

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ЭЛЕКТРОГОРСК МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА  
ПЕРИОД С 2020 ПО 2036 гг.**

**КНИГА 3**

**ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

## Оглавление

3.1.Существующее положение системы теплоснабжения.....	4
3.1.1.Описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.....	4
3.1.2.Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.....	6
1.Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения положения.....	6
2.Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения.....	8
3.1.3.Паспортизация объектов системы теплоснабжения. ....	8
3.1.4.Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное. ....	8
3.1.5.Графическое представление зон действия существующих систем теплоснабжения (источников тепловой энергии).....	10
3.1.6.Графическое представление зон действия ресурсоснабжающих организаций .....	11
3.1.7.Гидравлический расчет существующих тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть .....	12
3.1.8.Расчет балансов тепловой энергии по существующим источникам тепловой энергии .....	13
3.1.9.Расчет потерь теплоносителя в существующих тепловых сетях .....	14
3.1.10.Расчет существующих потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя .....	15
3.1.11.Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в существующих тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	15
3.1.12.Расчет показателей надежности теплоснабжения. ....	17
3.2.Перспектива развития системы теплоснабжения.....	20
3.2.1.Графическое представление зон и объектов перспективного строительства с указанием строительных площадей, объемов и тепловых нагрузок объектов .....	20
3.2.2.Графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию источников теплоснабжения и тепловых сетей для обеспечения теплоснабжением объектов перспективного строительства.....	32
3.2.4.Графическое представление перспективных зон действия ресурсоснабжающих организаций .....	39
3.2.5.Гидравлический расчет тепловых сетей, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной тепловой нагрузки.....	43
3.2.6.Расчет перспективных балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии .....	44
3.2.7.Расчет потерь теплоносителя в тепловых сетях, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной тепловой нагрузки.....	47
3.2.8.Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в тепловых сетях, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной нагрузки. ....	49

3.2.9. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	50
3.2.10. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения. ....	59
1. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям .....	59
2. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям.....	60

### **3.1.Существующее положение системы теплоснабжения**

#### **3.1.1.Описание расчетных единиц территориального деления, включая административное**

Электрогорск – город областного подчинения в Московской области России. Город расположен на востоке от Москвы в районе 75 км Горьковского шоссе. Город был основан в 1912-1914 годах как поселок при строившейся первой в стране электростанции (в настоящее время ГРЭС-3), работающей на торфе, спроектированной инженером Робертом Эдуардовичем Классоном, и до 1946 года существовал как поселок Электропередача. В 2019 году численность населения г. Электрогорск составила 22 653 чел.

Город имеет достаточно большое количество предприятий с сопоставлением с населением города. В городе развиты следующие виды промышленности: электроэнергетическая, машиностроение, металлообработка, деревообрабатывающая, фармацевтическая, химическая, пищевая, а также животноводство.

Предприятия производят электрическую и тепловую энергию, ДСП и ЛДСП, детскую мебель, замороженные полуфабрикаты, металлических изделия, парфюмерную продукцию, высокотемпературные смазки и пасты, лекарственные средства, диагностические препараты, а также одно из предприятий (АО «ЭНИЦ») осуществляет деятельность, связанную с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии.



Рисунок 3.1.1.1 – Географическое расположение г.о. Электрогорск

### **3.1.2.Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.**

#### **1.Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения положения**

На этапе описания объектов системы теплоснабжения городского округа было проведено информационно-графическое описание существующих объектов системы.

В состав плана городского округа входят следующие слои:

- Дороги;
- Дома;
- Городская черта;
- Адресный план;
- Названия улиц.

В качестве исходного материала для позиционирования объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые сети, потребители) на карте городского округа были использованы схемы тепловых сетей теплоисточников.

В электронной модели тепловая сеть состоит из узлов и ветвей, связывающих эти узлы. К узлам относятся следующие объекты: источники, тепловые камеры, задвижки, потребители и т.д. Ряд элементов, такие как тепловые камеры, потребители и т.д., допускают дальнейшую классификацию.

Различаются следующие технологические типы узлов:

- источник в состоянии «Работа»;
- источник в состоянии «Отключен»;
- тепловая камера;
- разветвление;
- обобщенный потребитель в состоянии «Работа»;
- обобщенный потребитель в состоянии «Отключен»;
- задвижка в состоянии «Открыта»;

- задвижка в состоянии «Закрыта».

Всем узлам присваиваются уникальные имена.

Ветви являются графическим изображением трубопроводов и представляют собой многозвенные ломаные линии, соединяющие узлы.

Доступны для создания следующие типы участков тепловой сети:

- участок в состоянии «Включен»;
- участок в состоянии «Отключен»;
- участок с отключенным подающим трубопроводом;
- участок с отключенным обратным трубопроводом.

Параллельно данному этапу проводился этап информационного описания объектов системы теплоснабжения: источников тепловой энергии, обобщенных потребителей, участков тепловых сетей.

Основой семантических данных об объектах системы теплоснабжения были базы данных по нагрузкам потребителей, а также информация по участкам тепловых сетей, источникам, потребителям.

В существующей базе данных электронной модели описаны следующие паспортные характеристики по приведенным ниже типам объектов системы теплоснабжения. Состав информации по каждому типу объектов носит как справочный характер (например: материал камеры, балансовая принадлежность и т.д.), так и необходим для функционирования расчетной модели. Полнота заполнения базы данных по параметрам зависела от наличия исходных данных.

Таким образом, в результате выполнения данного этапа работ была создана карта городского округа, выполнена привязка всех объектов системы теплоснабжения к карте и сформирована база данных по объектам. В частности, котельная (источник) в перспективных слоях находится в режиме «отключен» по причине отсутствия информации о сетях и собственном потреблении, т.к. перспективная нагрузка не имеет точной адресной привязки и сам источник является режимным объектом, информация о собственном потреблении которого не подлежит раскрытию.

## **2. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения**

На данном этапе была описана топологическая связность объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые камеры, участки тепловых сетей, потребители). Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы. В результате выполнения данного этапа работ была создана гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения городского округа.

### **3.1.3. Паспортизация объектов системы теплоснабжения.**

В электронной модели системы теплоснабжения муниципального образования семантическая информация базы данных существует у каждого объекта тепловой сети: источник, обобщенный потребитель, участок, узел, тепловая камера, задвижка и т.д.

Табличная форма базы данных, являющаяся выгрузкой из разработанной электронной модели Схемы теплоснабжения по тепловым сетям представлены в Электронной модели системы теплоснабжения городского округа.

### **3.1.4. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.**

Разбивка объектов по территориальному делению в составе ГИС «Zulu» Электронной схемы теплоснабжения, паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное, сформировано в соответствии с Правилами землепользования и застройки муниципального образования, с выделением планировочных районов и планировочных микрорайонов, а также в соответствии с данными Росреестра с выделением кадастровых кварталов.

В электронной модели в базах данных потребителей и участков системы теплоснабжения сформировано дополнительное исходное поле «Квартал».



Данному полю присвоен номер, соответствующий элементам территориального зонирования.

Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное, представлены в Электронной модели системы теплоснабжения городского округа.

### 3.1.5. Графическое представление зон действия существующих систем теплоснабжения (источников тепловой энергии).

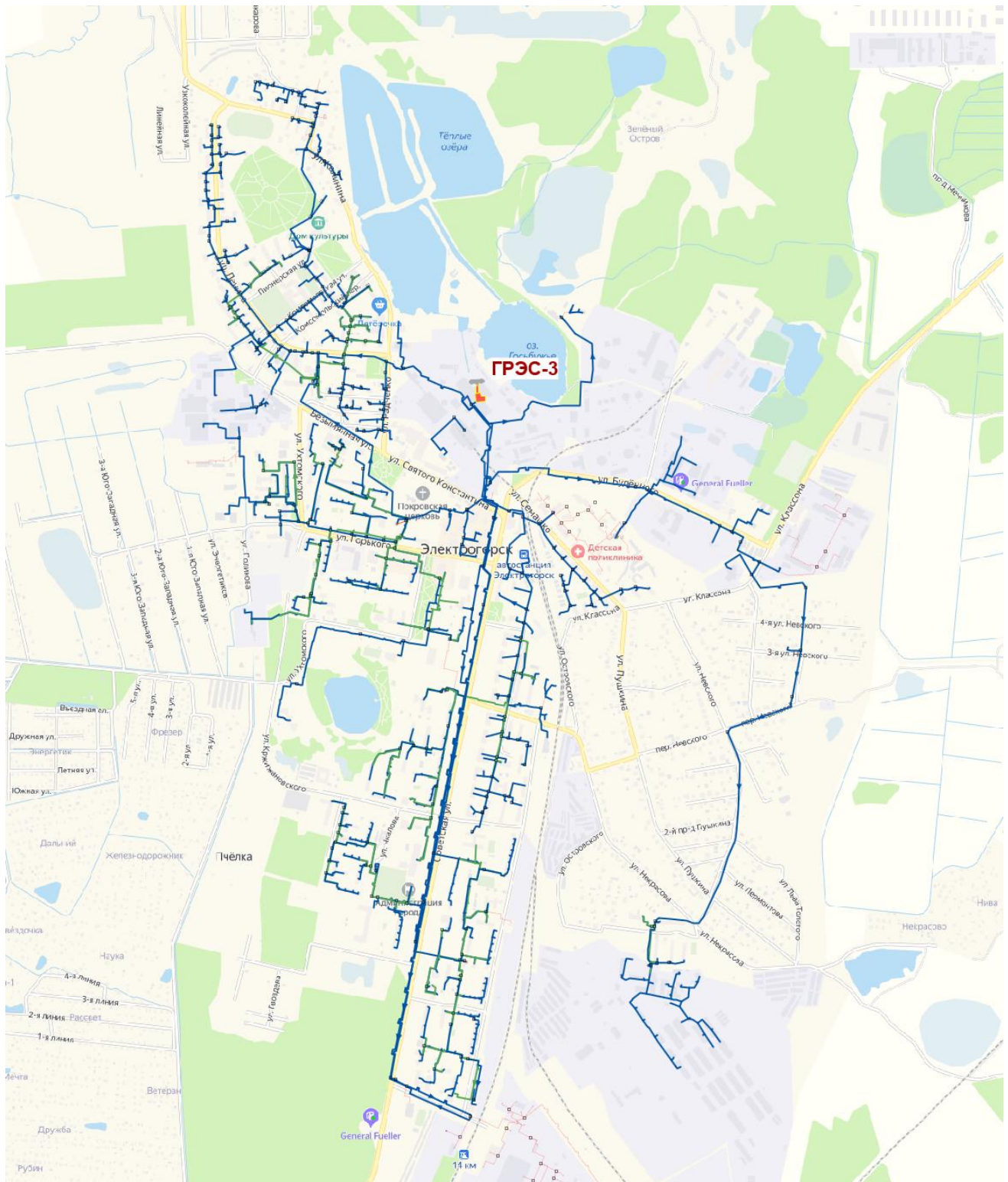


Рисунок 3.1.5.1 – Зона действия ГРЭС-3 на территории г.о. Электрогорск

### 3.1.6. Графическое представление зон действия ресурсоснабжающих организаций

На рисунке 3.1.6.1 показано графическое представление зон действия ресурсоснабжающих организаций в ПРК Zulu Thermo.

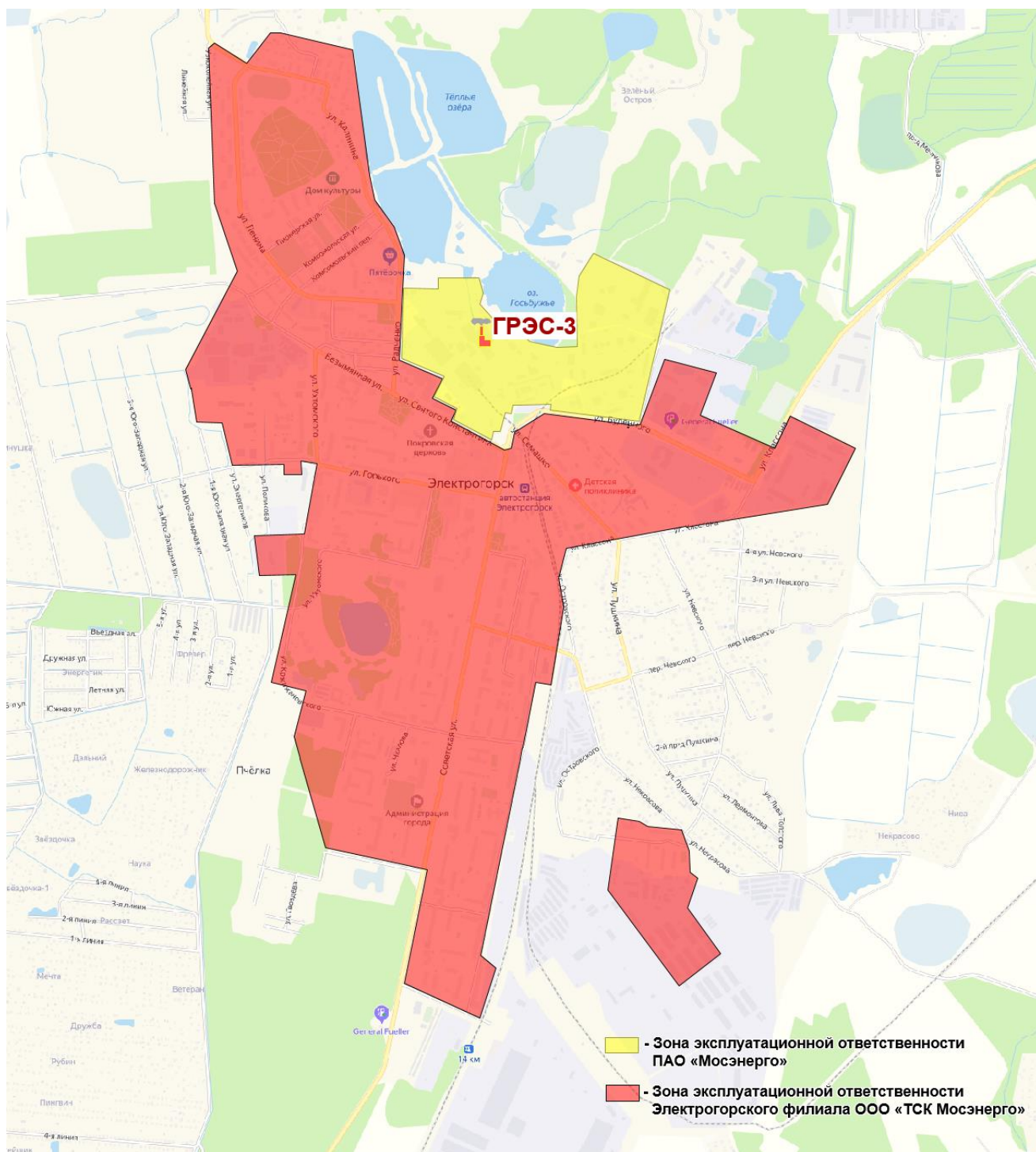


Рисунок 3.1.6.1 – Зоны действия ресурсоснабжающих организаций на территории г.о. Электрогорск

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

Гидравлический расчет программно-расчетного комплекса Zulu Thermo включает в себя полный набор функциональных компонент и соответствующие им информационные структуры базы данных, необходимых для гидравлического расчета и моделирования тепловых сетей.

