дома по ул. Моторной, 50

Пьезометрический график по направлению «Котельная №1 – Жилой дом, ул. Моторная, 50» представлен на рисунке 26. Данные для построения пьезометрического графика приведены в таблице 10.

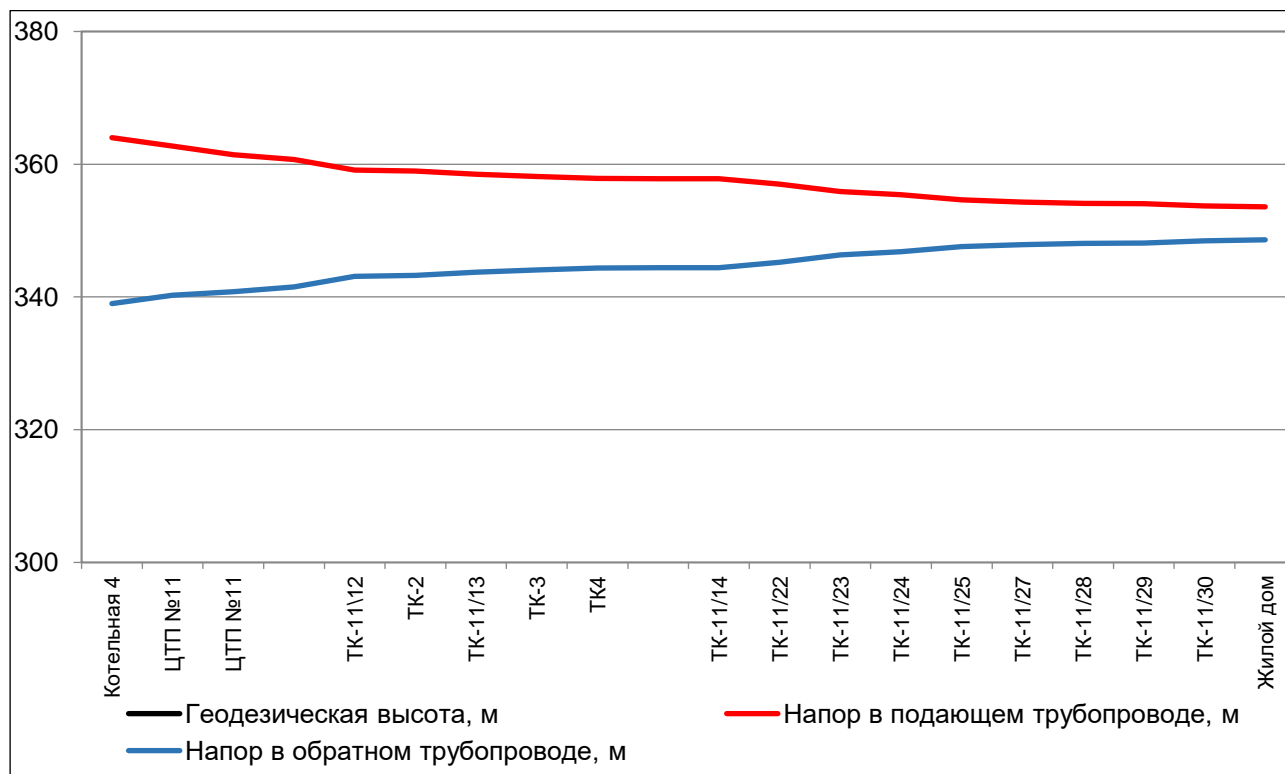


Рисунок 26. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»

Таблица 10. Данные для построения пьезометрического графика «Котельная №4 – Жилой дом, ул. Моторная, 50»

