



Актуализация схемы теплоснабжения  
г. Йошкар-Ола на 2024 год на период до 2027 года

Обосновывающие материалы

### **Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения**

г. Казань, 2022

## Содержание

1.	Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топологической основе и с полным топологическим описанием связности объектов.....	3
1.1.	Моделирование участков тепловых сетей.....	3
1.2.	Вспомогательный участок.....	3
1.3.	Моделирование тепловых камер.....	3
1.4.	Моделирование насосных станций.....	4
1.5.	Моделирование абонентов, абонентских вводов и потребителей.....	4
1.6.	Привязка к топографической основе поселения.....	5
1.7.	Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения.....	7
2.	Возможности программы ZuluThermo.....	8
2.1.	Паспортизация объектов системы теплоснабжения.....	8
2.2.	Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованной, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	30
2.3.	Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	31
2.4.	Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку.....	32
2.5.	Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.....	32
2.6.	Расчет показателей надежности теплоснабжения.....	33
2.7.	Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	33
2.8.	Табличные и графические аналитические инструменты.....	34
2.9.	Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	35
2.10.	Калибровка электронной модели системы теплоснабжения.....	36
3.	Электронная модель существующей системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола.....	38
3.1.	Результаты калибровочных расчетов.....	38
3.2.	Результаты гидравлических расчетов по состоянию 2022 года существующей схемы теплоснабжения.....	42
3.3.	План действий по ликвидации последствий аварийных ситуаций с применением электронного моделирования аварийных ситуаций.....	60
3.4.	Изменения, внесенные в электронную модель г. Йошкар-Ола за период с последней утвержденной версии схемы теплоснабжения.....	69
4.	Электронная модель перспективной системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола.....	73
4.1.	Результаты гидравлического расчета перспективной системы теплоснабжения.....	85
5.	Заключение.....	93

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

### 1.1. Моделирование участков тепловых сетей

Участок — это линейный объект, на котором не меняются:

- диаметр трубопровода;
- тип прокладки;
- тип теплоизоляционной конструкции;
- расход теплоносителя.

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

Как любой объект сети, участок имеет разные режимы работы, например, «отключен подающий» или «отключен обратный». Пример отображения участков тепловой сети приведен на Рис. 1.1.:

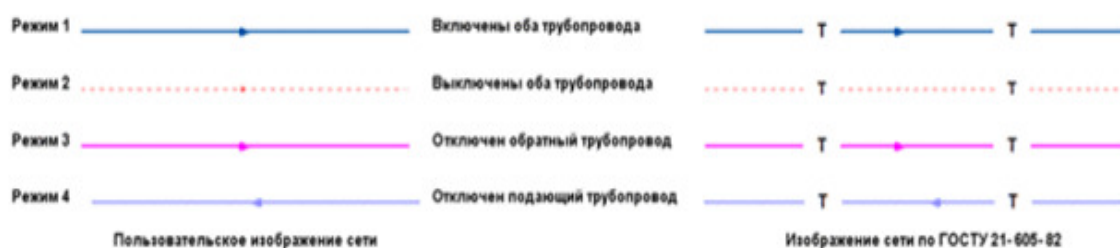


Рис. 1.1. Отображение участка тепловой сети

### 1.2. Вспомогательный участок

Вспомогательный участок – это линейный объект математической модели, имеющий два режима работы. Вспомогательный участок при использовании его с регуляторами давления «до себя» и «после себя» указывают место контролируемого параметра. Вспомогательный участок для центрального теплового пункта (далее по тексту ЦТП) определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырехтрубной тепловой сети после ЦТП.

### 1.3. Моделирование тепловых камер

Тепловая камера входит в группу площадных объектов «простой узел».

Простой узел – это символичный объект тепловой сети, например, разветвление трубопровода, смена типа прокладки, типа теплоизоляционной конструкции или точка контроля для регулятора.

Условное обозначение узловых объектов в зависимости от режима работы:

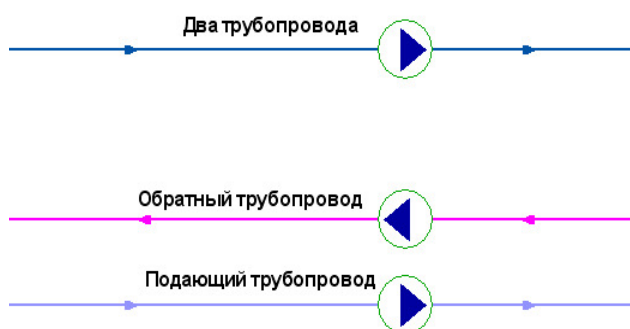
Тепловая камера -	
Разветвление -	
Смена диаметра -	

**Рис. 1.2. Пример отображения узловых объектов**

#### 1.4. Моделирование насосных станций

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

Насосная станция в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных может быть установлена на обоих трубопроводах, как показано на рисунке 3.2.





**Рис. 1.3. Пример отображения насосной станции**

#### 1.5. Моделирование абонентов, абонентских вводов и потребителей

##### Потребитель

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

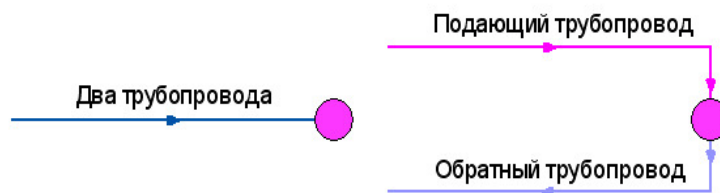
Условное обозначение потребителя в зависимости от режима работы:

включен -	
отключен -	

**Рис. 1.4. Условное обозначение потребителя**

Присоединение потребителя к тепловой сети и его внутреннее представление





**Рис. 1.5. Пример присоединения потребителя к тепловой сети**



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

На данный момент в распоряжении пользователя электронной моделью имеется 46 схем технологического присоединения потребителей.

### **Обобщенный потребитель**

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

Условное обозначение обобщенного потребителя в зависимости от режима работы:

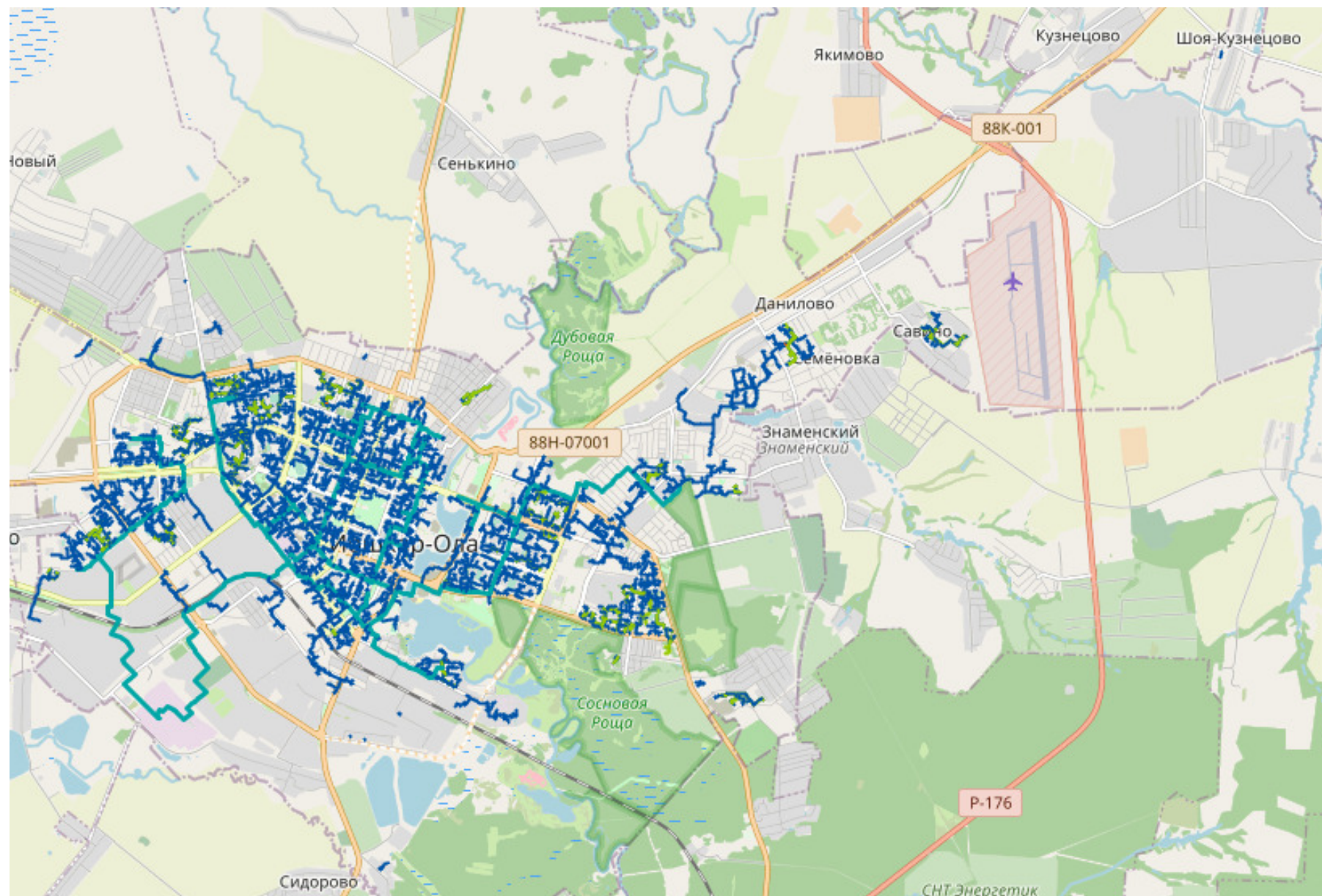
обобщенный потребитель включен -	
обобщенный потребитель отключен -	

