



Общество с Ограниченной Ответственностью  
**«ИВЭНЕРГОСЕРВИС»**

Юр. адрес: 153002, г. Иваново, ул.Калинина, д. 9/21, оф 419 Тел/факс: (4932) 37-22-02  
ИНН 3700001799, КПП 370001001, ОГРН 1223700011182  
ОКПО 44753410, ОКОНХ 71100  
e-mail: [office@ivenser.com](mailto:office@ivenser.com)

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Представитель от имени ПАО «Т Плюс»  Ленцов И.В. « <u>    </u> » <u>    </u> 2024 г.	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Генеральный директор ООО «Ивэнергосервис»  Барочкин А.Е. « <u>    </u> » <u>    </u> 2024 г.
--	--

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ГОРОДСКОГО ОКРУГА  
САРАНСК НА ПЕРИОД ДО 2035 г.**  
Актуализированная версия на 2025 г.



**Обосновывающие материалы  
к схеме теплоснабжения:**

**Глава 3. Электронная модель  
системы теплоснабжения**

Саранск, 2024 г.

## **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 перевооружение 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 бесхозяйным 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. Структура и состав электронной модели .....	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 .....	18
1.6. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе.....	19
Раздел 2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения .....	20
2.1. Источники тепловой энергии.....	20
2.2. Потребители тепловой энергии .....	21
2.3. Насосные станции и ЦТП.....	23
2.4. Участки тепловых сетей .....	23
Раздел 3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное .....	24
Раздел 4. Гидравлический расчет тепловых сетей .....	26
4.1. Источник тепловой энергии Саранская ТЭЦ-2.....	26
4.2. Источник тепловой энергии котельная кв. 107.....	26
4.3. Источник тепловой энергии котельная кв. 10-11 .....	27
4.4. Источник тепловой энергии котельная 2 мкр. ....	28
4.5. Источник тепловой энергии котельная 3 мкр. ....	28
4.6. Источник тепловой энергии котельная 6 мкр. ....	29
4.7. Источник тепловой энергии котельная ДРБ №2 .....	29
4.8. Источник тепловой энергии котельная 8 мкр. ....	30
4.9. Источник тепловой энергии котельная Осипенко, 57 .....	31
4.10. Источник тепловой энергии котельная Кирзавод .....	31
4.11. Источник тепловой энергии котельная Николаевка.....	32
4.12. Источник тепловой энергии котельная Ялга .....	32
4.13. Источник тепловой энергии котельная Зыково .....	33
4.14. Источник тепловой энергии котельная Лисма .....	33
4.15. Источник тепловой энергии котельная Баня 3.....	34
4.16. Источник тепловой энергии котельная Баня 2.....	34

4.17. Источник тепловой энергии котельная Московская, 48.....	35
4.18. Источник тепловой энергии котельная Озерный .....	35
4.19. Источник тепловой энергии котельная Школа 13 .....	36
4.20. Источник тепловой энергии котельная пос. Луховка .....	36
4.21. Источник тепловой энергии котельная Горяйновка.....	37
Раздел 5. Моделирование переключений в тепловых сетях .....	38
Раздел 6. Расчет балансов тепловой энергии.....	38
Раздел 7. Расчет потерь тепловой энергии .....	38
Раздел 8. Расчет показателей надежности теплоснабжения .....	38
Раздел 9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	39
Раздел 10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей .....	40
10.1. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до 7СК-5 ....	40
10.2. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до 3ТК-3.....	44
10.3. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до 4ТК-10Г.	47
10.4. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до ЦТП Мех. завода .....	50
10.5. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной 6 мкр. Ю.З. до 3/12-ТК-11 .....	54
10.6. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной кв. 107 до ТК-5 проект. (УТ-5) .....	57
10.7. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной Московская, 48а до 2/31-ТК-10 .....	60
10.8. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной МГУ пос. Ялга до 3/14-ТК-35 .....	63

## СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Перечень источников тепловой энергии, включенных в электронную модель.....	20
Таблица 2. Номера схем, их название и количество подключенных потребителей.....	21
Таблица 3. Тепловые потери в подающем и обратном трубопроводах по источникам .....	38

## СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Пример представления графической информации.....	19
Рисунок 2. Схема №1. Потребитель с независимым присоединением СО и СВ.....	21
Рисунок 3. Схема №2. Потребитель с элеваторным присоединением СО.....	22
Рисунок 4. Схема №4. Потребитель непосредственным присоединением СО.....	22
Рисунок 5. Схема №5. Потребитель с насосным присоединением СО.....	22
Рисунок 6. Схема №25. Потребитель с вентиляционной нагрузкой.....	22
Рисунок 7. Схема №26. Потребитель ГВС.....	23
Рисунок 8. Схема №27. Потребитель с подогревателями ГВС.....	23
Рисунок 9. Схема №37. Потребитель с насосным присоединением СО (насос на обратном трубопроводе).....	23
Рисунок 10. Карта г. Саранска.....	24
Рисунок 11. Кадастровое деление г. Саранска.....	25
Рисунок 12. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5.....	41
Рисунок 13. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 в 2023 г.....	42
Рисунок 14. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 в 2035 г.....	43
Рисунок 15. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 3ТК-3.....	44
Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 3ТК-3 в 2023 г.....	45
Рисунок 17. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 3ТК-3 в 2035 г.....	46
Рисунок 18. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г.....	47
Рисунок 19. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г в 2023 г. .....	48
Рисунок 20. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г в 2035 г. .....	49
Рисунок 21. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода.....	50
Рисунок 22. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2023 г.....	51
Рисунок 23. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2035 г.....	52
Рисунок 24. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2035 г. (после установки насосной станции).....	53
Рисунок 25. Расчетный путь по направлению котельная 6 мкр. Ю.3. – 3/12-ТК-11.....	54
Рисунок 26. Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.3. – 3/12-ТК-11 в 2023 г.....	55
Рисунок 27. Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.3. – 3/12-ТК-11 в 2035 г.....	56
Рисунок 28. Расчетный путь по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5).....	57
Рисунок 29. Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ- 5) в 2023 г.....	58

Рисунок 30.Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5) в 2035 г.....	59
Рисунок 31. Расчетный путь по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10.....	60
Рисунок 32. Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 в 2023 г.....	61
Рисунок 33.Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 в 2035 г.....	62
Рисунок 34. Расчетный путь по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 .....	63
Рисунок 35. Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 в 2023 г.....	64
Рисунок 36.Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 в 2035 г.....	65

## 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
Неснижаемый нормативный запас топлива	Запас топлива, создаваемый на электростанциях и котельных организациях электроэнергетики для поддержания плюсовых температур в главном

Термины	Определения
	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 длячисления 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 – редуционно-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;

ЭС – электростанция;

ЭЭ – электрическая энергия.

## Раздел 1. Структура и состав электронной модели

### 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;
- слои 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 ко-

тельной 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  $G_{\text{кал/ч}}$ ;
- расчетная температура воды на входе в СО,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- расчетная температура воды на выходе из СО,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- расчетная температура внутреннего воздуха для СО,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 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,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- расчетная температура внутреннего воздуха для СВ,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- установленные шайбы на систему вентиляции – количество и размеры;
- расчетная средняя нагрузка на ГВС  $G_{\text{кал/ч}}$ ;
- температура воды на ГВС,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 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 закрытой системы ГВС,  $\text{т/ч}$ ;
- 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 среде 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**

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

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

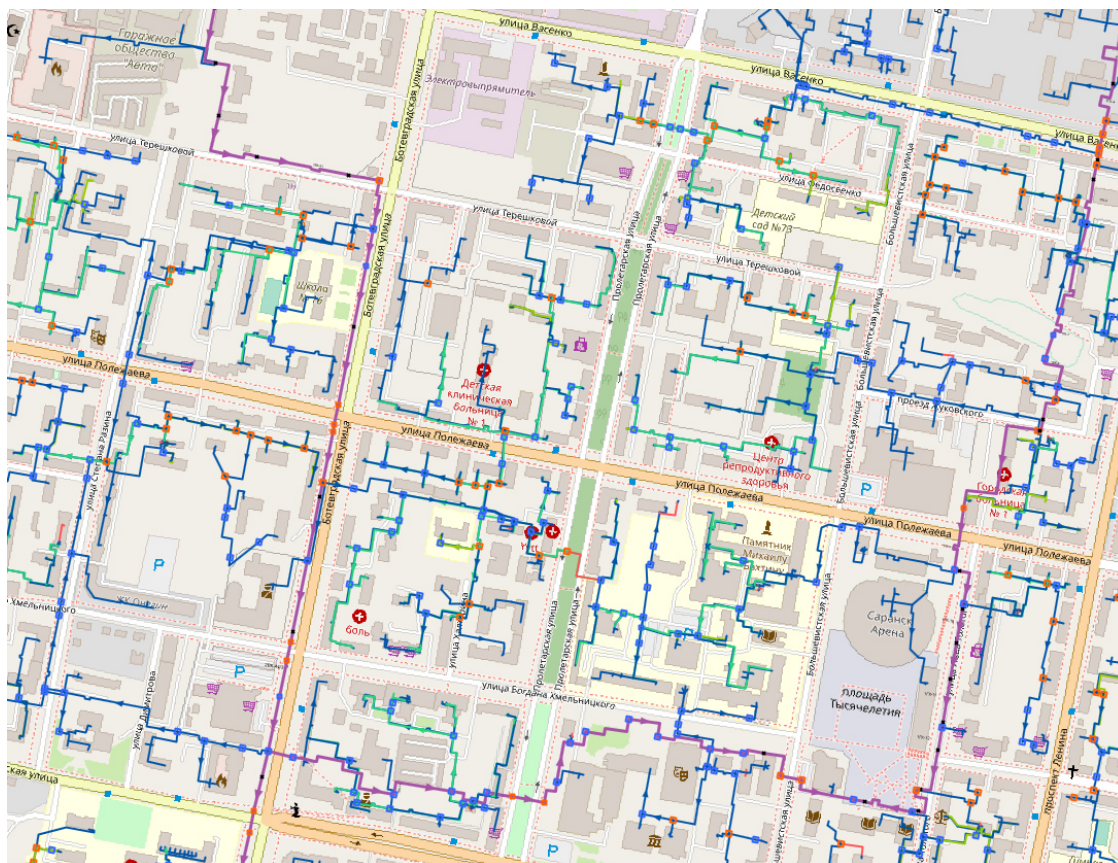


Рисунок 1. Пример представления графической информации

## 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. Перечень источников тепловой энергии, включенных в электронную модель

№ п/п	Наименование теплоснабжающей организации	Наименование источника теплоснабжения	Температурный график, °С
1	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Саранская ТЭЦ-2	150/70
2	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная кв. 107	126/69
3	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная кв. 10-11	145/69
4	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная 2 мкр.	145/69
5	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная 3 мкр.	145/69
6	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная 6 мкр.	145/69
7	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная ДРБ №2	145/69
8	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная 8 мкр.	145/69
9	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Осипенко, 57	145/69
10	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Кирзавод	145/69
11	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Николаевка	92/68
12	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Ялга	145/69
13	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Зыково	92/69
14	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Лисма	145/69
15	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Баня 3	145/69
16	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Баня 2	92/68
17	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Московская, 48	145/69
18	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Озерный	145/69
19	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Школа 13	92/69
20	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Луховка	107/69
21	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная БМК Луховка	-
22	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Котельная Горяйновка	92/69
23	"Мордовский" филиал ПАО "Т Плюс"	Кот. по ул. Московская, 119	92/69
24	ООО ФСК "РуссТЭК"	Кот. ул. Мордовская, 35 корп. 50А, строение 1	95/70
25	ООО ФСК "РуссТЭК"	Кот. ул. Мокшанская, 16	95/70
26	ОАО «РЖД»	Котельная п. Зыково	95/70
27	ООО «ТСО»	Кот. ул. Мичурина, 19	95/70
28	ООО «Тепло-Люкс М»	Котельная № 1 административного здания	95/70
29	ООО «Тепло-Люкс М»	Котельная № 2 ТЦ «МАКС»	95/70
30	ООО «Тепло-Люкс М»	Котельная №3	95/70
31	ООО «Тепло-Люкс М»	Котельная Николаевка по ул. Гагарина, 90А	95/70

## 2.2. Потребители тепловой энергии

Электронная модель включает описание и характеристики конечных потребителей тепловой энергии.

Перечень потребителей тепловой энергии, включенных в электронную модель, приведен в Приложении 2.

Описание основных типов присоединений тепlopотребляющих установок потребителей к тепловым сетям приведено на рисунках 2 – 9. Номера схем, их название и количество подключенных потребителей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Номера схем, их название и количество подключенных потребителей

№ п/п	№ схемы подключения потребителя	Наименование схемы подключения потребителя	Количество подключенных потребителей
1	1	Потребитель с независимым присоединением СО и СВ	153
2	2	Потребитель с элеваторным присоединением СО	2831
3	4	Потребитель с непосредственным присоединением СО	364
4	5	Потребитель с насосным присоединением СО	889
5	25	Потребитель с вентиляционной нагрузкой	90
6	26	Потребитель ГВС	1672
7	27	Потребитель с подогревателями ГВС	17
8	37	Потребитель с насосным присоединением СО (насос на обратном трубопроводе)	103

Для потребителей со схемами подключения № 1-5 отсутствует подключенная нагрузка на ГВС, есть нагрузка только на отопление и вентиляцию. Потребители с открытым водоразбором на ГВС отсутствуют.

