

Обосновывающие материалы

Схема теплоснабжения городского округа Реутов Московской области на период 2024-2044 годов (актуализация на 2026 год)

Глава 3

Электронная модель систем теплоснабжения Городского округа Реутов

46764.OM CTC.025.003.001

Москва 2025

**Схема теплоснабжения городского округа Реутов Московской области
на период 2024-2044 годов (актуализация на 2026 год)**

СОСТАВ РАБОТЫ

Наименование документа	Шифр
Схема теплоснабжения городского округа Реутов Московской области на период 2024-2044 годов Утверждаемая часть	46764.УЧ-СТС.025.000.000
Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения городского округа Реутов Московской области на период 2024-2044 годов (актуализация на 2026 год)	46764.ОМ-СТС.025.000.000
Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	46764.ОМ-СТС.025.001.001
Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	46764.ОМ СТС.025.002.001
Глава 3. Электронная модель систем теплоснабжения городского округа Реутов	46764.ОМ СТС.025.003.001
Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей	46764.ОМ СТС.025.004.001
Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения городского округа Реутов	46764.ОМ СТС.025.005.001
Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	46764.ОМ СТС.025.006.001
Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии	46764.ОМ СТС.025.007.001
Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей	46764.ОМ СТС.025.008.001
Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения	46764.ОМ СТС.025.009.001
Глава 10. Перспективные топливные балансы	46764.ОМ СТС.025.010.001
Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения	46764.ОМ СТС.025.011.001
Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию	46764.ОМ СТС.025.012.001
Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения городского округа Реутов	46764.ОМ СТС.025.013.001
Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия	46764.ОМ СТС.025.014.001
Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций	46764.ОМ СТС.025.015.001
Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения	46764.ОМ СТС.025.016.001
Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения	46764.ОМ СТС.025.017.001

Наименование документа	Шифр
Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в схеме теплоснабжения	46764.ОМ СТС.025.018.001
Приложение А к обосновывающим материалам к схеме теплоснабжения городского округа Реутов Московской области на период 2024-2044 годов (актуализация на 2026 год)	46764.ОМ СТС.025.019.001

СОДЕРЖАНИЕ

1	Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе и с полным топологическим описанием связности объектов	13
1.1	Основные понятия и определения	13
1.2	Базовые возможности ГИС Zulu	14
1.3	Моделирование тепловой сети	16
1.4	Исходные данные модели тепловой сети	17
1.5	Инженерные расчеты системы теплоснабжения	19
1.6	Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе г. о. Реутов	20
2	Паспортизация объектов системы теплоснабжения	23
2.1	Источники тепловой энергии	23
2.2	Потребители тепловой энергии	23
2.3	Насосные станции и ЦТП	24
3	Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	25
3.1	Результаты гидравлического расчета	25
3.1.1	Гидравлический расчет котельной № 1	25
3.1.2	Гидравлический расчет котельной № 2	25
3.1.3	Гидравлический расчет котельной № 4	26
3.1.4	Гидравлический расчет котельной № 5	27
3.1.5	Гидравлический расчет котельной № 6	28
3.1.6	Гидравлический расчет котельной № 7	28
3.1.7	Гидравлический расчет котельной БМК-140	29
3.1.8	Гидравлический расчет котельной «ЖК Реут»	30
3.1.9	Гидравлический расчет котельной АО «ВПК «НПО машиностроения»	30
3.1.10	Гидравлический расчет котельной «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России»	31
3.2	Пьезометрические графики работы участков тепловой сети	32
3.2.1	Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»	32
3.2.2	Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул Реутовских ополченцев, 2»	33

3.2.3	Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5»	34
3.2.4	Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24»	35
3.2.5	Пьезометрический график по направлению «Котельная №6, г. Реутов, ул. Ленина, д.18»	36
3.2.6	Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул. Победы, д.31»	37
3.2.7	Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45»	38
3.2.8	Пьезометрический график по направлению «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.»	39
3.2.9	Пьезометрический график по направлению «Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения, г. Реутов, 16ту Жилой дом на территории НПО	40
3.2.10	Пьезометрический график по направлению «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10»	41
4	Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	42
5	Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку	43
6	Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	44
7	Расчет показателей надежности теплоснабжения	45
8	Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения	46
9	Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей	47
9.1	Котельная № 1-1	Ошибка! Закладка не определена.
9.2	Котельная № 1-2	Ошибка! Закладка не определена.
9.3	Котельная № 1-3	Ошибка! Закладка не определена.
9.4	Котельная № 1-5	Ошибка! Закладка не определена.
9.5	Котельная № 1-8	Ошибка! Закладка не определена.
9.6	Котельная № 1-15	Ошибка! Закладка не определена.
9.7	Котельная № 1-20	Ошибка! Закладка не определена.
9.8	Котельная № 1-21	Ошибка! Закладка не определена.

9.9 Котельная № 1-27	Ошибка! Закладка не определена.
9.10 Котельная № 1-37	Ошибка! Закладка не определена.
10 Сравнительные данные фактических, утвержденных режимов и данных электронной модели.....	55
11 Сравнительные 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	23
Таблица 2. Типы присоединений теплopotребляющих установок потребителей к тепловым сетям	23
Таблица 3. Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	44
Таблица 4 – Результаты калибровки электронной модели г. о. Реутов	55
Таблица 5. Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2024 г. (Таблица П33.1. МУ).....	57
Таблица 6. Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку (Таблица П33.2. МУ)	58

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Пример представления графической информации21
- Рисунок 1. Путь движения теплоносителя «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»32
- Рисунок 4. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-1 до Уз. **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 5. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1 до
Уз. (до подключения перспективной тепловой нагрузки)**Ошибка! Закладка**
не определена.
- Рисунок 6. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1 до
Уз. (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 7. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-1 до ТК-2/4 **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 8. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1 до
ТК-2/4 (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 9. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1 до
ТК-2/4 (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 10. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-1 до ТК-
18в.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 11. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1
до ТК-18в (до подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 12. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-1
до ТК-18в (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 13. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-2 до Уз.
ТК**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 14. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-2
до Уз. ТК (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 15. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-2
до Уз. ТК (после подключения перспективной тепловой нагрузки) . **Ошибка!**
Закладка не определена.

- Рисунок 16. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-3 до Уз. 19008.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 17. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-3 до Уз. 19008 (до подключения перспективной тепловой нагрузки).. **Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 18. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-3 до Уз. 19008 (после подключения перспективной тепловой нагрузки).....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 19. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-3 до ИТП Поликлиники № 2**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 20. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-3 до ИТП Поликлиники № 2 (до подключения перспективной тепловой нагрузки).....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 21. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-3 до ИТП Поликлиники № 2 (после подключения перспективной тепловой нагрузки).....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 22. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-5 до ТКЗ-1 **Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 23. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-5 до ТКЗ-1 (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 24. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-5 до ТКЗ-1 (после подключения перспективной тепловой нагрузки) .. **Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 25. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-8 до Уз. 17787.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 26. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-8 до Уз. 17787 (до подключения перспективной тепловой нагрузки).. **Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 27. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-8 до Уз. 17787 (после подключения перспективной тепловой нагрузки).....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 28. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-15 до т21.. **Ошибка! Закладка не определена.**

- Рисунок 29. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-15 до т21 (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 30. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-15 до т21 (после подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 31. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-20 до ТК .. **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 32. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-20 до ТК (до подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 33. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-20 до ТК (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 34. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-21 до ТК-12.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Рисунок 35. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-21 до ТК-12 (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 36. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-21 до ТК-12 (после подключения перспективной тепловой нагрузки) .. **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 37. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-27 до ТК-7**Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 38. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-27 до ТК-7 (до подключения перспективной тепловой нагрузки)..... **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 39. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-27 до ТК-7 (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 40. Расчетная схема участка тепловой сети от котельной № 1-37 до ТК .. **Ошибка!**
Закладка не определена.
- Рисунок 41. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-37 до ТК (до подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.

Рисунок 42. Пьезометрический график работы участка теплосети от котельной № 1-37
до ТК (после подключения перспективной тепловой нагрузки) **Ошибка!**
Закладка не определена.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АИТ	– автономный источник теплоснабжения
БЦ	– бизнес-центр
ГБУ	– государственное бюджетное учреждение
ГБУСО	– государственное бюджетное учреждение социального обслуживания
ГВС	– газовоздушная смесь
ГОУ	– установок очистки газа (газоочистная установка)
ГТЭС	– газотурбинная электростанция
ГУП	– государственное унитарное предприятие
Г.	– город
Г. о.	– Городской округ
ДВОС	– декларация воздействия на окружающую среду
ЕТО	– единая теплоснабжающая организация
ЖК	– жилой комплекс
ЖСК	– жилищно-строительный кооператив
ЗАО	– Западный административный округ
ЗВ	– загрязняющее (вредное) вещество
ИЗАВ	– источники загрязнения атмосферного воздуха
ИНН	– идентификационный номер налогоплательщика
ИП	– индивидуальный предприниматель
ИТП	– индивидуальный тепловой пункт
КПД	– коэффициент полезного действия
КТС	– квартальная тепловая электростанция
КЭР	– комплексное экологическое разрешение
МК	– малая котельная
МУП	– муниципальное унитарное предприятие
НПО	– научно-производственное объединение
НДТ	– наилучшие доступные технологии
ОАО	– открытое акционерное общество
ОБУВ	– ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
Объект НВОС	– объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду

ОНВ	—	объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду
ООО	—	общество с ограниченной ответственностью
ПАО	—	публичное акционерное общество
ПГУ	—	парогазотурбинная установка
ПДК _{м.р.}	—	предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК _{с.год}	—	среднегодовая предельно допустимых концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе
ПДК _{с.с}	—	среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест
ПК	—	производственная котельная
Проект НДВ (проект ПДВ)	—	проект нормативов допустимых выбросов (проект нормативов предельно-допустимых выбросов)
Проект СЗЗ	—	проект санитарно-защитной зоны
ПЭК	—	программа производственного экологического контроля
РАН	—	Российская академия наук
РТС	—	районная тепловая станция
РД	—	рабочая документация
РТС	—	районная тепловая станция
СЦТ	—	система централизованного теплоснабжения
ТРЦ	—	торгово-развлекательный центр
ТЭП	—	технико-экономические показатели
ТЭР	—	топливно-энергетические ресурсы
ТЭС	—	тепловая электростанция
ТЭЦ	—	тепловая электроцентраль
ФГБОУ	—	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФГБУ	—	Федеральное государственное бюджетное учреждение.
ФГКУ	—	Федеральные государственные казенные учреждения
ФГУП	—	Федеральное государственное унитарное предприятие
ФЗ	—	федеральный закон
ЦКБ	—	центральная клиническая больница
ЦТП	—	центральный тепловой пункт
ЭПБ	—	экспертиза промышленной безопасности

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 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.

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

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

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

Узел – это символьный 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 – символьный 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, °С;
- располагаемый напор на выходе из источника, м;
- напор в обратном трубопроводе на источнике, м;
- текущая температура наружного воздуха, °С;
- 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 Гкал/ч;
- расчетная температура воды на входе в СО, °С;
- расчетная температура воды на выходе из СО, °С;
- расчетная температура внутреннего воздуха для СО, °С;
- 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 Гкал/ч;
- расчетная температура наружного воздуха для СВ, °С;
- расчетная температура внутреннего воздуха для СВ, °С;
- установленные шайбы на систему вентиляции – количество и размеры;
- расчетная средняя нагрузка на ГВС Гкал/ч;
- температура воды на ГВС, °С;
- 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 теплопотребления;
- 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;

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.

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 г. о. Реутов

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 с населением более 100 тысяч человек (раздел IV, п. 69), 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. Следует отметить, что по ряду объектов системы теплоснабжения г. о. Реутов отсутствовали необходимые данные, такие как схемы тепловых камер, наличие и состояние запорно-регулирующей арматуры, подтвержденные нагрузки на отопление, вентиляцию и ГВС части потребителей, сведения о наличии регуляторов температуры, шероховатость трубопроводов, подтвержденная результатами соответствующих испытаний. Разработанная электронная модель содержит в своем составе следующие слои:

- Тепловые сети
- Зоны действия источников теплоснабжения

- Перспективные объекты строительства
- Перспективные тепловые сети

Пример представления слоёв гидрографии, растительности, зданий, кварталов, дорог, улиц и тепловой сети г. о. Реутов приведены на рисунке Рисунок 1. Пример представления графической информации.

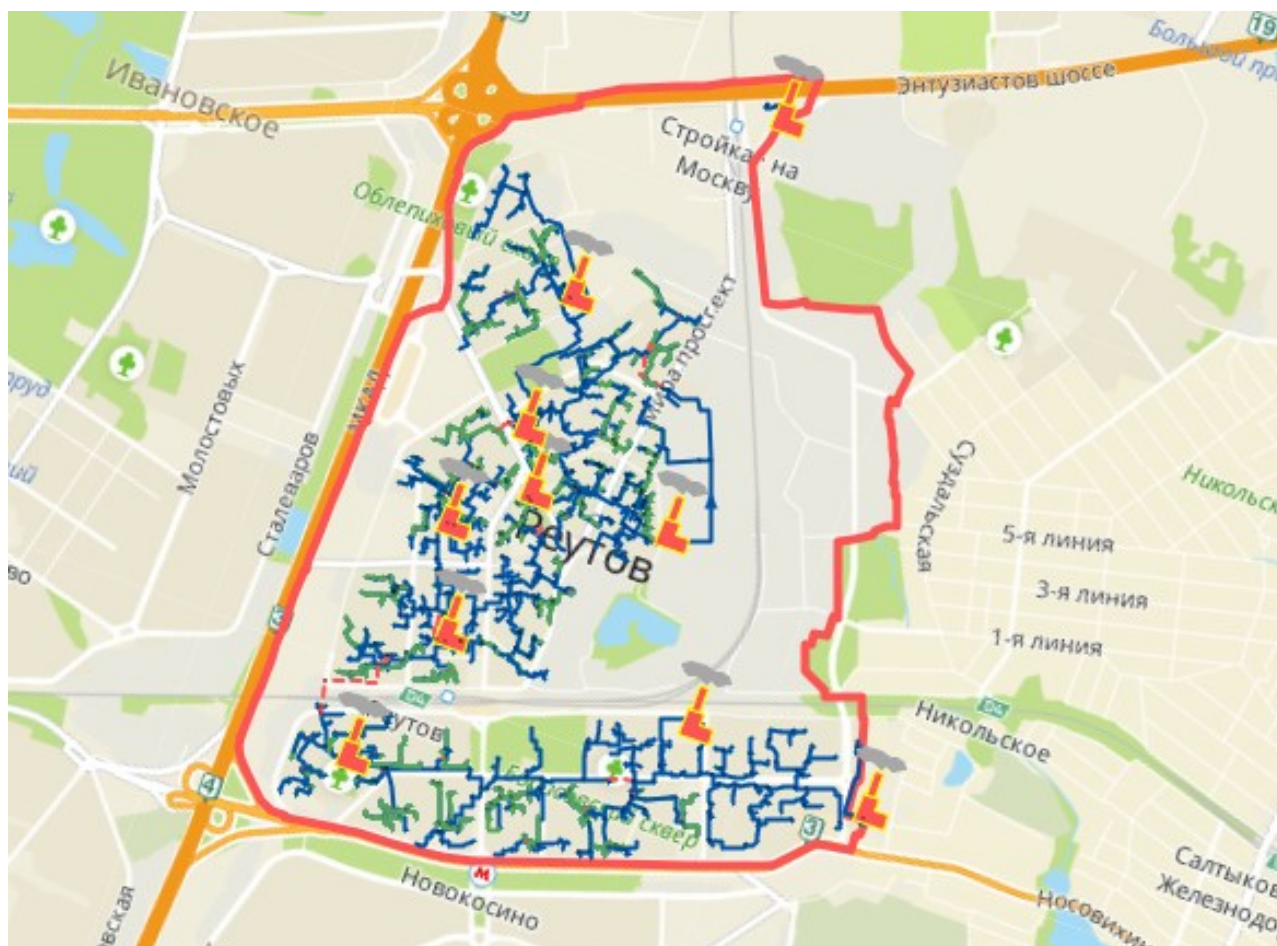








Рисунок 1. Пример представления графической информации

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).