**Рис. 1.6. Условное обозначение обобщенного потребителя**

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

### **1.6. Привязка к топографической основе поселения**

Пример графического представления объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе г. Йошкар-Ола представлен на Рис. 1.7.:



**Рис. 1.7. Графическое представление объектов системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола с привязкой к топографической основе**

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

Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы теплоснабжения (коллекторов, тепловых камер, смотровых колодцев). В результате выполнения данного этапа работ была создана гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола.

Подробно алгоритм описания топологической связности объектов представлен в справке, прилагаемой к ПРК «Zulu».



## 2. Возможности программы ZuluThermo

### 2.1. Паспортизация объектов системы теплоснабжения

**Табл. 2.1. Паспортизация объекта источник тепловой сети**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Наименование предприятия	-	Д	
2	Наименование источника	-	Д	
3	Номер источника	-	Д	Задается пользователем цифрой, например, 1, 2, 3 и т.д. по количеству котельных на предприятии. После выполнения расчетов присвоенный номер источника будет прописан у всех объектов, которые будут запитаны от данной котельной
4	Геодезическая отметка	м	Д	
5	Расчетная температура в подающем трубопроводе	°С	Д	
6	Расчетная температура холодной воды	°С	Д	
7	Расчетная температура наружного воздуха	°С	Д	
8	Текущая температура воды в подающем трубопроводе	°С	Д	Задается текущая температура воды в подающем трубопроводе (на выходе из источника), например, 70, 100, 120, 150 и т.д. °С. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета системы централизованного теплоснабжения
9	Текущая температура наружного воздуха	°С	Д	Задается текущая температура наружного воздуха, например, +8, -5, -10, -20 и т.д. °С. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета системы централизованного теплоснабжения
10	Расчетный располагаемый напор на выходе из источника	м	Д	
11	Расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике	м	Д	
12	Режим работы источника	-	Д	Задается пользователем режим работы источника: 0 - источник будет определяющим при работе на сеть. В этом случае данный источник будет характеризоваться расчетным располагаемым напором, расчетным напором в обратном трубопроводе и максимальной подпиткой сети, которую он может обеспечить. 1 - источник не имеет своей подпитки, располагаемый напор на этом источнике поддерживается постоянным, а напор в обратном трубопроводе зависит от режима работы сети и определяющего источника; 2 - источник не имеет своей подпитки, но поддерживает напор в обратном трубопроводе на заданном уровне, при этом располагаемый напор меняется в зависимости от режима работы сети и определяющего источника; 3 - источник, имеющий подпитку с заданным расчетным располагаемым



№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
				напором и расчетным напором в обратном трубопроводе.4 - источник, имеющий фиксированную подпитку с заданным расчетным располагаемым напором. Напор в обратном трубопроводе на источнике будет зависеть от величины этой подпитки, режима работы системы и соседних источников, включенных в сеть
13	Максимальный расход на подпитку	т/ч	Д	
14	Текущий располагаемый напор на выходе из источника	м	Р	Определяется в результате расчета. В зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины
15	Напор в подающем трубопроводе, м	м	Р	Определяется в результате расчета. В зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины
16	Давление в подающем трубопроводе, м	м	Р	Определяется в результате расчета. В зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины
17	Текущий напор в обратном трубопроводе на источнике	м	Р	Определяется в результате расчета. В зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины
18	Давление в обратном трубопроводе, м	м	Р	Определяется в результате расчета. В зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины
19	Продолжительность работы системы теплоснабжения (1-2)	ч	Д	Задается пользователем число часов работы системы теплоснабжения в год:1 - менее 5000 часов;2 - более 5000 часов
20	Среднегодовая температура воды в подающем трубопроводе	°C	Д	
21	Среднегодовая температура воды в обратном трубопроводе	°C	Д	
22	Среднегодовая температура грунта	°C	Д	
23	Среднегодовая температура наружного воздуха	°C	Д	
24	Среднегодовая температура воздуха в подвалах	°C	Д	
25	Текущая температура грунта	°C	Д	
26	Текущая температура воздуха в подвалах	°C	Д	
27	Расчетная нагрузка на отопление	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех расчетных нагрузок на отопление подключенных к данному источнику
28	Расчетная нагрузка на вентиляцию	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех расчетных нагрузок на вентиляцию подключенных к данному источнику
29	Расчетная нагрузка на ГВС	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех расчетных нагрузок на горячее водоснабжение, подключенных к данному источнику
30	Текущая нагрузка на отопление	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех текущих нагрузок на отопление подключенных к данному источнику

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
31	Текущая нагрузка на вентиляцию	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех текущих нагрузок на вентиляцию подключенных к данному источнику
32	Текущая нагрузка на ГВС	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета, как сумма всех текущих нагрузок на горячее водоснабжение, подключенных к данному источнику
33	Суммарная тепловая нагрузка	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
34	Текущая температура воды в обратном трубопроводе	°С	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
35	Расход сетевой воды на СО	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
36	Расход сетевой воды на СВ	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
37	Расход сетевой воды на ГВС	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
38	Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
39	Расход воды на утечку из системы теплоснабжения	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
40	Расход воды на подпитку	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
41	Расход сетевой воды на утечку из подающем трубопроводе	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
42	Расход сетевой воды на утечку из обратного тр.	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
43	Тепловые потери в тепловых сетях	Гкал/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
44	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
45	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
46	Установленная тепловая мощность	Гкал	Д	Для поверочного расчета задается, если необходимо, значение тепловой нагрузки, больше которой выработать не может. При достижении предельного значения подключенной нагрузки в процессе расчета, будет соответственно снижена текущая температура на выходе из источника

**Табл. 2.2. Паспортизация объекта участок тепловой сети**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Номер источника	-	Д	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например, 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника, от которого запрашивается данный участок тепловой сети
2	Наименование начала участка	-	Д	Записывается наименование начала участка (наименование узла, тепловой камеры, с которой данный участок начинается), например, ТК-15. После заполнения наименований всех узлов возможно автоматическое