Размерность рассчитываемых тепловых сетей, степень их закольцованности, а также количество теплоисточников, работающих на общую сеть – не ограничены.

После графического представления объектов и формирования паспортизации каждого объекта системы теплоснабжения, в электронной модели Схемы теплоснабжения произведен гидравлический расчет существующих котельных.

ПРК Zulu Thermo состоит из двух гидравлических расчетов: наладочного и поверочного.

В данной части рассматриваются:

- фактический гидравлический режим от источников централизованного теплоснабжения.
- Расчетный гидравлический режим с максимальными (договорными) нагрузками потребителей тепла.

Результат гидравлических расчетов системы теплоснабжения по источникам сформирован в протоколы и приведен в приложениях.

### 3.1.8. Расчет балансов тепловой энергии по существующим источникам тепловой энергии

Таблица 3.1.8.1 – Существующий баланс тепловой мощности в системе теплоснабжения в зоне действия ГРЭС-3 на территории г.о. Электрогорск

№ п/п	Наименование источника теплоснабжения	Установленная тепловая мощность, Гкал/ч	Располагаемая тепловая мощность, Гкал/ч	Собственные нужды источника, Гкал/ч	Тепловая мощность нетто, Гкал/ч	Потери в т/с, Гкал/ч	Присоединённая нагрузка (с учетом ГВС ср.ч.), Гкал/ч	Присоединённая нагрузка (с учетом ГВС макс.ч.), Гкал/ч	Резерв/ дефицит тепловой мощности (с учетом ГВС ср.ч.), Гкал/ч	Резерв/ дефицит тепловой мощности (с учетом ГВС макс.ч.), Гкал/ч
1	ГРЭС-3	244,900	199,500	2,400	197,100	6,2887	67,6173	76,9729	123,194	113,8384

### 3.1.9. Расчет потерь теплоносителя в существующих тепловых сетях

Таблица 3.1.9.1 – Потери теплоносителя в существующих тепловых сетях в зоне действия ГРЭС-3

Наименование источника	Расчетная производительность водоподготовительной установки для для восполнения потерь пара и конденсата, куб.м/ч	Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	Объемы тепловых сетей, куб.м	Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup> /ч	Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч
ГРЭС-3	130 – проектная; 35 – 40 – фактическая	100	1978	37,543	4,823



### 3.1.10. Расчет существующих потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Таблица 3.1.10.1 - Потери тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в зоне действия ГРЭС-3

№	Теплоснабжающая организация	Потери в сетях, Гкал		
		2017	2018	2019
1	ООО «ТСК Мосэнерго»	20188,099	32013,599	14541,228

### 3.1.11. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в существующих тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.

Программное обеспечение ПРК ZuluThermo позволяет проводить моделирование всех видов переключений в «гидравлической модели» сети. Суть заключается в автоматическом отслеживании программой состояния запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных описания тепловой сети. Любое переключение на схеме тепловой сети влечет за собой автоматическое выполнение гидравлического расчета, и, таким образом, в любой момент времени пользователь видит тот гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокупности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме тепловой сети.

Переключения могут быть как одиночными, так и групповыми, для любой выбранной (помеченной) совокупности переключаемых элементов.

Для насосных агрегатов и их групп в модели доступны несколько видов переключений:

- включение/выключение;
- дросселирование;
- изменение частоты вращения привода.

Задвижки типа «дроссель», помимо двух крайних состояний (открыта/закрыта), могут иметь промежуточное состояние «прижатая»,

определяемое в либо в процентах открытия клапана, либо в числе оборотов штока. При этом состоянии задвижка моделируется своим гидравлическим сопротивлением, рассчитанным по паспортной характеристике клапана.

При любом переключении насосных агрегатов в насосной станции или на источнике автоматически пересчитывается суммарная расходно-напорная характеристика всей совокупности работающих насосов.

Для регуляторов давления и расхода переключением является изменение установки. Для потребителей переключением является любое из следующих действий:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- изменение температурного графика или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки.

Предусмотрена генерация специальных отчетов об отключенных/включенных абонентах и участках тепловой сети, состояние которых изменилось в результате последнего произведенного единичного или группового переключения. Эти отчеты могут содержать любую информацию об этих объектах, содержащуюся в базе данных.

Режим гидравлического моделирования позволяет оперативно получать ответы на вопросы типа «Что будет, если...?» Это дает возможность избежать ошибочных действий при регулировании режима и переключениях на реальной тепловой сети.

В электронной модели смоделирована карта-схема системы теплоснабжения. В карте-схеме сформированы перспективные слои системы теплоснабжения по этапам.

После моделирования перспективной подложки – графического представления перспективного развития планировочных районов, сформированы базы данных по каждому перспективному объекту системы теплоснабжения.

В электронной модели системы теплоснабжения городского округа



сформированы новые модельные базы, которые отражают предложения по реконструкции и новому строительству участков тепловых сетей, и произведена визуализация данных участков (на карте-схеме обозначены разным цветом).

В электронной модели системы теплоснабжения городского округа рассмотрен вариант перспективного развития. Подробное описание развития системы теплоснабжения представлено в Мастер - плане (Книга 5).

Подсистема гидравлических расчетов позволяет моделировать произвольные режимы, в том числе аварийные и перспективные.

Гидравлическое моделирование предполагает внесение в модель каких-то изменений с целью воспроизведения режимных последствий этих изменений, которые искажают реальные данные, описывающие эксплуатируемую тепловую сеть в ее текущем состоянии.

Подсистема гидравлических расчетов содержит специальный инструментарий, позволяющий для целей моделирования создавать и администрировать специальные «модельные» базы – наборы данных, клонируемых из основной (контрольной) базы данных описания тепловой сети, на которых предусматривается производство любых манипуляций без риска исказить или повредить контрольную базу.

Данный механизм также обеспечивает возможность осуществления сравнительного анализа различных режимов работы тепловой сети, реализованных в модельных базах, между собой. В частности, наглядным аналитическим инструментом является сравнительный пьезометрический график, на котором приводятся изменения гидравлического режима, произошедшее в результате тех или иных манипуляций.

### **3.1.12. Расчет показателей надежности теплоснабжения.**

Расчет показателей надежности теплоснабжения проведен в составе расчетного комплекса Zulu Thermo в соответствии с методикой, определенной в Приказе Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667 «Об

утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».

Таблица 3.1.12.1 – Показатели надежности теплоснабжения в зоне действия ГРЭС-3

№	Тепловой источник	Присоединённая нагрузка (с учетом ГВС ср.ч.), Гкал/ч	Присоединённая нагрузка (с учетом ГВС макс.ч.), Гкал/ч	Коэффициент тепловой аккумуляции, ч	Минимально допустимая температура, °С	Вероятность безотказной работы	Коэффициент готовности	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период
1	ГРЭС-3	67,6173	76,9729	70	12	0,969754	0,997844	0,693

## 3.2.Перспектива развития системы теплоснабжения

### 3.2.1.Графическое представление зон и объектов перспективного строительства с указанием строительных площадей, объемов и тепловых нагрузок объектов

На рисунке 3.2.1.1 показано графическое представление зон и объектов перспективного строительства с указанием строительных площадей, объемов и тепловых нагрузок объектов.