Наименование узла	Геодезическая высота, м	Напор в подающем трубопроводе, м	Напор в обратном трубопроводе, м	Располагаемый напор, м	Длина участка, м	Диаметр участка, м
Котельная 4	299,00	364,00	339,00	25,00	28,67	0,21
ЦТП №11	299,00	362,73	340,26	22,47	5,00	0,21
ЦТП №11	299,00	361,43	340,81	20,61	129,18	0,21
	299,00	360,72	341,52	19,21	391,44	0,21
ТК-11\12	298,00	359,10	343,13	15,97	26,95	0,21
ТК-2	298,00	358,99	343,24	15,75	54,07	0,15
ТК-11/13	298,00	358,51	343,71	14,80	70,46	0,15
ТК-3	298,00	358,14	344,08	14,06	53,93	0,15
ТК4	297,00	357,86	344,36	13,50	6,25	0,15
	297,00	357,83	344,39	13,44	9,82	0,15
ТК-11/14	297,00	357,81	344,41	13,39	46,20	0,10
ТК-11/22	297,00	357,00	345,21	11,79	63,92	0,10
ТК-11/23	295,00	355,89	346,32	9,57	28,06	0,10
ТК-11/24	295,00	355,40	346,80	8,60	44,67	0,10
ТК-11/25	295,00	354,62	347,57	7,05	43,97	0,10
ТК-11/27	295,00	354,29	347,90	6,39	48,58	0,10
ТК-11/28	294,00	354,12	348,07	6,04	64,45	0,10
ТК-11/29	294,00	354,05	348,14	5,90	37,56	0,05
ТК-11/30	294,00	353,71	348,48	5,23	14,69	0,05
Жилой дом	296,00	353,58	348,61	5,01		

Раздел 5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

Целевой вариант развития МО «город Медногорск» предусматривает ликвидацию МТЭЦ с 01.01.2024 г. и строительство новой БМК до 2023 года, строительство БМК «Больничная» взамен котельной №1 (Больничная), а также выполнение дополнительных мероприятий по развитию системы теплоснабжения МО «город Медногорск».

Раздел 6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку

Расчет балансов тепловой энергии без учета мероприятий по реконструкции/закрытию источников теплоснабжения представлен в Главе 4. Расчет балансов тепловой энергии с учетом мероприятий по реконструкции/закрытию источников теплоснабжения представлен в Главе 7.

Раздел 7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Значения потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя от источников теплоснабжения г. Медногорска представлен в таблице 11.

Таблица 11. Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

№ п/п	Наименование объекта	Тепловые потери в подающем тр-де, Гкал/ч	Тепловые потери в обратном тр-де, Гкал/ч	Тепловые потери с утечками теплоносителя, Гкал/ч
1	Медногорская ТЭЦ	1,58530	0,85422	0,38183
2	Котельная № 1 «Больничная»	0,15803	0,0775	0,0208
3	Котельная № 3 «Моторная»	0,00076	0,00033	0,00079
4	Котельная № 4 «Никитино»	0,24366	0,1378	0,05231

Раздел 8. Расчет показателей надежности теплоснабжения

Подробный расчет показателей надежности теплоснабжения представлен в Главе 11.

Раздел 9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения

С целью моделирования подключения новых потребителей к тепловым сетям существующих источников централизованного теплоснабжения были определены участки новых тепловых сетей необходимые к строительству в период до 2039 г., а также участки существующих тепловых сетей, которые необходимо реконструировать с увеличением диаметра. Подробное описание технических характеристик и стоимости мероприятий по строительству и реконструкции тепловых сетей приведено в Главе 8.

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

В актуализированной схеме теплоснабжения предусмотрено закрытие Медногорской ТЭЦ с переключением тепловых нагрузок потребителей на новую БМК в 2023 г. Ниже рассмотрены сравнительные пьезометрические графики работы тепловых сетей от новой БМК по состоянию на 2023 г. и на 2039 г.

Путь движения теплоносителя от новой БМК до ЦТП № 8 представлен на рисунке 27.