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

Таблица 1 – Характеристики источников тепловой энергии

№ п/п	Наименование источника	Наименование ЕТО
1	Котельная № 1	ООО «РСК»
2	Котельная № 2	ООО «РСК»
3	Котельная № 4	ООО «РСК»
4	Котельная № 5	ООО «РСК»
5	Котельная № 6	ООО «РСК»
6	Котельная № 7	ООО «РСК»
7	Котельная БМК-140	ООО «РСК»
8	Котельная Реут	ООО «РСК»
9	Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения»	ООО «РСК»
10	Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России»	ООО «РСК»

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 теплоснабжающих установок потребителей к тепловым сетям

Номер схемы	Описание схемы	Количество подключенных потребителей	Доля подключенных потребителей, %
1	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и независимым присоединением СО и СВ	10	1,14%
2	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и элеваторным присоединением СО	205	23,27%
3	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и независимым присоединением СО	4	0,45%
4	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и непосредственным присоединением СО	172	19,52%
5	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и насосным присоединением СО (насос на перемычке)	3	0,34%
6	Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и элеваторным присоединением СО	1	0,11%
10	Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ	9	1,02%
13	Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО	1	0,11%
14	Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО	49	5,56%
15	Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ (насос на перемычке)	1	0,11%
16	Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ	16	1,82%
19	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО	34	3,86%

Номер схемы	Описание схемы описания	Количество подключенных потребителей	Доля подключенных потребителей, %
20	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО	39	4,43%
21	Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ (насос на перемычке)	1	0,11%
22	Потребитель с одноступенчатым подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ	13	1,48%
23	Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосным присоединением СО (насос на перемычке)	0	36,55%
26	Потребитель с открытым водоразбором и циркуляционной линией	322	0,11%
27	Потребитель с подогревателями ГВС	1	1,14%
28	Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и непосредственным присоединением СО	0	23,27%
Сумма		881	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.

3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

3.1 Результаты гидравлического расчета

3.1.1 Гидравлический расчет котельной № 1

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	33.735, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	25.997, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	3.190, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.001, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	3.381, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.249, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.54080, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.25979, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.02792, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.01927, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.06943, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	771.354, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	768.538, т/ч
Суммарный расход на подпитку	2.816, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	675.671, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	76.401, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	0.035, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	18.845, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.48365, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.48205, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	1.81580, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	61.000, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	25.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	71.508, °C

3.1.2 Гидравлический расчет котельной № 2

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	52.253, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	40.308, Гкал/ч

Расход тепла на систему вентиляции	1.727, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.005, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	8.011, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.344, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	1.05095, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.47691, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.15451, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.08989, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.08592, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1003.727, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	998.387, т/ч
Суммарный расход на подпитку	5.340, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	898.358, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	39.984, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	0.107, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	63.683, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	1.78831, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	1.78794, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	1.65652, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	70.000, м
Давление в обратном трубопроводе	45.000, м
Располагаемый напор	25.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	63.251, °C

3.1.3 Гидравлический расчет котельной № 4

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	35.068, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	27.963, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.525, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.256, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	4.955, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.433, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.51534, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.24060, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.06004, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.03928, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.08121, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	775.654, т/ч

Суммарный расход в обратном трубопроводе	769.277, т/ч
Суммарный расход на подпитку	6.376, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	717.203, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	12.457, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	4.010, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	2.065, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	45.451, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.58165, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.58165, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	1.20240, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	74.000, м
Давление в обратном трубопроводе	35.000, м
Располагаемый напор	39.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	70.326, °C

3.1.4 Гидравлический расчет котельной № 5

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	58.428, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	45.305, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	2.283, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.119, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	8.712, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.677, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.71569, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.31996, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.08802, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.05046, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.15710, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1069.945, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	1062.834, т/ч
Суммарный расход на подпитку	7.111, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	952.674, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	74.653, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	2.247, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	41.747, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.94514, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.94560, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	2.97356, т/ч

Давление в подающем трубопроводе	90.000, м
Давление в обратном трубопроводе	33.000, м
Располагаемый напор	57.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	60.763, °C

3.1.5 Гидравлический расчет котельной № 6

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2.252, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	1.986, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.024, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.163, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.023, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.02946, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01502, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00168, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00144, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.00821, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	82.348, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	82.180, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.169, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	78.866, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	0.998, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.468, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.01955, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.01955, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.12955, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	60.000, м
Давление в обратном трубопроводе	35.000, м
Располагаемый напор	25.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.785, °C

3.1.6 Гидравлический расчет котельной № 7

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	19.262, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	15.298, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	1.062, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	2.245, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.214, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.27813, Гкал/ч

Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.13930, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00562, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00358, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.01645, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	379.829, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	378.235, т/ч
Суммарный расход на подпитку	1.594, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	348.943, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	25.483, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	5.188, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.23581, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.23581, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	1.12196, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	74.000, м
Давление в обратном трубопроводе	44.000, м
Располагаемый напор	30.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.538, °C

3.1.7 Гидравлический расчет котельной БМК-140

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	107.511, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	55.193, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	12.970, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	35.188, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	2.689, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.80492, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.35694, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.17710, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.09152, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.04032, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1865.662, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	1861.618, т/ч
Суммарный расход на подпитку	4.045, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	1325.043, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	368.902, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	170.114, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	1.70179, т/ч

Расход воды на утечки из обратного трубопровода	1.70063, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.64217, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	80.000, м
Давление в обратном трубопроводе	45.000, м
Располагаемый напор	35.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000,°С
Температура в обратном трубопроводе	57.488,°С

3.1.8 Гидравлический расчет котельной «ЖК Реут»

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	4.956, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	2.904, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.399, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.602, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.03098, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01328, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00455, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00230, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	86.111, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	86.021, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.091, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	76.298, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	9.772, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	0.004, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.04532, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.04532, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	77.070, м
Давление в обратном трубопроводе	50.870, м
Располагаемый напор	26.200, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000,°С
Температура в обратном трубопроводе	57.505,°С

3.1.9 Гидравлический расчет котельной АО «ВПК «НПО машиностроения»

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	14.998, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	9.466, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.489, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	4.553, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.303, Гкал/ч

Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.11484, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.04933, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.01429, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00854, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	320.591, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	320.320, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.272, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	256.382, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	12.769, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	51.321, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.13590, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.13590, 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	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.271, °C

3.1.10 Гидравлический расчет котельной «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России»

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.368, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.352, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00865, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00463, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00020, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00014, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	0.00171, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	14.173, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	14.142, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.031, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	14.171, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00223, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00223, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.02657, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	45.000, м
Давление в обратном трубопроводе	30.000, м
Располагаемый напор	15.000, м

Температура в подающем трубопроводе 95.000,°C

Температура в обратном трубопроводе 69.203,°C

3.2 Пьезометрические графики работы участков тепловой сети

3.2.1 Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»

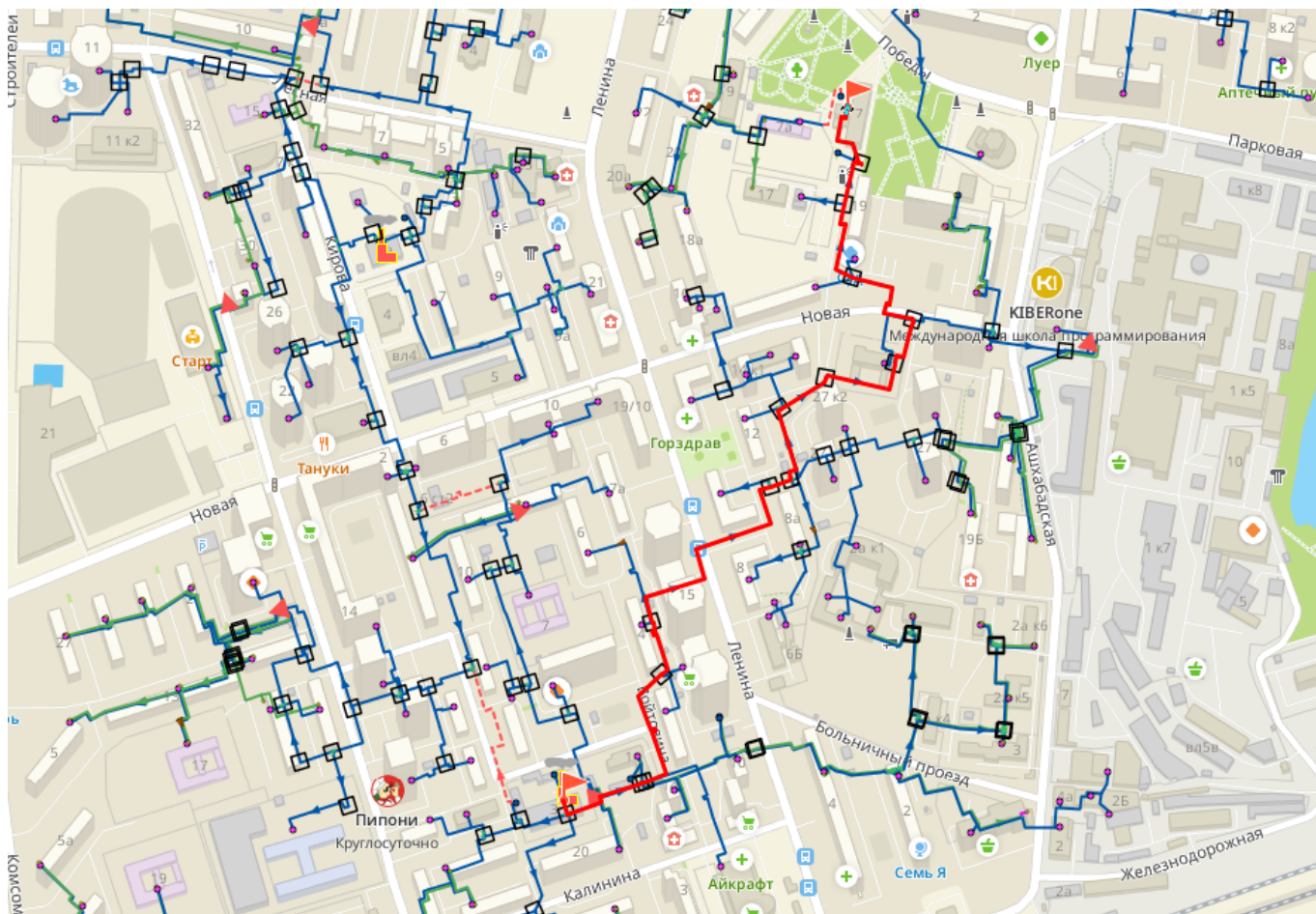


Рисунок 2. Путь движения теплоносителя «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»

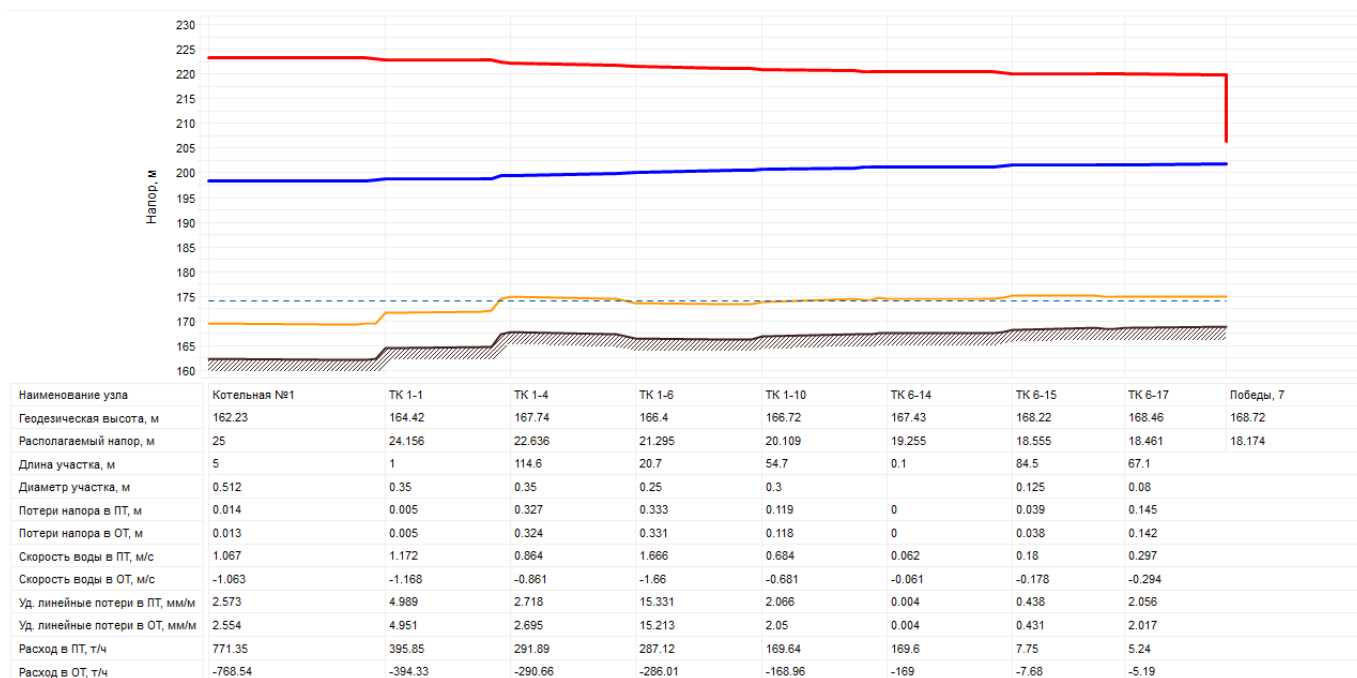


Рисунок 2. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»