Рисунок 3.2.1.1 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства

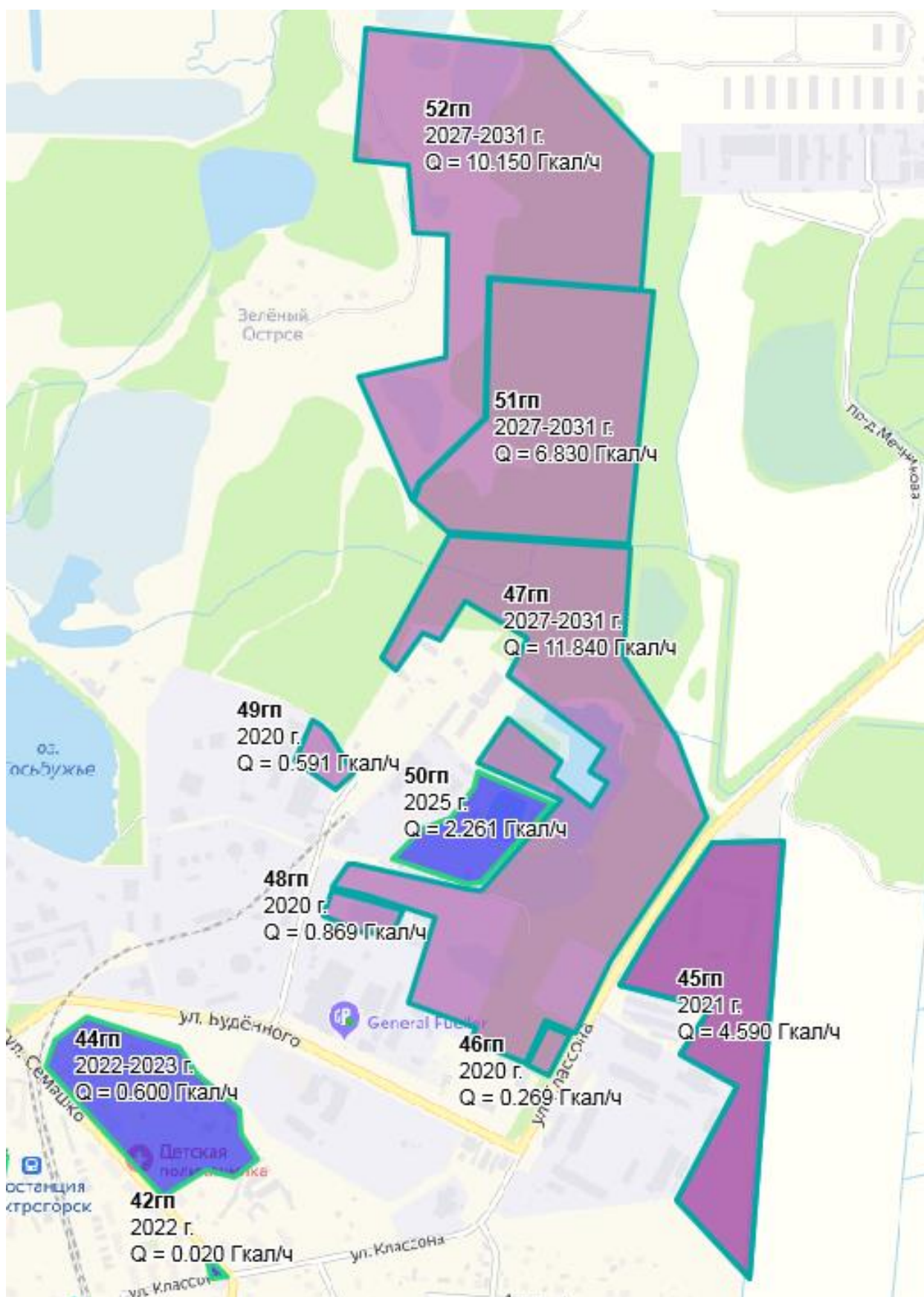


Рисунок 3.2.1.2 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства

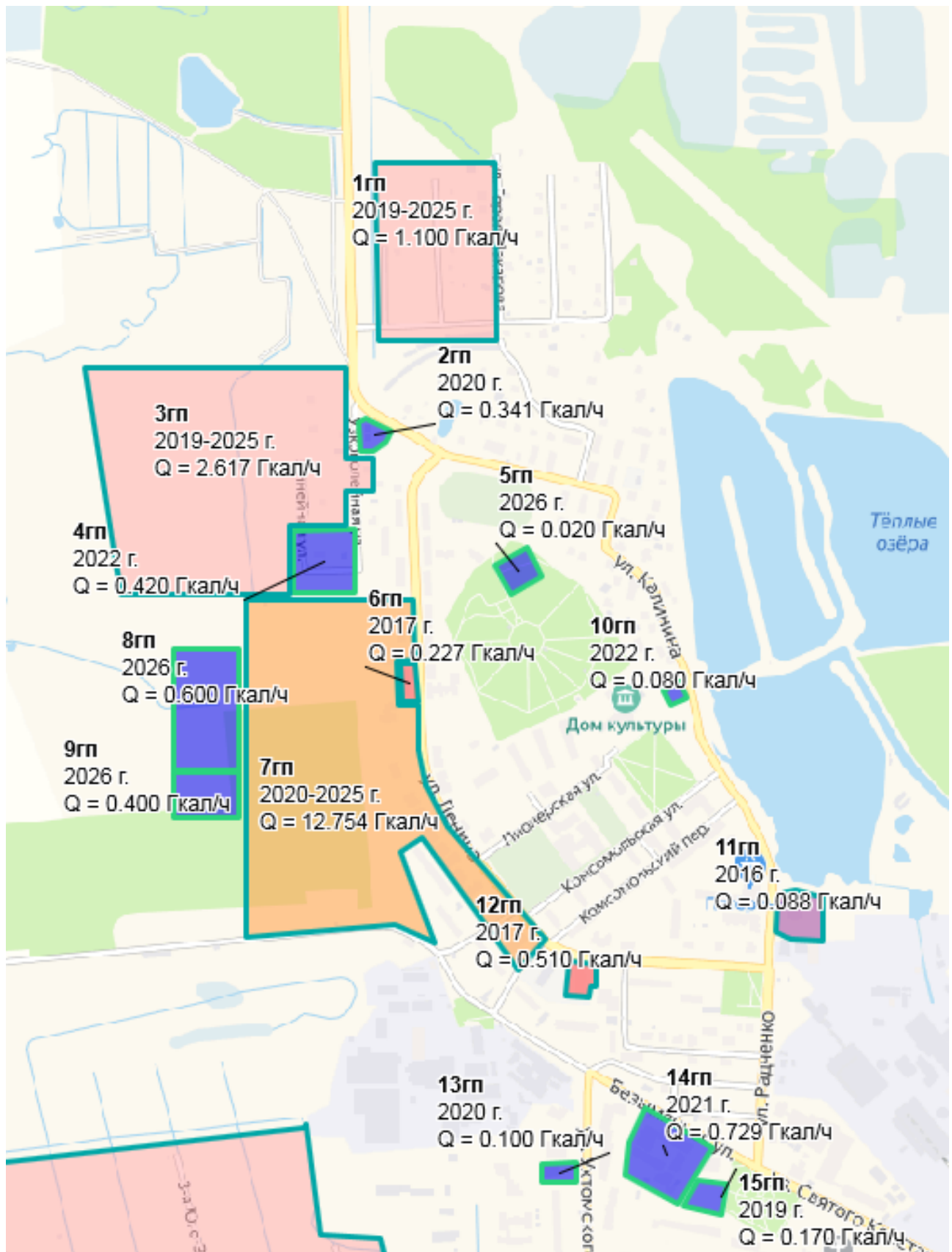


Рисунок 3.2.1.3 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



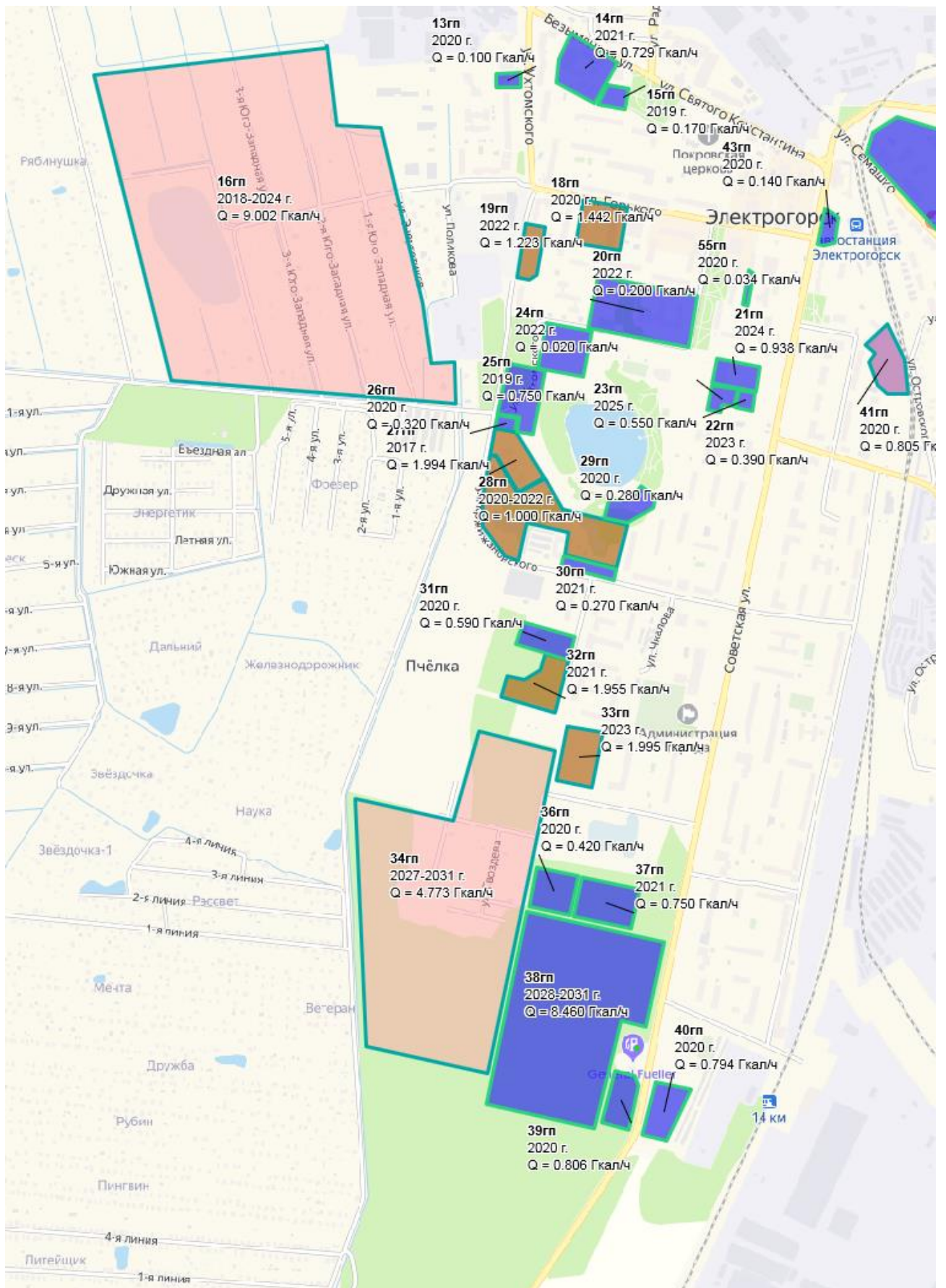


Рисунок 3.2.1.4 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



Рисунок 3.2.1.5 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



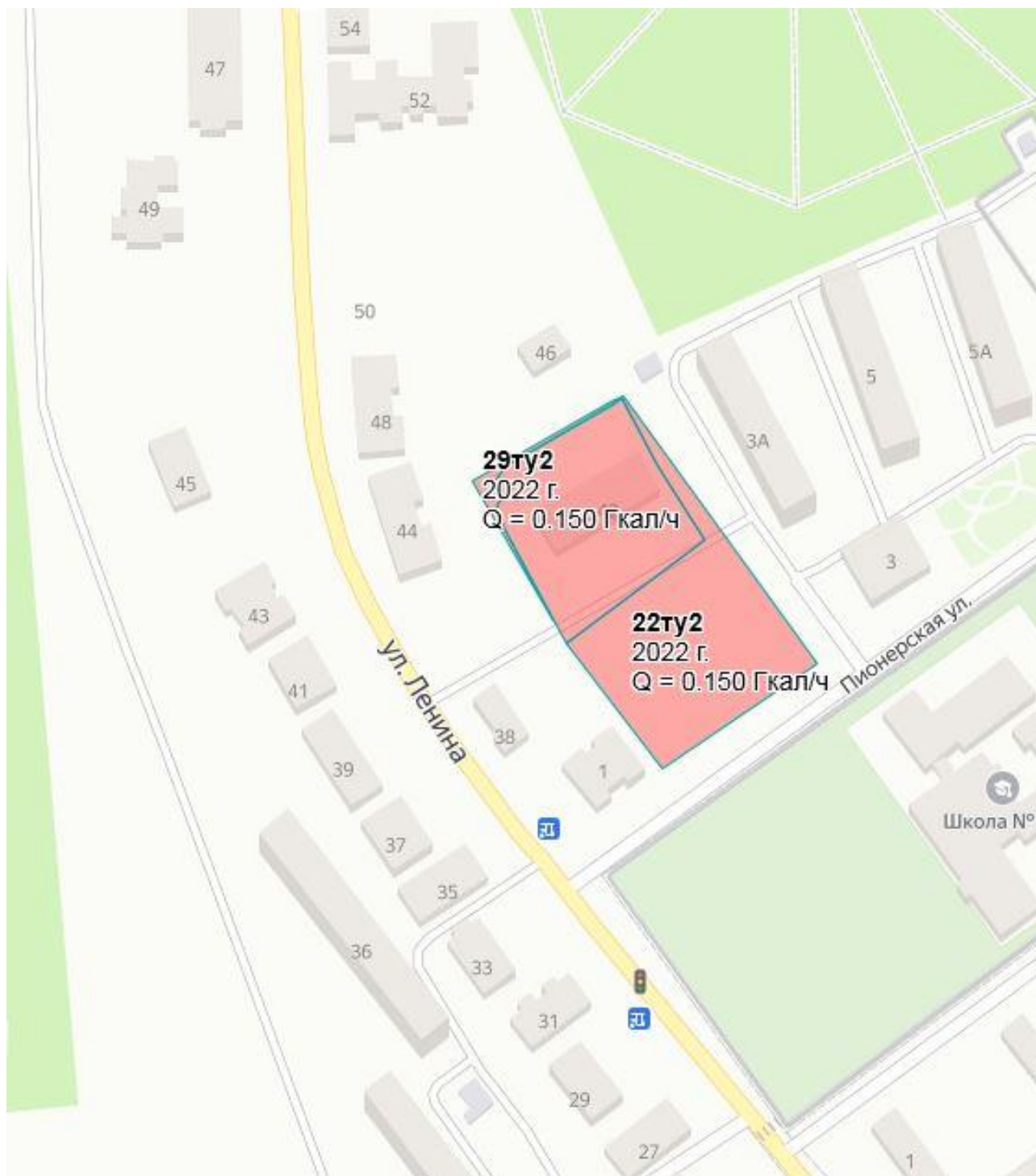


Рисунок 3.2.1.6 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



Рисунок 3.2.1.7 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



Рисунок 3.2.1.8 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства



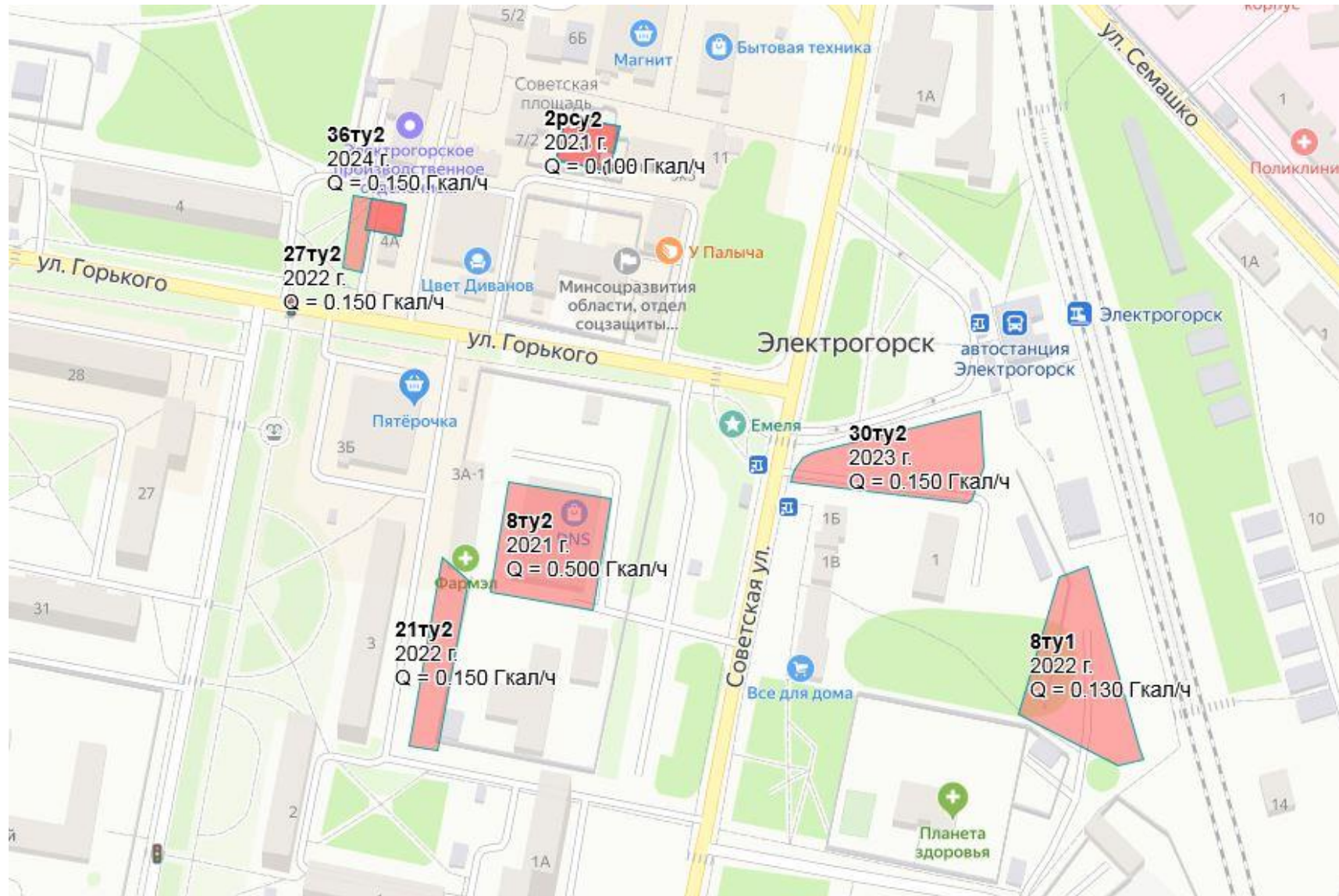


Рисунок 3.2.1.9 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства

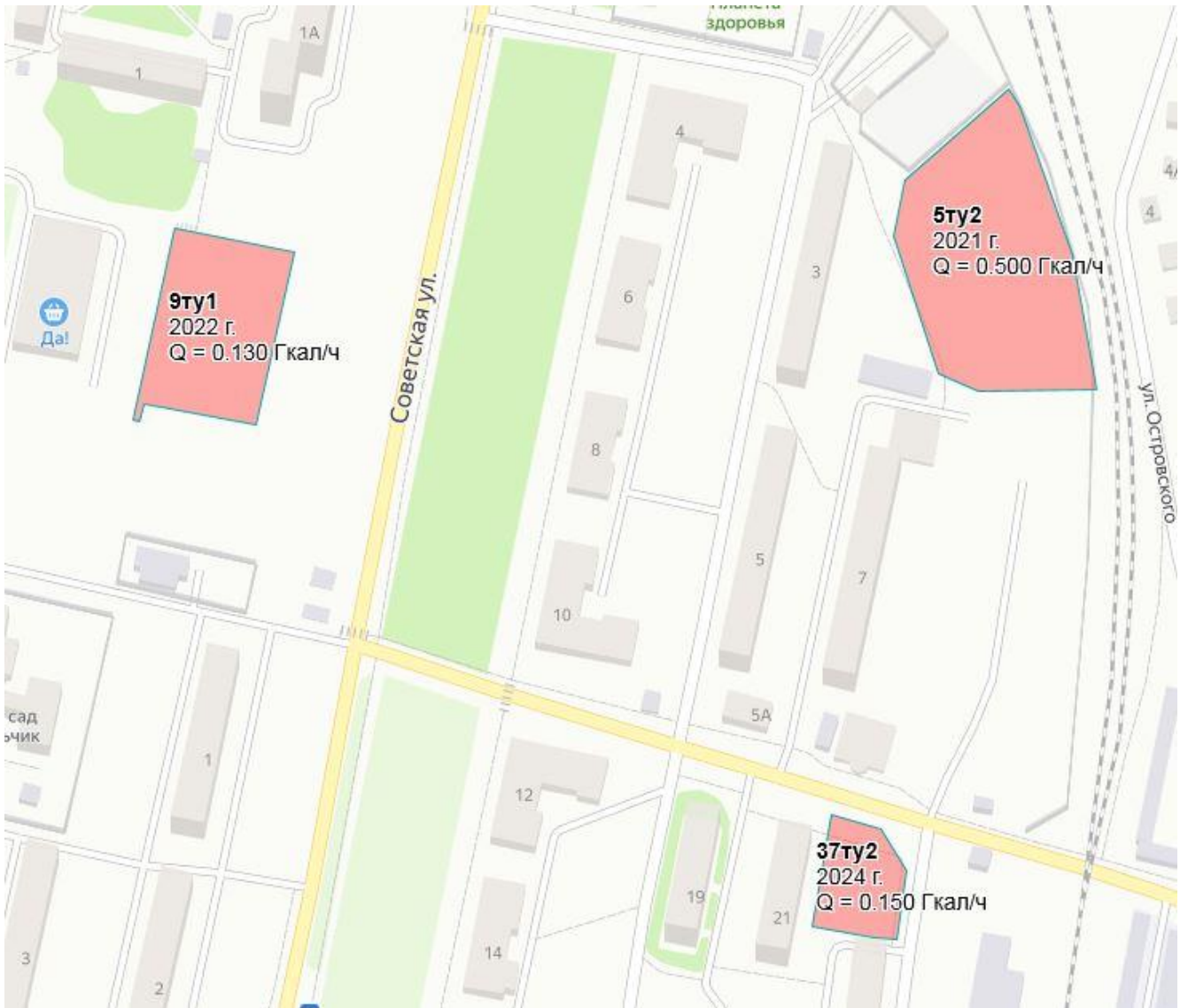


Рисунок 3.2.1.10 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства

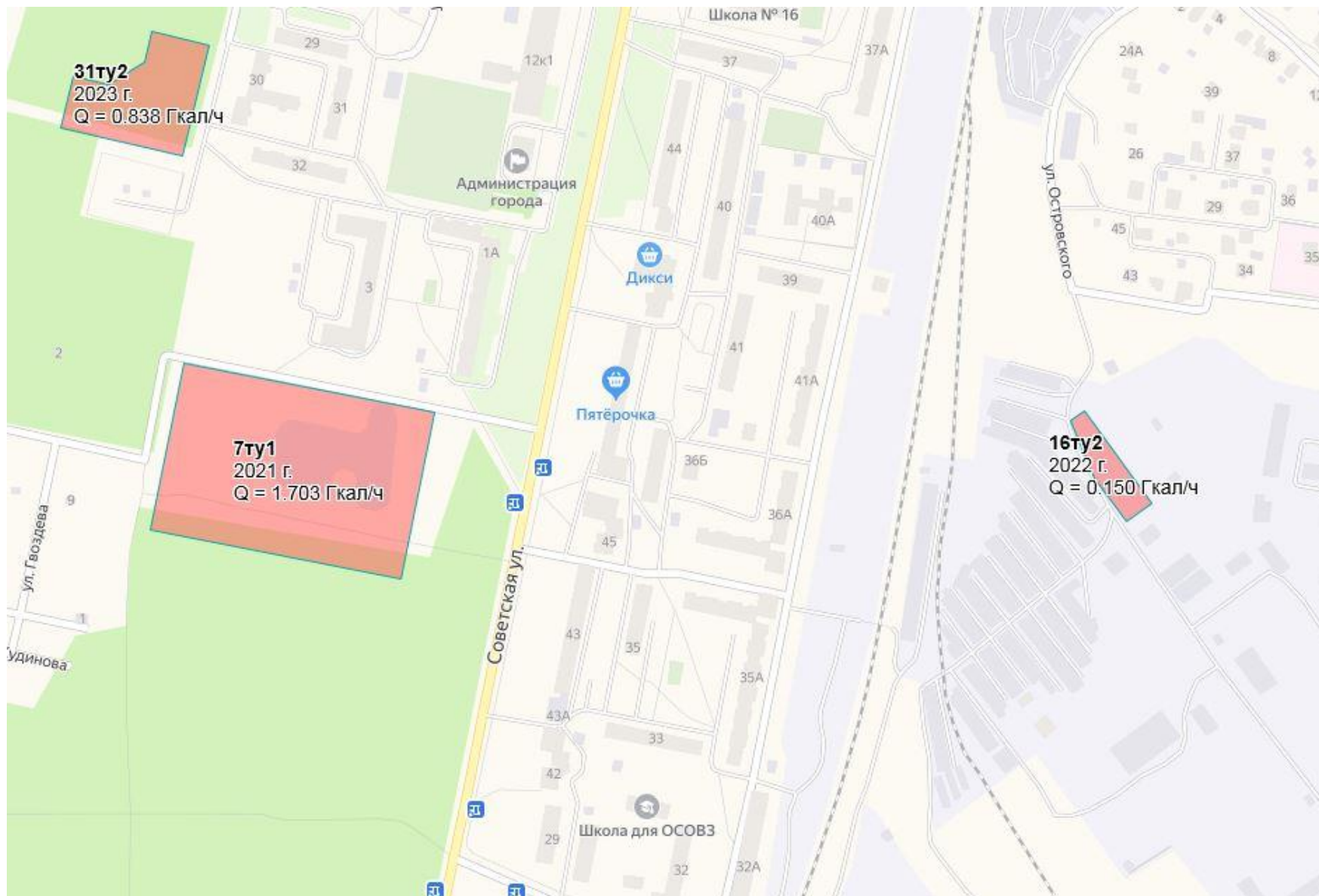


Рисунок 3.2.1.11 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства





Рисунок 3.2.1.12 – Графическое представление зон и объектов перспективного строительства

### **3.2.2.Графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию источников теплоснабжения и тепловых сетей для обеспечения теплоснабжением объектов перспективного строительства**

На рисунках 3.2.2.1 – 3.2.2.3 показано графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию источников теплоснабжения и тепловых сетей для обеспечения теплоснабжения объектов перспективного строительства.