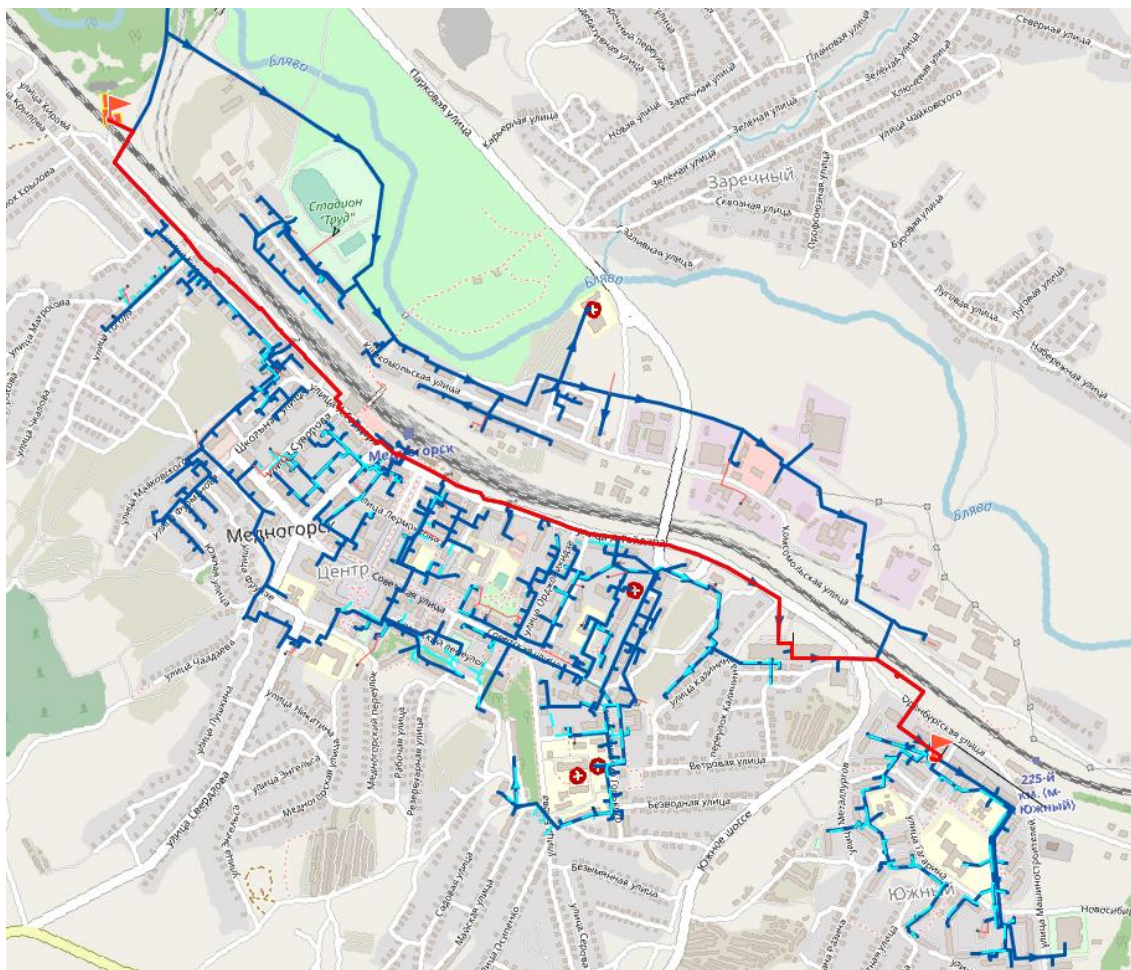


Рисунок 27. Путь движения теплоносителя от новой БМК до ЦТП № 8

Пьезометрический график по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2023 г. представлен на рисунке 28.

Пьезометрический график по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2039 г. представлен на рисунке 29.

Результаты расчета показывают, что пропускной способности тепловых сетей от Новой БМК будет достаточно для обеспечения существующих и перспективных потребителей г. Медногорска тепловой энергией в 2039 г.