3.2.2 Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул Реутовских ополченцев, 2»



Рисунок 3. Путь движения теплоносителя «Котельная №2, г. Реутов, ул Реутовских ополченцев, 2»

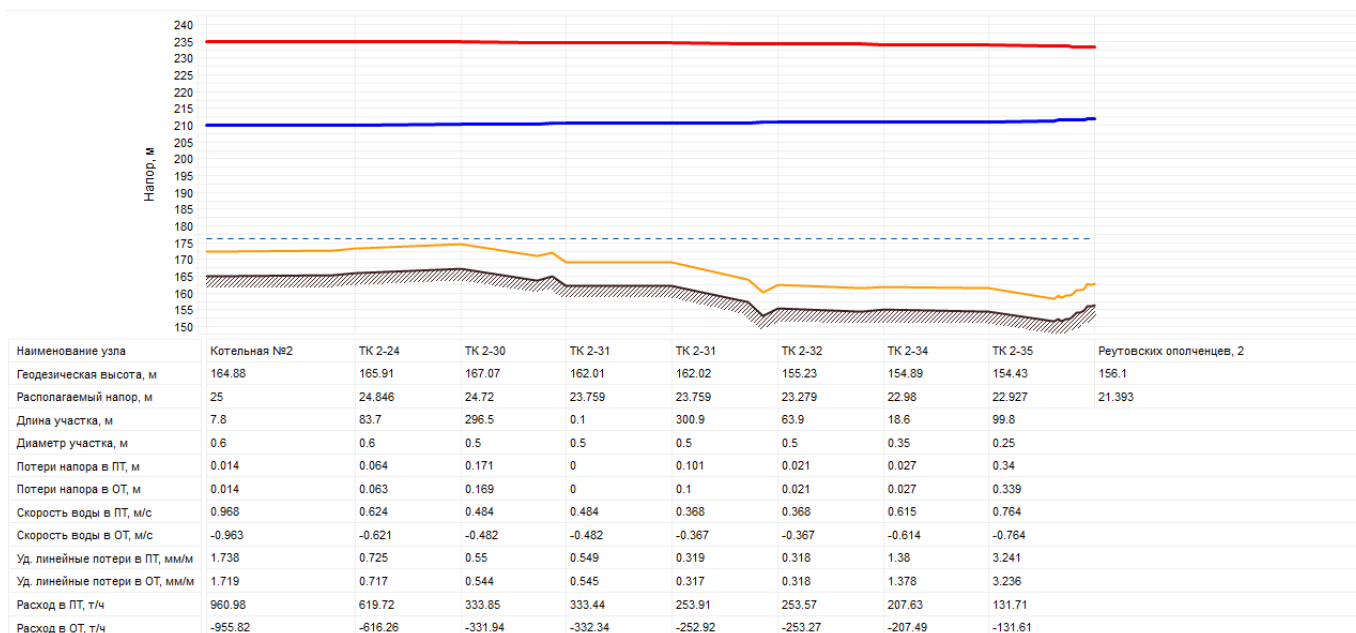


Рисунок 4. Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул. Реутовских ополченцев, 2»

3.2.3 Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5»

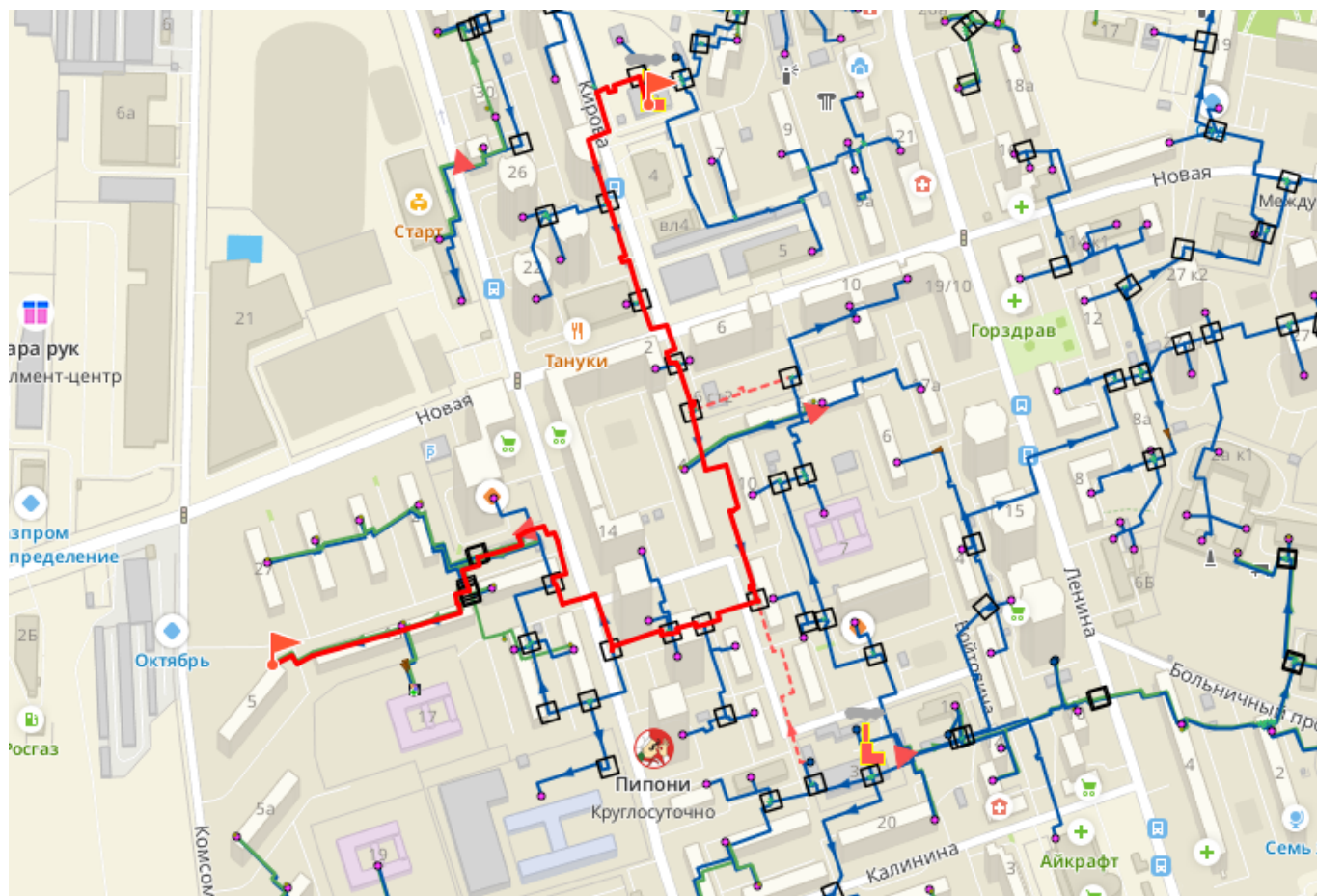


Рисунок 5. Путь движения теплоносителя «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5»



Рисунок 6. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5»

3.2.4 Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24»

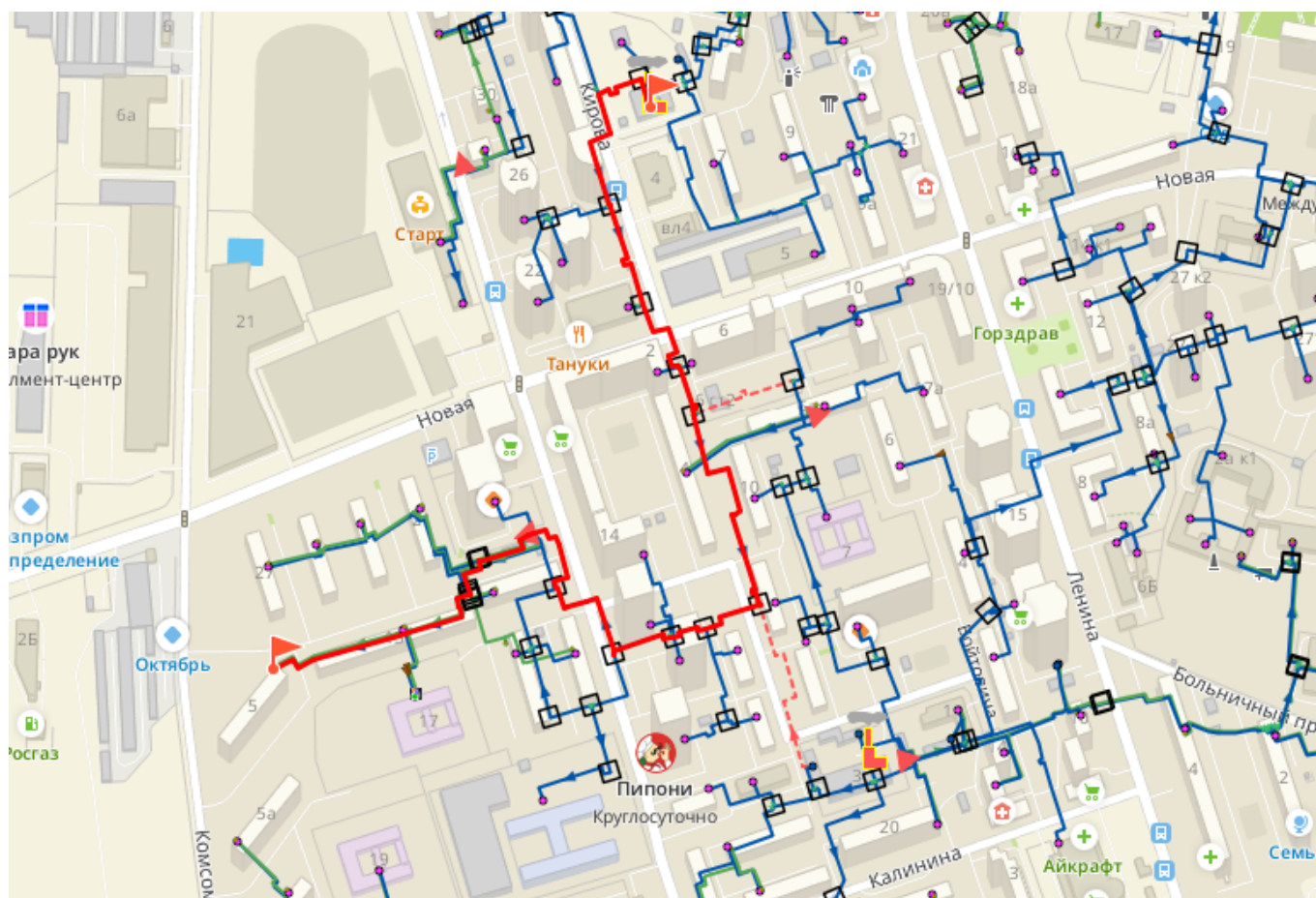


Рисунок 7. Путь движения теплоносителя «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24»



Рисунок 8. Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул Октября, д.24»

3.2.5 Пьезометрический график по направлению «Котельная №6, г. Реутов, ул Ленина, д.18»

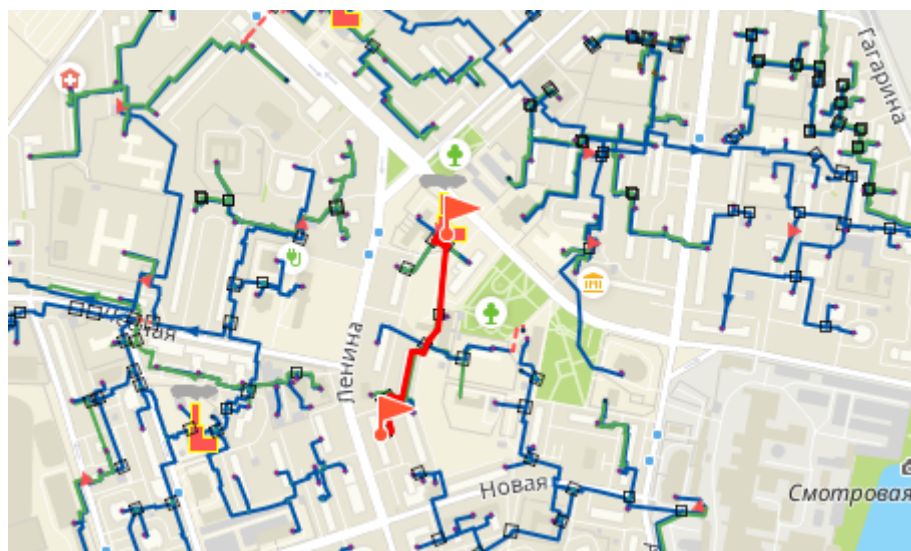


Рисунок 9. Путь движения теплоносителя «Котельная №6, г. Реутов, ул Ленина, д.18»

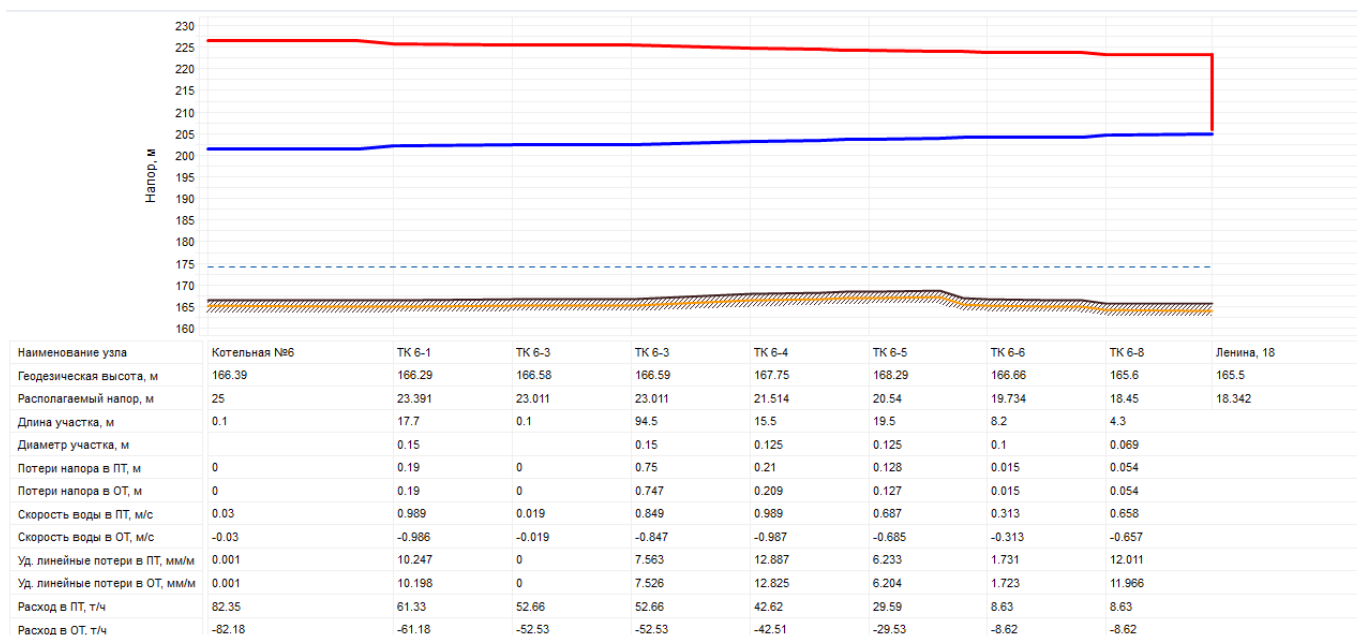


Рисунок 10. Пьезометрический график по направлению «Котельная №6, г. Реутов, ул Ленина, д.18»