Данное представление основано соответственно исходя из вариантов перспективного развития систем теплоснабжения, приведенных в Книге 5. Зоны перспективной застройки приведены на рисунках выше, а перспективные зоны действия систем теплоснабжения представлены на изображениях ниже в пункте 3.2.3.



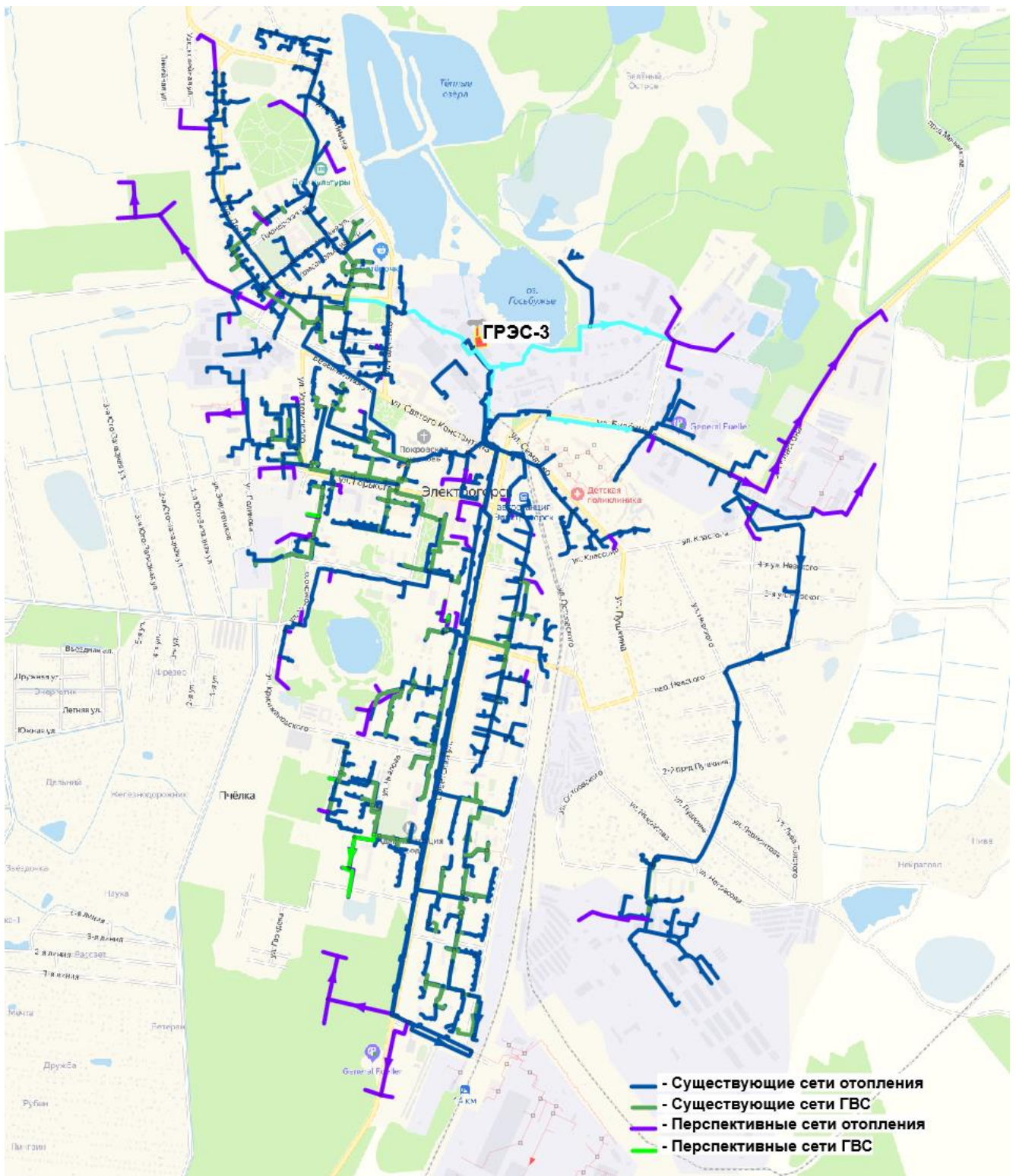


Рисунок 3.2.2.1 – Графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию тепловых сетей для обеспечения тепловой энергией от ГРЭС-3 объектов перспективного строительства в соответствии с 1,2,3 вариантами перспективного развития сиетм теплоснабжения г.о. Электрoгoрск

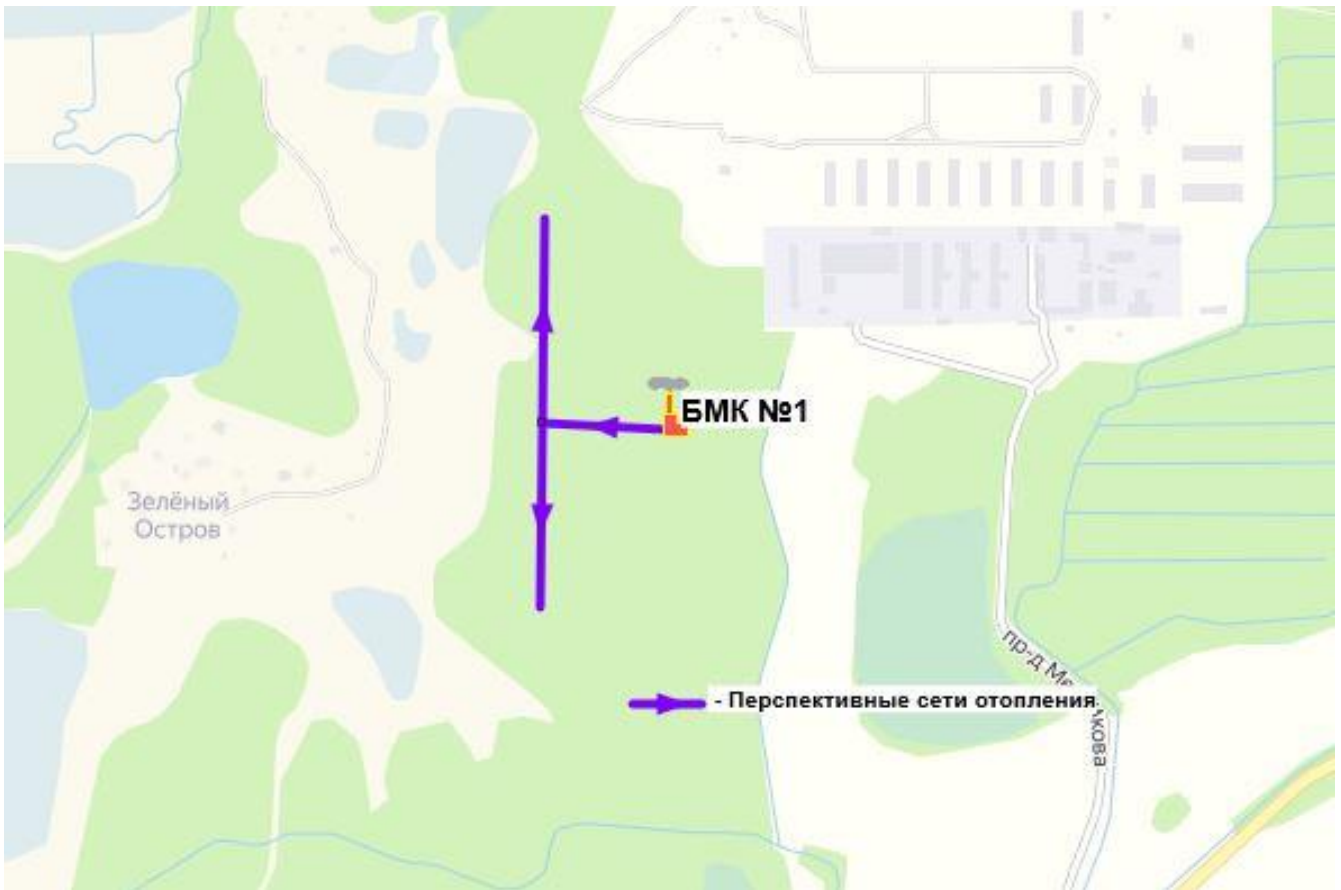


Рисунок 3.2.2.2 – Графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию БМК №1 и тепловых сетей для обеспечения тепловой энергией объектов перспективного строительства для 2-го и 3-го вариантов развития систем теплоснабжения г.о. Электрогорск

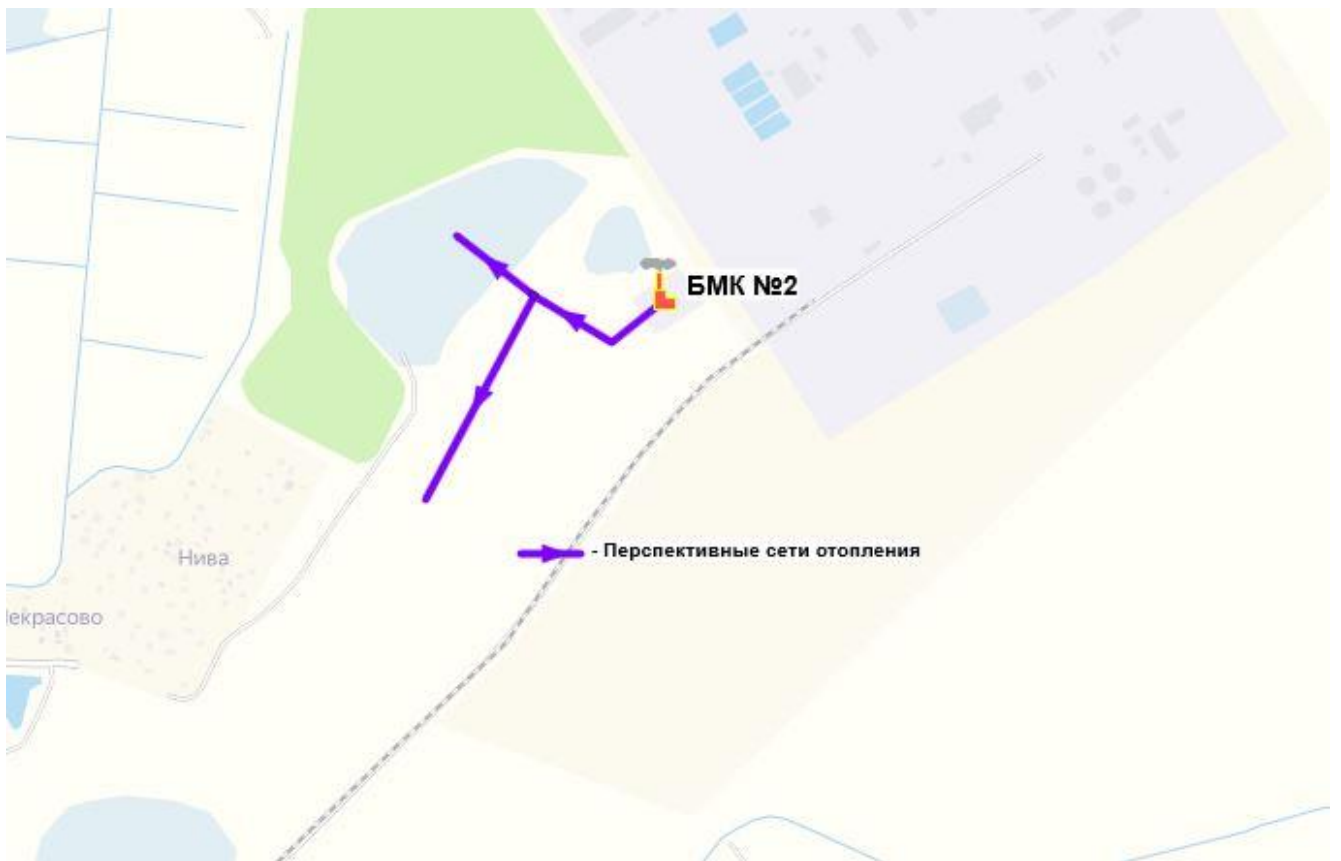


Рисунок 3.2.2.3 – Графическое представление планируемых к вводу в эксплуатацию БМК №2 и тепловых сетей для обеспечения тепловой энергией объектов перспективного строительства для 1-го и 2-го вариантов развития систем теплоснабжения г.о. Электрогорск



### 3.2.3. Графическое представление перспективных зон действия систем теплоснабжения (источников тепловой энергии).

На рисунках 3.2.3.1 – 3.2.3.3 показано графическое представление перспективных зон действия систем теплоснабжения (источников тепловой энергии).