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
				заполнение названия начала и конца участка
3	Наименование конца участка	-	Д	Записывается наименование конца участка (наименование узла, тепловой камеры, в которой данный участок заканчивается), например, ТК-16. После заполнения наименований всех узлов возможно автоматическое заполнение названия начала и конца участка
4	Длина участка	м	Д	Задается длина участка в плане с учетом длины П-образных компенсаторов, например, 100, 150 м. Данное поле можно заполнить автоматически, сняв длину участка с карты в масштабе
5	Внутренний диаметр подающего трубопровода	м	Д	
6	Внутренний диаметр обратного трубопровода	м	Д	
7	Сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода	-	Д	
8	Местные сопротивления подающего трубопровода	-	Д	
9	Сумма коэффициентов местных сопротивлений обратного трубопровода	-	Д	
10	Местные сопротивления обратного трубопровода	-	Д	
11	Шероховатость подающего трубопровода	мм	Д	
12	Шероховатость обратного трубопровода	мм	Д	
13	Заращение подающего трубопровода	мм	Д	
14	Заращение обратного трубопровода	мм	Д	
15	Коэффициент местного сопротивления подающего трубопровода	-	Д	Задается пользователем коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода, например, 1.1, 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20%.
16	Коэффициент местного сопротивления обратного трубопровода	-	Д	Задается пользователем коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода, например, 1.1, 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20%.
17	Сопротивление подающего трубопровода	м/(т/ч) *2	Д	Задается пользователем величина сопротивления подающего трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
				проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети.
18	Сопротивление обратного трубопровода	м/(т/ч) *2	Д	Задается пользователем величина сопротивления обратного трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети.
19	Вид прокладки тепловой сети	-	Д	Вид прокладки задается цифрой от 1 до 4.0 - прокладываемый трубопровод не имеет тепловой изоляции. 1 - надземная; 2 - канальная; 3 - бесканальная; 4 - подвальная
20	Нормативные потери в тепловой сети (1-3)	-	Д	Задается пользователем: 1 - нормируемые потери определяются по <a href="#">нормам 1959 г.</a> ; 2 - нормируемые потери определяются по <a href="#">нормам 1988 г.</a> ; 3 - нормируемые потери определяются по <a href="#">нормам 1997 г.</a> ; нормируемые потери определяются по <a href="#">нормам 2003 г.</a>
21	Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь для подающего трубопровода	-	Д	
22	Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь для обратного трубопровода	-	Д	
23	Вид грунта	-	Д	
24	Глубина заложения трубопровода	м	Д	
25	Теплоизоляционный материал подающего трубопровода (1-39)	-	Д	
26	Теплоизоляционный материал обратного трубопровода (1-39)	-	Д	
27	Толщина изоляции подающего трубопровода	м	Д	
28	Толщина изоляции обратного трубопровода	м	Д	
29	Техническое состояние изоляции подающего трубопровода (1-8)	-	Д	
30	Техническое состояние изоляции обратного трубопровода (1-8)	-	Д	
31	Расстояние между осями трубопроводов	м	Д	
32	Высота канала	м	Д	
33	Ширина канала	м	Д	
34	Дополнительные потери тепла подающего трубопровода	ккал	Д	Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
35	Дополнительные потери тепла обратного трубопровода	ккал	Д	Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников
36	Расход воды в подающем трубопроводе	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
37	Расход воды в обратном трубопроводе	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
38	Потери напора в подающем трубопроводе	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
39	Потери напора в обратном трубопроводе	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
40	Удельные линейные потери напора в подающем трубопроводе	мм/м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
41	Удельные линейные потери напора в обратном трубопроводе	мм/м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
42	Скорость движения воды в подающем трубопроводе	м/с	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
43	Скорость движения воды в обратном трубопроводе	м/с	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
44	Величина утечки из подающего трубопровода	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета. Процент утечки из тепловой сети задается перед выполнением расчетов в пункте меню " <a href="#">Настройка</a> ", по умолчанию процент утечки 0.25
45	Величина утечки из обратного трубопровода	т/ч	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета. Процент утечки из тепловой сети задается перед выполнением расчетов в пункте меню " <a href="#">Настройка</a> ", по умолчанию процент утечки 0.25
46	Тепловые потери в подающем трубопроводе	ккал/ч	Р	Значение фактических тепловых потерь в подающем трубопроводе определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
47	Тепловые потери в обратном трубопроводе	ккал/ч	Р	Значение фактических тепловых потерь в обратном трубопроводе определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
48	Среднегодовые удельные тепловые потери подающего трубопровода	ккал/ч*м	Р	Значение среднегодовых удельных потерь тепла подающего трубопровода, (ккал/час) /м определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
49	Среднегодовые удельные тепловые потери обратного трубопровода	ккал/ч*м	Р	Значение среднегодовых удельных потерь тепла обратного трубопровода, (ккал/час) /м определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
50	Нормативные эксплуатационные тепловые потери подающего трубопровода	ккал/час* м <sup>2</sup> *С	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
51	Нормативные эксплуатационные	ккал/час* м <sup>2</sup> *С	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	тепловые потери обратного трубопровода			
52	Температура в начале участка подающего трубопровода	°C	P	Значение данной величины определяется в результате расчета
53	Температура в конце участка подающего трубопровода	°C	P	Значение данной величины определяется в результате расчета
54	Температура в начале участка обратного трубопровода	°C	P	Значение данной величины определяется в результате расчета
55	Температура в конце участка обратного трубопровода	°C	P	Значение данной величины определяется в результате расчета
56	Диаметр подающего трубопровода (конструкторский)	м	P	Значение данной величины определяется в результате Конструкторского расчета
57	Диаметр обратного трубопровода (конструкторский)	м	P	Значение данной величины определяется в результате Конструкторского расчета
58	Шероховатость подающего трубопровода (конструкторский)	мм	D	
59	Шероховатость обратного трубопровода (конструкторский)	мм	D	
60	Оптимальная скорость в подающем трубопроводе (конструкторский)	м/с	D	
61	Оптимальная скорость в обратном трубопроводе (конструкторский)	м/с	D	
62	Разделитель зон статического напора		D	Задается признак разделения данным участком сети на зоны с разным статическим напором: 1 - от начала участка начинается новая зона, 0 или пусто - разделение на зоны отсутствует.

**Табл. 2.3. Паспортизация объекта потребитель тепловой сети**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Адрес узла ввода	-	D	
2	Наименование узла	-	D	
3	Номер источника	-	P	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например, 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника, от которого запитывается данный потребитель

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
4	Геодезическая отметка	м	Д	
5	Высота здания потребителя	м	Д	
6	Номер схемы подключения потребителя	-	Д	Задается схема присоединения узла ввода.
7	Расчетная температура сетевой воды на входе в потребителя	°С	Д	
8	Расчетная нагрузка на отопление	Гкал/ч	Д	
9	Расчетная нагрузка на вентиляцию	Гкал/ч	Д	
10	Расчетная средняя нагрузка на ГВС	Гкал/ч	Д	
11	Расчетная максимальная нагрузка на ГВС	Гкал/ч	Д	
12	Число жителей	-	Д	
13	Коэффициент изменения нагрузки отопления	-	Д	
14	Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	-	Д	
15	Коэффициент изменения нагрузки ГВС	-	Д	
16	Балансовый коэффициент закрытой ГВС	-	Д	
17	Признак наличия регулятора на отопление	-	Д	Задается цифрой от 0 до 3.0- регулятора на систему отопления нет;1- установлен регулятор расхода;2- установлен регулятор отопления.3-установлен регулятор располагаемого напора на подающем трубопроводе
18	Признак наличия регулирующего клапана на СВ	-	Д	Задается цифрой от 0 до 1. 0 - нет регулирующего клапана на систему вентиляции;1 - есть регулирующий клапан на систему вентиляции
19	Признак наличия регулятора температуры	-	Д	Задается цифрой от 1 до 5, где: 1 - регулятор температуры на систему горячего водоснабжения есть; 2 - весь водоразбор на ГВС осуществляется из подающего трубопровода; 3 - весь водоразбор на ГВС осуществляется из обратного трубопровода; 4 - весь водоразбор на горячее



№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
				водоснабжение осуществляется из подающего трубопровода, расход воды на ГВС определяется на точку излома температурного графика по средней нагрузке Qgv_sred; 5 - весь водоразбор на горячее водоснабжение осуществляется из подающего трубопровода, расход воды на ГВС определяется на точку излома температурного графика по максимальной нагрузке Qgv_max
20	Расчетная температура воды на выходе из СО	°C	Д	
21	Расчетная температура воды на входе в СО	°C	Д	
22	Расчетная температура внутреннего воздуха для СО	°C	Д	
23	Расчетный располагаемый напор в СО	м	Д	
24	Расчетная температура внутреннего воздуха для СВ	°C	Д	
25	Расчетная температура наружного воздуха для СВ	°C	Д	
26	Расчетный располагаемый напор в СВ	м	Д	
27	Доля циркуляции от расхода на ГВС	%	Д	
28	Потери напора в системе ГВС	м	Д	
29	Температура воды в циркуляционном контуре	°C	Д	
30	Температура холодной воды для закрытой ГВС	°C	Д	
31	Температура горячей воды для закрытой ГВС	°C	Д	
32	Количество секций ТО на СО	шт.	Д	