3.2.6 Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул Победы, д.31»

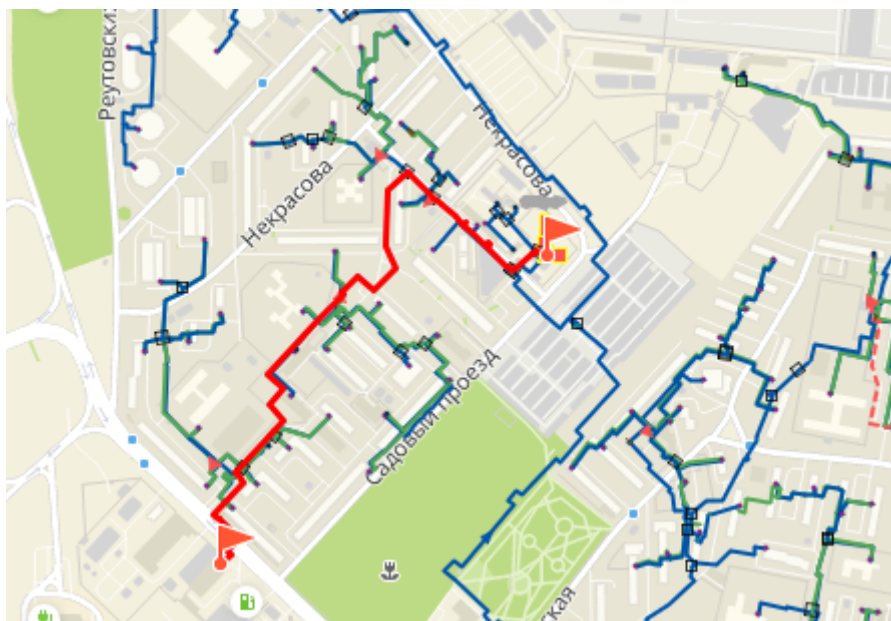


Рисунок 11. Путь движения теплоносителя «Котельная №7, г. Реутов, ул Победы, д.31»

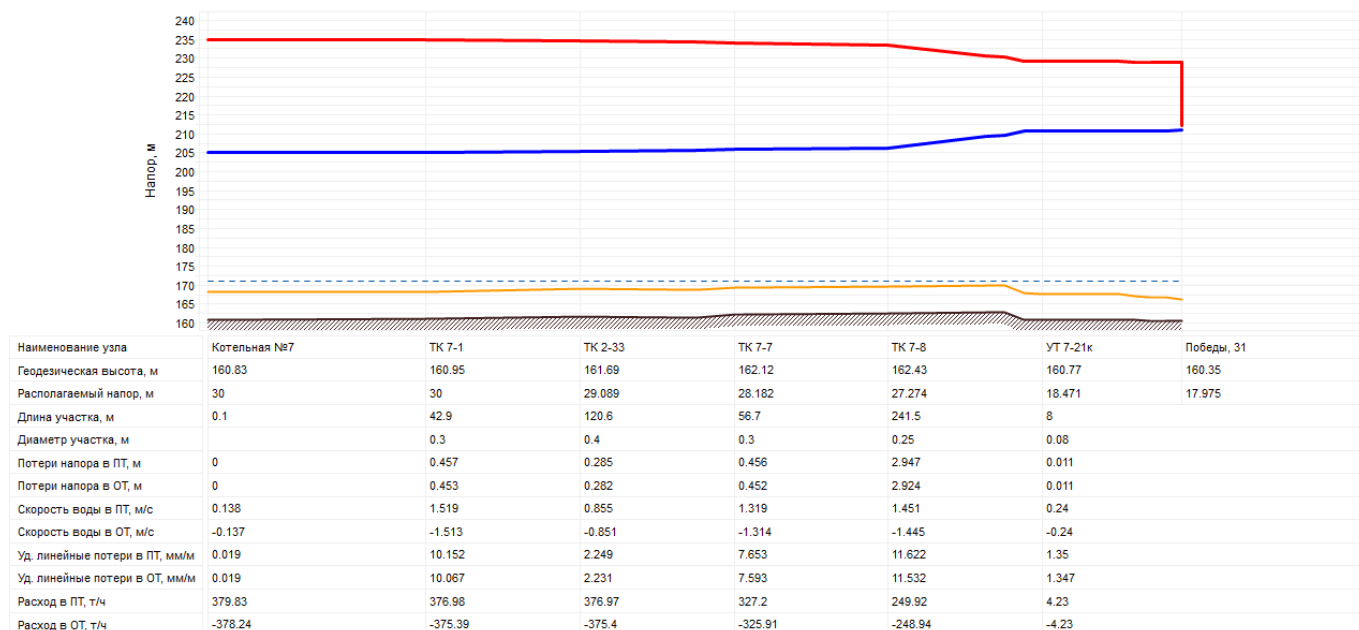


Рисунок 12. Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул. Победы, д.31»

3.2.7 Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45»



Рисунок 13. Путь движения теплоносителя «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45»

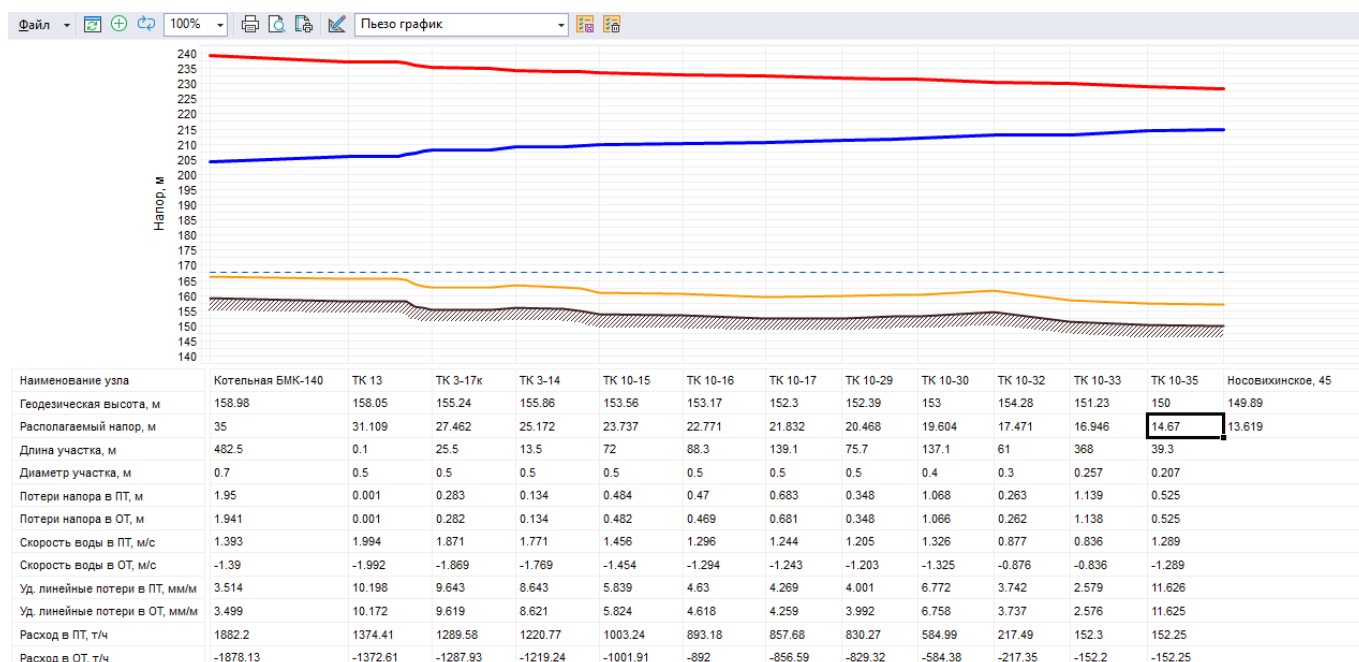


Рисунок 14. Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45»

3.2.8 Пьезометрический график по направлению «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.»

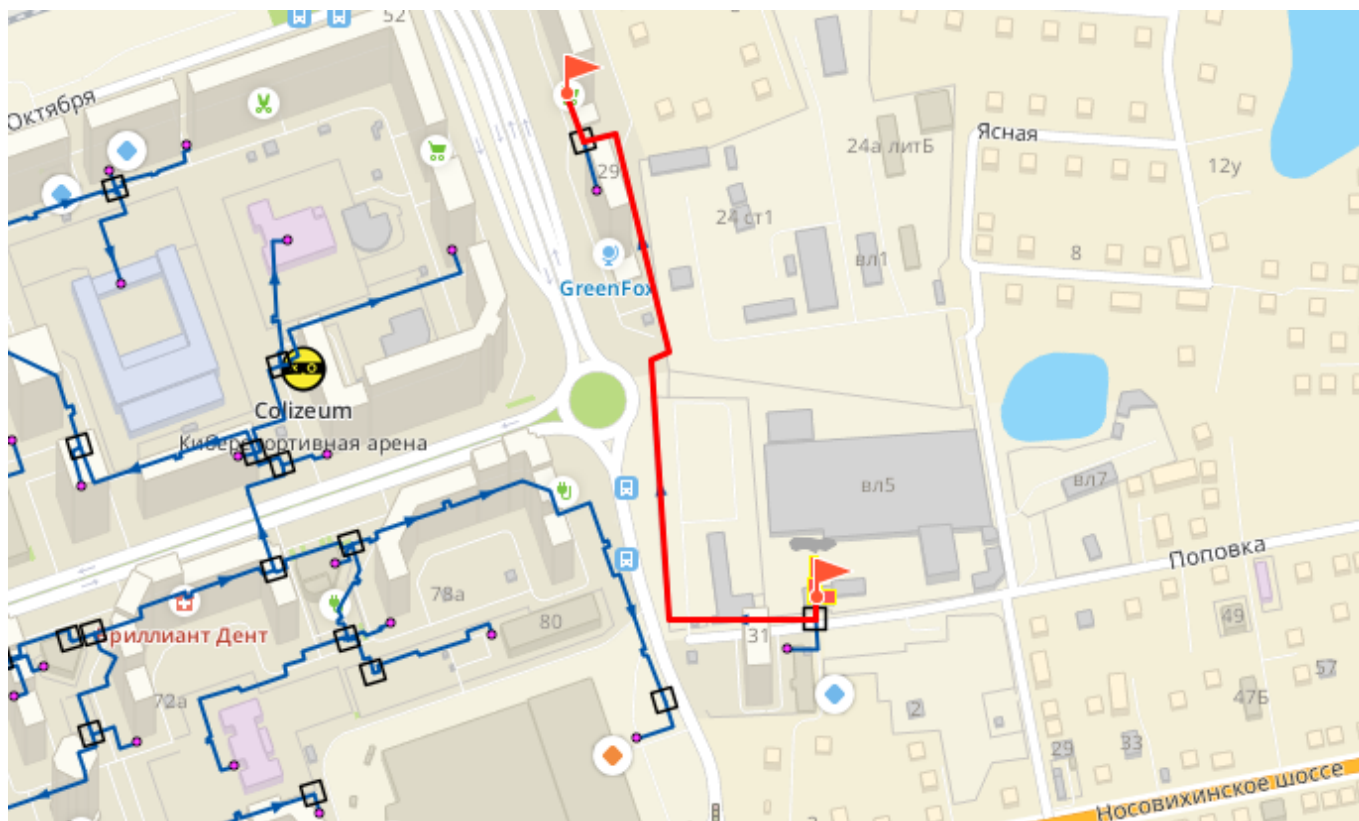


Рисунок 15. Путь движения теплоносителя «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.»

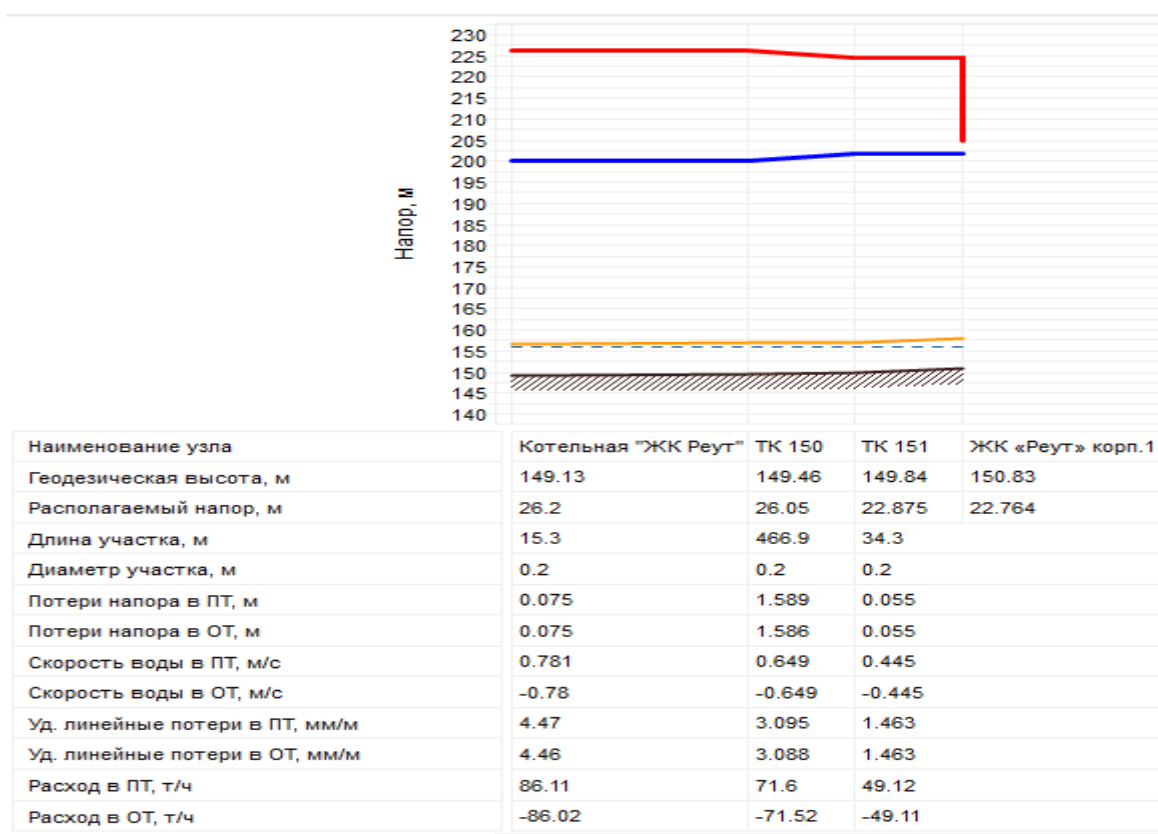


Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.»