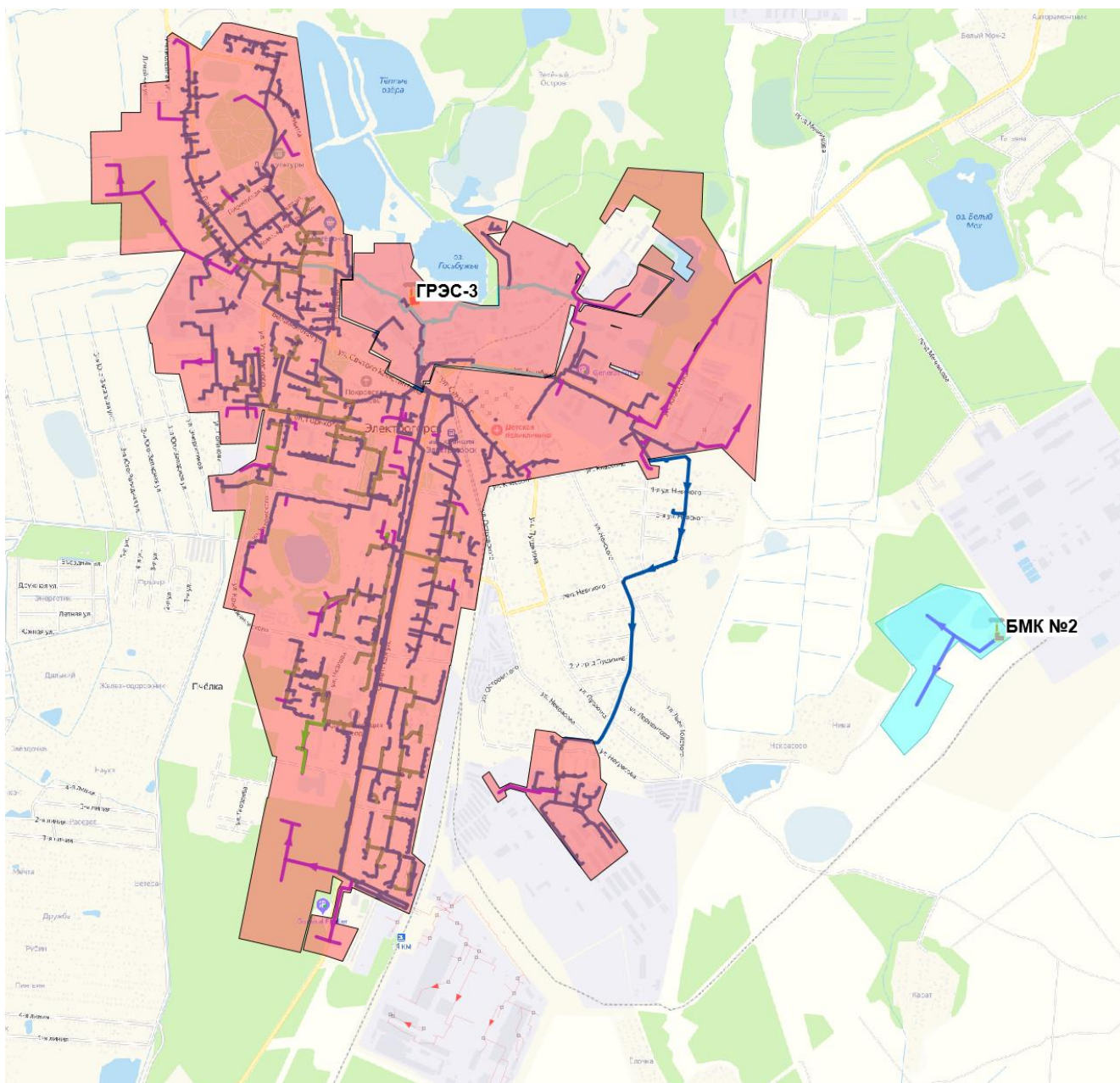


Рисунок 3.2.3.1 – Графическое представление перспективных зон действия систем теплоснабжения для 1-го варианта развития систем теплоснабжения г.о. Электрогорск

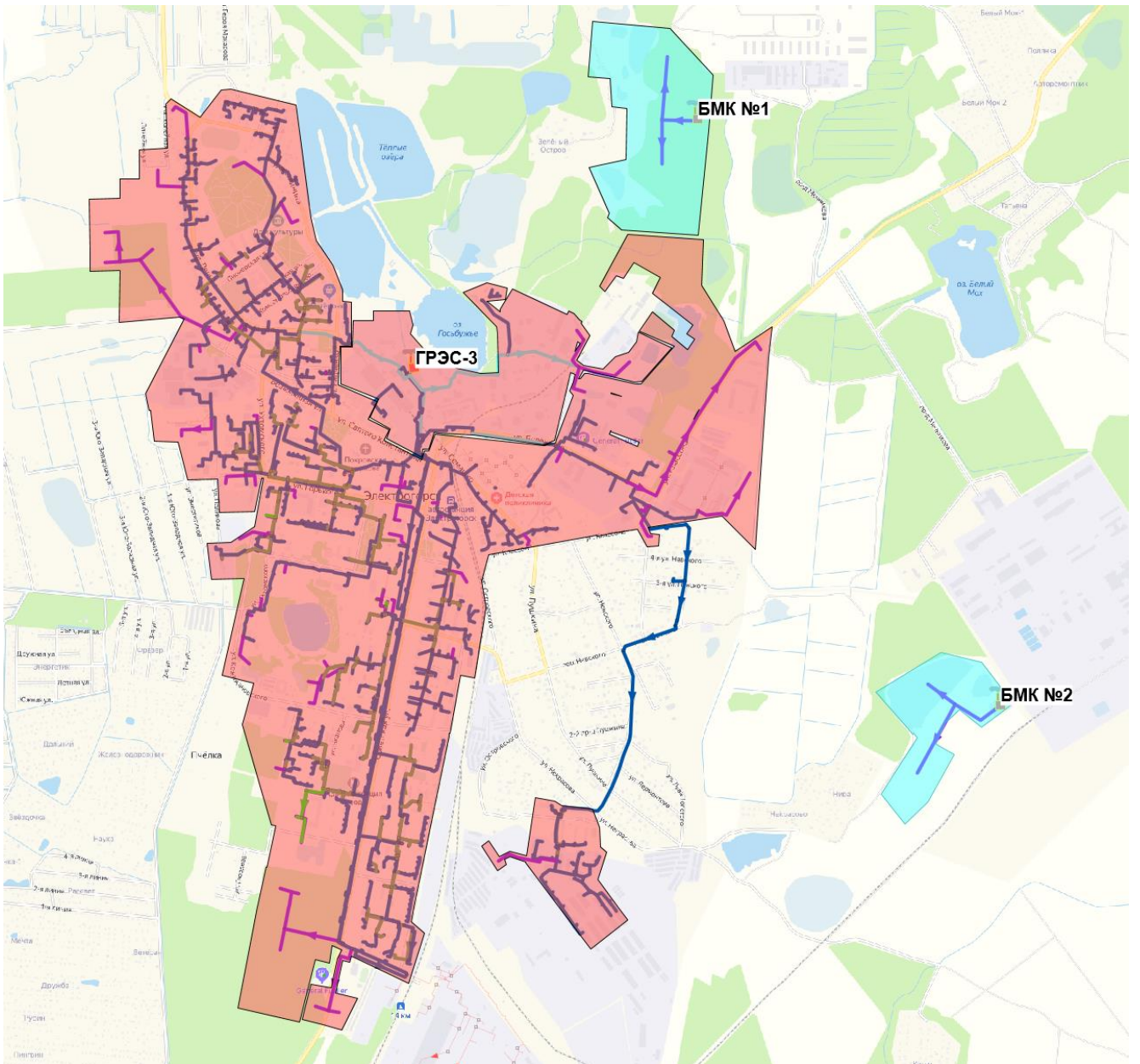


Рисунок 3.2.3.2 – Графическое представление перспективных зон действия систем теплоснабжения для 2-го варианта развития систем теплоснабжения г.о. Электрогорск



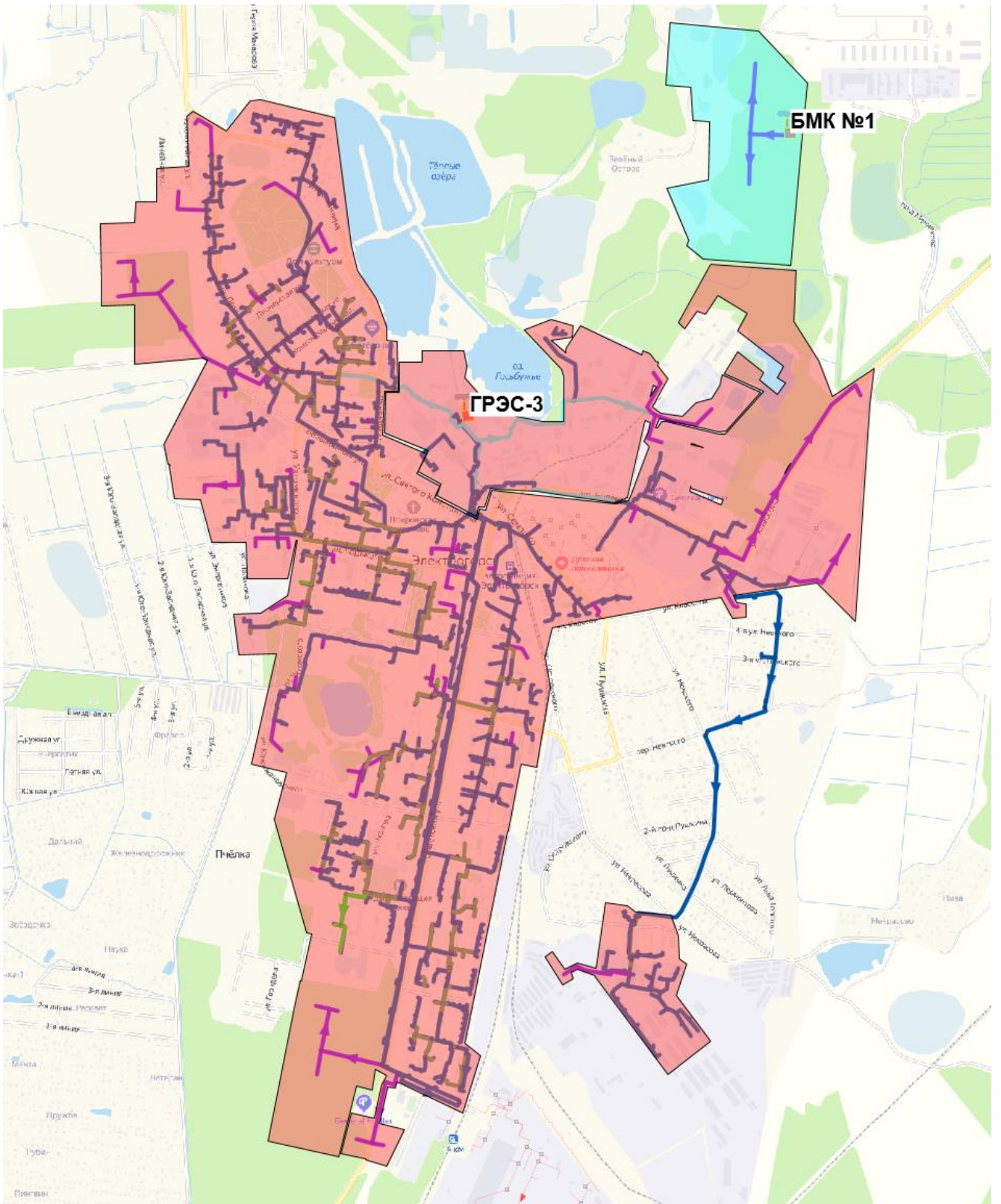


Рисунок 3.2.3.3 – Графическое представление перспективных зон действия систем теплоснабжения для 3-го варианта развития систем теплоснабжения г.о. Электрогорск

### **3.2.4.Графическое представление перспективных зон действия ресурсоснабжающих организаций**

На рисунках 3.2.4.1 – 3.2.4.3 показано графическое представление перспективных зон действия зон ресурсоснабжающих организаций в ПРК Zulu Thermo. Планируемые котельные БМК №1 и БМК №2 и сети от них на начальном этапе рассмотрены в качестве находящихся в зоне эксплуатационной ответственности Муниципалитета. В дальнейшем данные источники и тепловые сети от них будут переданы в эксплуатацию теплоснабжающим организациям.