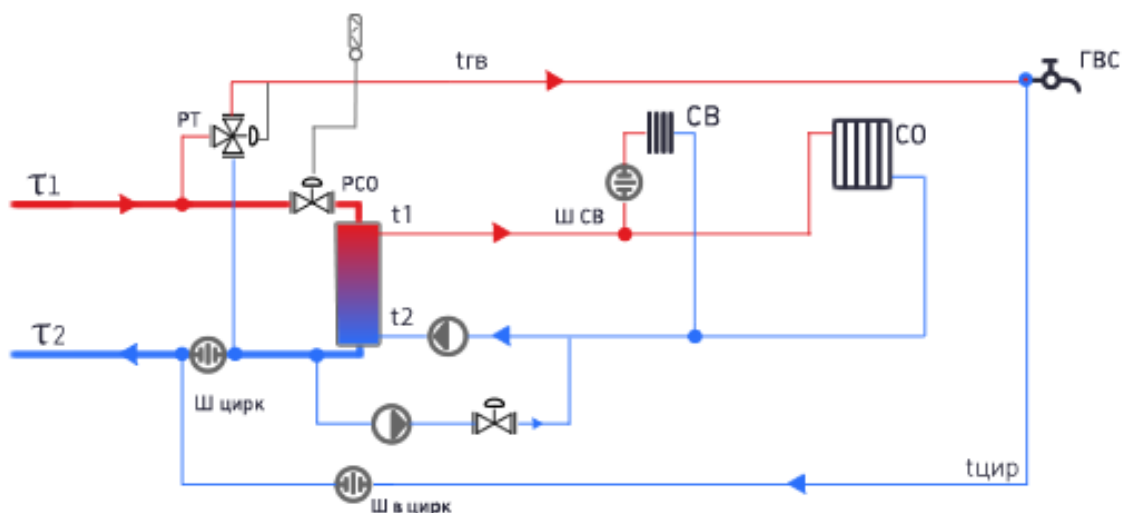


Рисунок 2. Схема №1. Потребитель с независимым присоединением СО и СВ

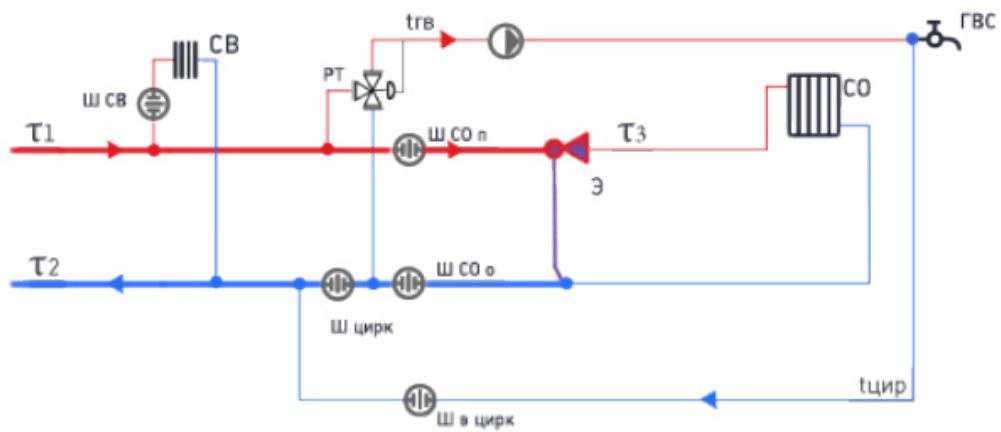


Рисунок 3. Схема №2. Потребитель с элеваторным присоединением СО

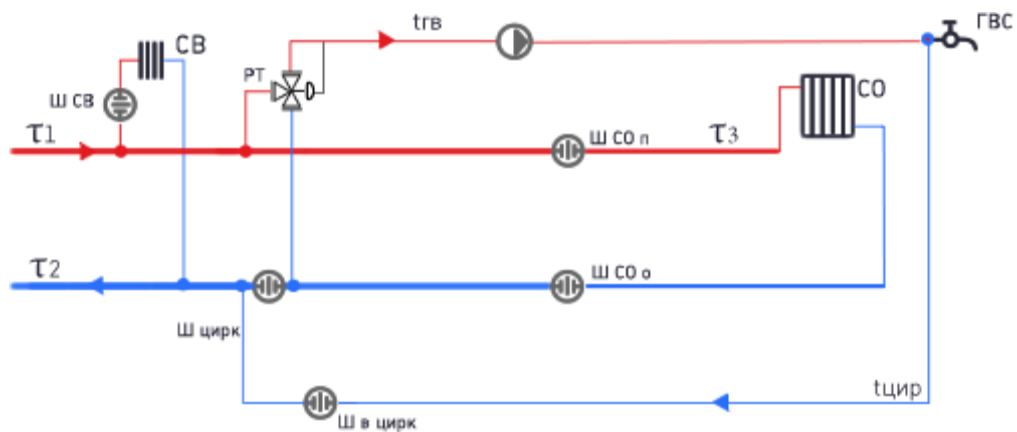


Рисунок 4. Схема №4. Потребитель непосредственным присоединением СО

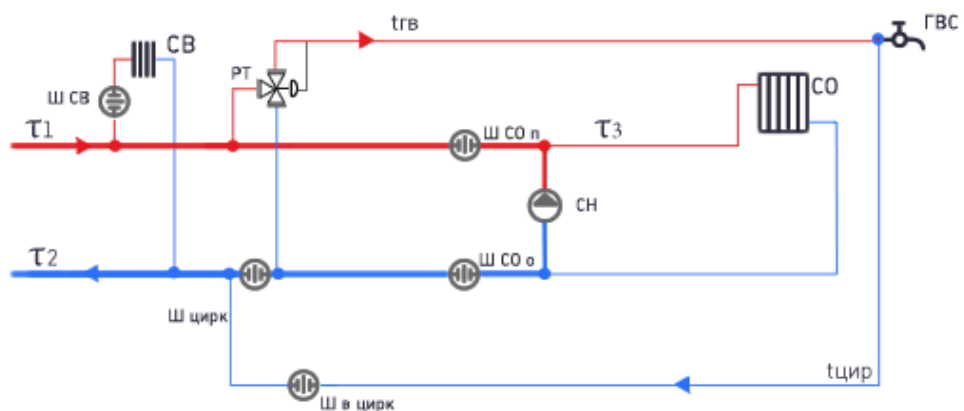


Рисунок 5. Схема №5. Потребитель с насосным присоединением СО

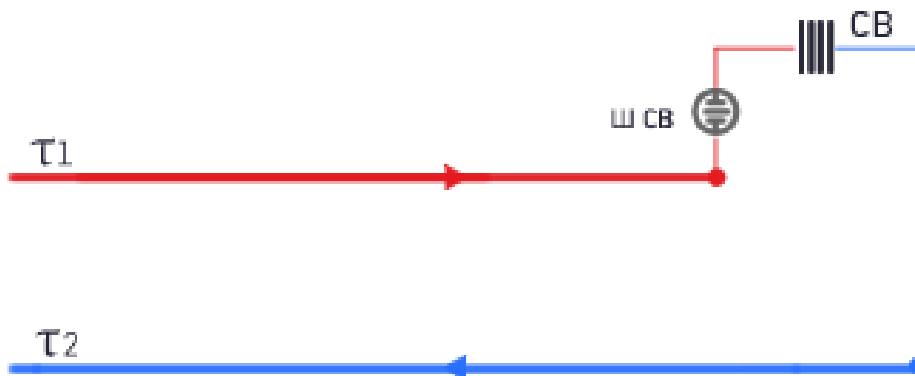


Рисунок 6. Схема №25. Потребитель с вентиляционной нагрузкой



Рисунок 7. Схема №26. Потребитель ГВС

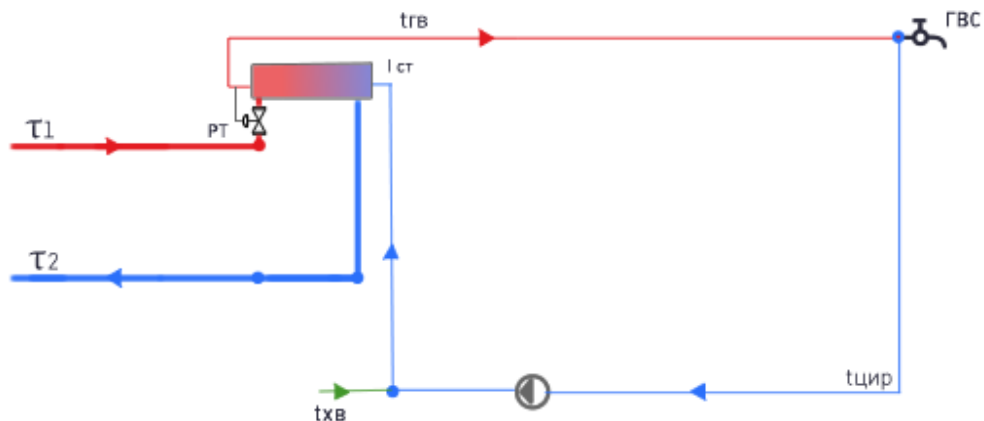


Рисунок 8. Схема №27. Потребитель с подогревателями ГВС

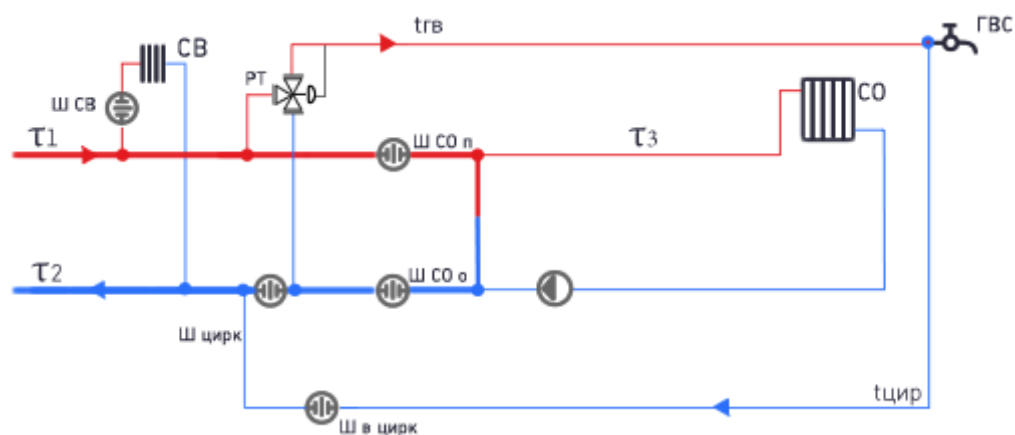


Рисунок 9. Схема №37. Потребитель с насосным присоединением СО (насос на обратном трубопроводе)

## 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, представлен в Главе 1.

## 2.4. Участки тепловых сетей

Электронная модель включает описание и характеристики участков тепловых сетей.

Подробное описание участков тепловых сетей, включенных в электронную модель, представлен в Главе 1.

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

Город Саранск делится на 3 района:

1. Ленинский;
2. Октябрьский;
3. Пролетарский.

Карта г. Саранска представлена на рисунке 10.

Кадастровое деление приведено на рисунке 11.

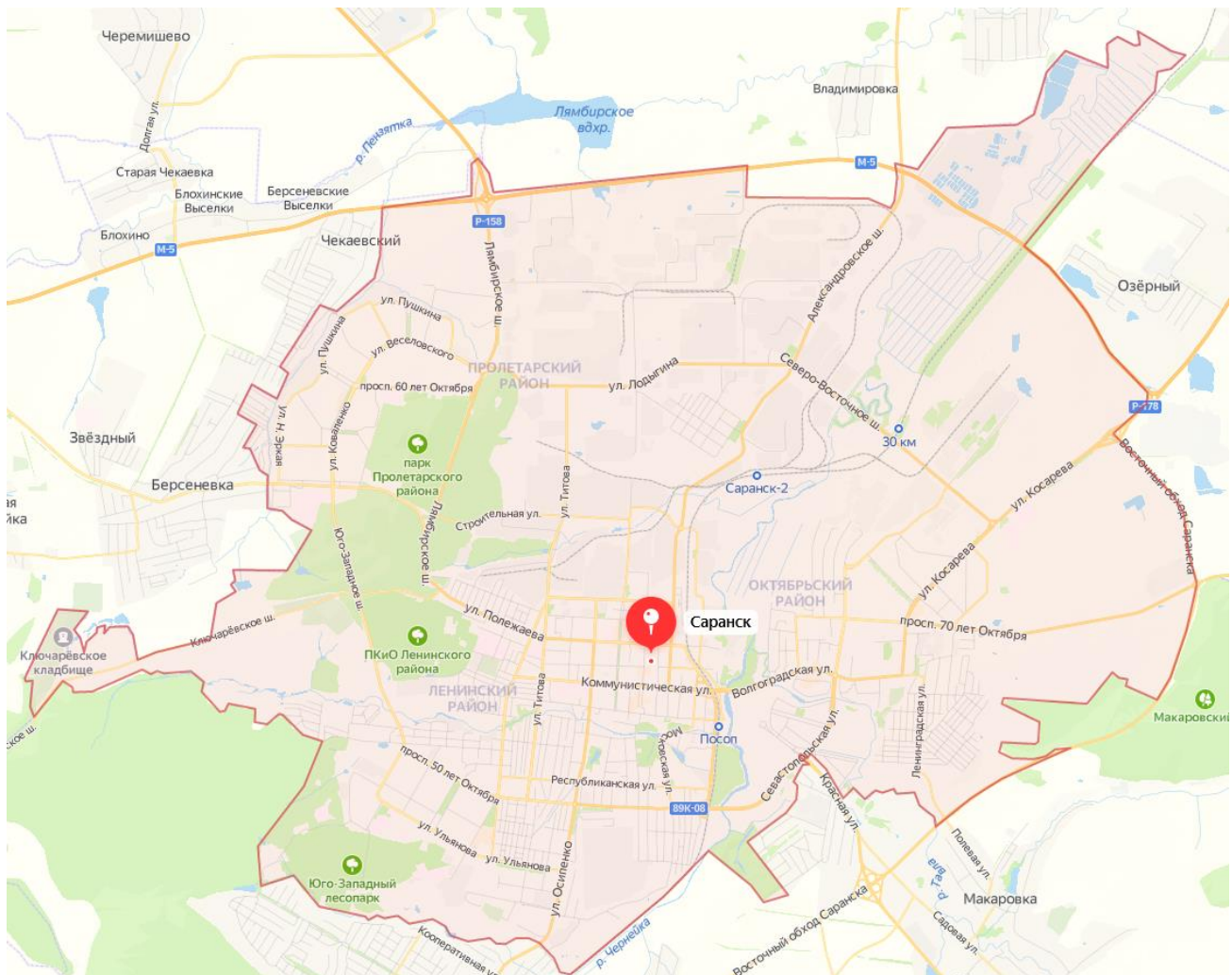


Рисунок 10. Карта г. Саранска

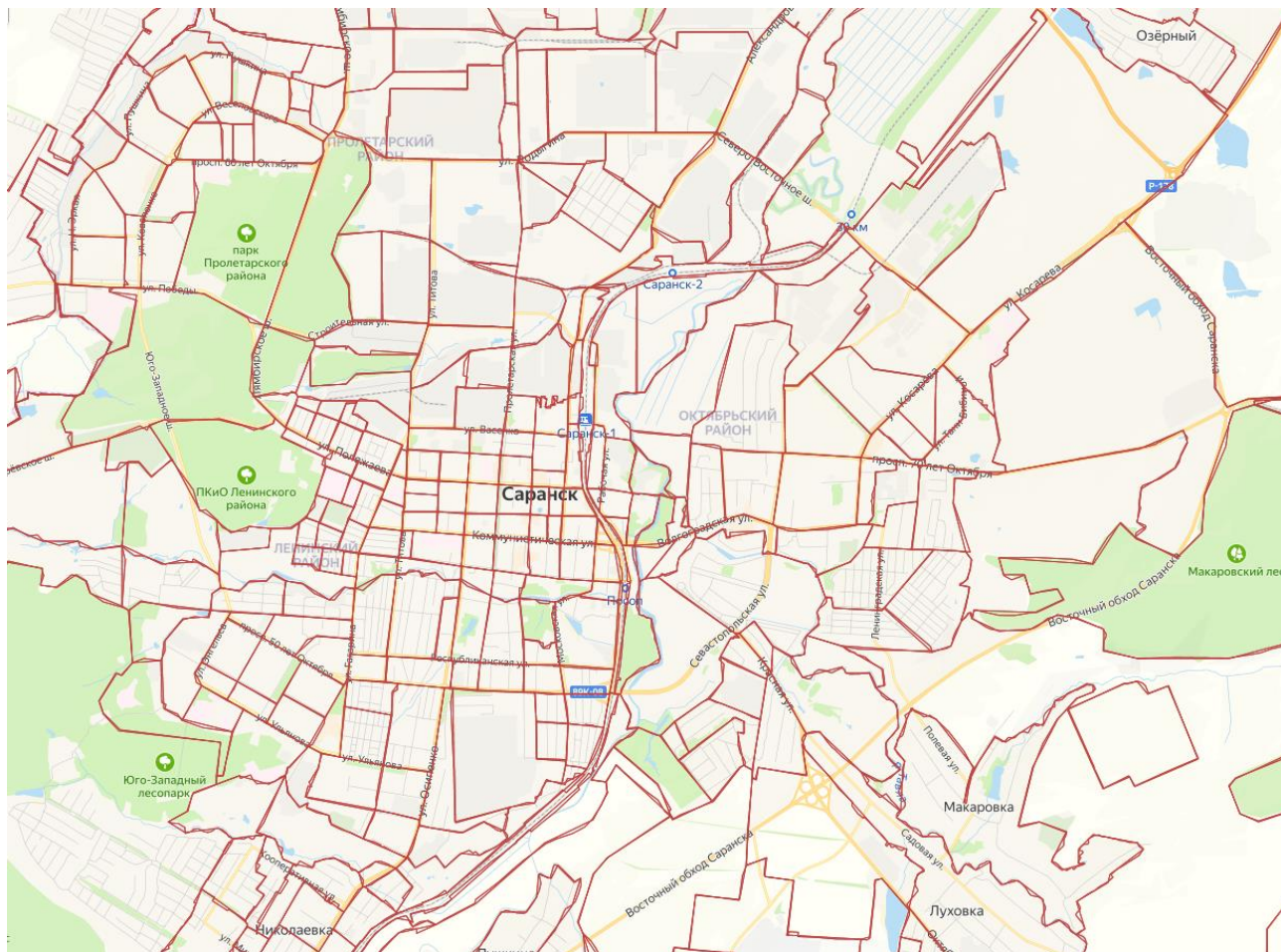


Рисунок 11. Кадастровое деление г. Саранска

## Раздел 4. Гидравлический расчет тепловых сетей

### 4.1. Источник тепловой энергии Саранская ТЭЦ-2

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	744.030, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	590.155, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	41.315, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	34.364, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	2.445, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	32.89489, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	18.56520, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	12.18782, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	5.73407, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	6.37053, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	8691.517, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	8690.346, т/ч
Суммарный расход на подпитку	1.171, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	7680.979, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	556.819, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	453.346, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.37332, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.39069, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.40727, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	114.999, м
Давление в обратном трубопроводе	30.000, м
Располагаемый напор	84.999, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.403, °C

### 4.2. Источник тепловой энергии котельная кв. 107

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	17.965, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	15.654, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.568, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.555, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.677, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.074, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.28363, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.14500, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00185, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00103, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.00541, Гкал/ч

Суммарный расход в подающем трубопроводе	282.810, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	280.618, т/ч
Суммарный расход на подпитку	2.192, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	262.181, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	9.574, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	2.175, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	10.560, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00224, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00235, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.01231, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	63.000, м
Давление в обратном трубопроводе	38.000, м
Располагаемый напор	25.000, м
Температура в подающем трубопроводе	130.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	66.933, °C

#### **4.3. Источник тепловой энергии котельная кв. 10-11**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	32.553, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	29.415, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.638, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.291, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.073, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.56849, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.25424, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.06934, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.03412, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.20858, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	395.589, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	395.559, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.030, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	375.184, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	8.399, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	12.001, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00353, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00376, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.02265, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	75.000, м
Давление в обратном трубопроводе	35.000, м
Располагаемый напор	40.000, м

Температура в подающем трубопроводе	150.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	67.715,°C

#### **4.4. Источник тепловой энергии котельная 2 мкр.**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	23.584, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	22.230, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.657, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.48528, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.20902, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00031, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00015, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.00108, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	287.746, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	287.724, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.022, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	279.510, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	8.234, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00233, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00249, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.01745, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	79.520, м
Давление в обратном трубопроводе	36.020, м
Располагаемый напор	43.500, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	68.045,°C

#### **4.5. Источник тепловой энергии котельная 3 мкр.**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	21.100, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	19.767, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.036, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.585, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.037, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.45057, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.18803, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00778, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00376, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.02402, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	257.999, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	257.980, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.020, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	252.746, т/ч