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
33	Потери напора в одной секции ТО на СО	м	Д	
34	Количество параллельных групп ТО на СО	шт.	Д	
35	Расчетная температура сетевой воды на выходе из ТО	°С	Д	
36	Расчетная температура сетевой воды на выходе из потреб.	°С	Д	
37	Температура воды на выходе из 2 контура ТО	°С	Д	
38	Рекомендуемый номер элеватора	-	Р	Рекомендуемый номер элеватора определяется в результате наладочного расчета
39	Рекомендуемый диаметр сопла элеватора	мм	Р	Рекомендуемый диаметр сопла элеватора определяется в результате наладочного расчета
40	Расчетный коэффициент смешения	-	Р	Значение расчетного коэффициента смешения определяется в результате наладочного расчета
41	Фактический коэффициент смешения	-	Р	Значение фактического коэффициента смешения определяется в результате расчета
42	Номер установленного элеватора	-	Р	Задается номер фактически установленного элеватора
43	Диаметр установленного сопла элеватора	мм	Д	
44	Температура сетевой воды в подающем трубопроводе	°С	Р	Значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе определяется в результате расчета
45	Температура сетевой воды в обратном трубопроводе	°С	Р	Значение температуры сетевой воды в обратном трубопроводе определяется в результате расчета
46	Расход сетевой воды на СО	т/ч	Р	Расход сетевой воды на систему отопления определяется в результате расчета
47	Относительный расход воды на СО	-	Р	Относительный расход воды на систему отопления определяется в результате расчета
48	Относительное	-	Р	В результате расчета определяется относительная нагрузка

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	количество теплоты на СО			на систему отопления (отношение текущей нагрузки к расчетной)
49	Температура воды на входе в СО	°С	Р	Температура воды на входе в систему отопления определяется в результате расчета
50	Температура воды на выходе из СО	°С	Р	Температура воды на выходе из системы отопления определяется в результате расчета
51	Температура внутреннего воздуха СО	°С	Р	Значение температуры внутреннего воздуха определяется в результате расчета
52	Диаметр шайбы на подающем трубопроводе перед СО	мм	Р	Значение диаметра шайбы на подающем трубопроводе перед системой отопления определяется в результате наладочного расчета
53	Количество шайб на подающем трубопроводе перед СО	шт.	Р	Количество шайб на подающем трубопроводе перед системой отопления определяется в результате наладочного расчета
54	Диаметр шайбы на обратном трубопроводе после СО	мм	Р	Значение диаметра шайбы на обратном трубопроводе после системы отопления определяется в результате наладочного расчета
55	Количество шайб на обратном трубопроводе после СО	шт.	Р	Количество шайб на обратном трубопроводе после системы отопления определяется в результате наладочного расчета
56	Потери напора на шайбе подающего трубопровода перед СО	м	Р	Значение потерь напора на шайбе, установленной перед СО (подающий трубопровод), определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
57	Потери напора на шайбе обратного трубопровода после СО	м	Р	Значение потерь напора на шайбе, установленной после СО (обратный трубопровод), определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
58	Потери напора на сопле, м	м	Р	Значение потерь напора на сопле элеватора определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
59	Диаметр шайбы на вводе на подающем трубопроводе	мм	Р	Значение диаметра шайбы на вводе на подающем трубопроводе определяется в результате наладочного расчета
60	Количество шайб на вводе на подающем трубопроводе	шт.	Р	Количество шайб на вводе на подающем трубопроводе определяется в результате наладочного расчета
61	Диаметр шайбы на вводе на обратном трубопроводе	мм	Р	Значение диаметра шайбы на вводе на обратном трубопроводе определяется в результате наладочного расчета
62	Количество шайб на вводе на обратном	шт.	Р	Количество шайб на вводе на обратном трубопроводе определяется в результате наладочного расчета

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	трубопроводе			
63	Расход сетевой воды на СВ	т/ч	Р	Расход сетевой воды на систему вентиляции определяется в результате расчета
64	Относительный расход воды на СВ	т/ч	Р	Относительный расход воды на систему вентиляции определяется в результате расчета
65	Температура воды после системы вентиляции	°С	Р	Температура воды после системы вентиляции определяется в результате расчета
66	Температура внутреннего воздуха СВ	°С	Р	Температура внутреннего воздуха в системе вентиляции определяется в результате расчета
67	Диаметр шайбы на систему вентиляции	мм	Р	Значение диаметра шайбы на систему вентиляции определяется в результате наладочного расчета
68	Количество шайб на систему вентиляции	шт.	Р	Количество шайб на систему вентиляции определяется в результате наладочного расчета
69	Расход сетевой воды на ГВС	т/ч	Р	Расход сетевой воды на ГВС определяется в результате расчета
70	Расход сетевой воды в циркуляционном трубопроводе	т/ч	Р	Расход сетевой воды в циркуляционном трубопроводе определяется в результате расчета
71	Диаметр шайбы в циркуляционной линии ГВС	мм	Р	Диаметр шайбы на вводе ГВС определяется в результате наладочного расчета
72	Количество шайб в циркуляционной линии ГВС	шт.	Р	Количество шайб на вводе ГВС определяется в результате наладочного расчета
73	Диаметр циркуляционной шайбы на ГВС	мм	Р	Диаметр циркуляционной шайбы на ГВС определяется в результате наладочного расчета
74	Количество циркуляционных шайб на ГВС	шт.	Р	Количество циркуляционных шайб на ГВС определяется в результате наладочного расчета
75	Диаметр установленной шайбы на подающем трубопроводе перед СО	мм	Д	
76	Количество установленных шайб на подающем трубопроводе перед СО	шт.	Д	
77	Диаметр установленной шайбы на обратном	мм	Д	

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	трубопроводе после СО			
78	Количество установленных шайб на обратном трубопроводе после СО	шт.	Д	
79	Диаметр установленной шайбы на систему вентиляции	мм	Д	
80	Количество установленных шайб на систему вентиляции	шт.	Д	
81	Диаметр установленной циркуляционной шайбы на ГВС	мм	Д	
82	Количество установленных циркуляционных шайб на ГВС	Шт.	Д	
83	Диаметр установленной шайбы в циркуляционной линии ГВС	мм	Д	
84	Количество установленных шайб в циркуляционной линии ГВС	шт.	Д	
85	Количество секций ТО на ГВС I ступень	шт.	Д	
86	Количество параллельных групп ТО на ГВС I ступ.	шт.	Д	
87	Потери напора в одной секции I ступени	м	Д	
88	Исп. температура на входе 1 контура I ступени	°С	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе первого контура.
89	Исп. температура на выходе 1 контура I ступени	°С	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе первого контура.

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
90	Исп. температура на входе 2 контура I ступени	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура горячей воды на входе второго контура.
91	Исп. температура на выходе 2 контура I ступени	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура горячей воды на выходе второго контура.
92	Исп. тепловая нагрузка I ступени	Гкал/ч, МВт	Д	При наличии результатов замеров задается тепловая нагрузка первой степени теплообменного аппарата.
93	Расход 1 контура I ступени ТО ГВС	т/ч	Р	Расход сетевой воды, затек. в первую ступень ТО ГВС определяется в результате расчета
94	Расход 2 контура I ступени ТО ГВС	т/ч	Р	Расход горячей воды во втором контуре, определяется в результате расчета
95	Тепловая нагрузка I ступени	Гкал/ч, МВт	Р	Тепловая нагрузка I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
96	Температура на входе 1 контура I ступени	°C	Р	Температура на входе 1 контура I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
97	Температура на выходе 1 контура I ступени	°C	Р	Температура на выходе 1 контура I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
98	Температура на входе 2 контура I ступени	°C	Р	Температура на входе 2 контура I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
99	Температура на выходе 2 контура I ступени	°C	Р	Температура на выходе 2 контура I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
100	Количество секций ТО на ГВС II ступень	шт.	Д	
101	Количество параллельных групп ТО на ГВС II ступ.	шт.	Д	
102	Потери напора в одной секции II ступени	м	Д	
103	Исп. температура на входе 1 контура II ступени	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе первого контура II ступени
104	Исп. температура на выходе 1 контура II ступени	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе первого контура II ступени
105	Исп. температура на входе 2 контура II ступени	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура горячей воды на входе второго контура II ступени
106	Исп. температура на	°C	Д	При наличии результатов замеров, задается испытательная