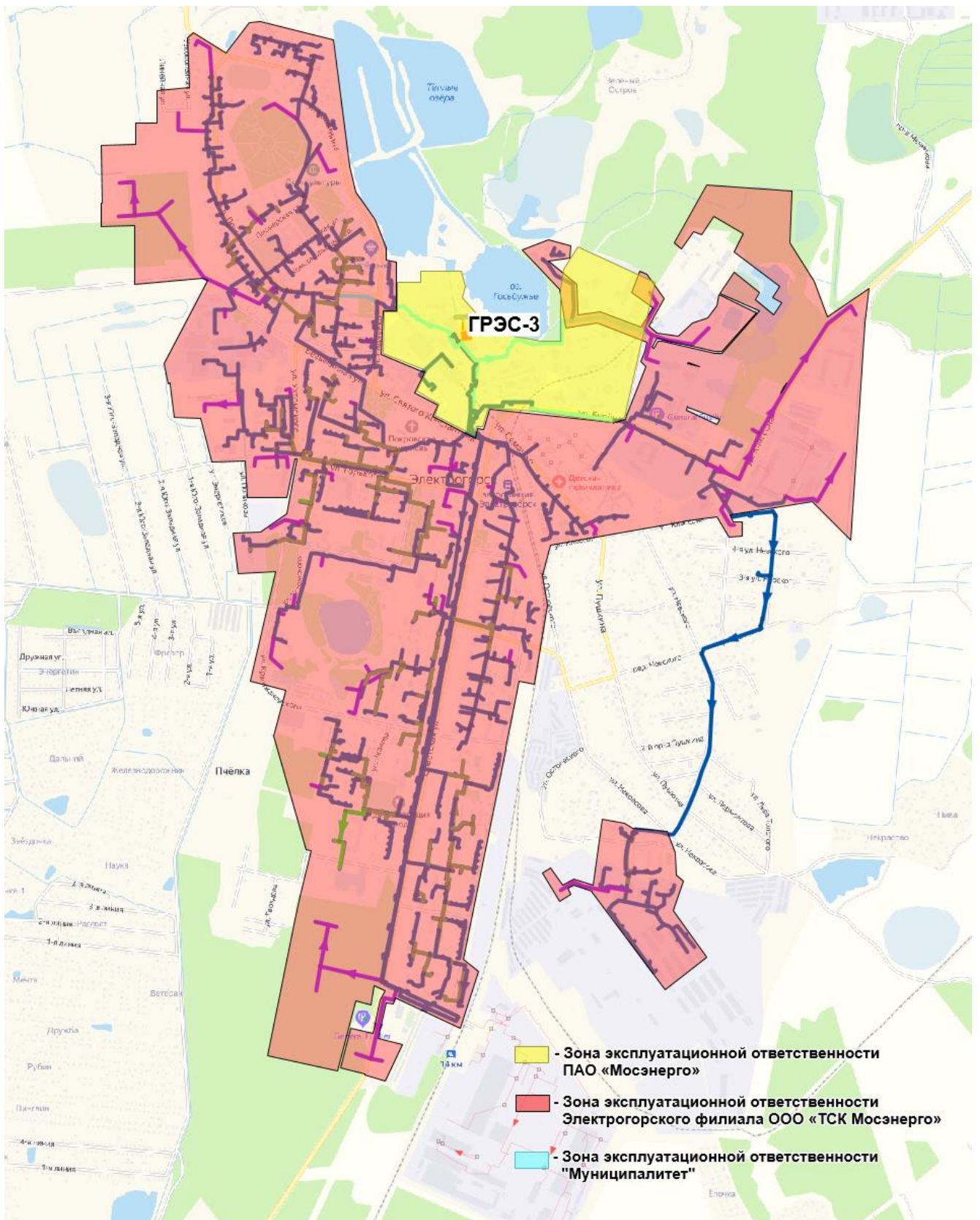


Рисунок 3.2.4.1 – Перспективные зоны действия РСО согласно 1-му варианту развития на территории г.о.Электрогорск



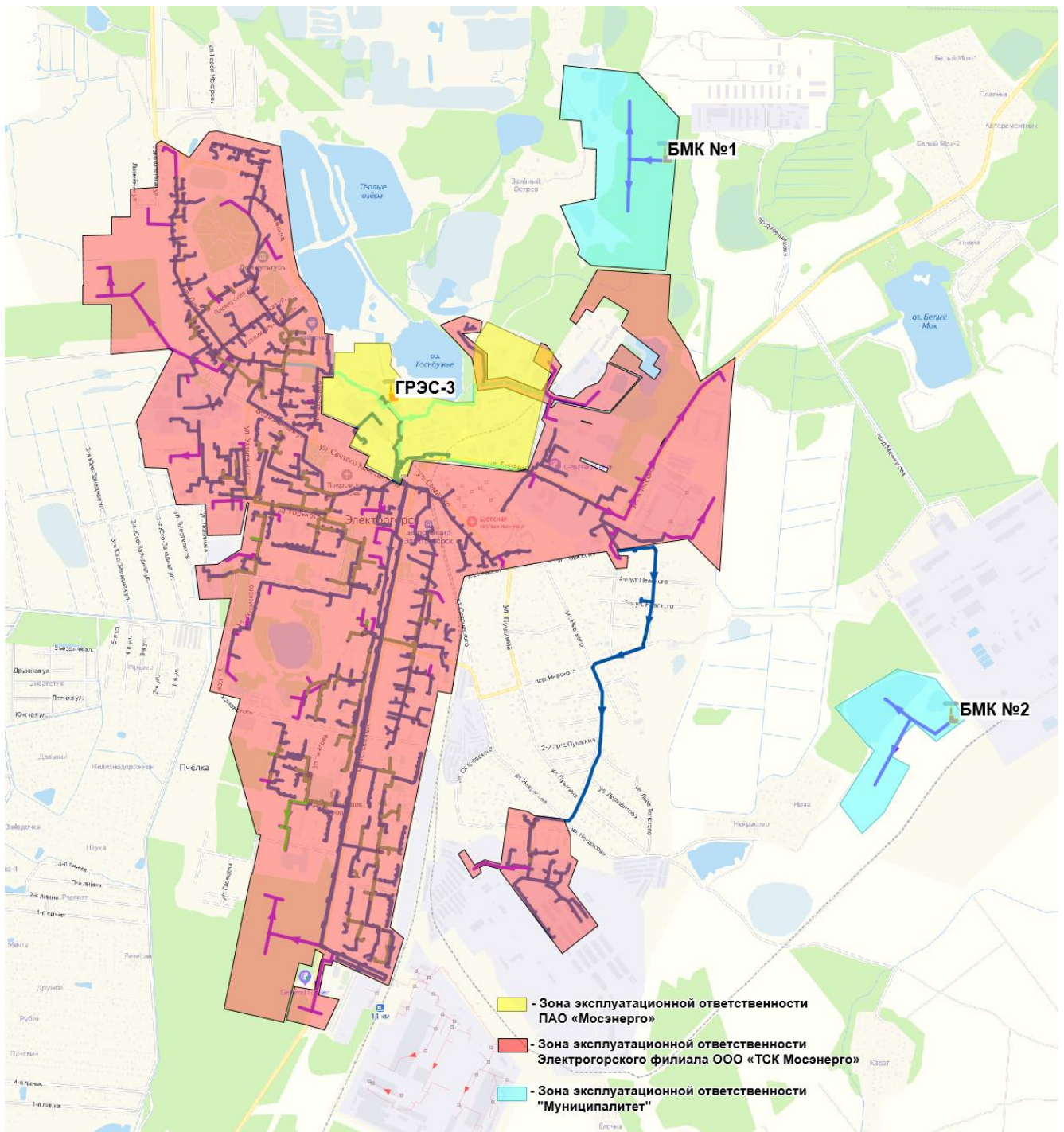


Рисунок 3.2.4.2 – Перспективные зоны действия РСО согласно 2-му варианту развития на территории г.о.Электрогорск



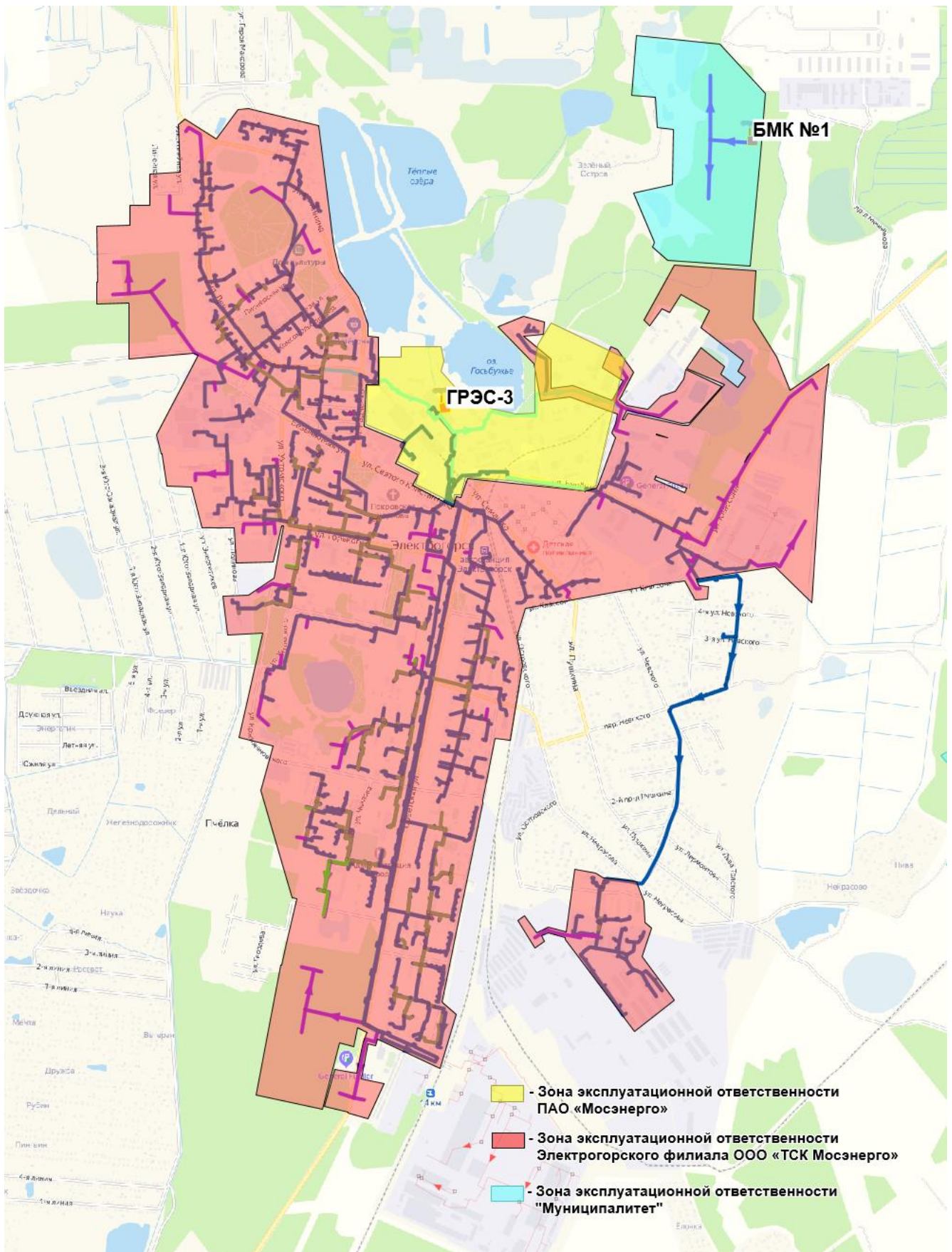


Рисунок 3.2.4.3 – Перспективные зоны действия РСО согласно 3-му варианту развития на территории г.о.Электрогорск

### **3.2.5. Гидравлический расчет тепловых сетей, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной тепловой нагрузки.**

Гидравлический расчет программно-расчетного комплекса Zulu Thermo включает в себя полный набор функциональных компонент и соответствующие им информационные структуры базы данных, необходимых для гидравлического расчета и моделирования тепловых сетей.

Размерность рассчитываемых тепловых сетей, степень их закольцованности, а также количество теплоисточников, работающих на общую сеть – не ограничены.

После графического представления объектов и формирования паспортизации каждого объекта системы теплоснабжения, в электронной модели Схемы теплоснабжения произведен гидравлический расчет существующих котельных.

ПРК Zulu Thermo состоит из двух гидравлических расчетов: наладочного и поверочного.

В данной части рассматриваются:

- фактический гидравлический режим от источников централизованного теплоснабжения.
- Расчетный гидравлический режим с максимальными (договорными) нагрузками потребителей тепла.

Гидравлический расчет тепловых сетей, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной тепловой нагрузки представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

### 3.2.6. Расчет перспективных балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии

Таблица 3.2.6.1 – Перспективные балансы тепловой мощности

Показатель	Ед. изм.	2019	2020 - 2024	2025 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2036
<i>1 вариант развития</i>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	244,900	238,000	238,000	238,000	238,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	199,500	156,000	156,000	156,000	156,000
Собственные нужды	Гкал/ч	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	197,100	153,600	153,600	153,600	153,600
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	67,6173	97,9128	112,9818	120,6728	120,6728
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	76,9729	110,3509	126,9269	135,3869	135,3869
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	123,194	46,672	30,248	21,866	18,303
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	113,838	34,233	16,303	7,152	7,152
<b>БМК №2</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	-	18,000	18,000	18,000	18,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	-	18,000	18,000	18,000	18,000
Собственные нужды	Гкал/ч	-	0,429	0,429	0,429	0,429
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	-	17,571	17,571	17,571	17,571
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	1,2720	1,2720	1,2720	1,2720
Присоединенная тепловая нагрузка	Гкал/ч	-	15,9000	15,9000	15,9000	15,9000
Резерв/дефицит тепловой мощности	Гкал/ч	-	0,399	0,399	0,399	0,399
<i>2 вариант развития</i>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	244,900	238,000	238,000	238,000	238,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	199,500	156,000	156,000	156,000	156,000
Собственные нужды	Гкал/ч	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	197,100	153,600	153,600	153,600	153,600

Показатель	Ед. изм.	2019	2020 - 2024	2025 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2036
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	67,6173	97,9128	112,9818	120,6728	120,6728
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	76,9729	110,3509	126,9269	135,3869	135,3869
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	123,194	46,672	30,248	21,866	18,303
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	113,838	34,233	16,303	7,152	7,152
<b>БМК №1</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	-	-	-	19,000	19,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	-	-	-	19,000	19,000
Собственные нужды	Гкал/ч	-	-	-	0,367	0,367
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	-	-	-	18,633	18,633
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	-	-	1,3584	1,3584
Присоединенная тепловая нагрузка	Гкал/ч	-	-	-	16,9800	16,9800
Резерв/дефицит тепловой мощности	Гкал/ч	-	-	-	0,295	0,295
<b>БМК №2</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	-	18,000	18,000	18,000	18,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	-	18,000	18,000	18,000	18,000
Собственные нужды	Гкал/ч	-	0,429	0,429	0,429	0,429
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	-	17,571	17,571	17,571	17,571
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	1,2720	1,2720	1,2720	1,2720
Присоединенная тепловая нагрузка	Гкал/ч	-	15,9000	15,9000	15,9000	15,9000
Резерв/дефицит тепловой мощности	Гкал/ч	-	0,399	0,399	0,399	0,399
<b>3 вариант развития</b>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	244,900	238,000	238,000	238,000	238,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	199,500	156,000	156,000	156,000	156,000
Собственные нужды	Гкал/ч	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	197,100	153,600	153,600	153,600	153,600

Показатель	Ед. изм.	2019	2020 - 2024	2025 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2036
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	67,6173	97,9128	112,9818	120,6728	120,6728
Присоединенная тепловая нагрузка с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	76,9729	110,3509	126,9269	135,3869	135,3869
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС ср.ч	Гкал/ч	123,194	46,672	30,248	21,866	18,303
Резерв/дефицит тепловой мощности с учетом ГВС макс.ч	Гкал/ч	113,838	34,233	16,303	7,152	7,152
<b>БМК №1</b>						
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	-	-	-	19,000	19,000
Располагаемая тепловая мощность	Гкал/ч	-	-	-	19,000	19,000
Собственные нужды	Гкал/ч	-	-	-	0,367	0,367
Тепловая мощность нетто	Гкал/ч	-	-	-	18,633	18,633
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	-	-	1,3584	1,3584
Присоединенная тепловая нагрузка	Гкал/ч	-	-	-	16,9800	16,9800
Резерв/дефицит тепловой мощности	Гкал/ч	-	-	-	0,295	0,295



**3.2.7. Расчет потерь теплоносителя в тепловых сетях, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной тепловой нагрузки.**

Таблица 3.2.7.1 – Потери теплоносителя в тепловых сетях

Характеристика	2019	2020 - 2024	2025 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2036
<b>1 вариант развития</b>					
<b>ГРЭС-3</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	100	100	100	100	100
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	37,543	53,823	61,908	66,034	66,034
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	4,823	6,914	7,953	8,483	8,483
<b>БМК №2</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	-	10	10	10	10
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	-	7,755	7,755	7,755	7,755
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	-	0,996	0,996	0,996	0,996
<b>2 вариант развития</b>					
<b>ГРЭС-3</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	100	100	100	100	100
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	37,543	53,823	61,908	66,034	66,034
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	4,823	6,914	7,953	8,483	8,483
<b>БМК №1</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	-	-	-	10	10
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	-	-	-	8,282	8,282
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	-	-	-	1,064	1,064
<b>БМК №2</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	-	10	10	10	10
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	-	7,755	7,755	7,755	7,755
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	-	0,996	0,996	0,996	0,996
<b>3 вариант развития</b>					
<b>ГРЭС-3</b>					

<b>Характеристика</b>	<b>2019</b>	<b>2020 - 2024</b>	<b>2025 - 2029</b>	<b>2030 - 2034</b>	<b>2035 - 2036</b>
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	100	100	100	100	100
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	37,543	53,823	61,908	66,034	66,034
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	4,823	6,914	7,953	8,483	8,483
<b>БМК №1</b>					
Расчетная производительность водоподготовительной установки для подпитки сетей, куб.м/ч	-	-	-	10	10
Среднегодовая утечка теплоносителя, м <sup>3</sup>	-	-	-	8,282	8,282
Максимальный часовой расход подпиточной воды, м <sup>3</sup> /ч	-	-	-	1,064	1,064

**3.2.8. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя в тепловых сетях, планируемых к вводу в эксплуатацию или реконструируемых, а также существующих, с учетом подключения перспективной нагрузки.**

В ПРК ZuluThermo есть функция расчета потерь тепловой энергии в тепловых сетях. Расчет потерь тепловой энергии в тепловых сетях при передаче через изоляцию и с утечкой теплоносителя выполнен в соответствии с Приказом Министерства энергетики РФ № 325 «Об организации в министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии».