3.2.9 Пьезометрический график по направлению «Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения, г. Реутов, 16ту Жилой дом на территории НПО

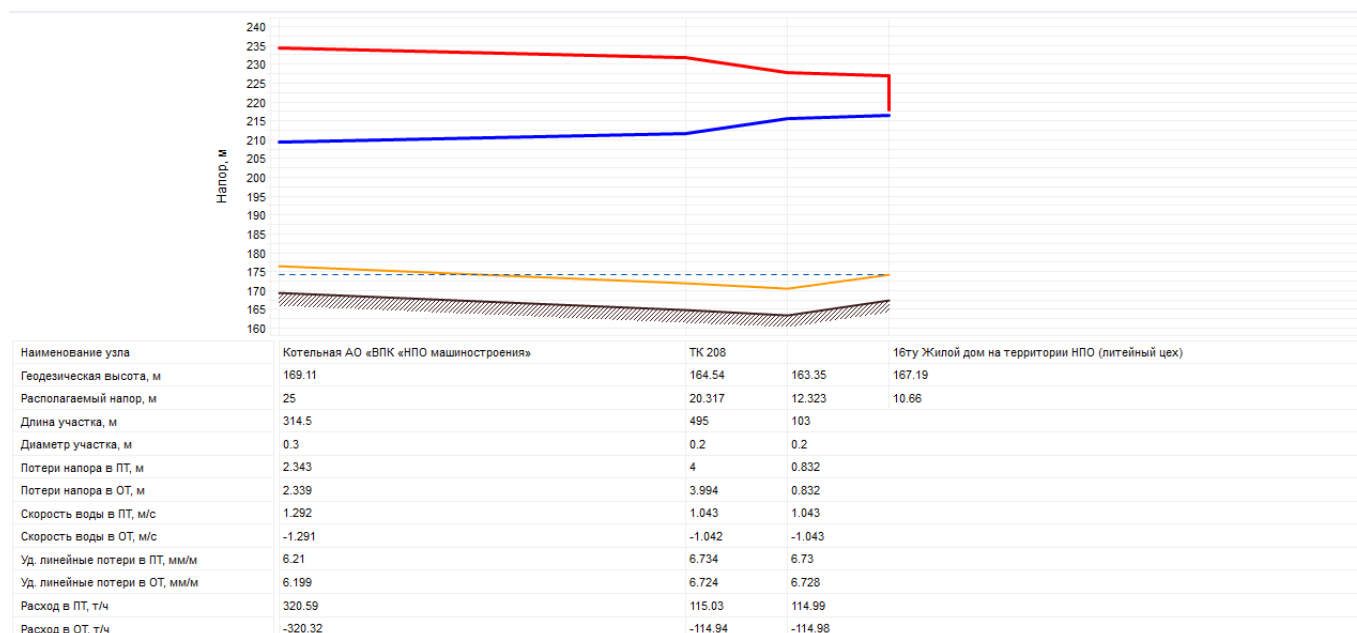


Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению «Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения, г. Реутов, 16ту Жилой дом на территории НПО

3.2.10 Пьезометрический график по направлению «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10»

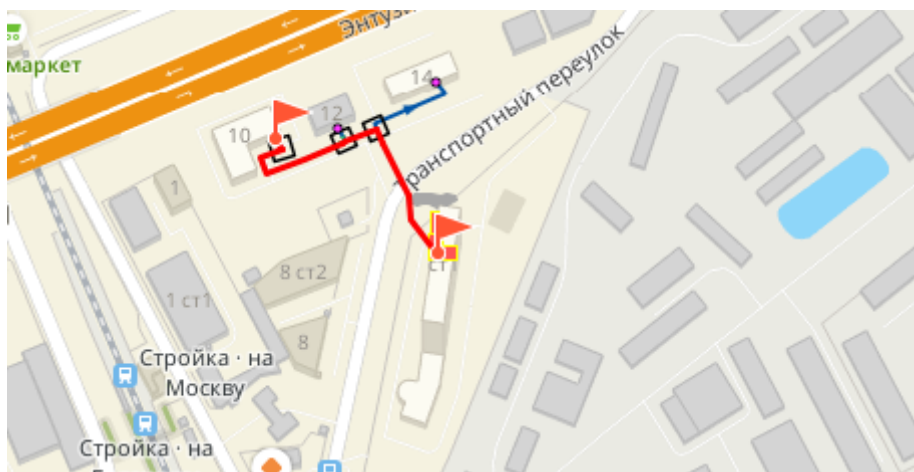


Рисунок 15. Путь движения теплоносителя «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10»

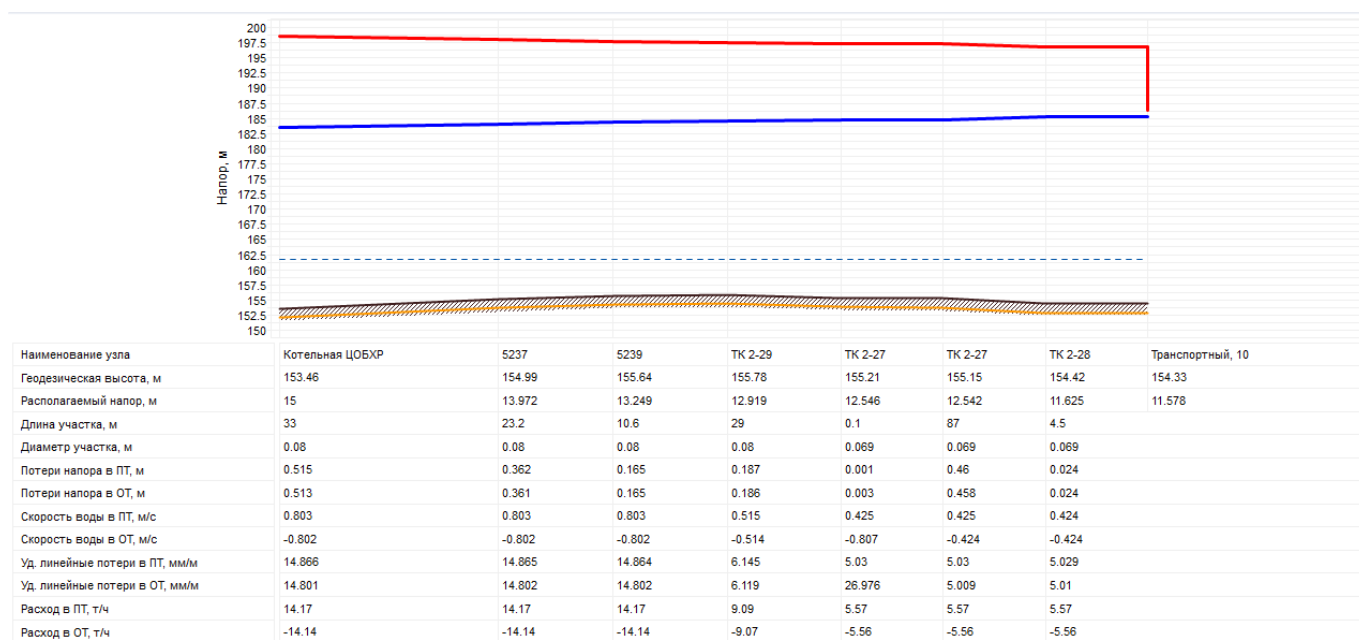


Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10»

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

Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии выполнено согласно принятого варианта развития системы теплоснабжения, приведенного в Главе 5 «Мастер-план», подробно описано в Главе 8 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения.

5 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.

6 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Значения потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя от источников теплоснабжения г. о. Реутов представлен в таблице 3.

Таблица 3. 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	Котельная № 1	0.54080	0.25979	0.11662
2	Котельная № 2	1.05095	0.47691	0.33032
3	Котельная № 4	0.51534	0.24060	0.18053
4	Котельная № 5	0.71569	0.31996	0.29558
5	Котельная № 6	0.02946	0.01502	0.01133
6	Котельная № 7	0.27813	0.13930	0.02565
7	Котельная БМК-140	0.80492	0.35694	0.30894
8	Котельная Реут	0.03098	0.01328	0.00685
9	Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения»	0.11484	0.04933	0.02283
10	Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России»	0.00020	0.00014	0.00205

7 Расчет показателей надежности теплоснабжения

Подробный расчет показателей надежности теплоснабжения представлен в Главе 11.

8 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 2025 - 2044 гг., 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.

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

9.1.1 Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7»

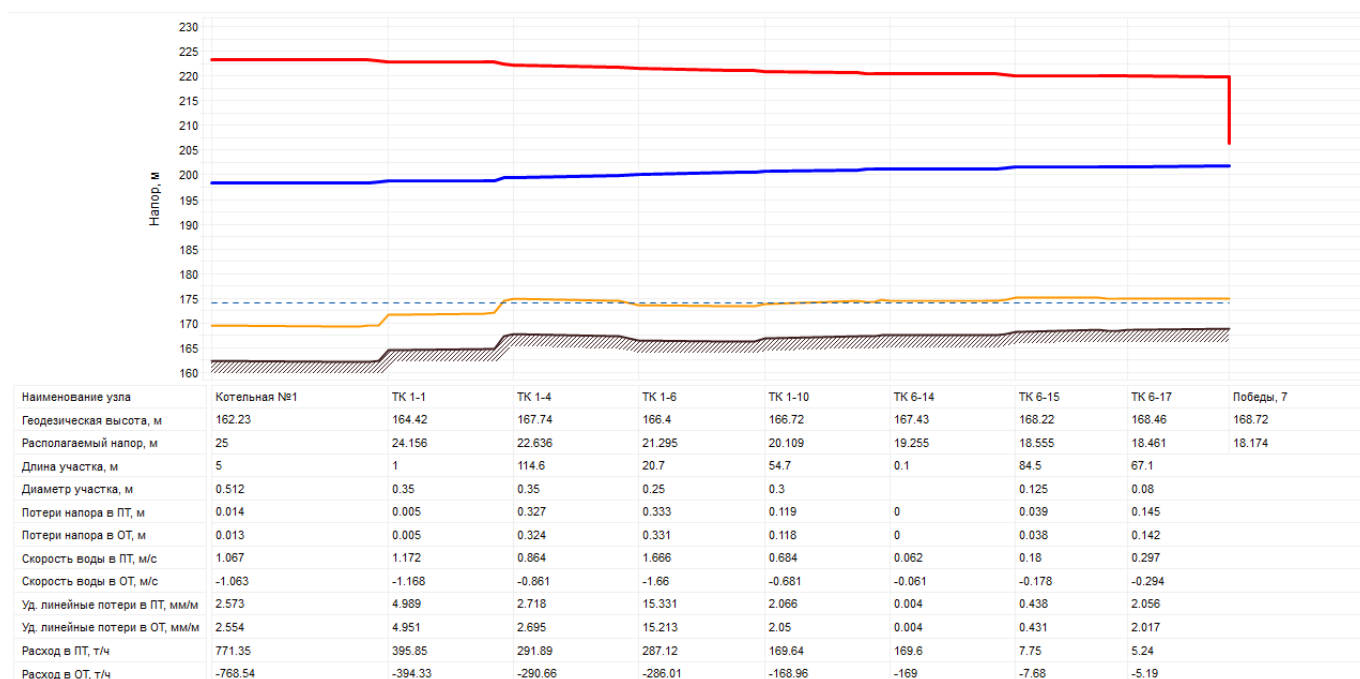


Рисунок 1. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7» до подключения перспективы

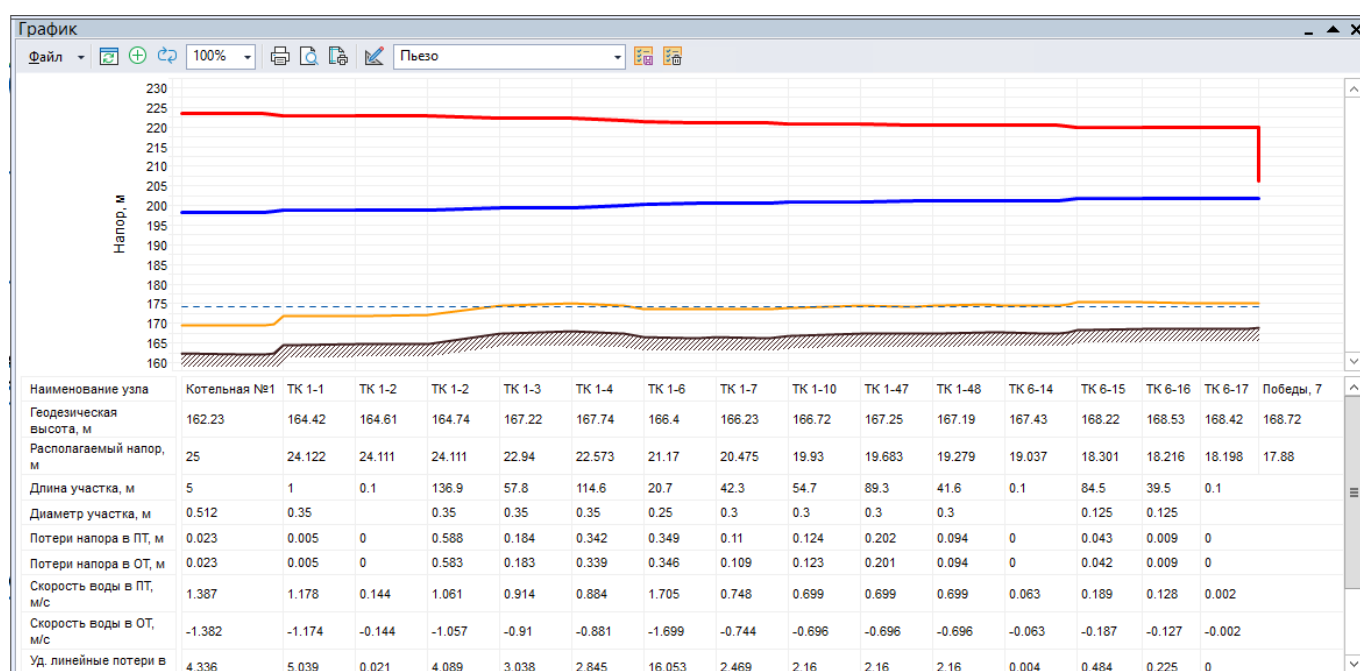


Рисунок 2. Пьезометрический график по направлению «Котельная №1, г. Реутов, ул Победы, д.7» после подключения перспективы