Суммарный расход на систему вентиляции	0.466, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	4.785, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00228, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00243, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.01495, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	81.100, м
Давление в обратном трубопроводе	32.100, м
Располагаемый напор	49.000, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.223, °C

#### **4.6. Источник тепловой энергии котельная 6 мкр.**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	32.902, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	30.282, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	1.016, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.593, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.021, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.51019, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.23321, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.04628, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.02323, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.17650, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	400.417, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	400.387, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.030, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	381.371, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	12.803, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	6.240, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00288, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00317, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.02370, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	81.060, м
Давление в обратном трубопроводе	32.560, м
Располагаемый напор	48.500, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.834, °C

#### **4.7. Источник тепловой энергии котельная ДРБ №2**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	11.014, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	6.700, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	1.400, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.456, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.116, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.34077, Гкал/ч

Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.18021, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.25925, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.11689, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.44533, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	123.119, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	123.109, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.010, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	87.196, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	17.914, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	18.006, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00169, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00180, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00613, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	64.610, м
Давление в обратном трубопроводе	28.110, м
Располагаемый напор	36.500, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	60.544, °C

#### **4.8. Источник тепловой энергии котельная 8 мкр.**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	15.638, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	12.387, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.253, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.537, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.074, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.27175, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.12006, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.18862, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.09182, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.71523, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	179.385, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	179.373, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.012, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	156.377, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	3.118, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	19.888, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00117, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00125, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00959, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	69.440, м
Давление в обратном трубопроводе	32.440, м
Располагаемый напор	37.000, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	62.826, °C

#### **4.9. Источник тепловой энергии котельная Осипенко, 57**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	10.628, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	7.631, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	1.252, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.814, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.041, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.33252, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.14109, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.12436, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.05787, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.23435, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	122.247, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	122.237, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.010, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	97.354, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	15.657, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	9.235, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00163, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00174, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00668, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	63.440, м
Давление в обратном трубопроводе	35.440, м
Располагаемый напор	28.000, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	63.068, °C

#### **4.10. Источник тепловой энергии котельная Кирзавод**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.848, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.633, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.068, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.005, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.04597, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.02579, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	27.029, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	27.028, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.001, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	25.279, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	1.750, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00016, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00016, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00048, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	55.860, м
Давление в обратном трубопроводе	24.860, м
Располагаемый напор	31.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C

**4.11. Источник тепловой энергии котельная Николаевка**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	3.233, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	3.004, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.14752, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.08103, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.00014, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	119.999, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	119.996, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.004, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	119.999, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00077, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00077, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00228, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	56.880, м
Давление в обратном трубопроводе	25.880, м
Располагаемый напор	31.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.064, °C

**4.12. Источник тепловой энергии котельная Ялга**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	15.571, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	14.038, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.450, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.242, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.019, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.47162, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.21166, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.04881, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.02585, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.06403, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	187.843, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	187.823, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.020, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	179.246, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	5.725, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.868, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00433, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00455, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.01096, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	72.570, м
Давление в обратном трубопроводе	27.570, м
Располагаемый напор	45.000, м

Температура в подающем трубопроводе	150.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	67.111,°C

#### **4.13. Источник тепловой энергии котельная Зыково**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.586, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.203, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.343, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.019, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.002, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00710, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00301, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	15.912, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	15.911, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	5.803, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	9.792, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	0.316, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00034, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	27.000, м
Давление в обратном трубопроводе	15.000, м
Располагаемый напор	12.000, м
Температура в подающем трубопроводе	105.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	68.159,°C

#### **4.14. Источник тепловой энергии котельная Лисма**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	13.220, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	9.323, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.427, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	2.128, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.100, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.31311, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.14216, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.23314, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.10833, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.44636, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	148.840, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	148.830, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.010, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	120.937, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	5.505, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	22.397, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00167, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00179, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00673, т/ч

Давление в подающем трубопроводе	56.040, м
Давление в обратном трубопроводе	24.040, м
Располагаемый напор	32.000, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	61.181,°C

#### **4.15. Источник тепловой энергии котельная Баня 3**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2.614, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	1.822, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.263, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.235, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.004, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.05818, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.02819, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.03439, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.02525, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплопотребления	0.14293, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	88.289, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	88.286, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.002, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	72.440, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	10.240, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	5.608, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00028, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00028, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.00158, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	41.140, м
Давление в обратном трубопроводе	28.140, м
Располагаемый напор	13.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	65.398,°C

#### **4.16. Источник тепловой энергии котельная Баня 2**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.242, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.236, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00373, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00272, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	9.259, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	9.259, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	9.259, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.00018, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	40.390, м
Давление в обратном трубопроводе	30.390, м

Располагаемый напор	10.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.867, °C

#### **4.17. Источник тепловой энергии котельная Московская, 48**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	22.565, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	19.658, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.852, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.867, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.086, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.44523, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.21528, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.10053, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.04906, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.29222, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	270.399, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	270.379, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.021, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	249.597, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	10.784, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	10.016, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00249, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00265, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.01550, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	77.000, м
Давление в обратном трубопроводе	42.000, м
Располагаемый напор	35.000, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	66.552, °C

#### **4.18. Источник тепловой энергии котельная Озерный**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2.394, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	1.930, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.144, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.017, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.11587, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.05800, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.04966, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.03063, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.05015, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	45.902, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	45.899, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.003, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	43.003, т/ч

Расход воды на параллельные ступени ТО	2.899, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00089, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00093, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00145, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	44.800, м
Давление в обратном трубопроводе	23.800, м
Располагаемый напор	21.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	62.840, °C

#### **4.19. Источник тепловой энергии котельная Школа 13**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.430, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.364, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.031, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.01064, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00487, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	15.155, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	15.155, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	14.564, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	0.591, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплоснабжения	0.00028, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	36.000, м
Давление в обратном трубопроводе	21.000, м
Располагаемый напор	15.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	66.616, °C

#### **4.20. Источник тепловой энергии котельная пос. Луховка**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	5.098, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	4.703, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.109, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.006, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.14106, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.06538, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.01680, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.01076, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в системах теплоснабжения	0.04549, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	123.146, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	123.141, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.005, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	121.192, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	1.953, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00084, т/ч

Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00086, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.00355, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	62.240, м
Давление в обратном трубопроводе	36.240, м
Располагаемый напор	26.000, м
Температура в подающем трубопроводе	110.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.605, °C

#### **4.21. Источник тепловой энергии котельная Горяйновка**

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	1.296, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	1.001, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.094, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.017, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.03925, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01929, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	42.965, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	42.963, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.001, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	39.975, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.989, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00026, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00026, т/ч
Расход воды на утечки из систем теплопотребления	0.00076, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	43.150, м
Давление в обратном трубопроводе	21.150, м
Располагаемый напор	22.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.841, °C

## Раздел 5. Моделирование переключений в тепловых сетях

В существующей системе теплоснабжения г. Саранска отсутствует возможность переключения и распределения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.

## Раздел 6. Расчет балансов тепловой энергии

Расчет балансов тепловой энергии представлен в Главе 4.

## Раздел 7. Расчет потерь тепловой энергии

Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию трубопроводов выполнен для режима работы при расчетной температуре наружного воздуха и расчетной температуре в подающем трубопроводе согласно температурному графику (см. таблицу 1).

Тепловые потери в подающем и обратном трубопроводах по источникам представлены в таблице 3.

Таблица 3. Тепловые потери в подающем и обратном трубопроводах по источникам

№ п/п	Наименование источника	Потери тепловой энергии, Гкал/ч	
		В подающем тр-де	В обратном тр-де
1	Саранская ТЭЦ-2	32,895	18,565
2	Котельная кв. 107	0,284	0,145
3	Котельная кв. 10-11	0,568	0,254
4	Котельная 2 мкр.	0,485	0,209
5	Котельная 3 мкр.	0,451	0,188
6	Котельная 6 мкр.	0,510	0,233
7	Котельная ДРБ-2	0,341	0,180
8	Котельная 8 мкр.	0,272	0,120
9	Котельная Осипенко, 57а	0,333	0,141
10	Котельная пос. Кирзавод	0,046	0,26
11	Котельная пос. Николаевка	0,148	0,081
12	Котельная пос. Ялга	0,472	0,212
13	Котельная пос. Зыково	0,007	0,003
14	Котельная Лисма	0,313	0,142
15	Котельная Баня № 3	0,058	0,028
16	Котельная Баня № 2	0,004	0,003
17	Котельная Московская, 48	0,445	0,215
18	Котельная пос. Озерный	0,116	0,058
19	Котельная Школа № 13	0,011	0,004
20	Котельная пос. Луховка	0,141	0,065
21	Котельная с. Горайновка	0,039	0,019

## Раздел 8. Расчет показателей надежности теплоснабжения

Расчет показателей надежности теплоснабжения для существующего положения (по состоянию на 2024 г.) подробно представлен в Главе 1.

Расчет перспективных показателей надежности теплоснабжения на конец расчетного периода подробно представлен в Главе 11.

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

ГИС Zulu позволяет осуществлять групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.

Моделирование перспективных вариантов развития системы теплоснабжения (строительство новых и реконструкция существующих источников тепловой энергии, перераспределение тепловых нагрузок между источниками, определение возможности подключения новых потребителей тепловой энергии, определение оптимальных вариантов качественного и надежного обеспечения тепловой энергией новых потребителей и т.д.) осуществляется через механизм создания дополнительных расчетных слоев системы теплоснабжения.

В актуализированной схеме г. Саранска предусмотрено подключение объектов перспективной застройки к тепловым сетям существующих источников теплоснабжения. Подробное описание подключаемых перспективных потребителей представлено в Главе 2. Описание трубопроводов, необходимых для подключения объектов перспективной застройки, с их характеристиками и стоимостью представлено в Главе 8.

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

### **10.1. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до 7СК-5**

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 12.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 в 2023 г. представлены на рисунке 13.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 14.

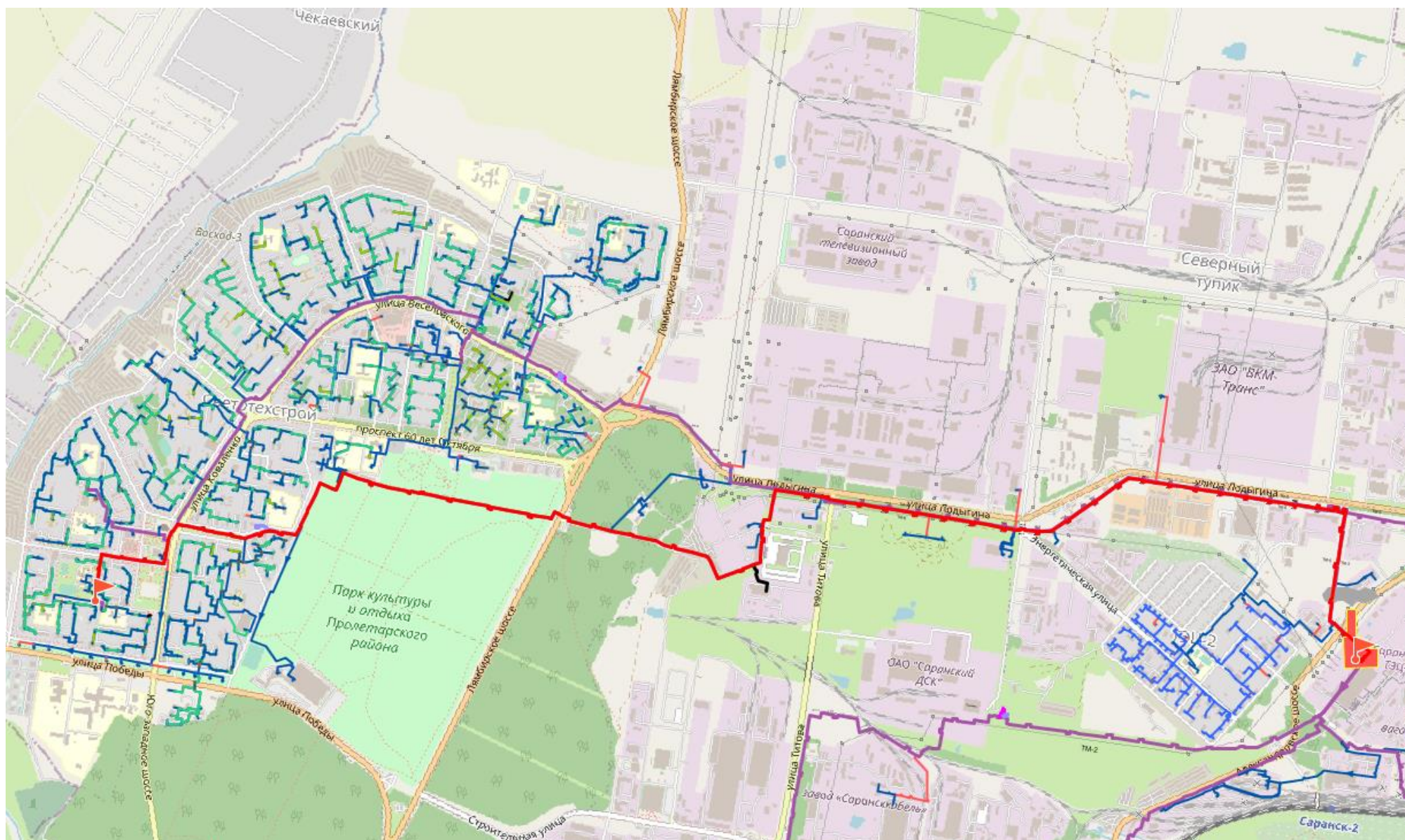


Рисунок 12. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5

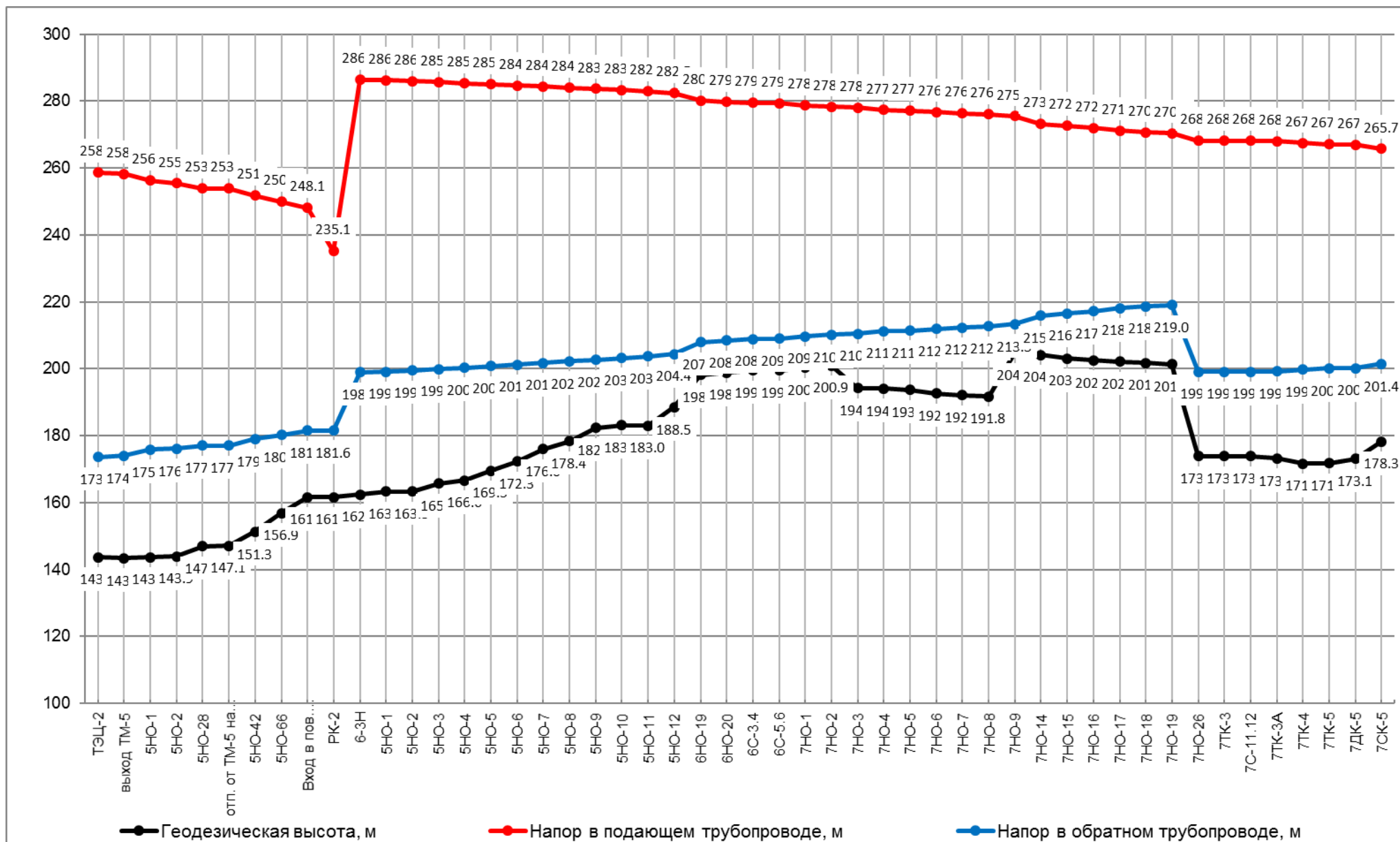


Рисунок 13. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 в 2023 г.