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	выходе 2 контура II ступени			температура горячей воды на выходе второго контура II ступени
107	Исп. тепловая нагрузка II ступени	Гкал/ч, МВт	Д	При наличии результатов замеров задается тепловая нагрузка первой степени теплообменного аппарата.
108	Температура на входе 1 контура II ступени	°С	Р	Температура на входе 1 контура II ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
109	Температура на выходе 1 контура II ступени	°С	Р	Температура на выходе 1 контура II ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
110	Температура на входе 2 контура II ступени	°С	Р	Температура на входе 2 контура II ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
111	Температура на выходе 2 контура II ступени	°С	Р	Температура на выходе 2 контура II ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
112	Расход 1 контура II ступени ТО ГВС	т/ч	Р	Расход сетевой воды, во второй ступени ТО ГВС определяется в результате расчета
113	Расход 2 контура II ступени ТО ГВС	т/ч	Р	Расход горячей воды во втором контуре II ступени, определяется в результате расчета
114	Тепловая нагрузка II ступени	Гкал/ч, МВт	Р	Тепловая нагрузка II ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета
115	Расход сетевой воды на СО после наладки	т/ч	Р	В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему отопления после наладки
116	Напор на регуляторе давления СО	м	Р	В результате расчета определяется необходимый располагаемый напор для системы отопления
117	Коэффициент пропускной способности РД СО	-	Д	
118	Суммарный расход сетевой воды	т/ч	Р	В результате расчетов определяется суммарный расход сетевой воды
119	Располагаемый напор на вводе потребителя	м	Р	Значение располагаемого напора на вводе потребителя определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
120	Напор в подающем трубопроводе	м	Р	Значение напора в подающем трубопроводе на вводе потребителя определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
121	Напор в обратном трубопроводе	м	Р	Значение напора в обратном трубопроводе на вводе потребителя определяется в результате наладочного и поверочного расчетов
122	Давление в подающем трубопроводе	м	Р	Давление в подающем трубопроводе определяется в результате расчета



№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
123	Давление в обратном трубопроводе	м	Р	Давление в обратном трубопроводе определяется в результате расчета
124	Утечка из системы теплопотребления	т/ч	Р	Утечка из системы теплопотребления определяется в результате расчета
125	Потери тепла от утечки	Ккал	Р	Потери тепла от утечки определяется в результате расчета
126	Время прохождения воды от источника	мин	Р	В результате расчетов определяется время прохождения воды от источника до потребителя
127	Путь, пройденный от источника	м	Р	В результате расчетов определяется путь, пройденный от источника до потребителя
128	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
129	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
130	Расчетный расход на СО (конструкторский)	т/ч	Д	Задается расчетный расход воды на систему отопления для выполнения конструкторского расчета
131	Расчетный расход на СВ (конструкторский)	т/ч	Д	Задается расчетный расход воды на систему вентиляции для выполнения конструкторского расчета
132	Расчетный расход на ГВС (конструкторский)	т/ч	Д	Задается расчетный расход воды на систему ГВС для выполнения конструкторского расчета
133	Располагаемый напор на вводе (конструкторский)	м	Д	Задается располагаемый напор для выполнения конструкторского расчета

**Табл. 2.4. Паспортизация объекта обобщенный потребитель тепловой сети**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Наименование узла	-	Д	Задается пользователем, например, ул. Федосеенко, д.14
2	Номер источника	-	Р	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например, 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника, от которого подключен данный потребитель
3	Геодезическая отметка, м	м	Д	Задается геодезическая отметка поверхности земли, на которой находится данный узел ввода
4	Способ задания нагрузки	-	Д	Указывается способ задания нагрузки: 0 - задается расходом; 1 - задается сопротивлением
5	Циркулирующий расход	т/ч	Д	Задается величина циркулирующего расхода необходимого для данного потребителя. Данное значение необходимо указывать только в том случае, если Способ задания нагрузки установлен и задается расходом
6	Коэффициент	-	Д	Задается пользователем в случае необходимости

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	изменения циркулирующего расхода			увеличения циркуляционного расхода по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение будет увеличено соответственно на 10 или 20%
7	Расход на открытый водоразбор	т/ч	Д	Задается величина расхода на открытый водоразбор
8	Коэффициент изменения расхода на водоразбор	-	Д	Задается пользователем в случае необходимости увеличения расхода на открытый водоразбор по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение будет увеличено соответственно на 10 или 20%
9	Доля водоразбора из подающего трубопровода	-	Д	Указывается доля открытого водоразбора из подающего трубопровода, например, 0.4 - 40% водоразбора из подающего трубопровода
10	Расчетное обобщенное сопротивление	м/(т/ч) *2	Д	Указывается величина предварительно рассчитанного обобщенного сопротивления. Данное значение необходимо указывать только в том случае, если Способ задания нагрузки установлен и задается сопротивлением
11	Требуемый напор	м	Д	Задается требуемый располагаемый напор на обобщенном потребителе, например, 10, 15, 20 и т.д. метров
12	Минимальный статический напор	м	Д	Задается минимальный статический напор на обобщенном потребителе, например, 10, 15, 20 и т.д. метров
13	Располагаемый напор	м	Р	Значение располагаемого напора определяется в результате расчета
14	Напор в подающем трубопроводе	м	Р	Значение напора в подающем трубопроводе определяется в результате расчета
15	Напор в обратном трубопроводе	м	Р	Значение напора в обратном трубопроводе определяется в результате расчета
16	Давление в подающем трубопроводе	м	Р	Значение давления в подающем трубопроводе определяется в результате расчета
17	Давление в обратном трубопроводе	м	Р	Значение давления в обратном трубопроводе определяется в результате расчета
18	Время прохождения воды от источника	мин	Р	Значение определяется в результате расчета
19	Путь, пройденный от источника	м	Р	Значение определяется в результате расчета
20	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
21	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
22	Температура воды в подающем трубопроводе	°C	Р	Значение температуры воды в подающем трубопроводе определяется в результате расчета
23	Температура воды в обратном трубопроводе	°C	Р	Значение температуры воды в обратном трубопроводе определяется в результате расчета
24	Обобщенное сопротивление	м/(т/ч) *2	Р	Значение определяется в результате расчета
25	Расход воды на открытый водоразбор	т/ч	Р	Значение определяется в результате расчета
26	Расход воды в подающем трубопроводе	т/ч	Р	Значение определяется в результате расчета
27	Расход воды в обратном трубопроводе	т/ч	Р	Значение определяется в результате расчета
28	Статический напор на выходе	м	Р	Определяется в результате расчета

**Табл. 2.5. Паспортизация объекта узел тепловой сети**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Наименование узла	-	Д	
2	Номер источника	-	Р	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например, 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника, от которого запитывается данный узел тепловой сети
3	Геодезическая отметка	м	Д	
4	Слив из подающего трубопровода	т/ч	Д	
5	Слив из обратного трубопровода	т/ч	Д	
6	Располагаемый напор	м	Р	Значение располагаемого напора в узле определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
7	Напор в подающем трубопроводе	м	Р	Значение напора в подающем трубопроводе определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
8	Напор в обратном трубопроводе	м	Р	Значение напора в обратном трубопроводе определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
9	Температура воды в подающем трубопроводе	°С	Р	Значение температуры в подающем трубопроводе тепловой сети определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
10	Температура воды в обратном трубопроводе	°С	Р	Значение температуры в обратном трубопроводе тепловой сети определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
11	Давление в подающем трубопроводе	м	Р	Значение давления в подающем трубопроводе тепловой сети определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
12	Давление в обратном трубопроводе	м	Р	Значение давления в обратном трубопроводе тепловой сети определяется в результате выполнения наладочного или поверочного расчета
13	Время прохождения воды от источника	мин	Р	В результате расчетов определяется время прохождения воды от источника до узла
14	Путь, пройденный от источника	м	Р	В результате расчетов определяется путь, пройденный от источника до узла
15	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
16	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
17	Статический напор на выходе	м	Р	Определяется в результате расчета

**Табл. 2.6. Паспортизация объекта насосная станция**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Наименование насосной станции	-	Д	
2	Номер источника	-	Д	
3	Геодезическая отметка	м	Д	
4	Марка насоса на подающем трубопроводе	-	Д	Пользователем указывается марка насоса, установленного на подающем трубопроводе.
5	Число насосов на	шт.	Д	