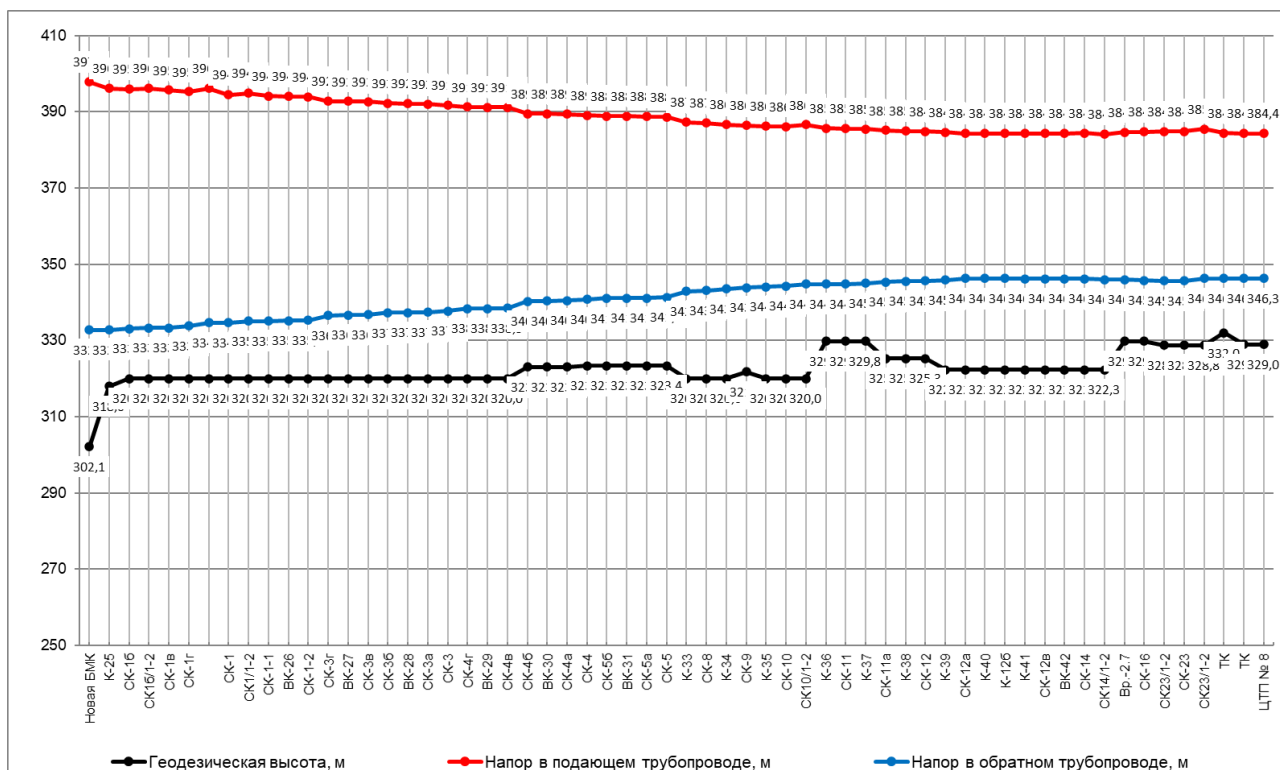


Рисунок 28. Пьезометрический график работы участка тепловой сети по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2023 г.