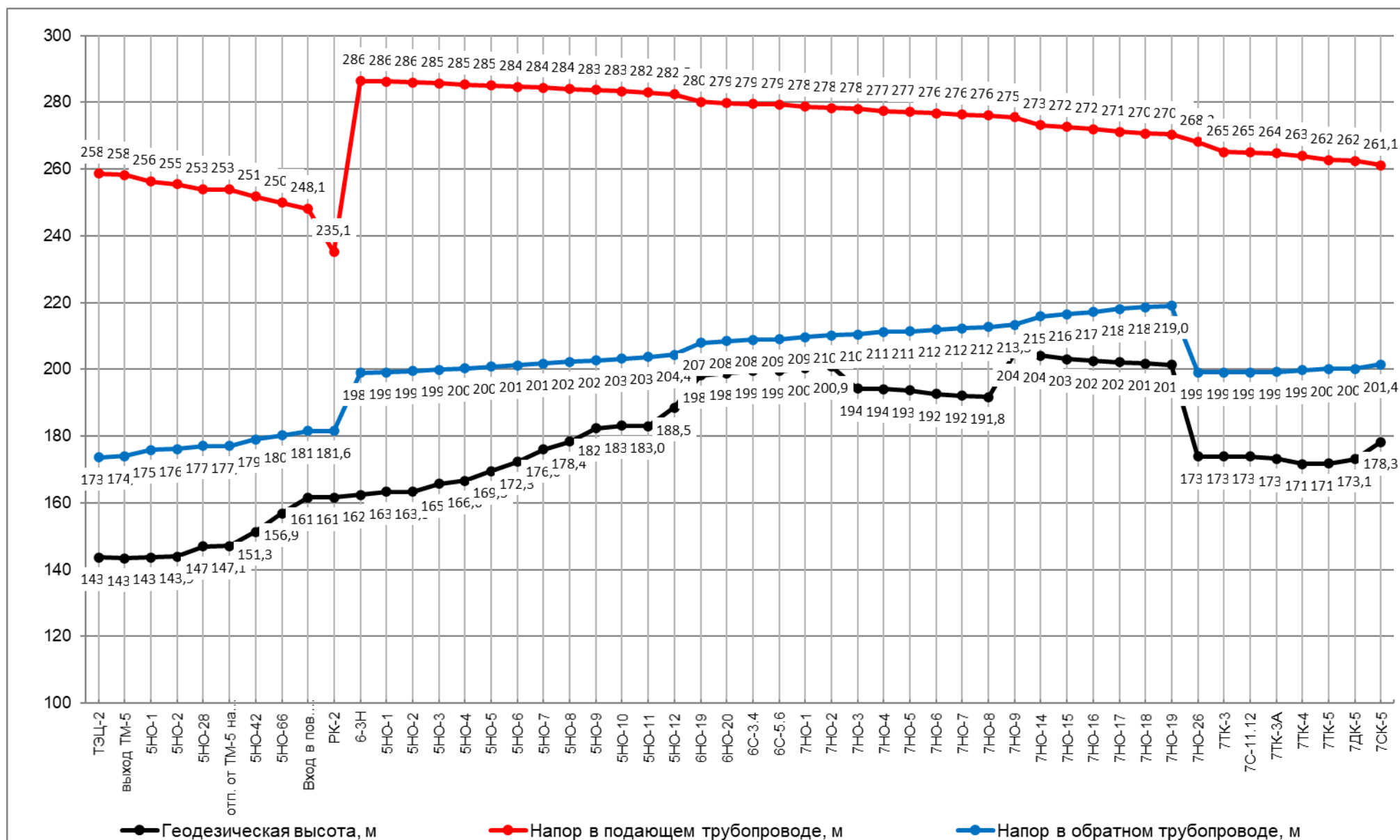


Рисунок 14. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 7СК-5 в 2035 г.

## 10.2. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до ЗТК-3

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 15.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЗТК-3 в 2023 г. представлены на рисунке 16.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЗТК-3 после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 17.

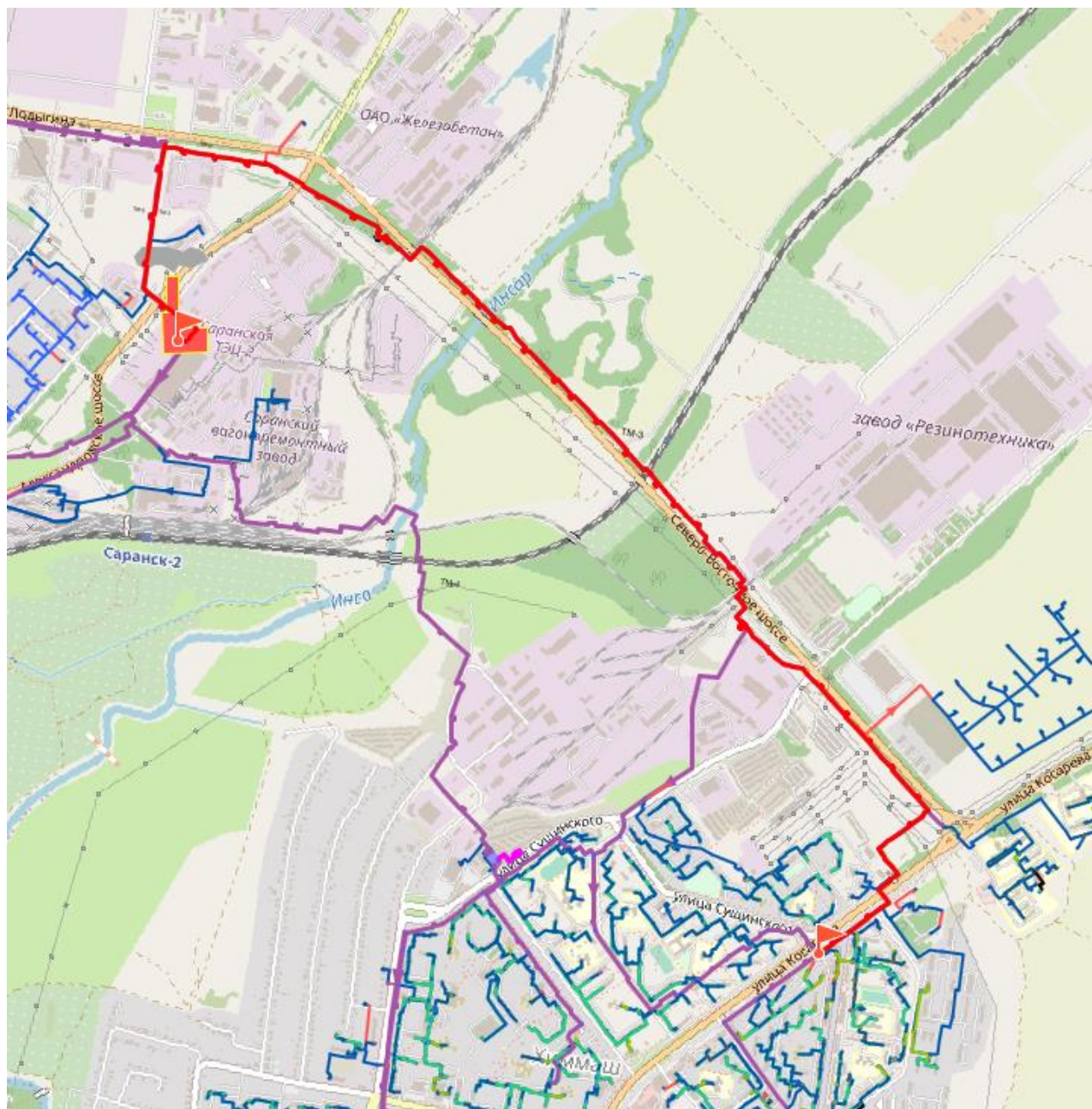


Рисунок 15. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЗТК-3

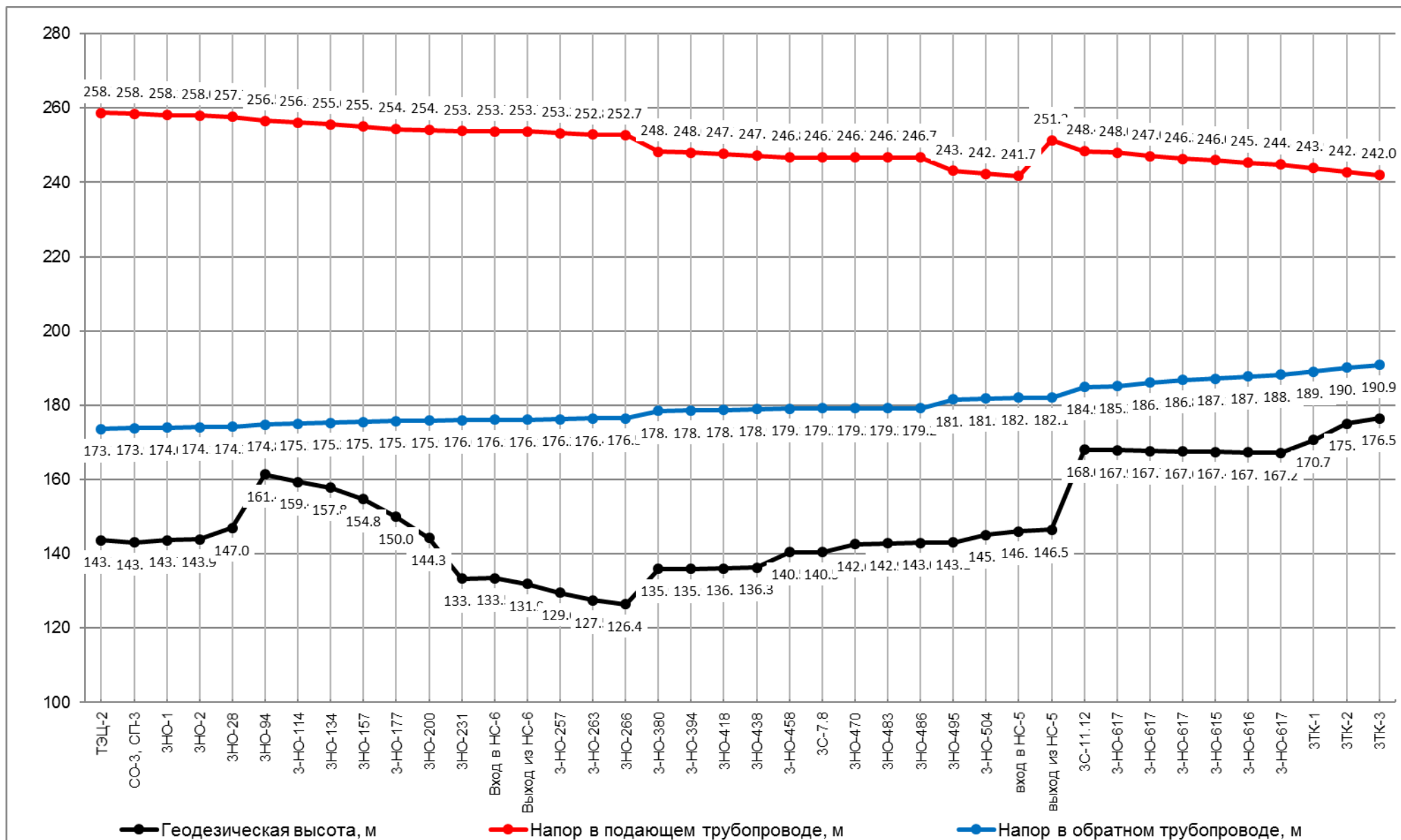


Рисунок 16. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЗТК-3 в 2023 г.

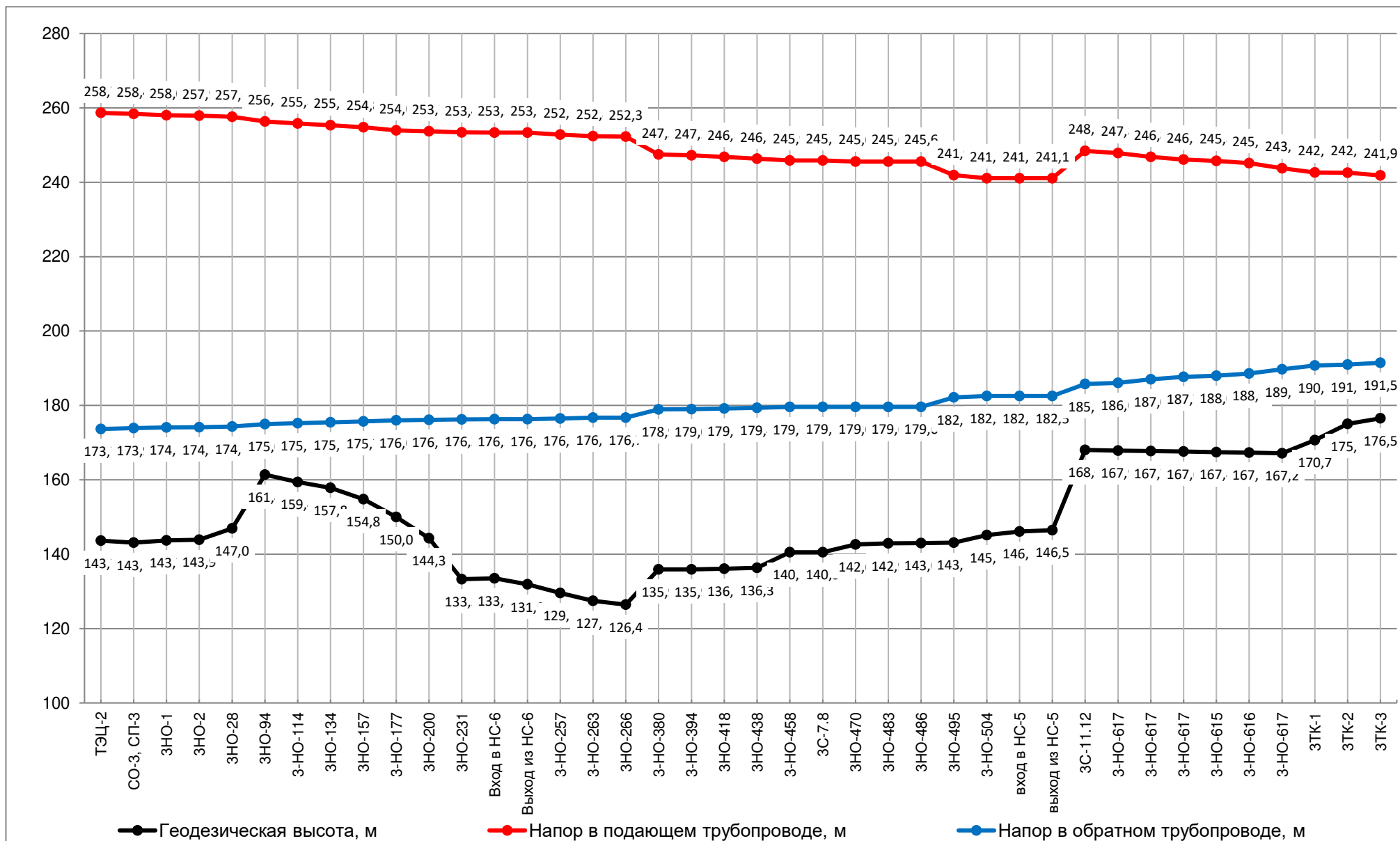


Рисунок 17. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЗТК-3 в 2035 г.

### 10.3. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до 4ТК-10Г

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 18.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г в 2023 г. представлены на рисунке 19.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 20.