Таблица 3.2.8.1 – Потери тепловой энергии на тепловых сетях в зоне действия ГРЭС-3 и перспективных источников теплоснабжения

Показатель	Ед. изм.	2019	2020 - 2024	2025 - 2029	2030 - 2034	2035 - 2036
<i>1 вариант развития</i>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
<b>БМК №2</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	1,2720	1,2720	1,2720	1,2720
<i>2 вариант развития</i>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
<b>БМК №1</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	-	-	1,3584	1,3584
<b>БМК №2</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	1,2720	1,2720	1,2720	1,2720
<i>3 вариант развития</i>						
<b>ГРЭС-3</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	6,2887	9,0157	10,3700	11,0611	11,0611
<b>БМК №1</b>						
Потери в тепловых сетях	Гкал/ч	-	-	-	1,3584	1,3584

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

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Это основной аналитический инструмент специалиста по гидравлическим расчетам тепловых сетей. При этом на экран выводятся:

- 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

Цвет и стиль линий задается пользователем.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

Построению пьезометрического графика предшествует выбор искомого пути. Для этой цели на схеме тепловой сети отмечаются не менее двух узлов, через которые должен пройти выбранный путь. В общем случае, с учетом закольцованности тепловых сетей, может существовать более одного пути, соединяющего заданные точки. В этом случае для однозначного определения результата можно указать промежуточные точки, либо изменить критерий поиска пути (это может быть минимизация количества участков, минимизация гидравлического сопротивления либо минимизация суммарной длины, поиск по линиям подающей или обратной магистрали). Путь строится программой

автоматически, найденный путь "подсвечивается" на экране цветом выделения.

После выбора требуемого пути одним кликом мыши строится пьезометрический график. Состав отображаемой на нем информации, легенда и масштаб представления легко настраиваются пользователем в удобном для него виде. График может быть при необходимости распечатан либо экспортирован в другие приложения через буфер обмена Windows.

Пьезометрический график является незаменимым инструментом при калибровке гидравлической модели тепловой сети, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

С учетом мероприятий вариантов развития систем теплоснабжения, представленных в Книге 5, существующие и перспективные потребители будут обеспечены тепловой энергией на надлежащем уровне.



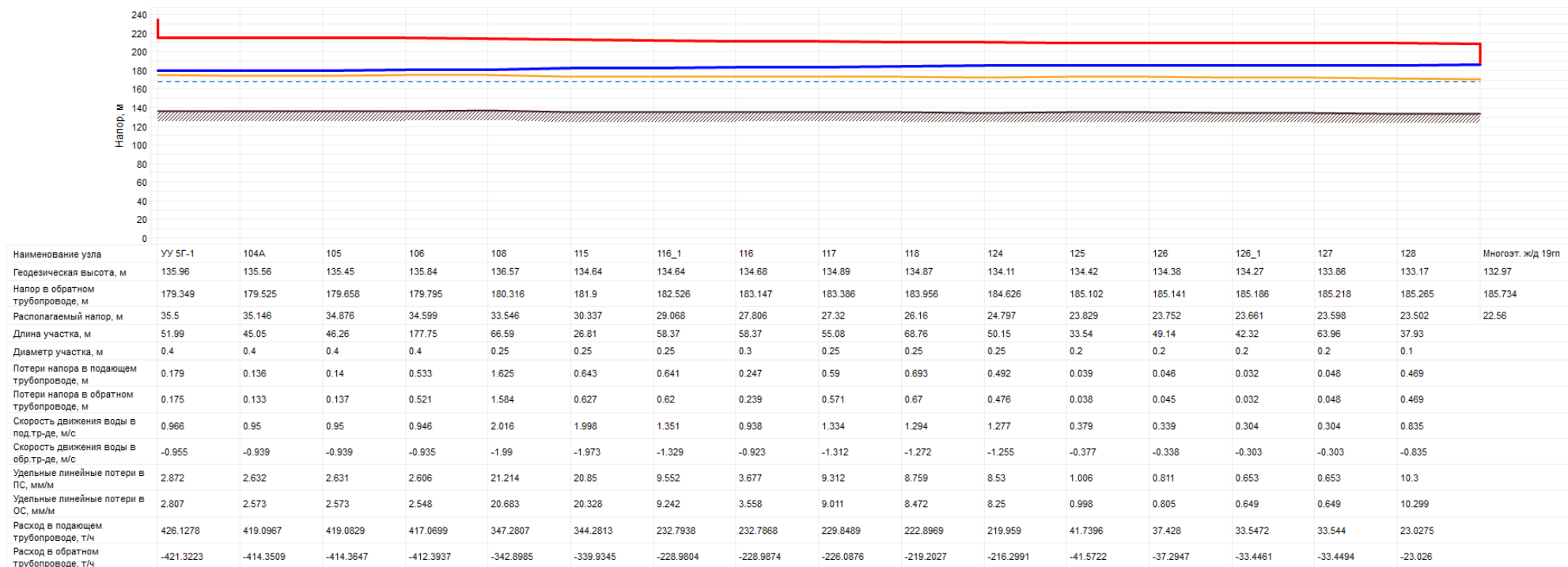


Рисунок 4.2.6 – Пьезометрический график от ГРЭС-3 в направлении ул. Горького, магистраль № 1 (перспективное развитие)

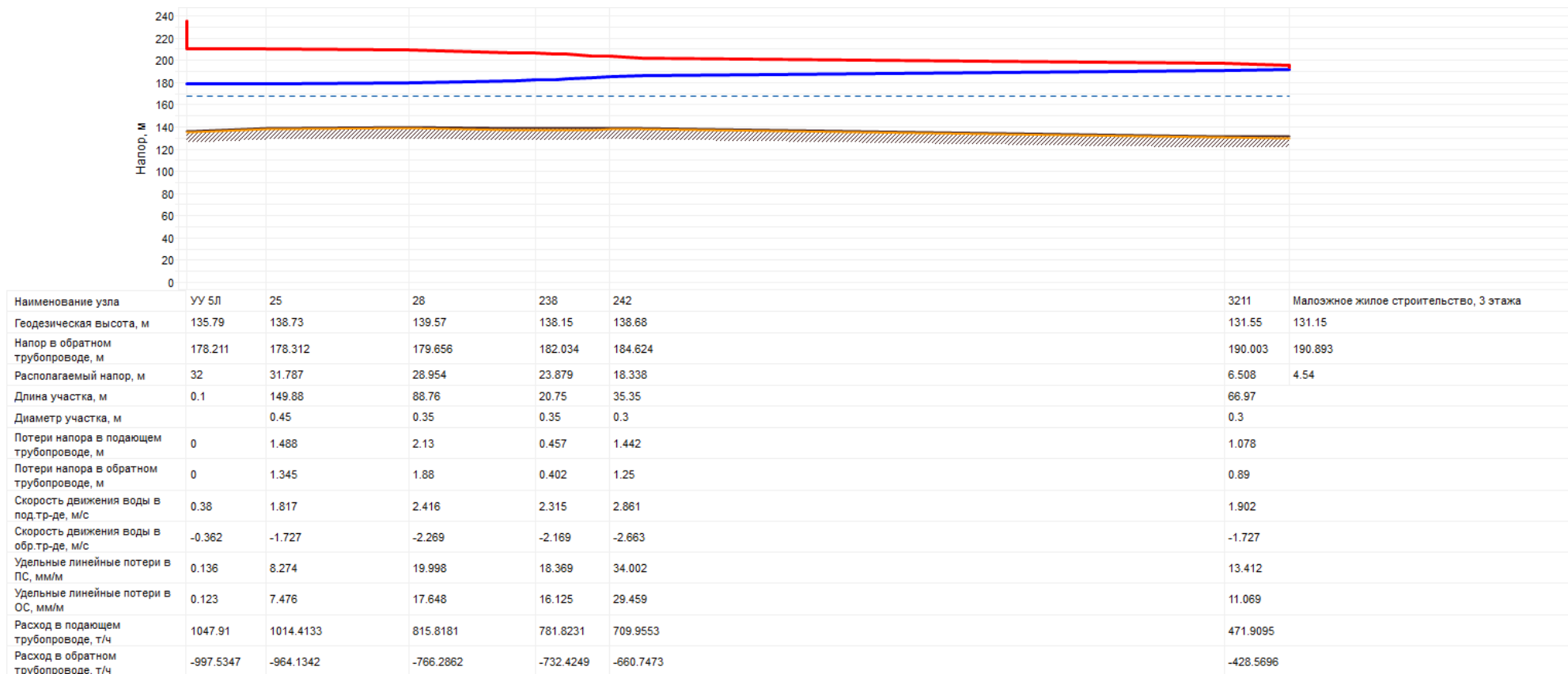


Рисунок 4.2.7 – Пьезометрический график от ГРЭС-3 в направлении ул. Ленина, магистраль №2 (перспективное развитие)

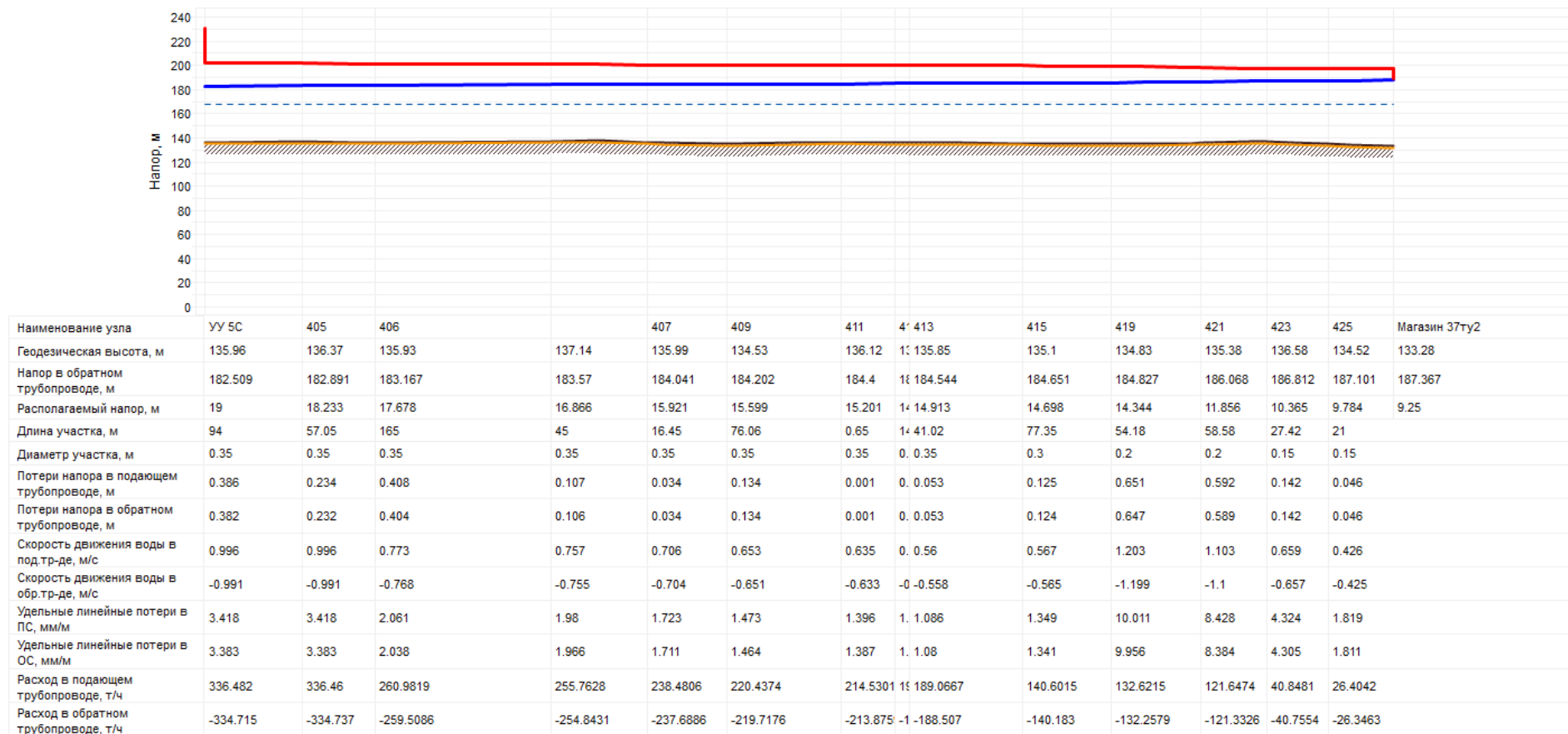
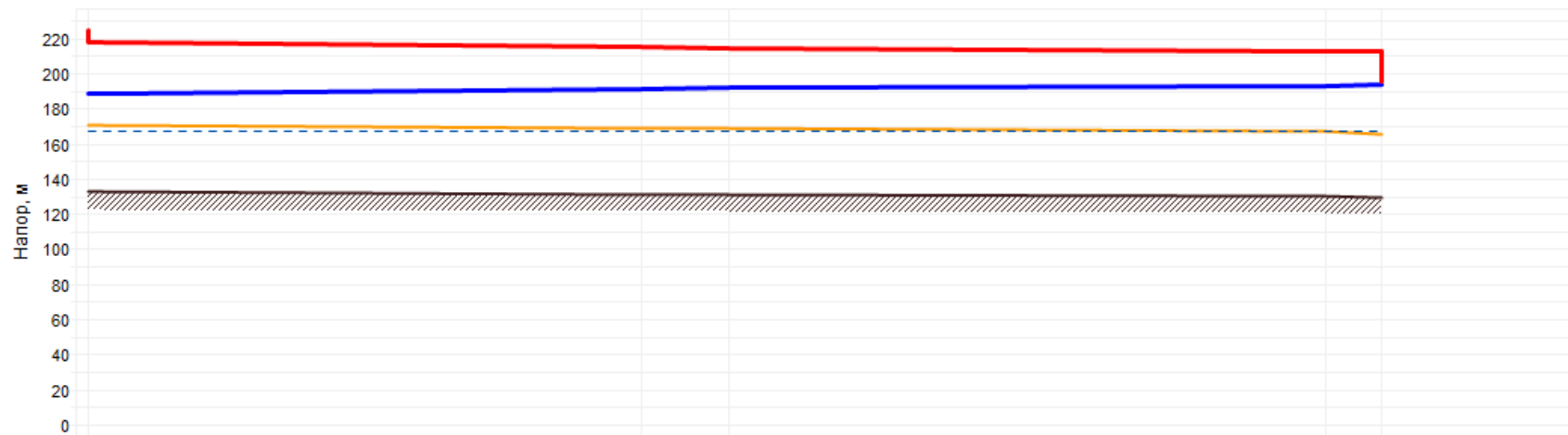
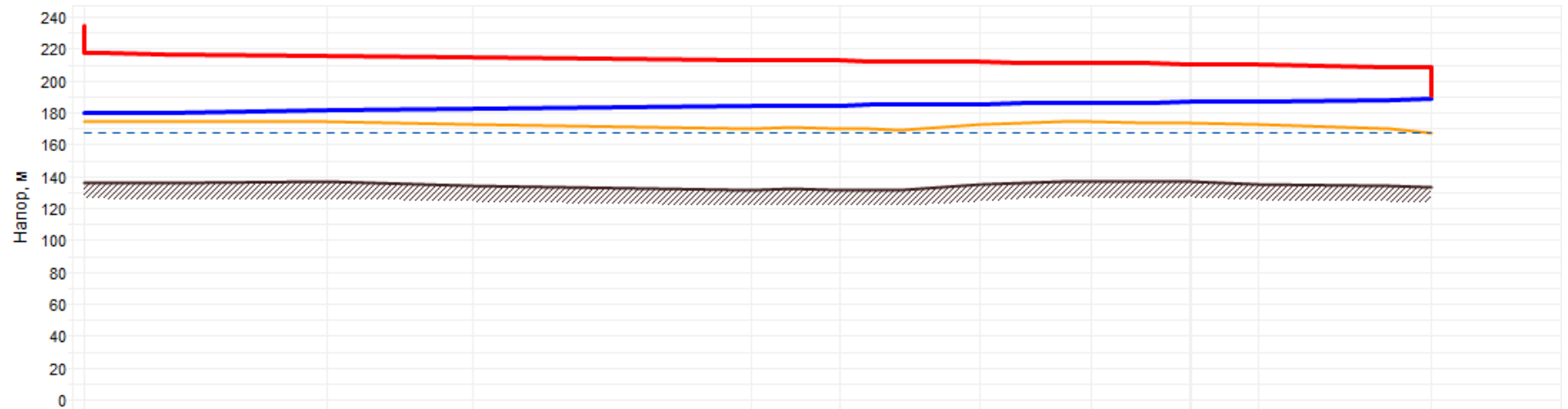