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
	подающем трубопроводе			
6	Марка насоса на обратном трубопроводе	-	Д	Пользователем указывается марка насоса, установленного на обратном трубопроводе.
7	Число насосов на обратном трубопроводе	шт.	Д	
8	Напор насоса на подающем трубопроводе	м	Д	
9	Напор насоса на обратном трубопроводе	м	Д	
10	Напор на входе в насосную в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
11	Напор на входе в насосную в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
12	Напор на выходе из насосной в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
13	Напор на выходе из насосной в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
14	Расход воды в подающем трубопроводе	т/ч	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
15	Расход воды в обратном трубопроводе	т/ч	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
16	Температура воды в подающем трубопроводе	°С	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
17	Температура воды в обратном трубопроводе	°С	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
18	Давление в подающем трубопроводе перед узлом	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
19	Давление в подающем трубопроводе после узла	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
20	Давление в обратном трубопроводе перед узлом	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
21	Давление в обратном трубопроводе после узла	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
22	Время прохождения воды от источника	мин	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
23	Путь, пройденный от источника	м	Р	Определяется в результате выполнения наладочной или поверочной задачи
24	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
25	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
26	Статический напор на выходе	м	Р	Определяется в результате расчета

**Табл. 2.7. Паспортизация объекта запорная арматура**

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
1	Наименование арматуры	-	Д	
2	Номер источника	-	Р	После выполнения расчетов в данном поле записывается цифра, например, 1, 2, 3, и т.д. соответствующая номеру источника, от которого запитывается данный объект
3	Наименование источника	-	Д	
4	Геодезическая отметка	м	Д	
5	Марка задвижки на подающем трубопроводе	-	Д	Задается пользователем марка установленной запорной арматуры на подающем трубопроводе.
6	Условный диаметр на подающем трубопроводе	м	Д	
7	Степень открытия на подающем трубопроводе	-	Д	Задается пользователем степень открытия арматуры, установленной на подающем трубопроводе.
8	Марка задвижки на обратном трубопроводе	-	Д	Задается пользователем марка установленной запорной арматуры на обратном трубопроводе.
9	Условный диаметр на обратном трубопроводе	м	Д	
10	Степень открытия на обратном трубопроводе	-	Д	Задается пользователем степень открытия арматуры на обратном трубопроводе.
11	Место установки	-	Д	
12	Тип трубопровода	-	Д	
13	Располагаемый напор	м	Р	Определяется в результате расчета
14	Располагаемый напор на выходе	м	Р	Определяется в результате расчета
15	Напор в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
16	Напор после узла в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
17	Напор в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
18	Напор после узла в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
19	Температура воды в подающем трубопроводе	°C	Р	Определяется в результате расчета
20	Температура воды в обратном трубопроводе	°C	Р	Определяется в результате расчета
21	Тип арматуры	-	Д	
22	Марка арматуры	-	Д	
23	Условный диаметр	мм	Д	

№	Пользовательское наименование поля	Единица измерения	Тип данных	Информация, записываемая в поле
24	Условное давление	кгс/см <sup>2</sup>	Д	
25	Дата изготовления	-	Д	
26	Дата установки	-	Д	
27	Материал	-	Д	
28	Конструкция затвора	-	Д	
29	Завод изготовитель	-	Д	
30	Шифр арматуры	-	Д	
31	Коэффициент местного сопротивления	-	Д	
32	Пропускная способность	т/ч	Д	
33	Тип привода	-	Д	
34	Марка привода	-	Д	
35	Дата последнего ремонта	-	Д	
36	Вид ремонта	-	Д	
37	Примечание	-	Д	
38	Давление в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
39	Давление после узла в подающем трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
39	Давление в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
41	Давление после узла в обратном трубопроводе	м	Р	Определяется в результате расчета
40	Время прохождения воды от источника	мин	Р	Определяется в результате расчета
41	Путь, пройденный от источника	м	Р	Определяется в результате расчета
42	Давление вскипания	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
43	Статический напор	м	Р	Значение данной величины определяется в результате расчета
44	Статический напор на выходе	м	Р	Определяется в результате расчета

Представленное наполнение паспорта объекта тепловой сети является базовым, при необходимости элементы базы данных паспорта могут быть заменены, убраны, добавлены и перегруппированы.

На Рис. 2.1, представлен вариант отображения данных базы паспорта объектов тепловой сети г. Йошкар-Олы.

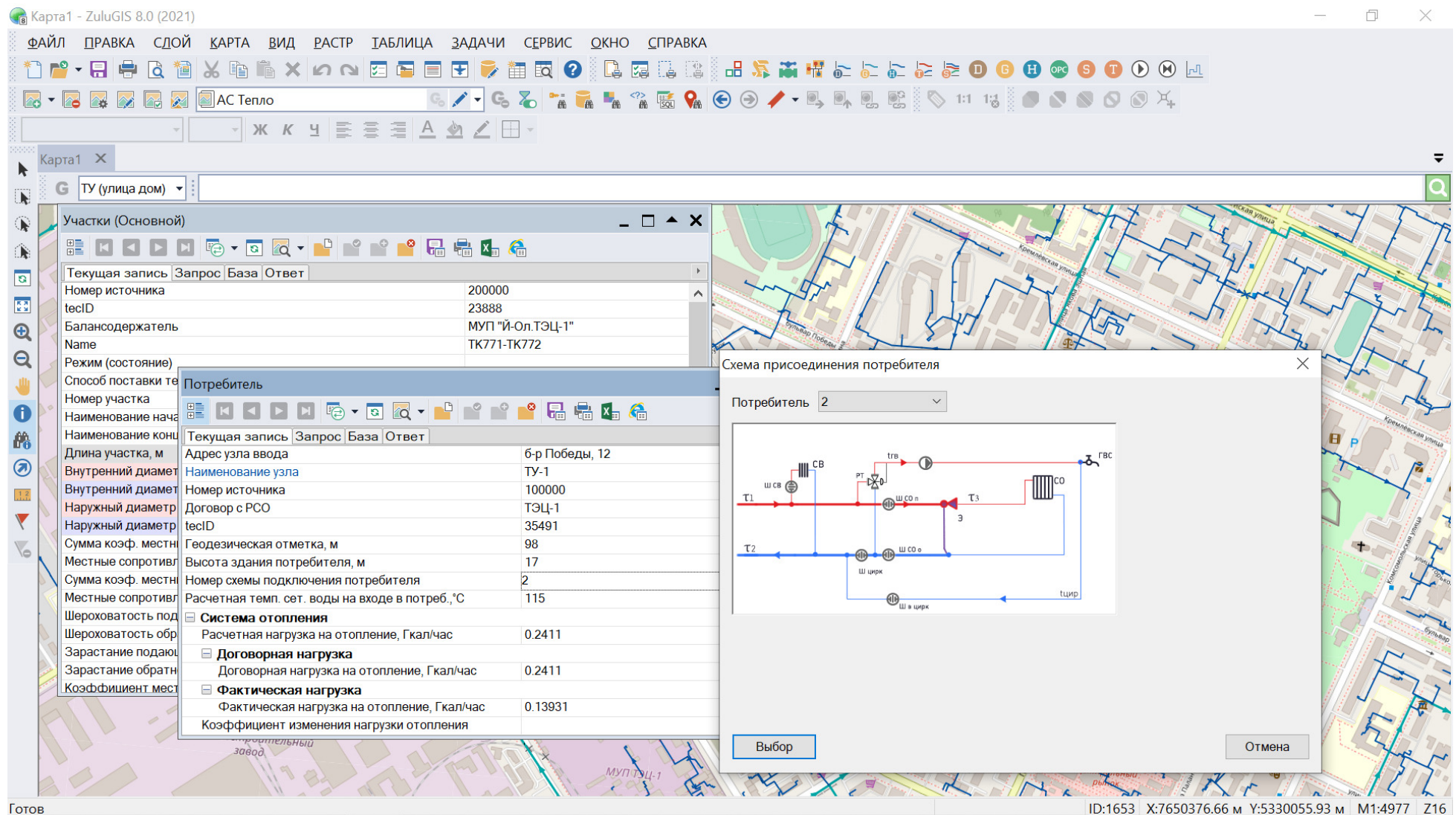


Рис. 2.1. Пример отображения данных базы паспорта объектов тепловой сети г. Йошкар-Олы



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

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

Программа предусматривает выполнение тепло-гидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 46 схемных решения технологического подключения потребителей.

Электронная модель системы теплоснабжения города Йошкар-Олы разработана II уровня, т.е. до каждого потребителя.

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

Моделирование переключений в электронной модели на базе ПРК Zulu Thermo осуществляет модуль коммутационных задач.

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

Анализ переключений определяет какие объекты попадают под отключения и включает в себя:

- вывод информации по отключенным объектам сети;
- расчет объемов внутренних систем теплоснабжения и нагрузок на системы теплоснабжения при данных изменениях в сети;
- отображение результатов расчета на карте в виде тематической раскраски;
- вывод табличных данных в отчет с последующей возможностью их печати экспорта в формат MS Excel или HTML.