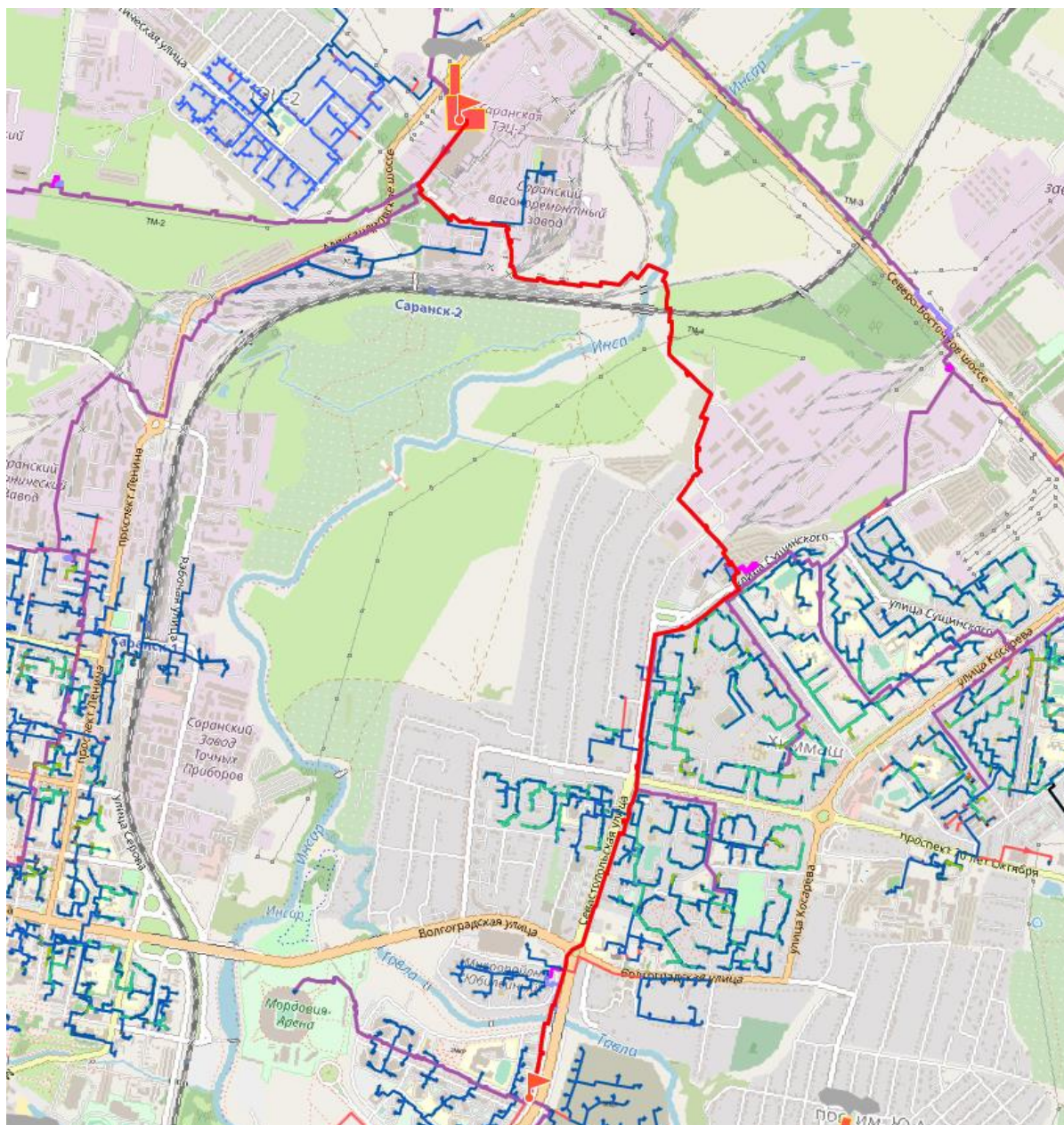


Рисунок 18. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г

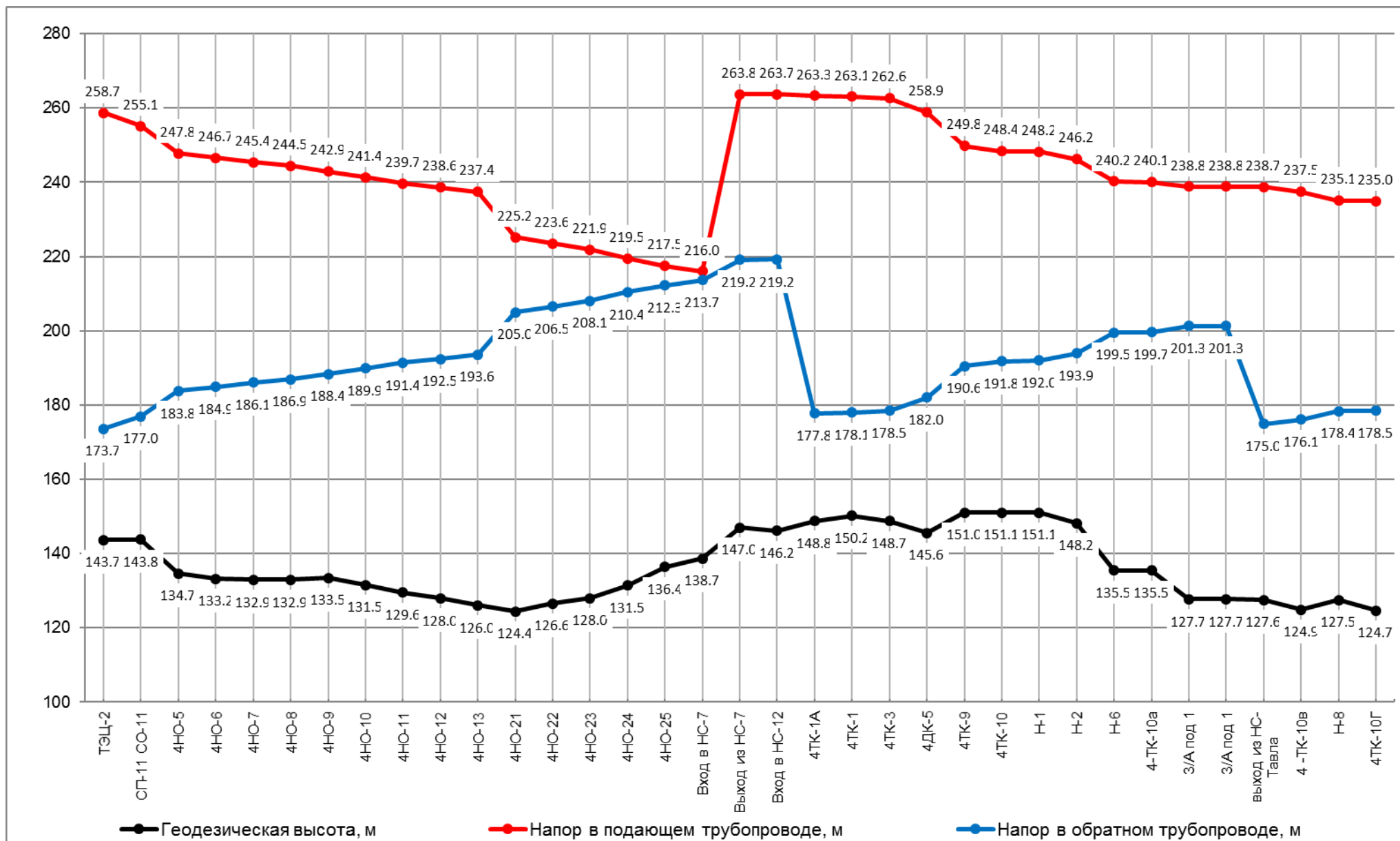


Рисунок 19. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г в 2023 г.

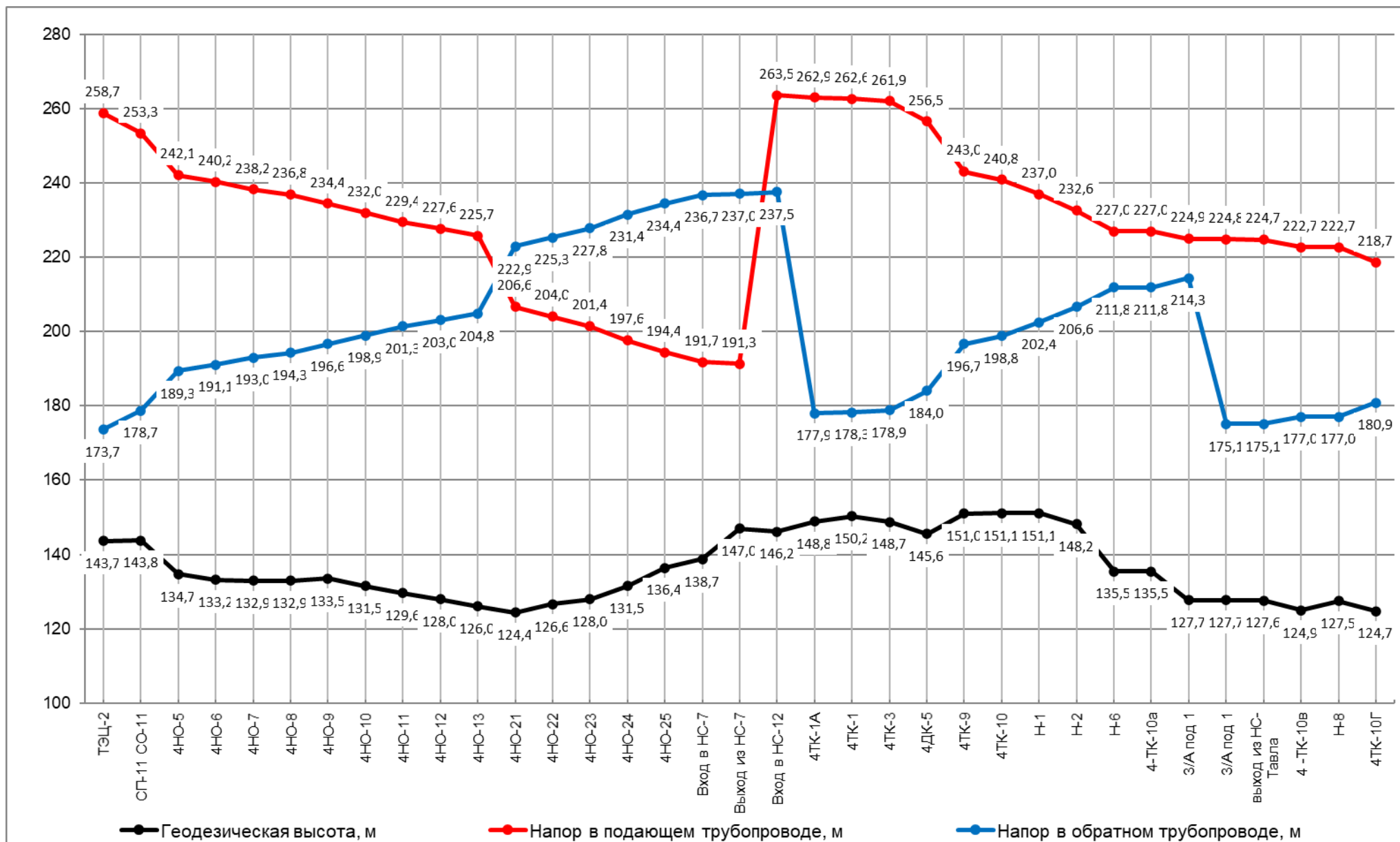


Рисунок 20. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г в 2035 г.

#### 10.4. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от Саранской ТЭЦ-2 до ЦТП Мех. завода

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке .

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2023 г. представлены на рисунке 22.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 23.

Анализ гидравлических режимов показал, что пропускной способности трубопроводов недостаточно для теплоснабжения существующих и перспективных потребителей. Для обеспечения теплоснабжения перспективных потребителей предлагается установка насосной станции в районе дома № 22 по ул. Терешковой.

Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – 4ТК-10Г после установки насосной станции представлены на рисунке 24.

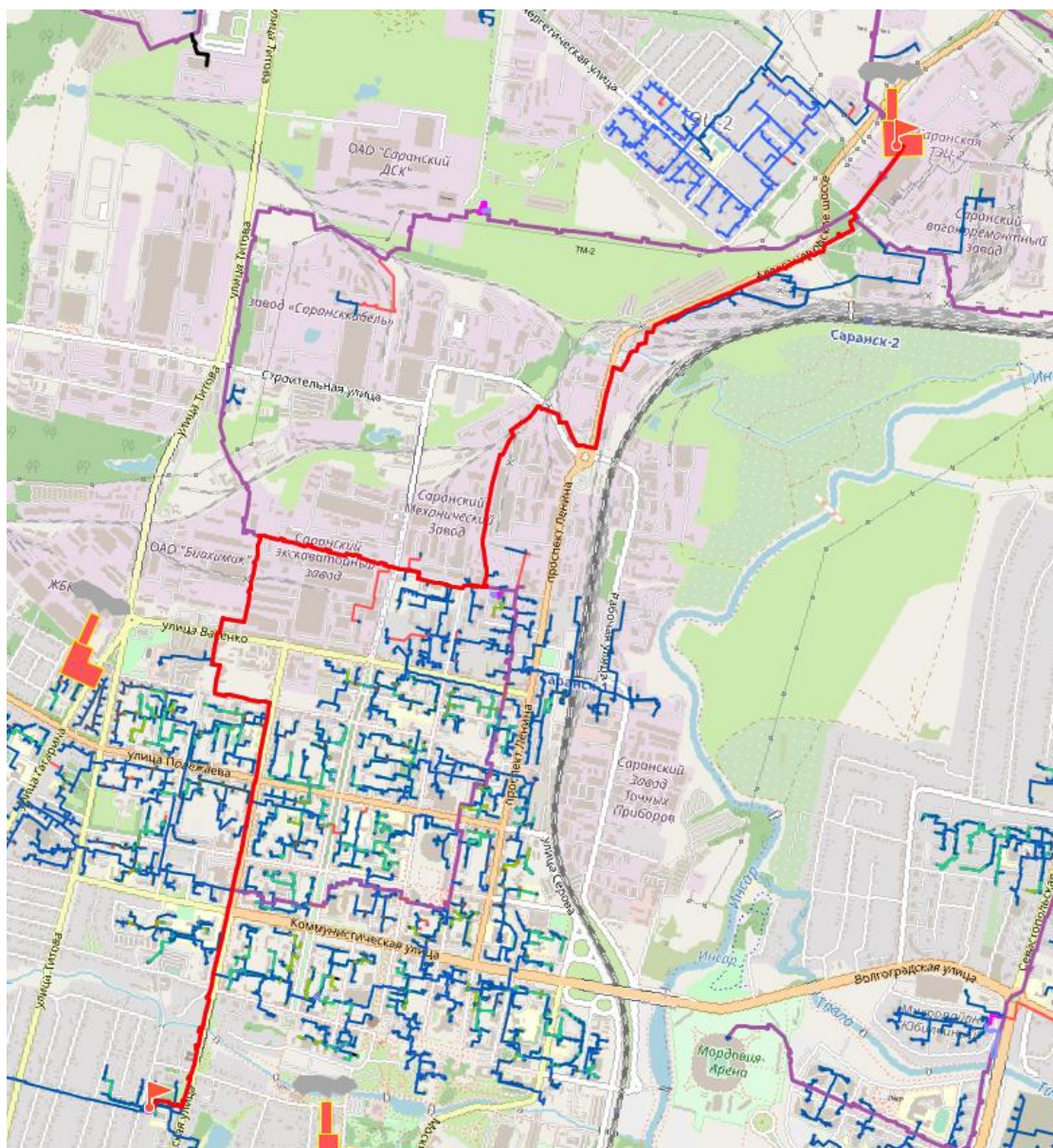


Рисунок 21. Расчетный путь по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода

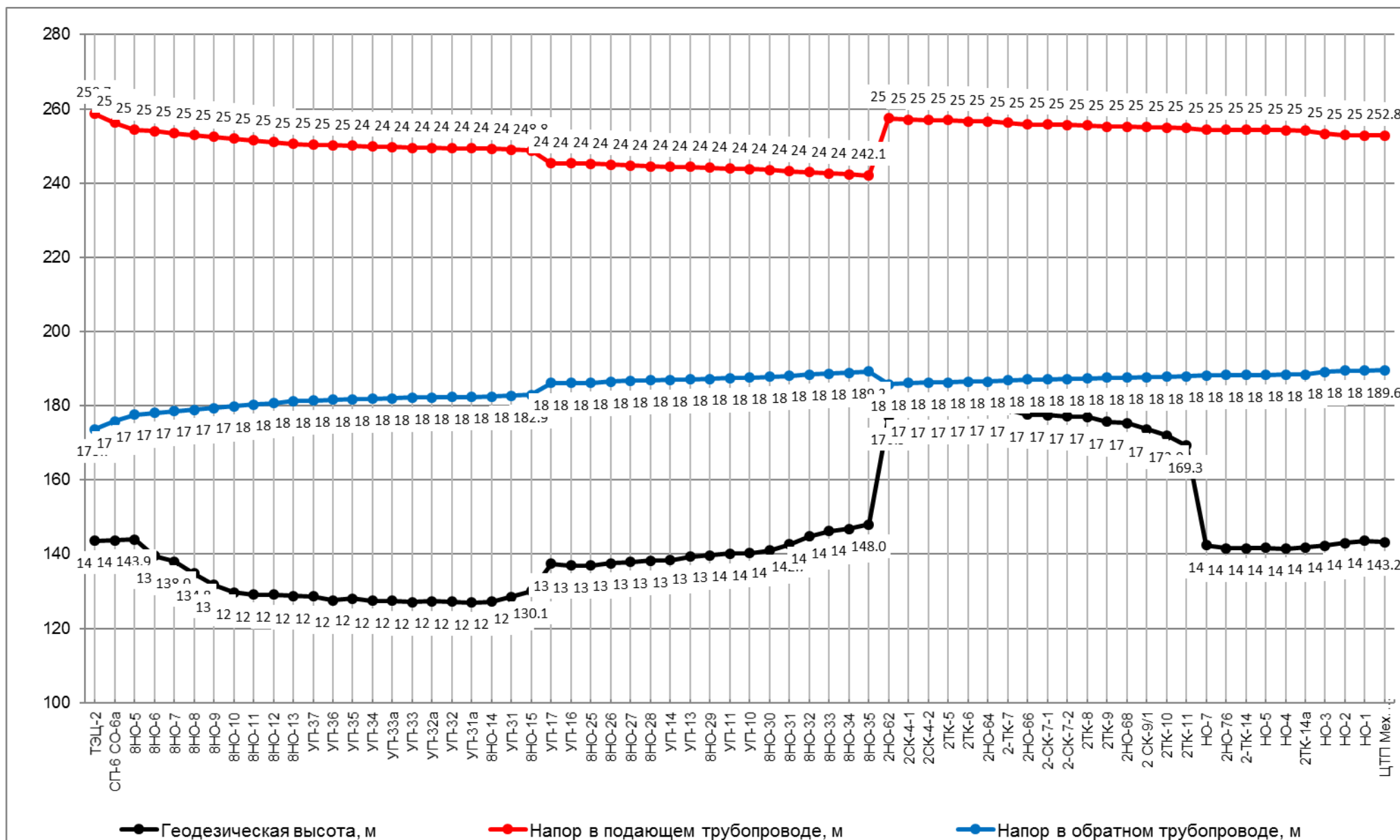


Рисунок 22. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2023 г.