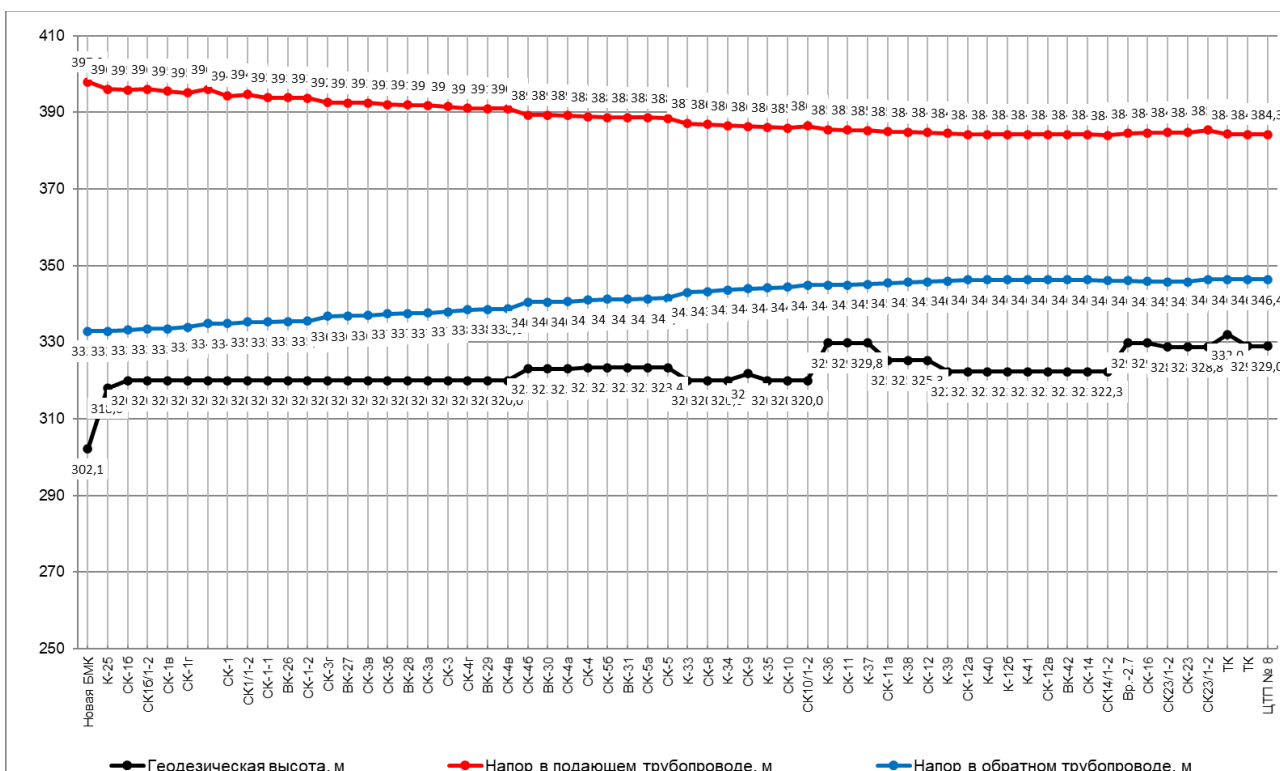


Рисунок 29. Пьезометрический график работы участка тепловой сети по направлению «Новая БМК – ЦТП № 8» в 2039 г.

Раздел 11. Сравнительные данные фактических, утвержденных режимов и данных электронной модели

Электронная модель г. Медногорск была откалибрована по полученным от теплоснабжающих организаций данным фактической работы тепловых сетей. Результаты калибровки сведены в таблице 12.

Необходимые сведения для калибровки электронной модели были предоставлены только по Медногорской ТЭЦ. По остальным источникам требуемые данные не были предоставлены.

Таблица 12. Результаты калибровки электронной модели г. Медногорск

№ п/п	Источник тепловой энергии (мощности), магистральный вы- вод	Параметры гидравлических режимов работы				Разница м/д расходом теп- лоносителя в эл. модели и фактическим (%)
		по данным фактиче- ского режима работы в отопительный период 2022/2023 гг.		по результатам выпол- ненной калибровки эл. модели системы тепло- снабжения		
		Давление в под./обр. труб-дах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоноси- теля в под. труб-де, (м³/ч)	Давление в под./обр. труб-дах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоноси- теля в под. труб-де, (м³/ч)	
1	Медногорская ТЭЦ	95/30	778	94,9/29,9	793	1,9
2	Котельная № 1 «Больничная»	-	-	39/16	114,9	-
3	Котельная № 4 «Никитино»	-	-	65/40	221,6	-

Раздел 12. Изменения гидравлических режимов, определяемые в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, с учетом изменений в составе оборудования источников тепловой энергии, тепловой сети и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения

Изменения гидравлических режимов работы тепловых сетей источников централизованного теплоснабжения в г. Медногорск в 2022 г. не происходило в связи с отсутствием изменений в схеме теплоснабжения города.