После выбора запорного устройства на карте автоматически отобразится в виде раскраски расчетная зона отключенных участков сети (Рис. 2.2).

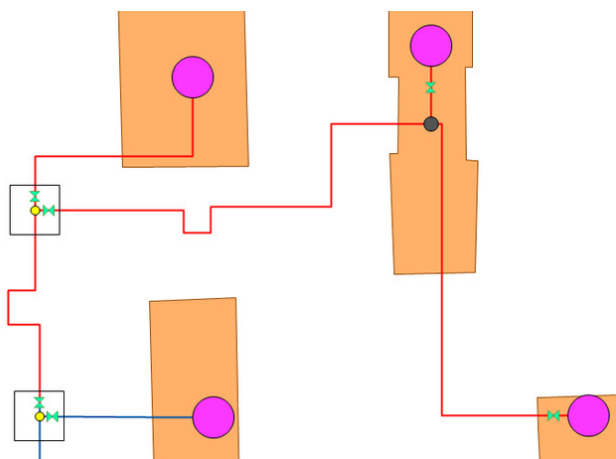


Рис. 2.2. Отображение отключений на карте

Виды переключений:

- включить - режим объекта устанавливается на «Включен»;
- выключить - режим объекта устанавливается на «Выключен»;
- изолировать от источника - режим объекта устанавливается на «Выключен».

При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся изолирующая объект от источника запорная арматура;

- отключить от источника - режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся

отключающая объект от источника запорная арматура.

#### **2.4. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку**

Электронная модель на базе ПРК Zulu Thermo имеет в своем составе гибкий инструмент групповых изменений, подсчета и сведения балансов характеристик объектов тепловой сети.

Группировка данных в электронной модели возможна по следующим типам:

- тепловая сеть суммарно;
- теплосетевые объекты теплотрассы отдельного источника;
- зона действия источника, определенная граничными условиями;
- тип объекта тепловой сети;
- уникальное свойство группы объектов тепловой сети.

Помимо изменения характеристик групп объектов возможно изменение режима работы этих объектов.

Подробно расчет балансов рассмотрен в Главе 1 «Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки в зонах действия источников тепловой энергии» Обосновывающих материалов схемы теплоснабжения.

#### **2.5. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя**

Электронная модель на базе ПРК Zulu Thermo имеет в своем составе модуль для определения нормативных потерь тепловой энергии через изоляцию трубопроводов. Потери тепловой энергии определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии. Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы потерь тепловой энергии.

Расчет нормативных тепловых потерь

Тепловая сеть  
...ТЭЦ

График

Тнв	-31.0	Тсо	95.0
Тпод	114.0	Твв	20.0
Тобр	64.0		

Среднегодовые

Тнв	6.2	Тгрунт	5.0
Тпод	90.0	Тподв	10.0
Тобр	50.0		

Единицы

☒ Гкал ☐ ГДж

☒ Суммарные по подсети  
☐ По данному узлу

☒ Козфф. на нормы тепловых потерь  
☒ Русские заголовки в отчете

Владельцы:  
(Все владельцы)

Расчет потерь  
Отчет  
Сохранить  
Копировать

Месяц	П...	Про...	Тнв	Тгр	Тпод	Тобр	Тнв	Qпод Гкал	Qобр Гкал	Qут_под т	Qут_под Гк...	Qут_обр т	Qут_обр Гк...	Qут_пот т	Qут_пот Гкал
Январь	О	744	-12.4	0.0	81.1	54.3	0.0	30569.65	17078.70	116334.00	9434.69	117859.98	6399.80	74389.93	4657.40
	Л	0	-12.4	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Февраль	О	672	-11.7	0.0	81.1	54.3	0.0	27555.91	15357.47	105075.87	8521.65	106454.18	5780.46	67190.91	4206.69
	Л	0	-11.7	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Март	О	744	-4.2	0.0	79.9	53.7	0.0	29443.17	15994.74	116424.05	9302.28	117894.47	6330.93	74389.93	4598.93
	Л	0	-4.2	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Апрель	О	720	5.2	0.0	79.9	53.7	0.0	27696.53	14493.97	112668.44	9002.21	114091.42	6126.71	71990.26	4450.58
	Л	0	5.2	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Май	О	744	13.2	0.0	66.4	46.9	0.0	23319.27	11893.53	117376.80	7793.82	118266.10	5546.68	74389.93	3938.58
	Л	0	13.2	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Июнь	О	720	17.5	0.0	66.4	46.9	0.0	22202.52	11059.38	113590.45	7542.41	114451.07	5367.76	71990.26	3811.52
	Л	0	17.5	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Июль	О	744	19.8	0.0	48.5	37.2	0.0	16537.10	8105.11	118451.50	5744.90	118730.79	4416.79	74389.93	3027.89
	Л	0	19.8	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Август	О	744	17.2	0.0	48.5	37.2	0.0	16764.86	8386.59	118451.50	5744.90	118730.79	4416.79	74389.93	3027.89
	Л	0	17.2	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Сентябрь	О	720	11.4	0.0	31.5	27.2	0.0	10896.44	5749.48	115389.37	3634.77	115276.49	3135.52	71990.26	2054.10
	Л	0	11.4	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Октябрь	О	744	3.9	0.0	31.5	27.2	0.0	11916.64	6753.07	119235.68	3755.92	119119.04	3240.04	74389.93	2122.57
	Л	0	3.9	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ноябрь	О	720	-3.6	0.0	20.1	19.6	0.0	8132.56	5157.33	115743.84	2326.45	115492.56	2263.65	71990.26	1422.17
	Л	0	-3.6	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Декабрь	О	744	-10.0	0.0	20.1	19.6	0.0	8964.27	6022.10	119601.97	2404.00	119342.31	2339.11	74389.93	1469.57
	Л	0	-10.0	0.0	65.0	55.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Итого:								233998.90	126051.47	1388343....	75207.99	1395709....	55364.23	875881.48	38787.90

Рис. 2.3. Результаты выполненных расчетов

## 2.6. Расчет показателей надежности теплоснабжения

Электронная модель позволяет выполнить расчеты показателей надежности теплоснабжения. Цель расчетов - количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей в тепловых сетях систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности для каждого потребителя.

Обоснование необходимости реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей тепловой энергии, осуществляется по результатам качественного анализа полученных численных значений.

Проверка эффективности реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей, осуществляется путем сравнения исходных (полученных до реализации) значений показателей надежности, с расчетными значениями, полученными после реализации (моделирования реализации) этих мероприятий.

Подробно расчет надежности теплоснабжения рассмотрен в Главе 11 «Оценка надежности теплоснабжения».

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

Как указывалось, выше электронная модель на базе ПРК Zulu Thermo имеет в своем составе гибкий инструмент групповых изменений характеристик объектов тепловой сети.

Изменение характеристик объектов тепловой сети может производиться по желанию пользователя по виду группировки:

- тепловая сеть суммарно;
- теплосетевые объекты теплотрассы отдельного источника;
- зона действия источника, определенная граничными условиями;
- тип объекта тепловой сети;
- уникальное свойство группы объектов тепловой сети.

Помимо изменения характеристик групп объектов возможно изменение режима работы этих объектов.

Данный инструмент применим для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение – 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 отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождениям 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.

Как пример, для предварительного моделирования фактического режима с помощью вышеописанного инструмента можно изменить характеристику трубопроводов тепловой сети в части таких параметров как – зарастание и эквивалентная шероховатость. Так как за время эксплуатации значения этих характеристик изменились относительно проектных, можно изменить эти показатели относительно такого условия как год прокладки тепловой сети. Инструмент позволяет выделить в группу участки с совпадающим годом прокладки или промежутком лет прокладки и изменить характеристики только этой группы объектов.