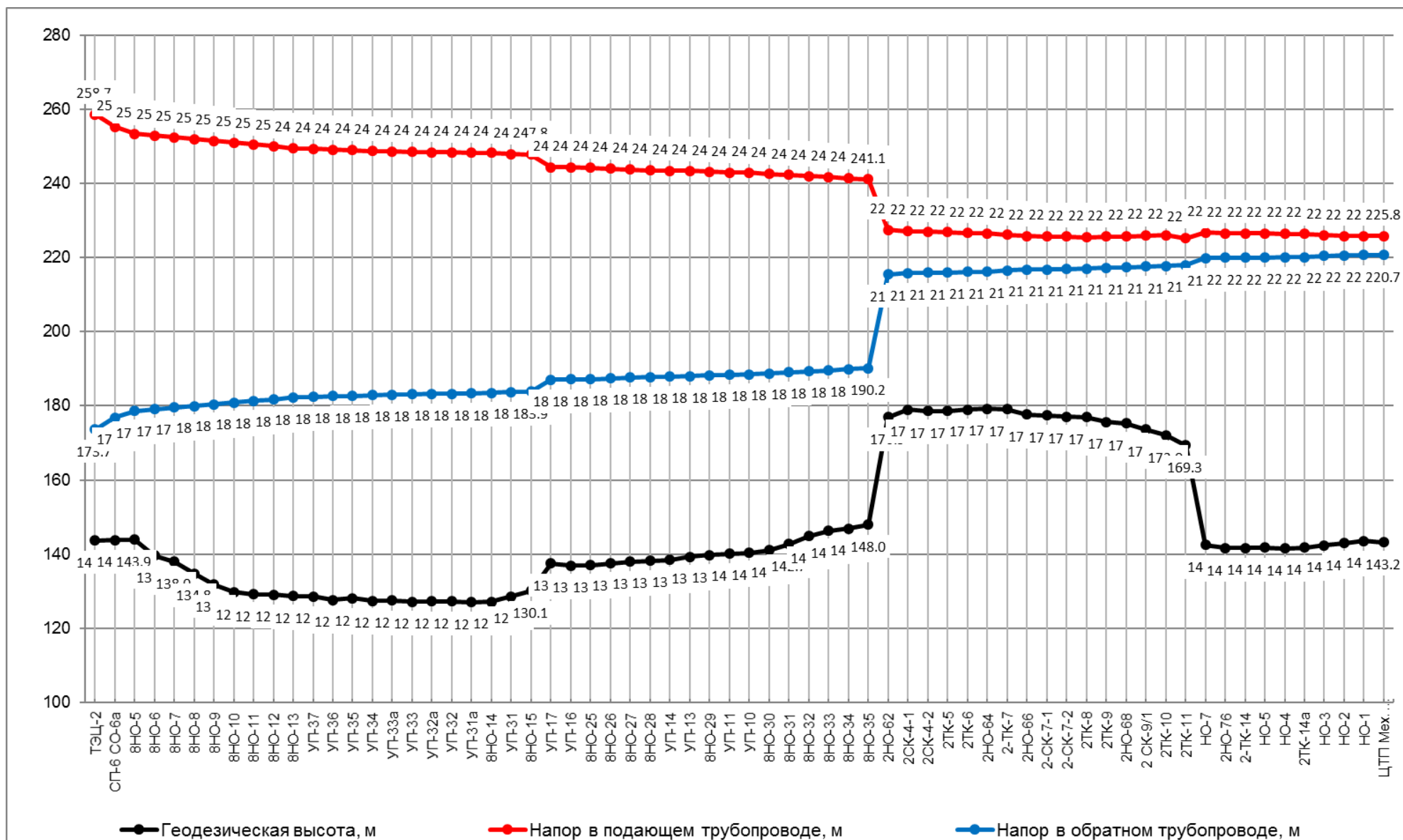


Рисунок 23. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2035 г.

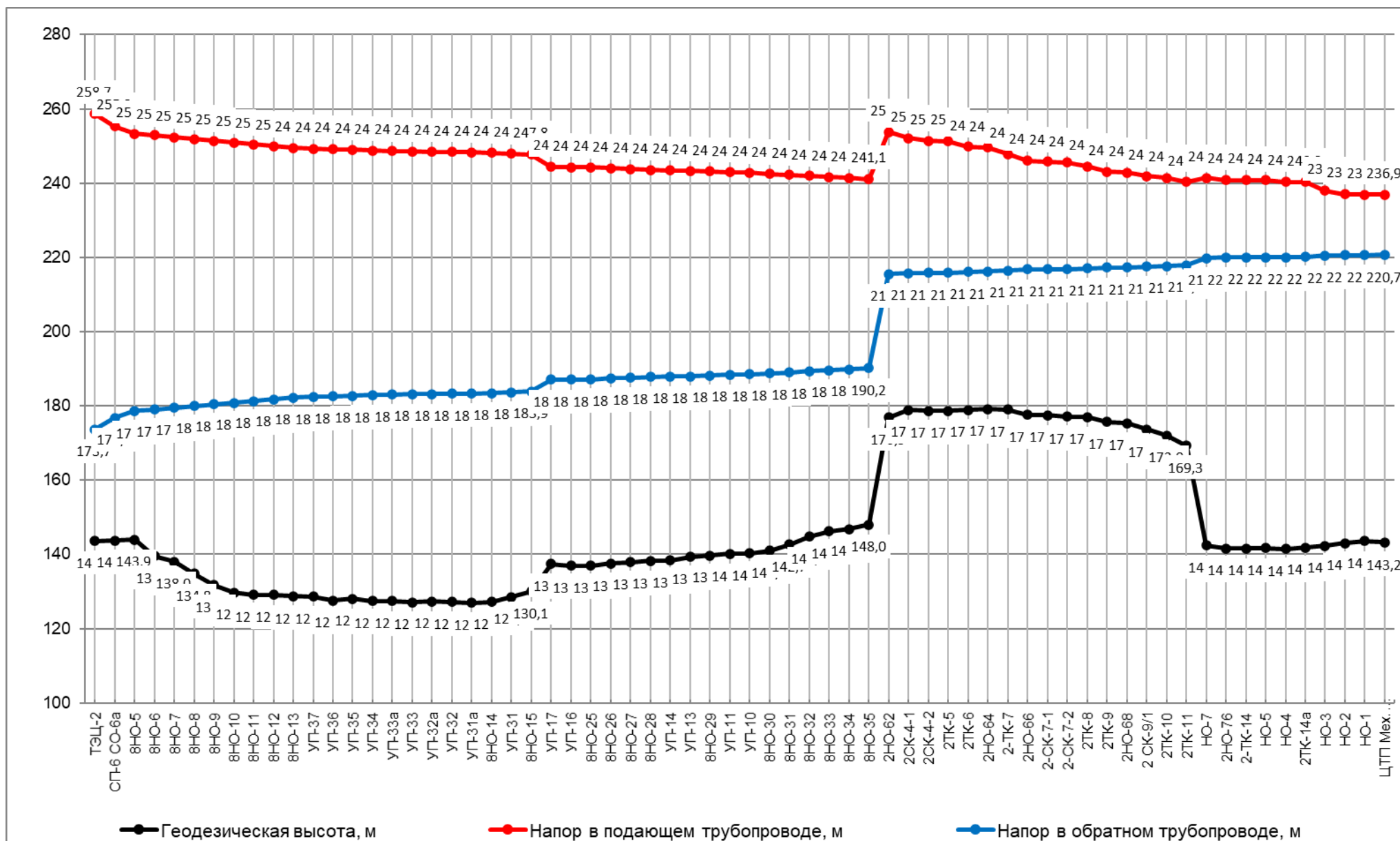


Рисунок 24. Пьезометрический график по направлению Саранская ТЭЦ-2 – ЦТП Мех. завода в 2035 г. (после установки насосной станции)

### 10.5. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной 6 мкр. Ю.З. до 3/12-ТК-11

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 25.

Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.З. – 3/12-ТК-11 в 2023 г. представлены на рисунке 26.

Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.З. – 3/12-ТК-11 после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 27.



Рисунок 25. Расчетный путь по направлению котельная 6 мкр. Ю.З. – 3/12-ТК-11

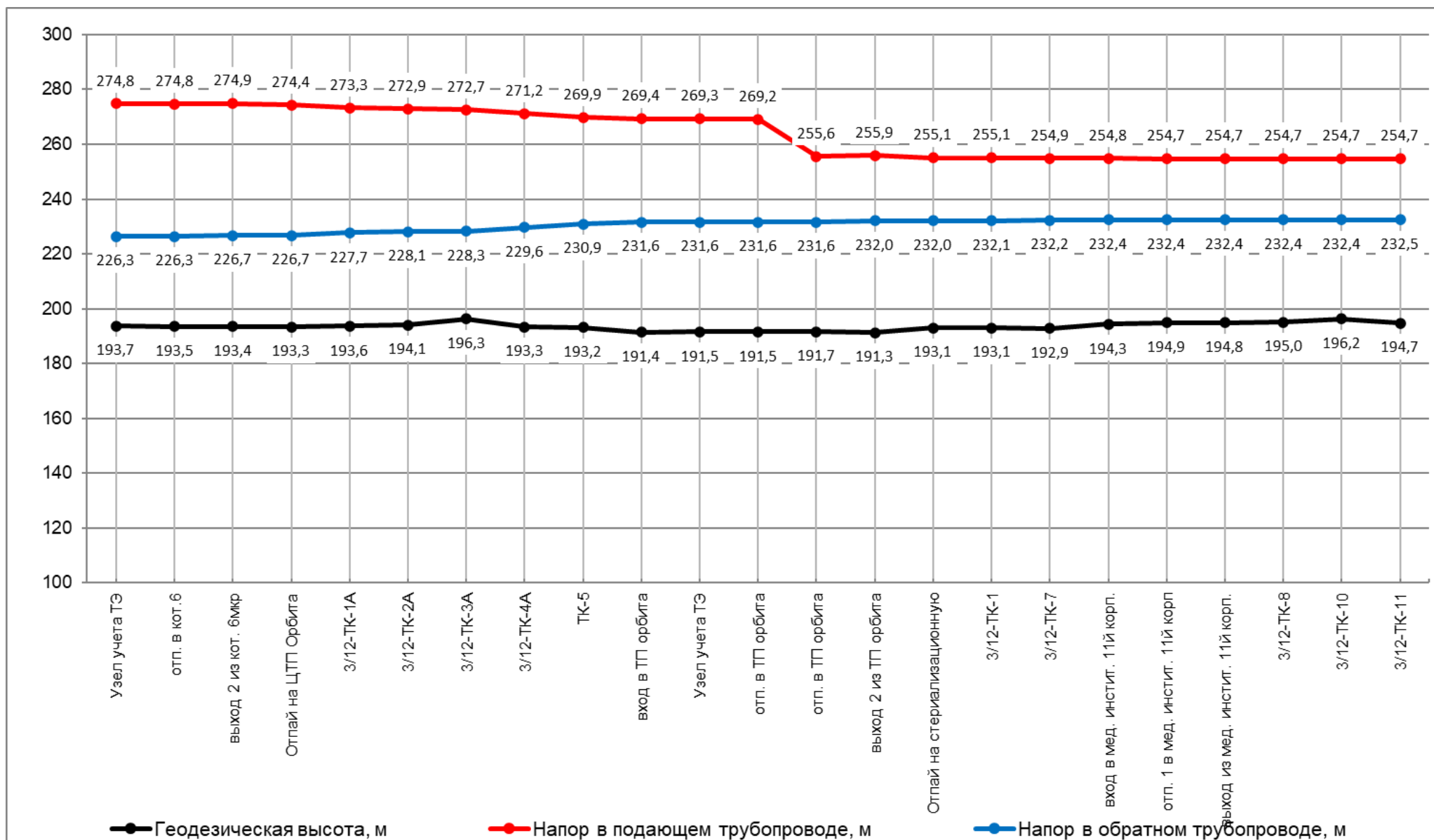


Рисунок 26. Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.3. – 3/12-ТК-11 в 2023 г.

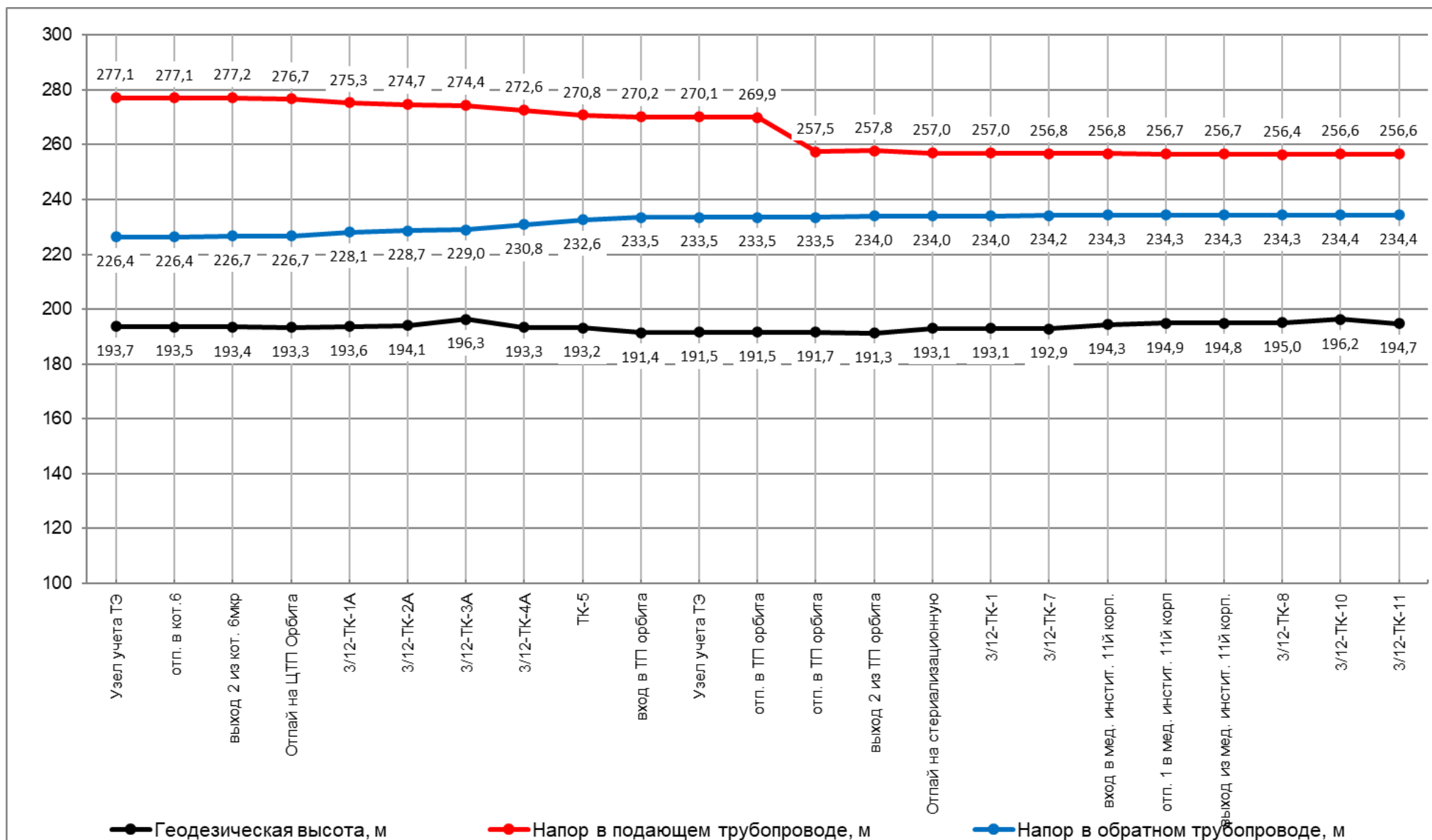


Рисунок 27. Пьезометрический график по направлению котельная 6 мкр. Ю.З. – 3/12-ТК-11 в 2035 г.

## 10.6. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной кв. 107 до ТК-5 проект. (УТ-5)

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 28.

Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5) в 2023 г. представлены на рисунке 29.

Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5) после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 30.