9.1.2 Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул Реутовских ополченцев, 2» после подключения перспективы

Рисунок 3. Путь движения теплоносителя «Котельная №2, г. Реутов, ул Реутовских ополченцев, 2»

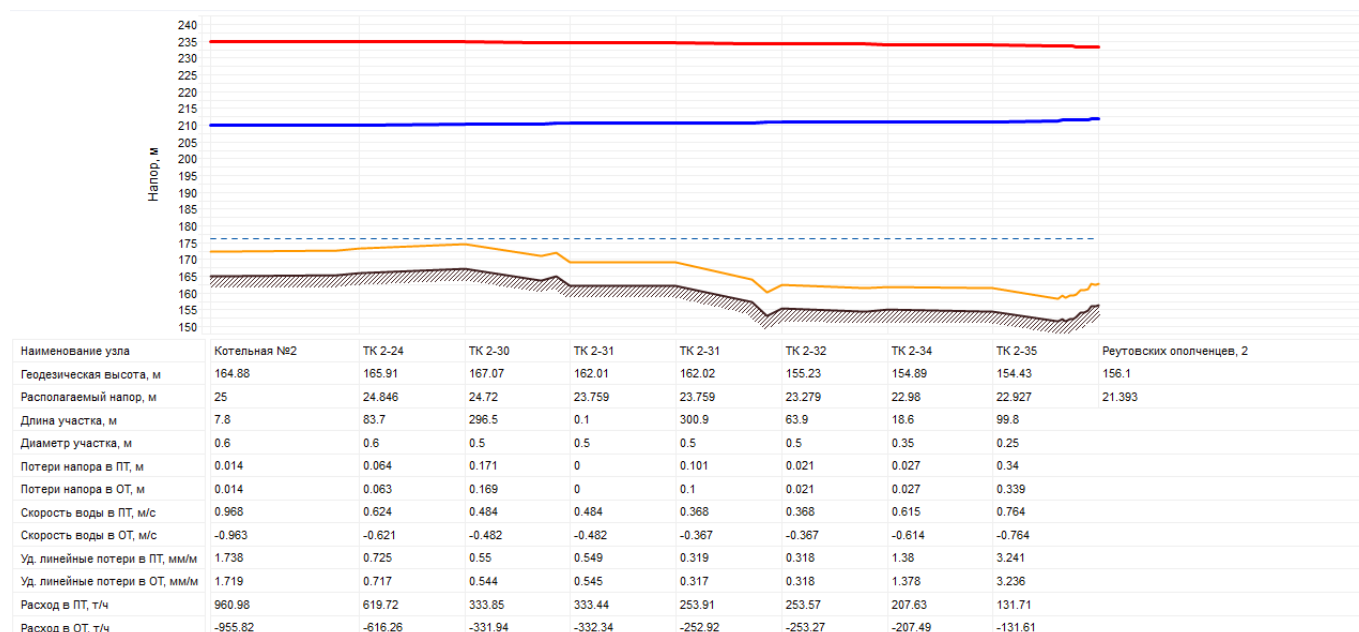


Рисунок 3. Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул. Реутовских ополченцев, 2» до подключения перспективы

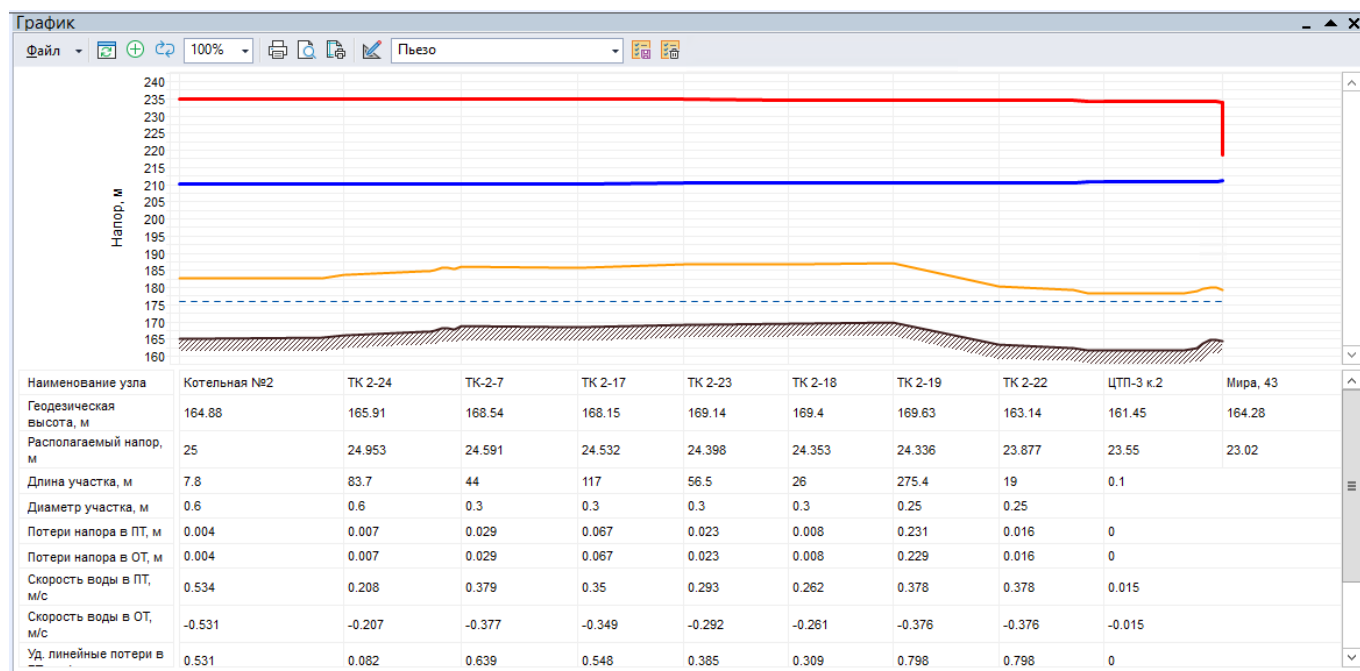


Рисунок 4. Пьезометрический график по направлению «Котельная №2, г. Реутов, ул. Мира, 43» после подключения перспективы

9.1.3 Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5» после подключения перспективы



Рисунок 5. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,5» до подключения перспективы

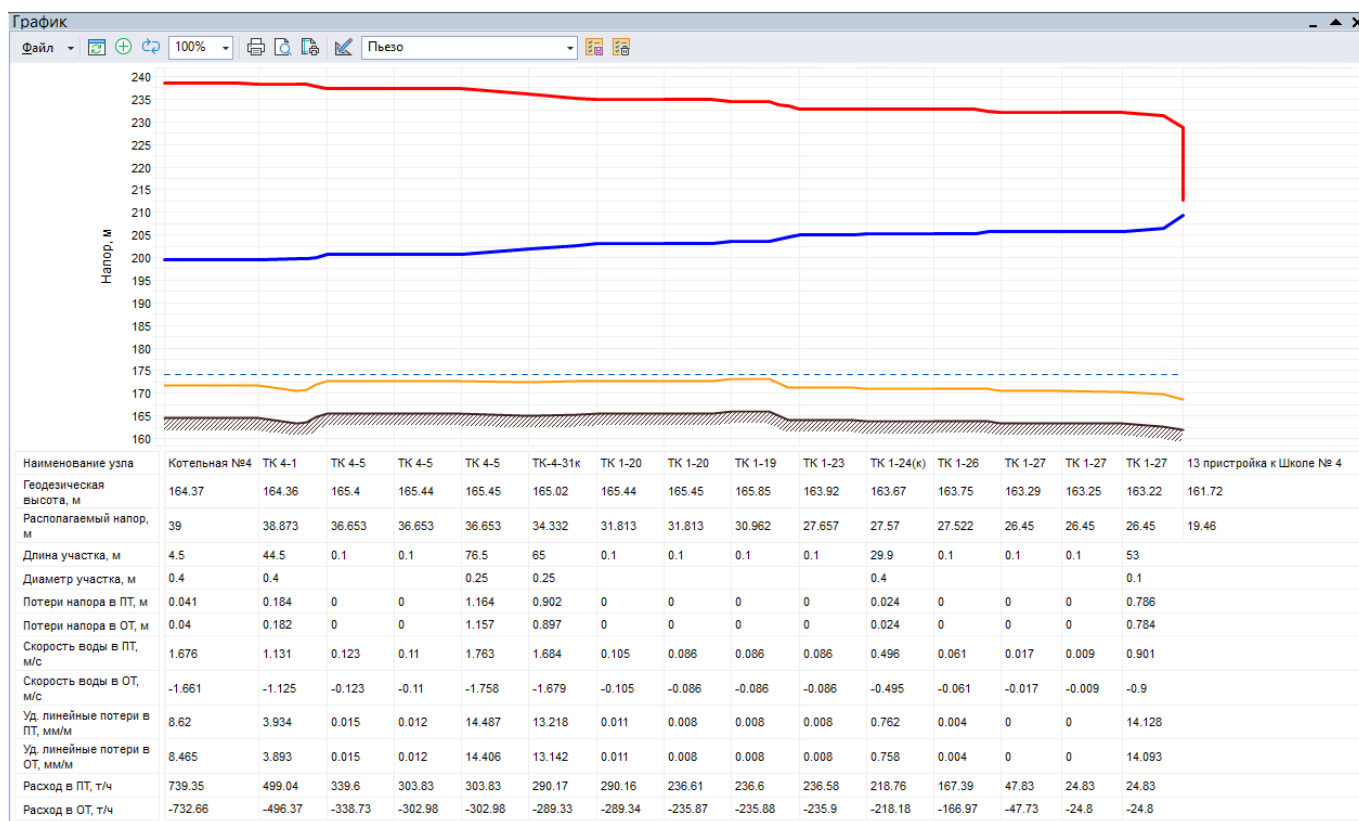


Рисунок 6. Пьезометрический график по направлению «Котельная №4, г. Реутов, ул. Комсомольская,15» после подключения перспективы

9.1.4 Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24» после подключения перспективы



Рисунок 7. Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24» до подключения перспективы

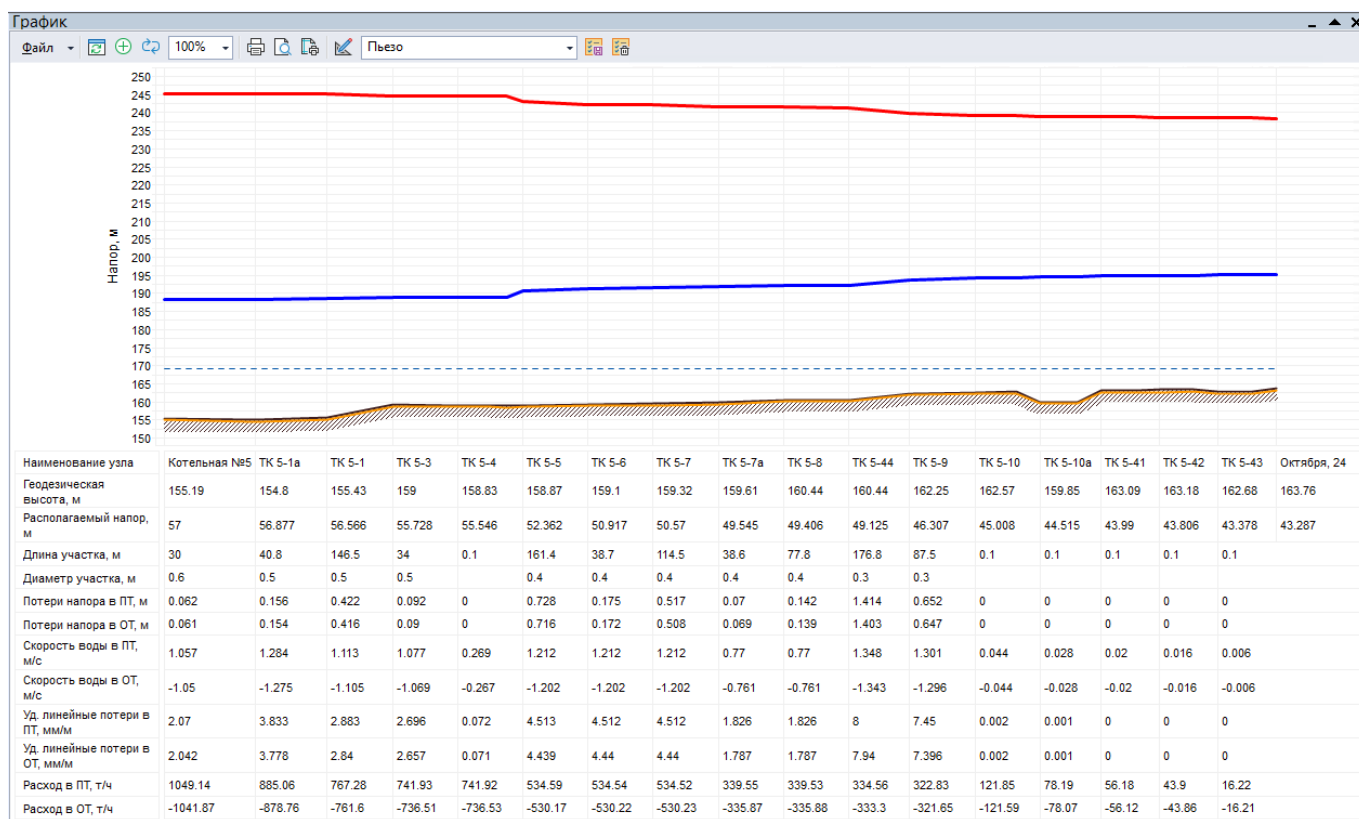


Рисунок 8. Пьезометрический график по направлению «Котельная №5, г. Реутов, ул. Октября, д.24» после подключения перспективы

9.1.5 Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул Победы, д.31» после подключения перспективы