Рисунок 4.2.8 – Пьезометрический график от ГРЭС-3 в направлении ул. Советская, магистраль №3 (перспективное развитие)



Наименование узла	УУ ЭЛНиП	530	540	3340	Жилое здание 23ту2
Геодезическая высота, м	132.42	130.98	131	130.38	129.08
Напор в обратном трубопроводе, м	188.408	190.858	191.53	192.99	193.106
Располагаемый напор, м	29	24.067	22.714	19.785	19.56
Длина участка, м	0.1	78.04	314.29	29.46	
Диаметр участка, м		0.25	0.175	0.05	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0	0.681	1.467	0.114	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0	0.672	1.462	0.114	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	0.087	1.178	0.728	0.299	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-0.086	-1.171	-0.726	-0.299	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	0.007	7.269	3.89	3.225	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	0.007	7.175	3.877	3.224	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	238.7712	203.0042	61.4225	2.0624	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-237.375	-201.6935	-61.3138	-2.062	

Рисунок 4.2.9 – Пьезометрический график от ГРЭС-3 в направлении ул. Буденного, магистраль №4 (перспективное развитие)



Наименование узла	УУ 5Г-2	306	307	311Б	311	313	315	319	320	Магазин 35ту2
Геодезическая высота, м	135.96	136.17	133.88	131.35	131.25	134.41	136.8	136.55	135.19	133
Напор в обратном трубопроводе, м	179.349	181.215	182.073	183.962	184.391	185.118	185.811	186.33	186.7	188.223
Располагаемый напор, м	38	34.245	32.519	28.718	27.855	26.393	24.999	23.955	23.213	20.17
Длина участка, м	34.57	130.77	290.62	43.5	34.55	90.88	67.32	60.5	146.35	
Диаметр участка, м	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.15	0.125	0.07	
Потери напора в подающем трубопроводе, м	0.243	0.869	1.912	0.286	0.29	0.3	0.321	0.372	1.337	
Потери напора в обратном трубопроводе, м	0.24	0.858	1.889	0.283	0.288	0.296	0.318	0.37	1.335	
Скорость движения воды в под.тр-де, м/с	1.421	1.403	1.396	1.396	1.022	0.638	0.641	0.65	0.573	
Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с	-1.412	-1.394	-1.387	-1.388	-1.017	-0.634	-0.638	-0.648	-0.572	
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	5.868	5.535	5.482	5.48	7.006	2.747	3.968	5.127	7.613	
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	5.794	5.467	5.416	5.417	6.941	2.714	3.931	5.09	7.603	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	626.7218	618.6215	615.6507	615.5617	112.6847	70.3739	39.7462	28.0011	7.7367	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-622.718	-614.7979	-611.9134	-612.0024	-112.164	-69.9457	-39.561	-27.8996	-7.7315	

Рисунок 4.2.10 – Пьезометрический график от ГРЭС-3 в направлении ЭМК (жилой сектор в районе бывшего Электрогорского Мебельного Комбината и ул. Кржижановского), магистраль №5 (перспективное развитие)



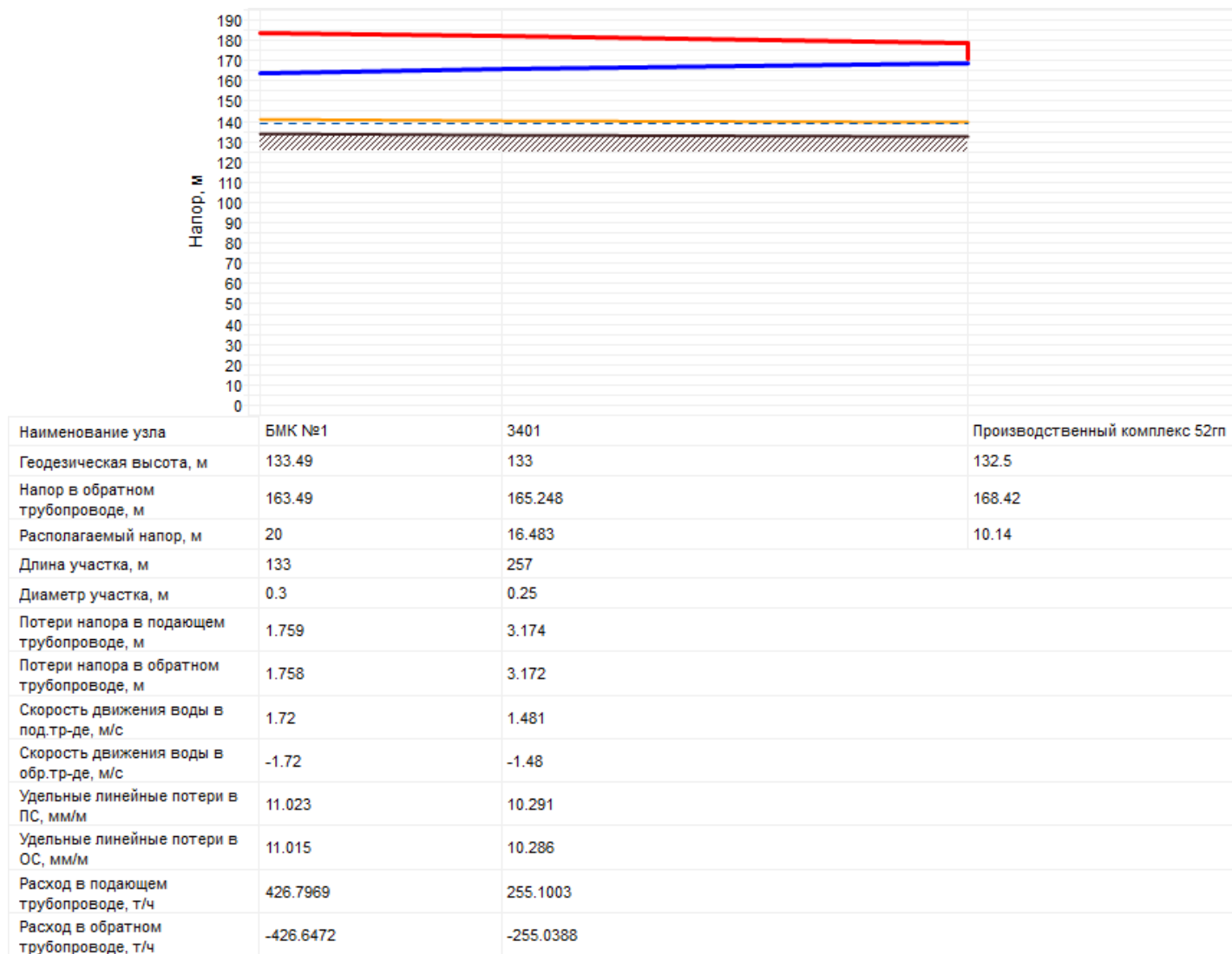


Рисунок 4.2.11 – Пьезометрический график от БМК №1 (перспективное развитие)

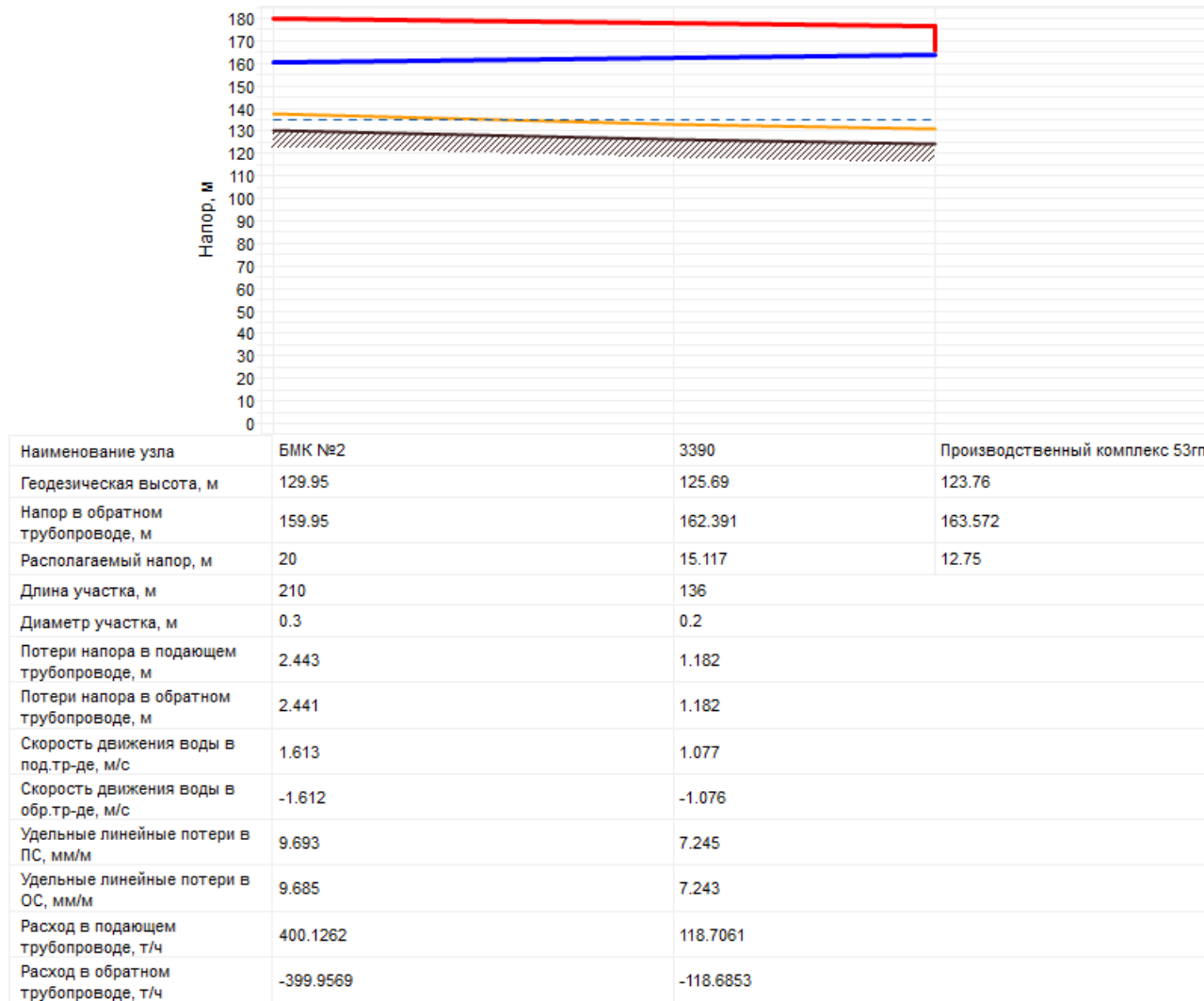


Рисунок 4.2.12 – Пьезометрический график от БМК №2 (перспективное развитие)

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

#### **1. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям**

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования - таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления;
- по признаку территориального деления.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей системы теплоснабжения.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;

- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в% от паспортной, в т.ч. и более 100%);
- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая).

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

## **2. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям**

Данный инструмент применим для различных целей и задач гидравлического моделирования. Основным предназначением является калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах тепловой сети это приводит к значительным расхождением результатов гидравлического расчета по «проектным» значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов,

что вряд ли реализуемо. Поэтому эти значения можно лишь косвенным образом оценить на основании сравнения реального (наблюдаемого) гидравлического режима с результатами расчетов на гидравлической модели, и внести в расчетную модель соответствующие поправки. В этом, в первом приближении, и состоит процесс калибровки.

Инструмент групповых операций позволяет выполнить изменение характеристик для подмножества участков тепловой сети, определяемого заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент тепловой сети (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- вдоль выбранного пути.

При этом на любой из вышеперечисленных «пространственных» критериев может быть наложена суперпозиция критериев отбора по классифицирующим признакам:

- по подающим или обратным трубопроводам тепловой сети, либо симметрично;
- по виду тепловых сетей (магистральные, распределительные, внутриквартальные);
- по участкам тепловой сети определенного условного диаметра;
- по участкам тепловой сети с определенным типом прокладки, и т.п.

Критерии отбора могут быть произвольными при соблюдении основного требования: информация, на основании которой строится отбор, должна в явном виде присутствовать в паспортных описаниях участков тепловой сети.

Для участков тепловых сетей, отобранных по определенной совокупности критериев, можно произвести любую из следующих операций:

- изменение эквивалентной шероховатости;



- изменение степени зарастания трубопроводов;
- изменение коэффициента местных потерь;
- изменение способа расчета сопротивления.

После проведения серии изменений характеристик участков трубопроводов тепловой сети автоматически производится гидравлический расчет, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик участков сети тепловой сети их паспорта не модифицируются, в любой момент можно вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями характеристик участков тепловой сети.