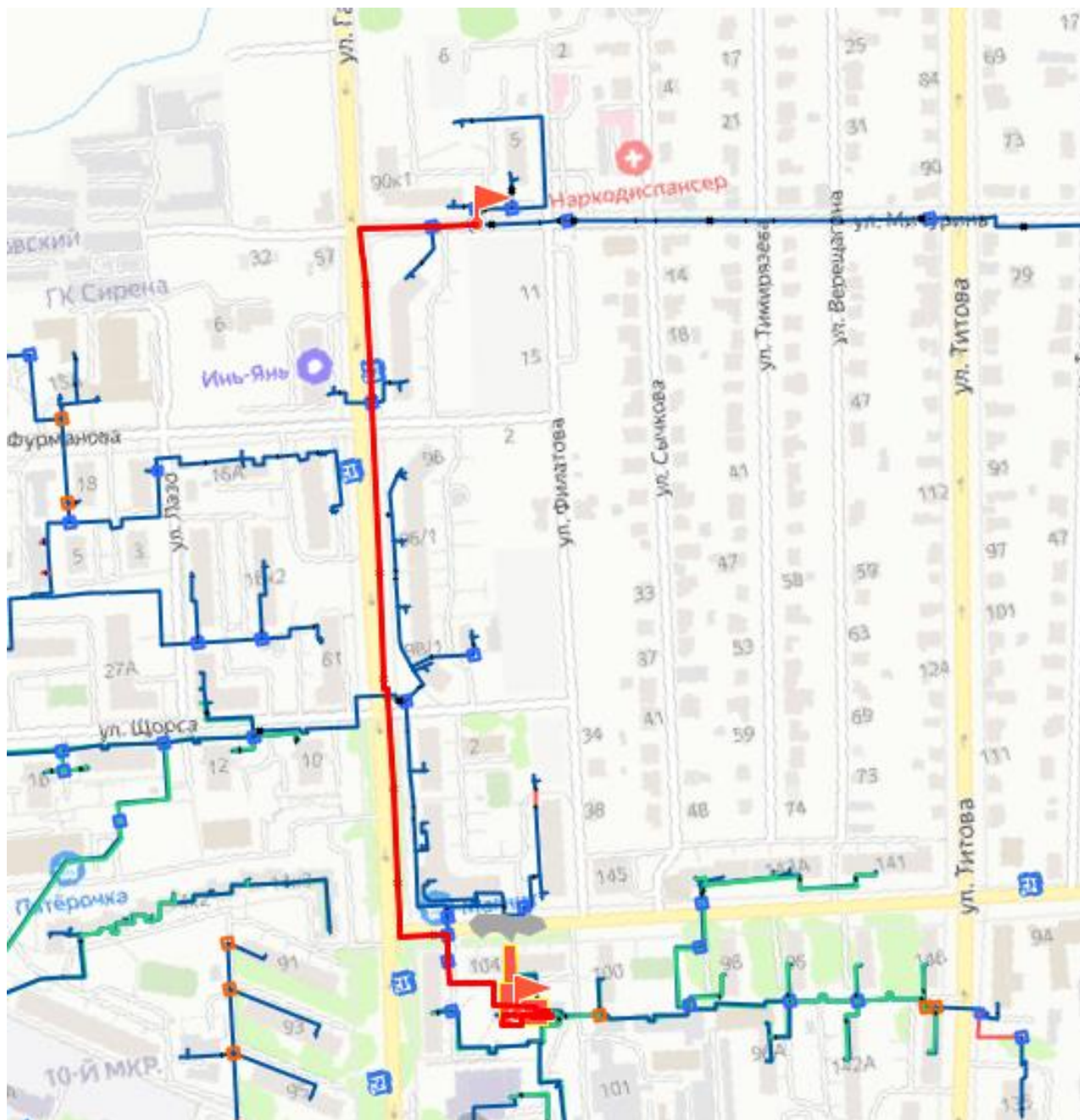


Рисунок 28. Расчетный путь по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5)

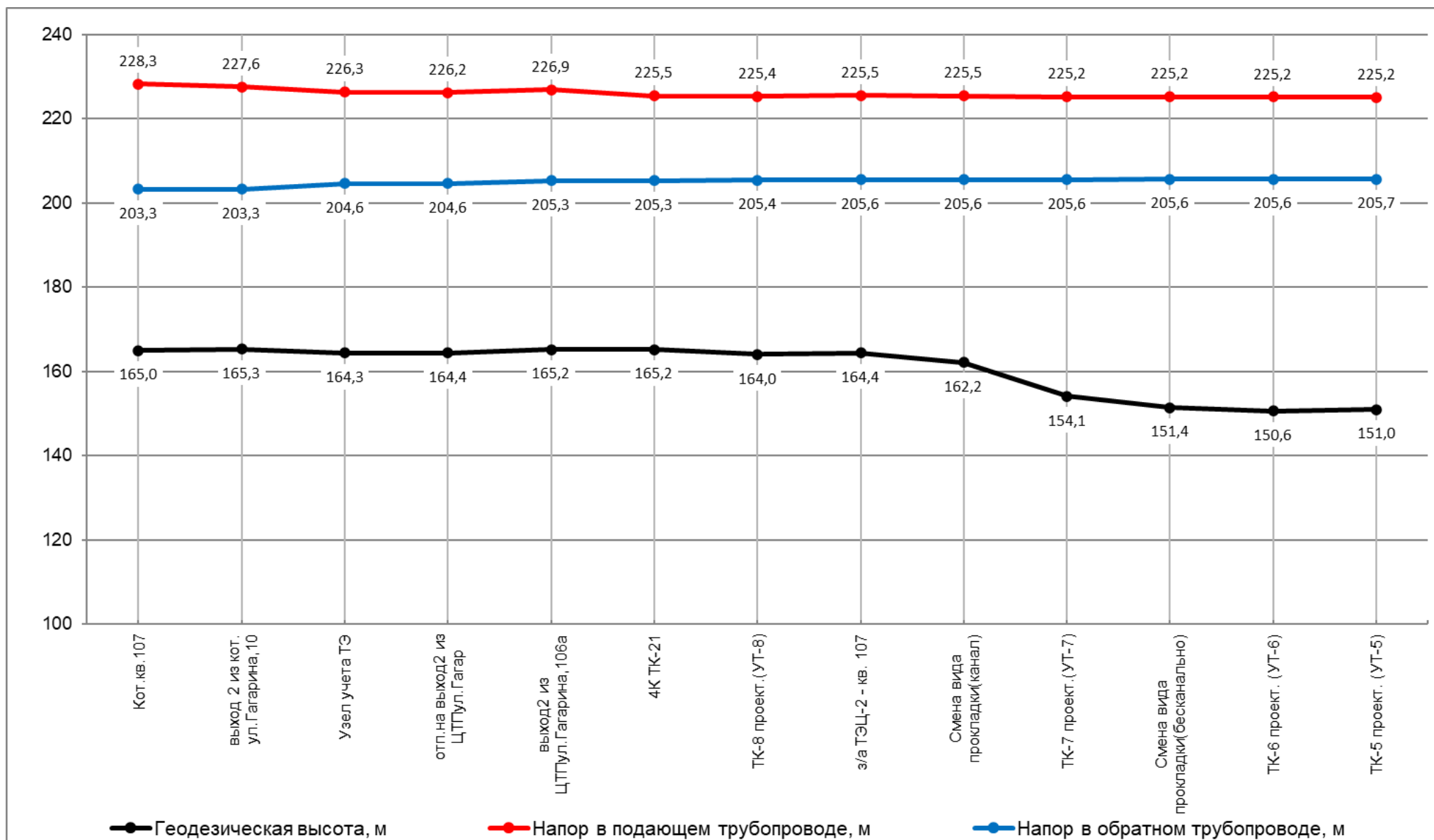


Рисунок 29. Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5) в 2023 г.

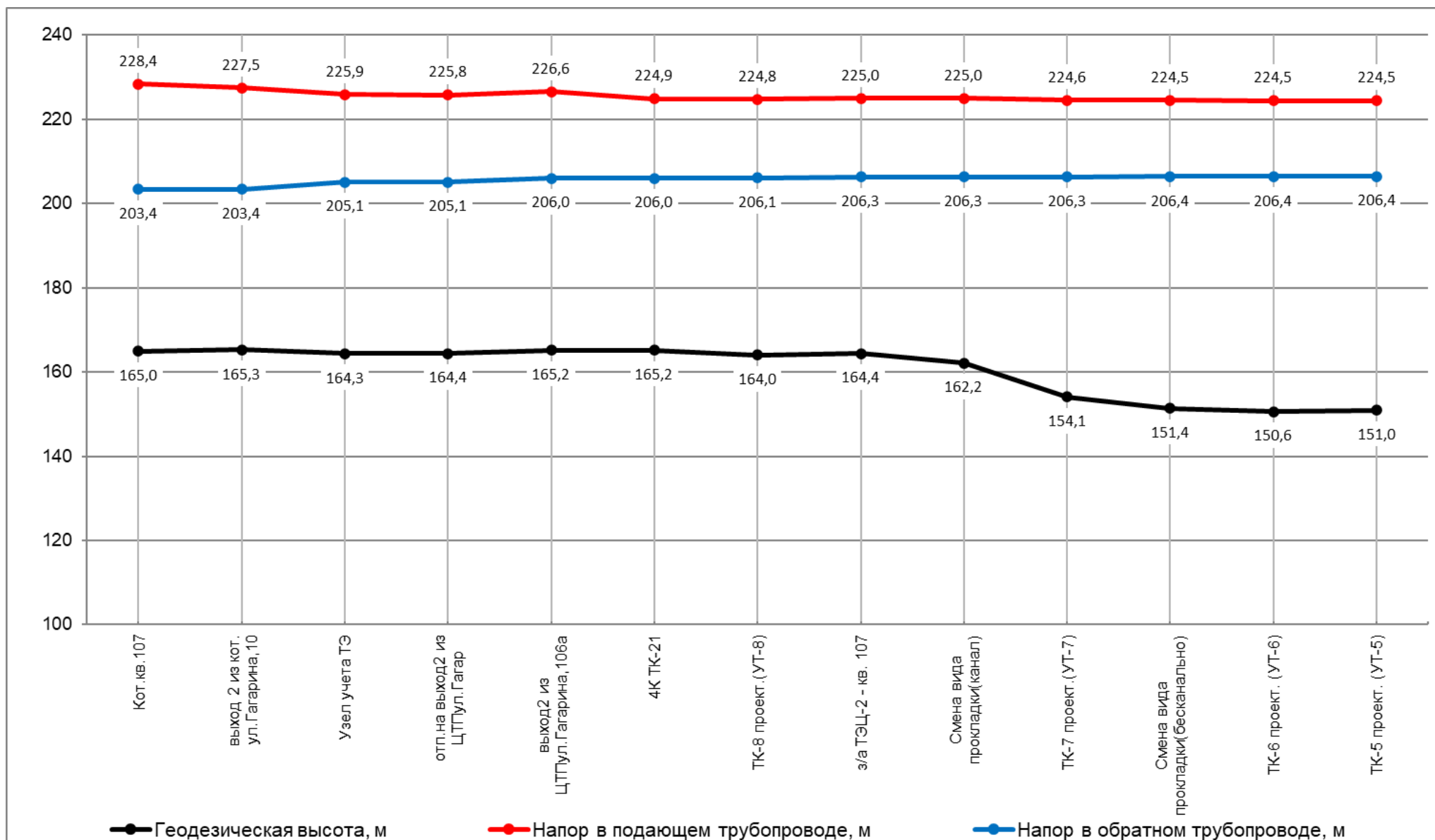


Рисунок 30.Пьезометрический график по направлению котельная кв. 107 – ТК-5 проект. (УТ-5) в 2035 г.

### 10.7. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной Московская, 48а до 2/31-ТК-10

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 31.

Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 в 2023 г. представлены на рисунке 32.

Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 33.

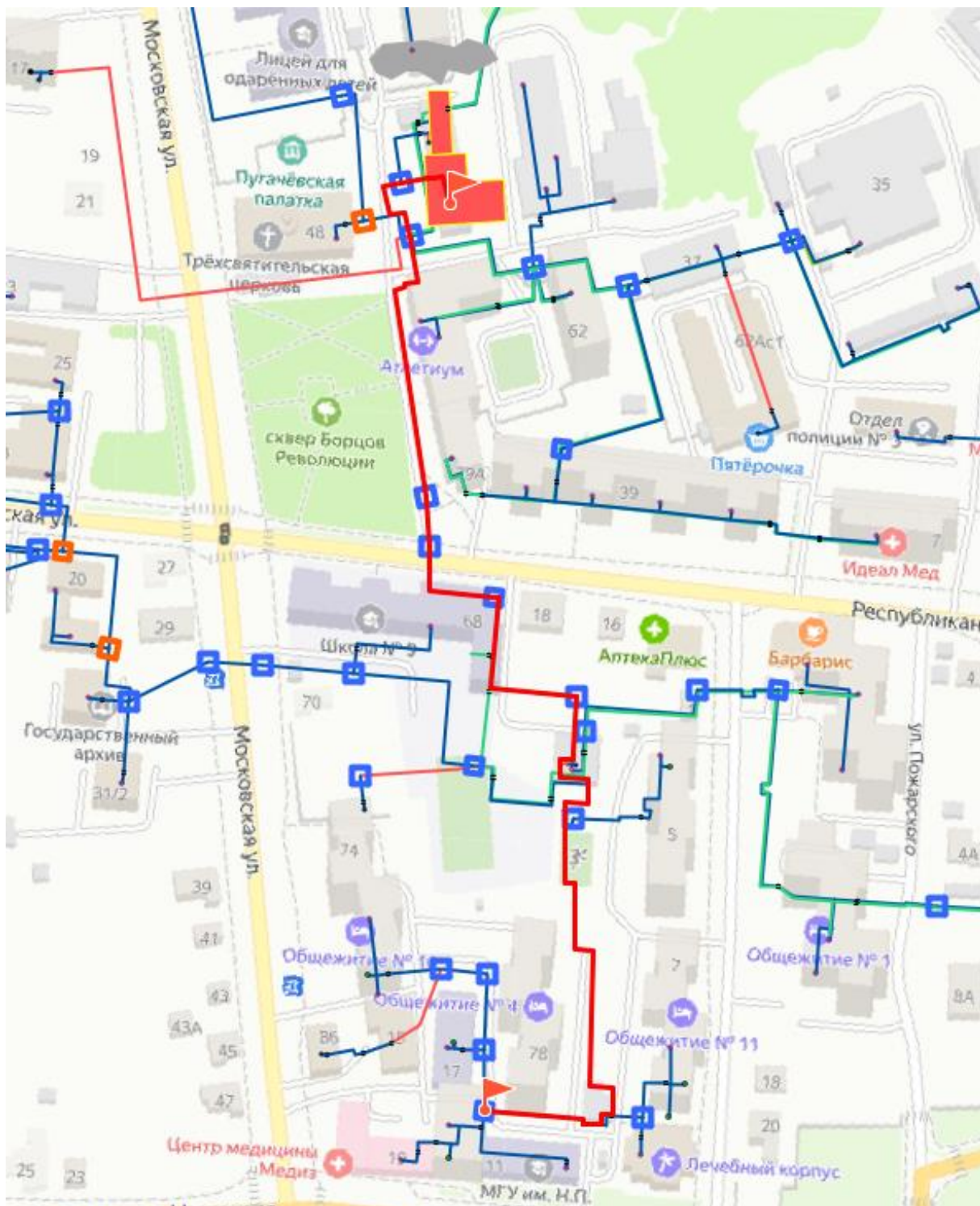


Рисунок 31. Расчетный путь по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10

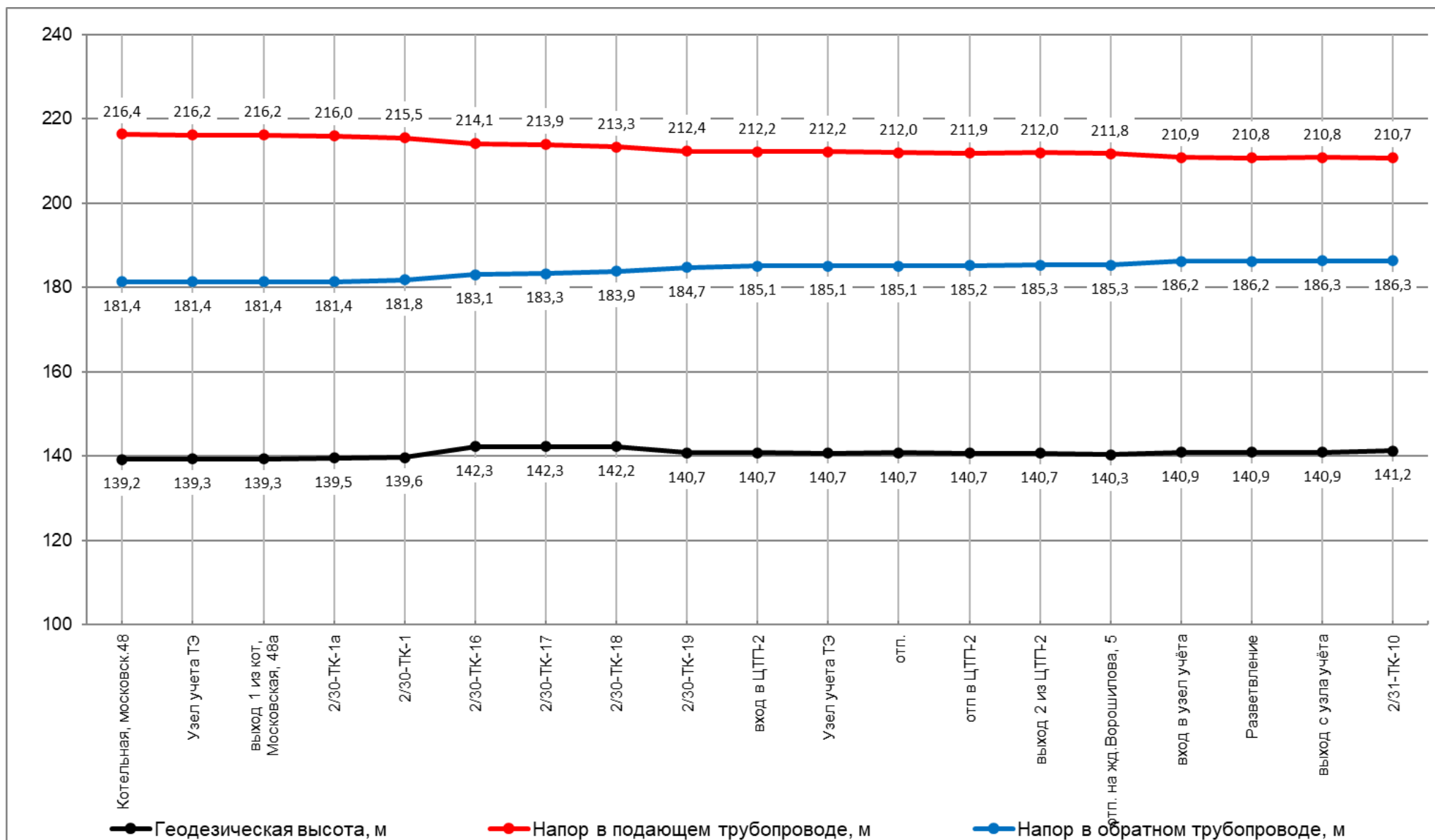


Рисунок 32. Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 в 2023 г.