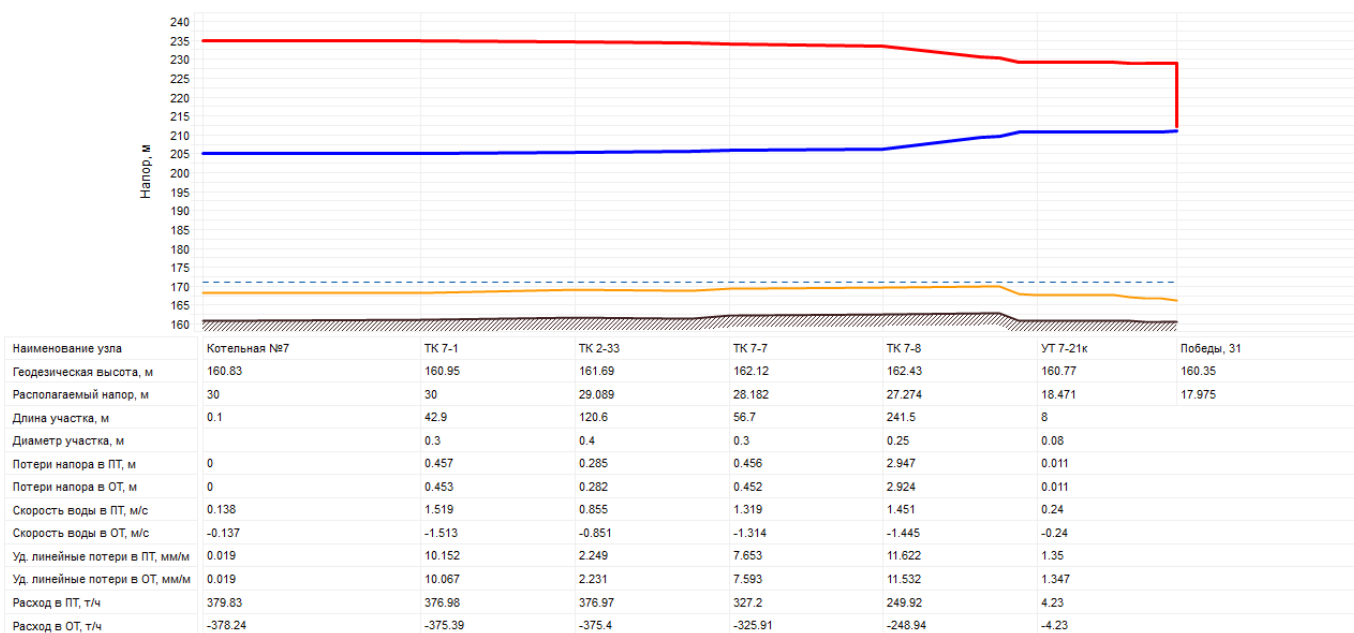


Рисунок 9. Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул. Победы, д.31» до подключения перспективы

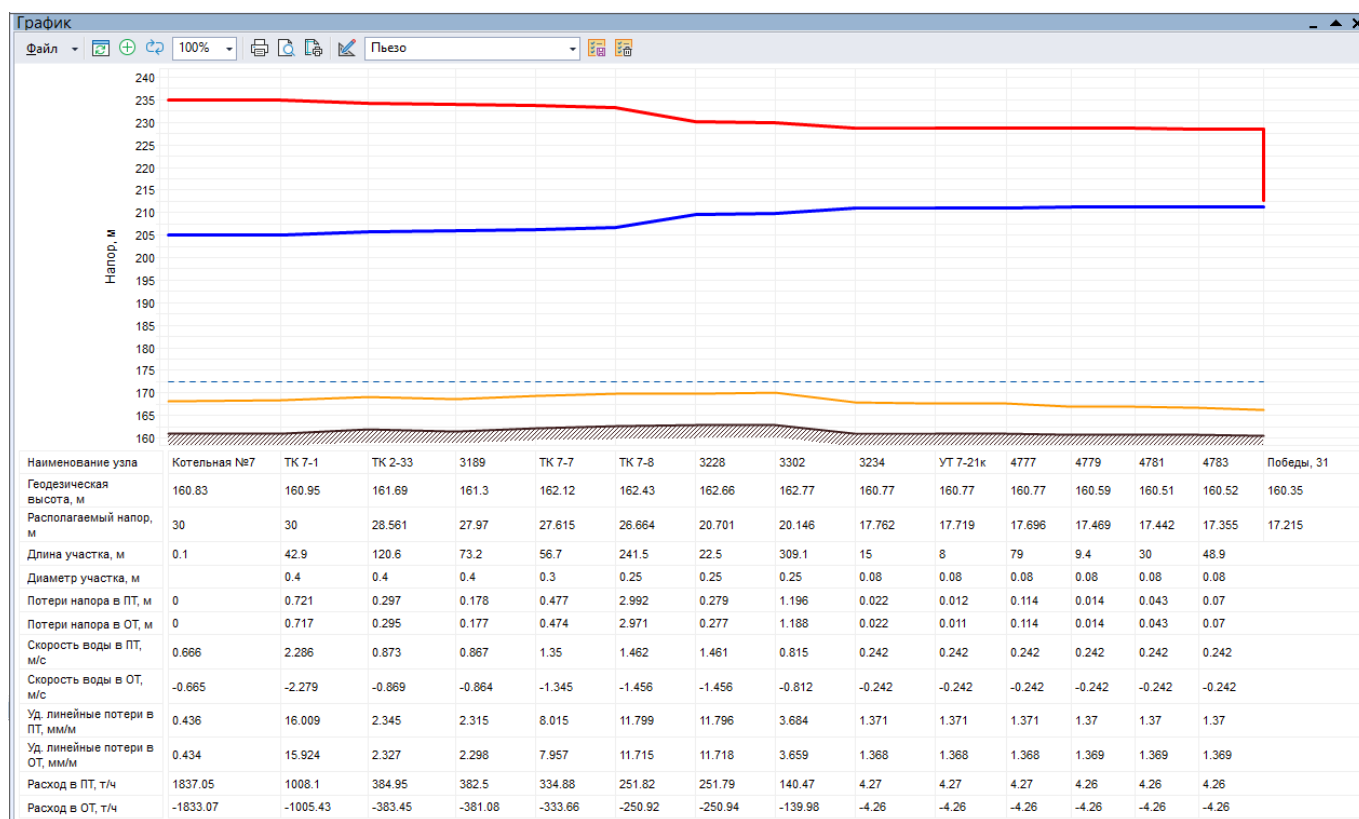


Рисунок 10. Пьезометрический график по направлению «Котельная №7, г. Реутов, ул. Победы, д.31» после подключения перспективы

9.1.6 Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45» после подключения перспективы

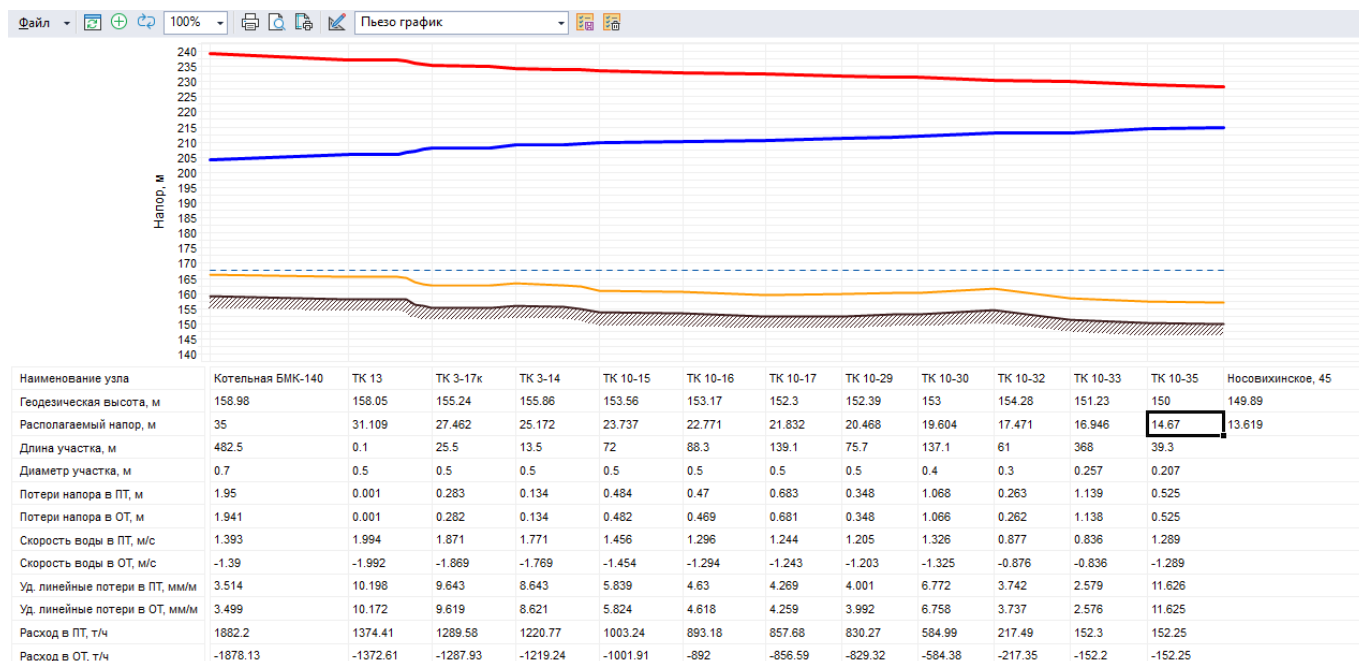


Рисунок 11. Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45» до подключения перспективы

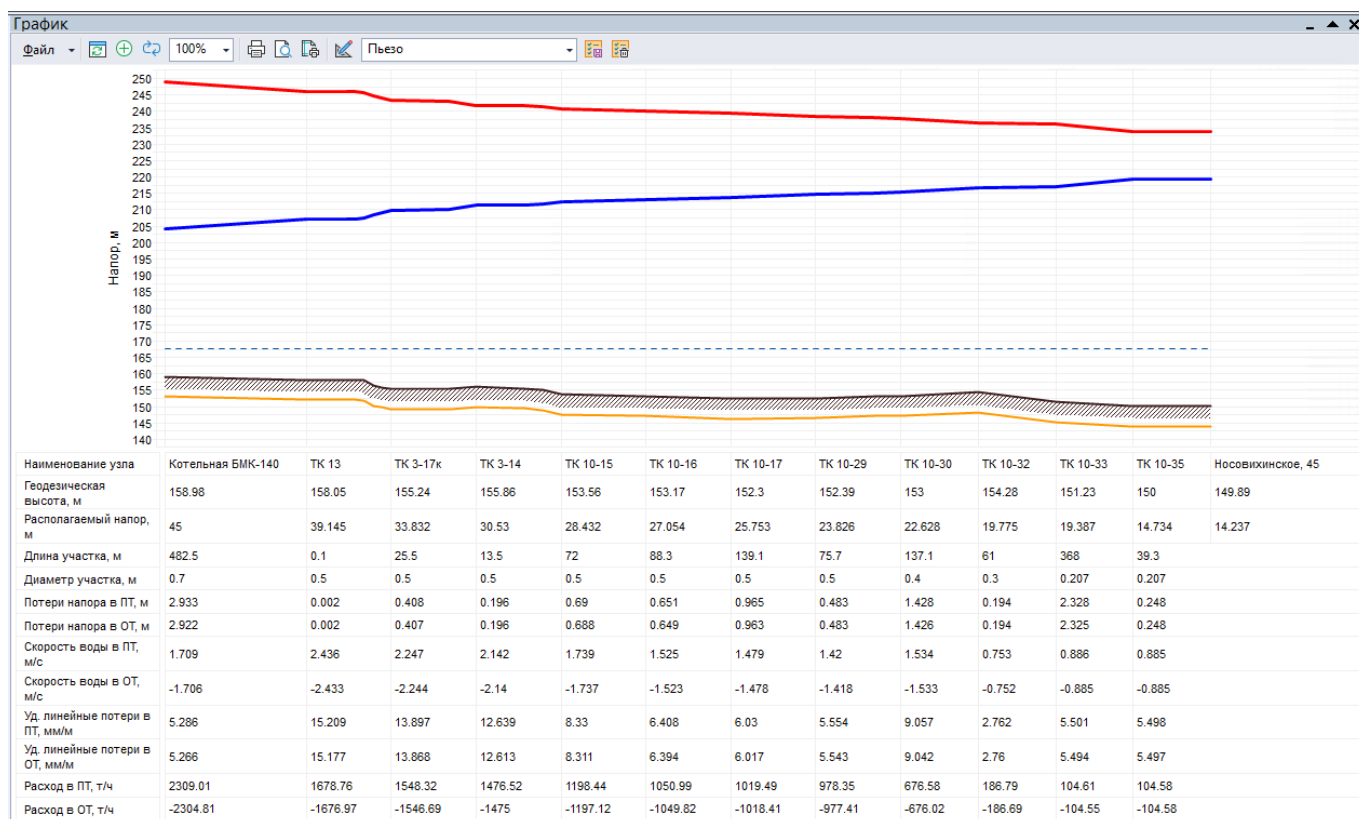


Рисунок 12. Пьезометрический график по направлению «Котельная БМК-140, г. Реутов, ш. Носовихинское, д.45» после подключения перспективы

9.1.7 Пьезометрический график по направлению «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.» после подключения перспективы