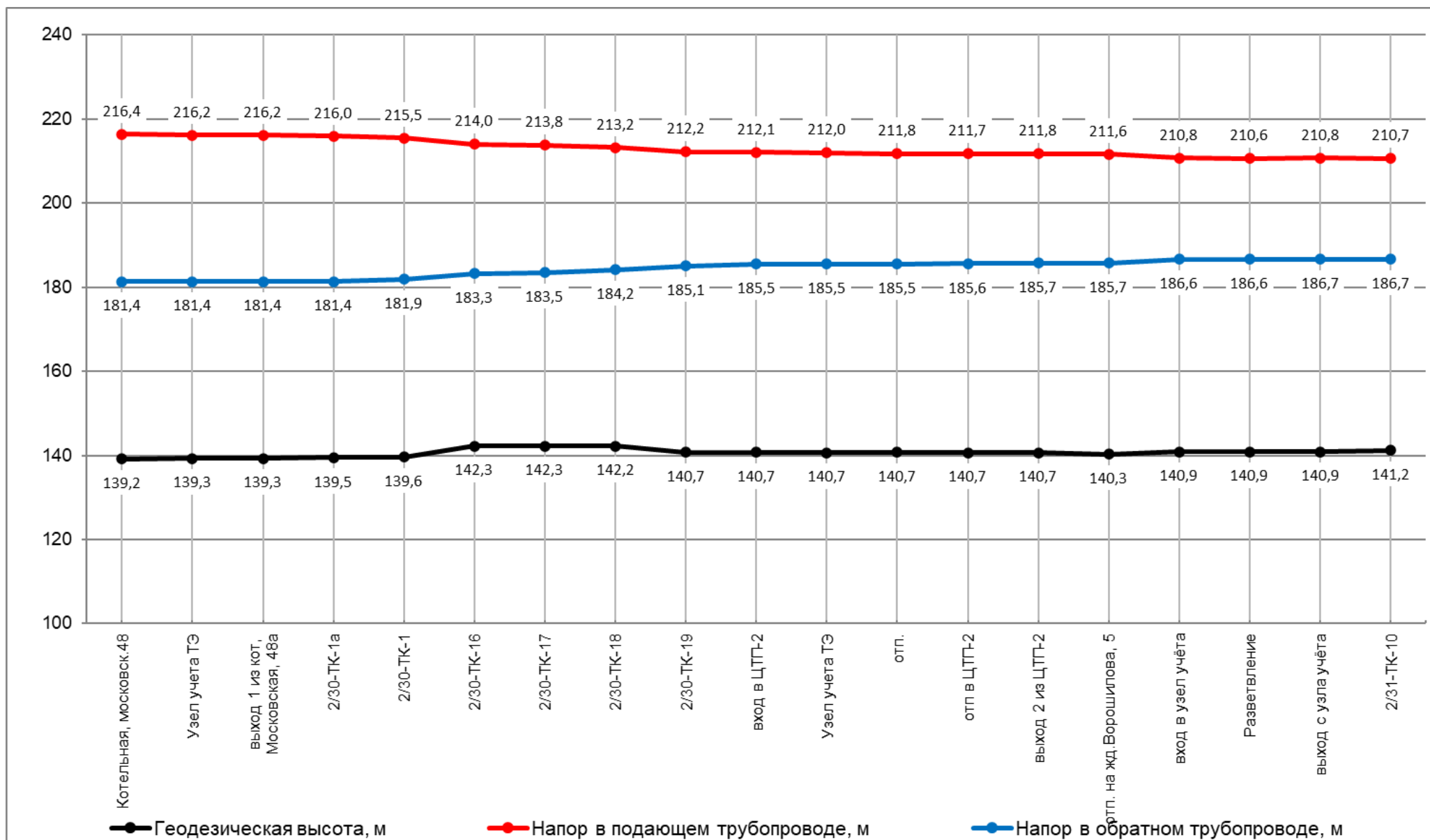


Рисунок 33.Пьезометрический график по направлению котельная Московская, 48а – 2/31-ТК-10 в 2035 г.

## 10.8. Пьезометрические графики работы тепловых сетей от котельной МГУ пос. Ялга до 3/14-ТК-35

Расчетный путь для построения пьезометрического графика приведен на рисунке 34.

Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 в 2023 г. представлены на рисунке 35.

Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 после подключения перспективных потребителей в 2035 г. представлены на рисунке 36.

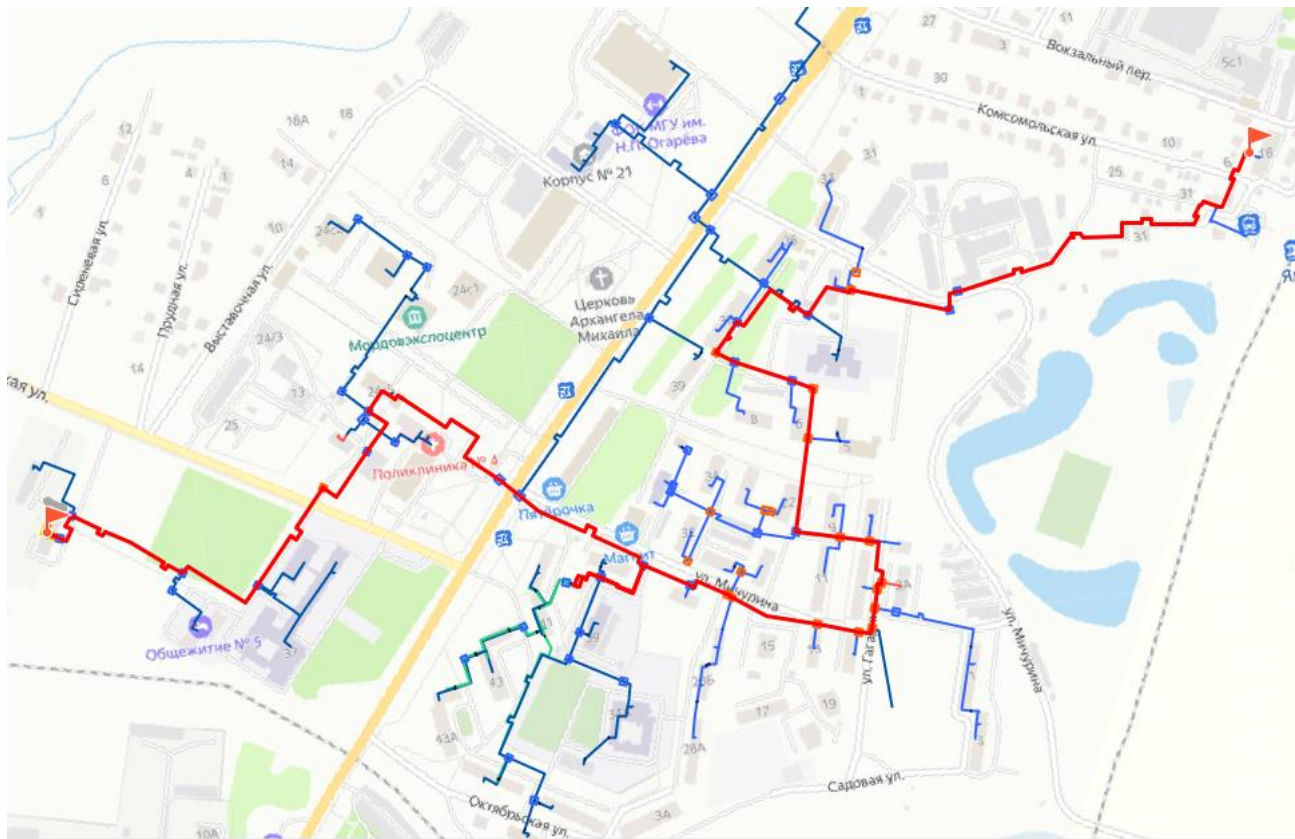


Рисунок 34. Расчетный путь по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35

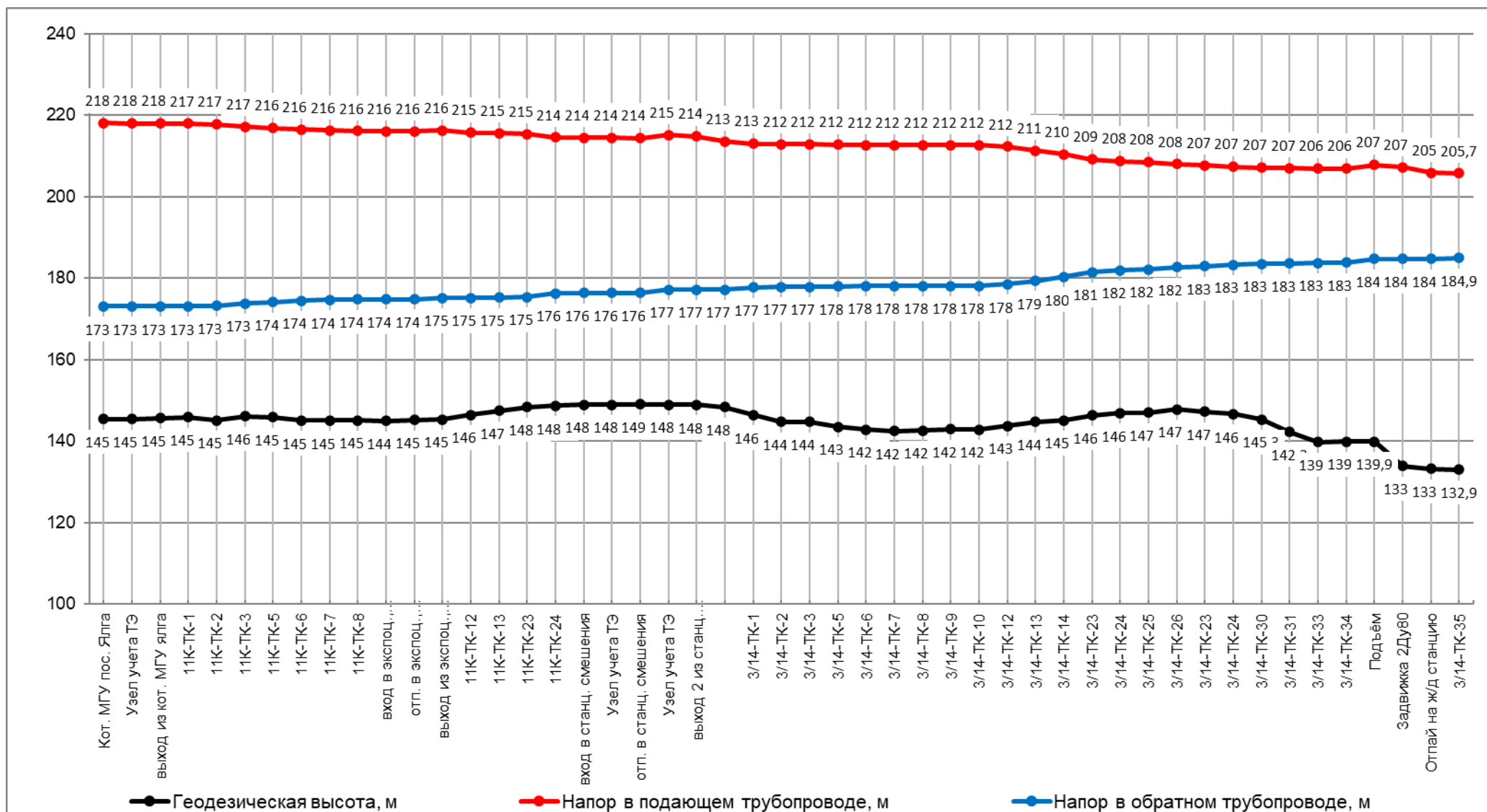


Рисунок 35. Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 в 2023 г.

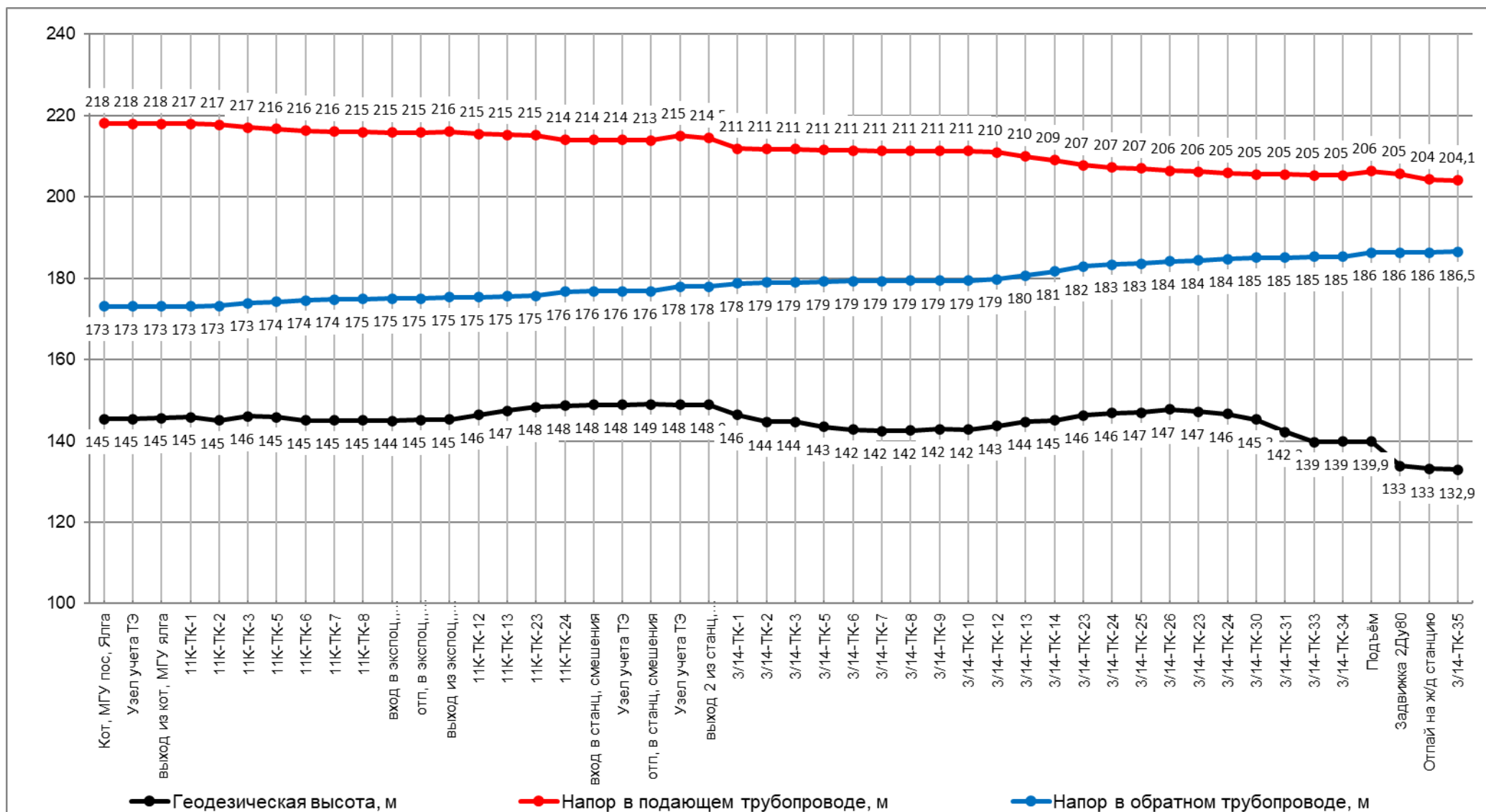


Рисунок 36.Пьезометрический график по направлению котельная МГУ пос. Ялга – 3/14-ТК-35 в 2035 г.