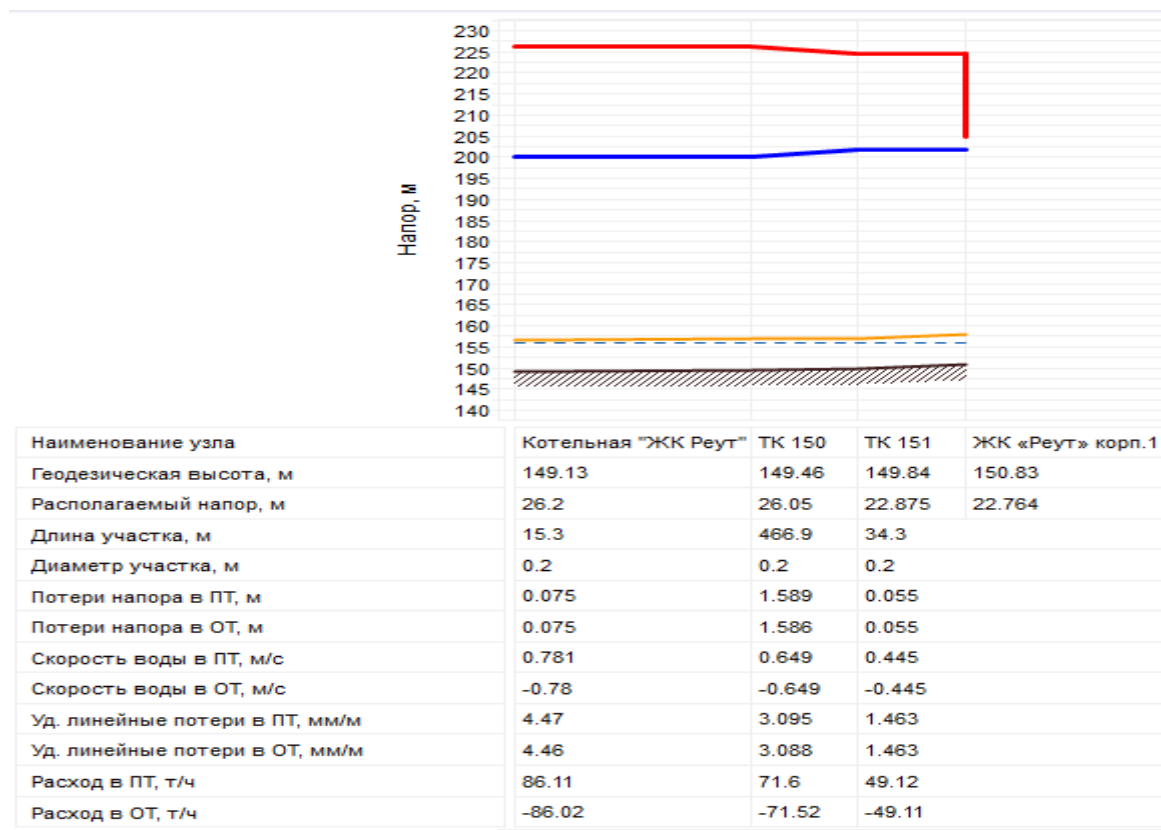


Рисунок 13. Пьезометрический график по направлению «Котельная ЖК-Реут, г. Реутов, ЖК «Реут» к.1.» до после подключения перспективы

9.1.8 Пьезометрический график по направлению «Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения, г. Реутов, 16ту Жилой дом на территории НПО после подключения перспективы

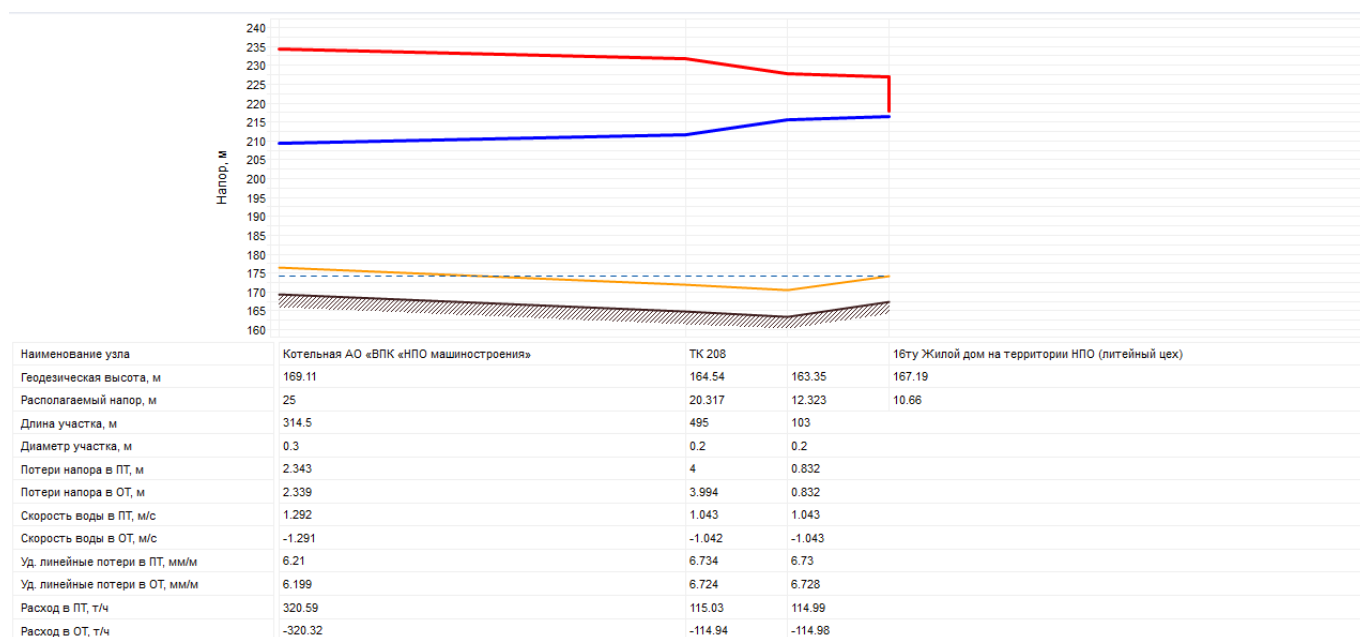


Рисунок 14. Пьезометрический график по направлению «Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения, г. Реутов, 16ту Жилой дом на территории НПО до и после подключения перспективы

9.1.9 Пьезометрический график по направлению «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10» после подключения перспективы

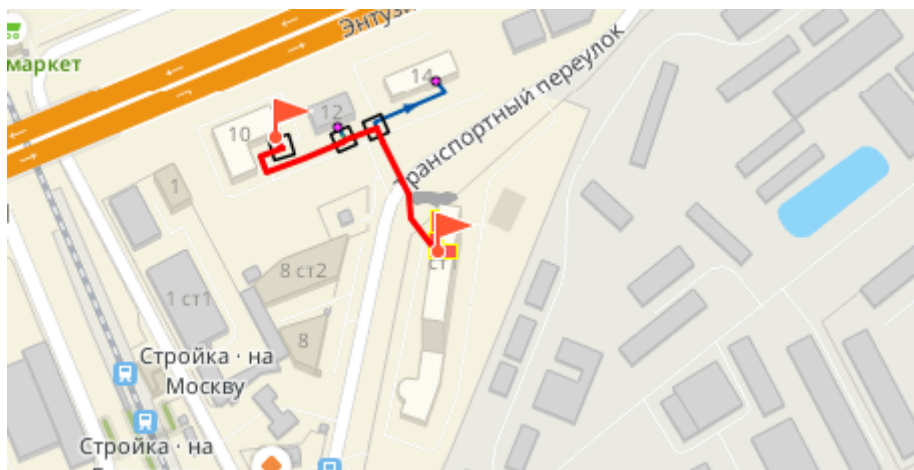


Рисунок 15. Путь движения теплоносителя «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10»

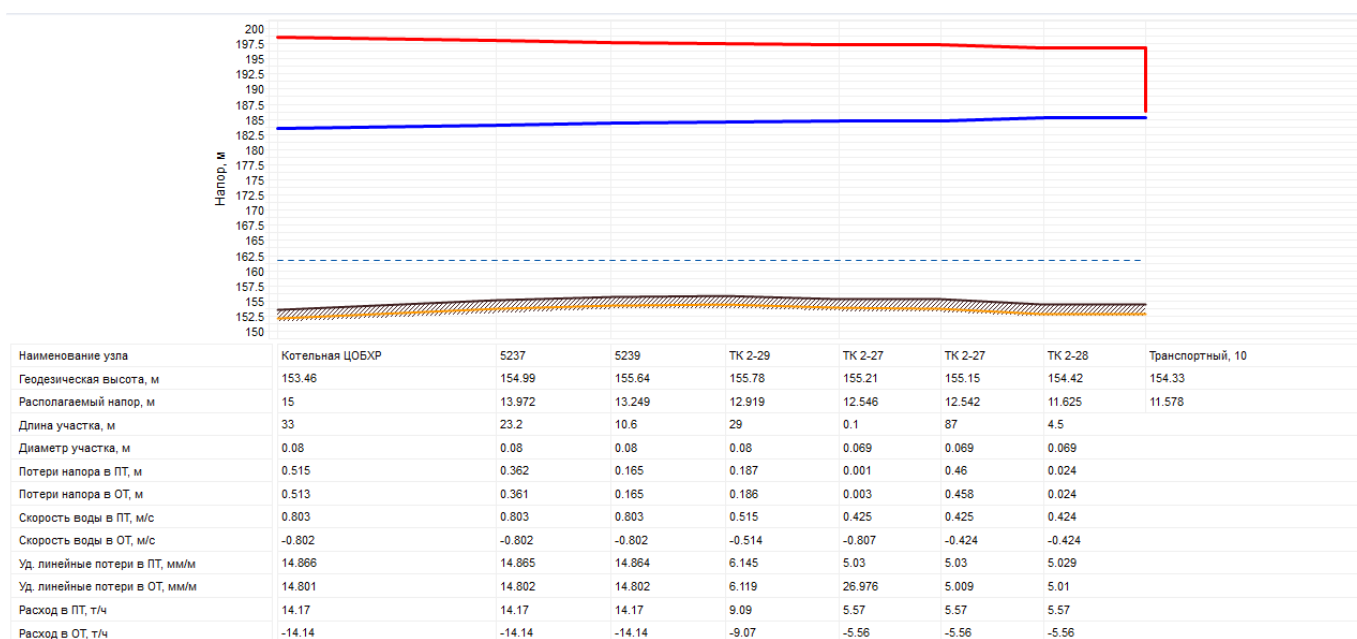


Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению «Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России, г. Реутов, пер. Транспортный д.10» до и после подключения перспективы

10 Сравнительные данные фактических, утвержденных режимов и данных электронной модели

Электронная модель г. о. Реутов была откалибрована по полученным от теплоснабжающих организаций данным фактической работы тепловых сетей за 04 января 2024 г. при температуре наружного воздуха -26 °С. Результаты калибровки сведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты калибровки электронной модели г. о. Реутов

№ п/п	Источник тепловой энергии (мощности), магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы				Разница м/д расходом теплоносит еля в эл. модели и фактически м (%)
		по данным фактического режима работы в отопительный период 2023/2024 гг.		по результатам выполненной калибровки эл. модели системы теплоснабжения		
		Давление в под./обр. труб- дах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоносителя в под. труб-де, (м³/ч)	Давление в под./обр. труб- дах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоносителя в под. труб-де, (м³/ч)	
1	Котельная № 1	50-65 / 30-40	776	61 / 36	771	0,6
2	Котельная № 2	55-75 / 30-50	875	70 / 45	898	2.5
3	Котельная № 4	25-100 / 22-48	742	74 / 35	775	4.2
4	Котельная № 5	60-95 / 27-40	1112	90 / 33	1069	-4.0
5	Котельная № 6	50-70 / 30-40	80	60 / 35	82	2.4
6	Котельная № 7	65-80 / 35-50	369	74 / 44	379	2.6
7	Котельная БМК-140	60-85 / 40-70	1798	80 / 45	1865	3.5
8	Котельная Реут	70-80 / 45-55	83	77/ 50	86	3.4
9	Котельная АО «ВПК «НПО машиностроения»	40-50 / 30-40	325	65 / 40	320	-1.5
10	Котельная «Газовая» ФКУ «ЦОБХР МВД России»	45-50 / 25-35	14	45 / 30	14	0

11 Сравнительные 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

1. Выполнена калибровка электронной модели по данным работы за 2024 год.
2. Выполнена актуализация электронной модели в части изменений, произошедших за 2024 год (подключение объектов новой застройки – таблица 5).
3. Добавлены новые перспективные потребители тепловой энергии в соответствии с Главой 2 «Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения». Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку представлен в таблице 6.

Таблица 5. Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2024 г. (Таблица ПЗ3.1. МУ)

№ п/п	Объект	Наименование строительного объекта	Присоединяемая нагрузка, Гкал/ч	Источник подключения
1	корп. К-1 Школа мкр. 10-А на 1100 мест к.н.з.у. 50:48:0030303:25	Школа (1100 мест)	2,301	БМК-140
Итого			2,301	

Таблица 6. Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку (Таблица ПЗ3.2. МУ)

№ объекта в Zulu	Объект	Функциональное использование	Перспективная тепловая нагрузка, Гкал/ч				Источник теплоснабжения (1 вариант развития)	Источник теплоснабжения (2 вар-т развития)	Сроки реализации
			Отопление	Вентиляция	ГВС	Общая, Гкал/ч			
6	СНС - 1 этап - 1 очередь (корп. 1,2)	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	3	-	-	3	Котельная №1	АИТ	2026
7	СНС - 1 этап - 1 очередь (корп. 3,4,5)	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	3,54	-	2,36	5,9	Котельная №1	АИТ	2026
8	Южная, 8 пристойка к Лицею на 250 мест к.н.з.у. 50:48:0030102:25	Школа	0,36	-	0,064	0,424	Котельная №5	Котельная №5	2025-2026
9	Котовского, 10-10-А пристройка к д/с № 4 на 140 мест	ДОУ	0,509	-	0,09	0,599	Котельная №5	Котельная №5	2026
10	СНС - 1 этап - 1 очередь (Комсомольская, 15 пристройка к Школе № 4 на 750 мест)	Школа	0,92	1,12	0,501	2,541	Котельная №1	Котельная №1	2026
11	СНС - 1 этап - 1 очередь (Комсомольская, 17 пристройка к д/с № 3 на 180 мест)	ДОУ	0,24	0,36	0,153	0,753	Котельная №1	Котельная №1	2026
12	СНС - 2 этап (корп. 6,7)	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	11,771	-	7,847	19,618	Котельная №7	АИТ	2027
13	СНС - 2 этап (ДОУ № 2)	ДОУ	0,93	-	0,62	1,55	Котельная №2	Котельная №2	2027
14	СНС - 3 этап (корп. 8-20)	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	8,772	-	5,848	14,62	Котельная №7	АИТ	2027

№ объекта в Zulu	Объект	Функциональное использование	Перспективная тепловая нагрузка, Гкал/ч				Источник теплоснабжения (1 вариант развития)	Источник теплоснабжения (2 вар-т развития)	Сроки реализации
			Отопление	Вентиляция	ГВС	Общая, Гкал/ч			
22	Северо-восточный и Южный кварталы, мкр. 10-10А, 3-я очередь, II этап строительства. Подземная двухуровневая автостоянка по адресу: Московская область, г. Реутов Юбилейный пр-т., д. 67	Подземная двухуровневая автостоянка	0	3	0	3	БМК-140	БМК-140	2026
23	Стадион "Старт"	Стадион	2,5	0	0	2,5	Котельная №7	Котельная №4	2025
24	КРТ Победы	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	6,16		2,64	8,8	Котельная №4		2027
25	СК ПСК Дзержинского	Многоэтажная и среднеэтажная жилая застройка с элементами общественно-деловой застройки	2,31		0,99	3,3	Котельная №1		2027
Итого, по всем объектам:			41,012	4,48	21,113	66,605			