## **2.8. Табличные и графические аналитические инструменты**

Электронная модель имеет в своем составе дополнительные средства для анализа состояния гидравлического режима и помощи при его отладке, а также калибровки фактического состояния гидравлики тепловой сети. К этим средствам относятся:

- "гидравлическая" раскраска сети: разными цветами выделяются включенные, отключенные и тупиковые участки тепловых сетей;
- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (по скорости, по зонам давлений в подающей или обратной магистрали, по удельным потерям напора на участках и т.п.);

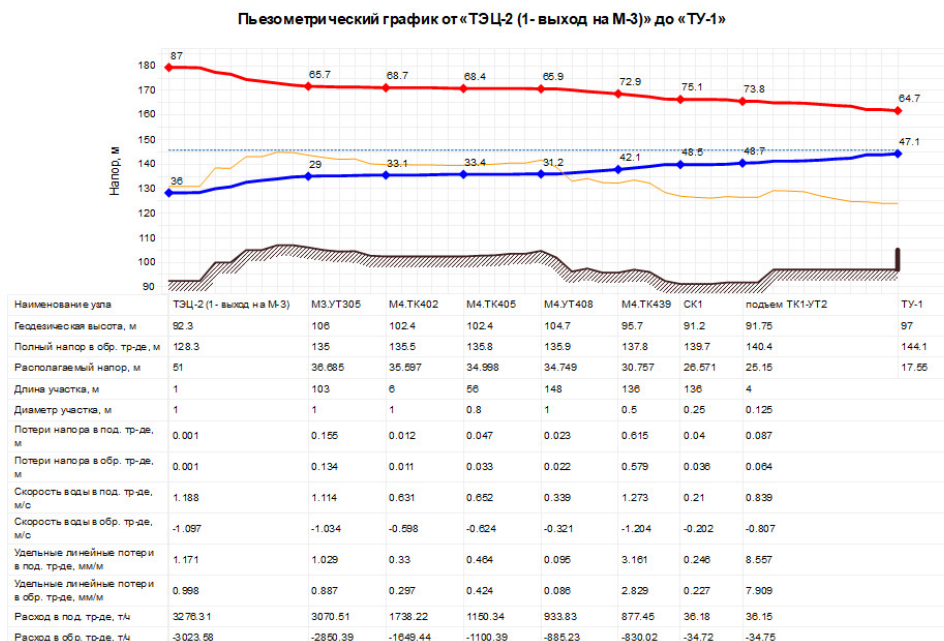
- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию), например, потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с "прижатыми" задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.
- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистрали;
- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам и давлений в узлах сети;
- произвольные табличные аналитические документы, построенные по исходным данным и результатам гидравлического расчета тепловых сетей;
- гидравлические справки по отдельным узлам, участкам, источникам, насосным станциям и потребителям тепловой сети;
- произвольные запросы и выборки из базы данных, содержащие любые описанные функции от параметров режима, полученных в результате гидравлического расчета.

Набор раскрасок, графических выделений и аналитических документов ничем не ограничен, кроме потребностей пользователя и соблюдения общего принципа: группировать, фильтровать и анализировать можно только те данные, которые в явном виде присутствуют в базе данных проекта, либо вычислимы из последних.

## **2.9. Сравнительные пъезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей**

Электронная модель позволяет построить пъезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей. Целью построения пъезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика задается пользователем, при этом на экран может выводиться:

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



**Рис. 2.4. Пример пьезометрического графика**

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.

## 2.10. Калибровка электронной модели системы теплоснабжения

### Описание процесса калибровки

Калибровка модели - процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки электронной модели выбираются реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике, тепловые камеры, насосные станции, центральные (далее по тексту ЦТП) и индивидуальные (далее по тексту ИТП) тепловые пункты, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за период, когда расходы теплоносителя были максимально приближены к номинальным.

Для калибровки созданной модели используют большой набор встроенного инструментария.

Одним из незаменимых инструментов при калибровке гидравлической модели тепловой сети является пьезометрический график, 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.

Также для выполнения калибровки используют сгенерированные отчеты и справки об

объектах из созданной базы данных, а также графическое представление параметров теплоносителя:

- результаты гидравлического расчета по участкам вдоль пути (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет выполнить анализ гидравлического расчета системы теплоснабжения вдоль выделенного пути);
- расчетные параметры участков тепловых сетей (по источнику) (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет выполнить анализ гидравлического расчета всей системы теплоснабжения от определенного источника);
- участки ТС с перекрещивающимся пьезометром (данный отчет позволяет определить участки с недопустимым располагаемым напором);
- потребители с недостаточным располагаемым напором (данный отчет позволяет определить потребителей с недопустимым располагаемым напором);
- справка о потребителе (нагрузки, дроссельные устройства);
- гидравлическая справка о потребителе (данный отчет позволяет проанализировать гидравлические параметры по конкретному потребителю);
- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (данные режимы позволяют анализировать всю систему теплоснабжения по следующим параметрам: скорости, давлениям в подающей или обратной магистралях, удельным потерям напора на участках и т.п.);
- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию, например, потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с "прижатыми" задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.);
- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистралям (данный режим позволяет анализировать движение теплоносителя по подающей или обратной магистралям).



### **3. Электронная модель существующей системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола**

#### **3.1. Результаты калибровочных расчетов**

Для контроля соответствия режима, построенного в электронной модели, с фактическим режимом теплоснабжения использовались такие критерии, как:

- значение расхода на источнике, т/ч;
- давление в контрольных точках, м.вод.ст.;
- отсутствие предупреждений о нарушении режима при проведении расчета в электронной модели.

В Табл. 3.1. представлены данные калибровки режимов работы источников теплоснабжения г. Йошкар-Ола.

Табл. 3.1. Данные калибровки режимов работы источника тепловой энергии

Источник тепловой энергии, магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы								Погрешность между расходом, полученным в эл. модели, и фактическим расходом теплоносителя в трубопроводе (%)
	по данным фактического режима работы в отопительный период 2021/2022 гг.				по результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения				
	Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	Расход теплоносителя в подающем трубопроводе, м³/ч	Расход теплоносителя в обратном трубопроводе, м³/ч	Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	Расход теплоносителя в подающем трубопроводе, м³/ч	Расход теплоносителя в обратном трубопроводе, м³/ч	
ТЭЦ-1 М1	76	30	3563	3346	77,6	26	3412,57	3253,75	4,2/2,8
ТЭЦ-2 (1-выход на М-3)	-	-	3900	3345	87	36	2874,74	2624,58	-0,4/-4,9
ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7)					71	28	1040,73	887,27	
ОК-37	76	40	2870	2637	83,1	40	2905,68	2729,59	-1,24/-3,5
ОК-3	86	47	338,9	312,4	88,4	47	324,63	310,69	4,1/0,3
ОК-4	60	20	552,8	520,8	60	40	529,2	525,3	4,3/-0,9
ОК-6	25	18	12,1/62,6	-	25	18	16,9	16,9	-
ОК-9	47	36	113,9	-	48,5	36	114,8	114,7	-0,79/-
ОК-10	23	17	3,3	-	23	17	3,2	3,2	3/-
ОК-14	23	22	7,9	-	23	22	7,8	7,8	1,3/-
ОК-15	29	18	5,9	-	26	16	5,9	5,38	0/-
ОК-16	53	40	220,7	-	56,8	40	220,8	220,6	-0,05/-
ОК-24	20	19	3,14	-	20,5	19	3,11	3,11	0,95/-
ОК-25	29	19	9,36	-	29	19	9,36	9,36	0/-
ОК-27	44	34	26,9	-	44	34	26,66	26,61	0,89/-
ОК-28	32	25	35,5	-	32	25	35,5	35,5	0/-
ОК-29	24	22	7,28	-	24	22	7,2	7,2	1/-

Источник тепловой энергии, магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы								Погрешность между расходом, полученным в эл. модели, и фактическим расходом теплоносителя в трубопроводе (%)
	по данным фактического режима работы в отопительный период 2021/2022 гг.				по результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения				
	Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	Расход теплоносителя в подающем трубопроводе, м³/ч	Расход теплоносителя в обратном трубопроводе, м³/ч	Давление в подающем трубопроводе, м вод. ст.	Давление в обратном трубопроводе, м вод. ст.	Расход теплоносителя в подающем трубопроводе, м³/ч	Расход теплоносителя в обратном трубопроводе, м³/ч	
ОК-32	23	21	3,51	-	23	21	3,52	3,52	-0,28/-
ОК-34	32	20	18,78	-	32	20	18,47	18,46	0,02/-
ОК-35	43	30	65,24	-	47,2	30	64,69	64,60	0,84/-
ОК-38	46	32	113,38	-	46	32	112,45	112,30	0,82/-
ОАО «Марбиофарм»	-	-	-	-	56	36	36,39	36,35	-/-
ООО «Марикоммунэнерго» (ул. Мышино)	-	-	-	-	30	15	10,55	10,54	-/-
ООО «Марикоммунэнерго» (ул. ул.Кирпичная,58)	-	-	-	-	40	20	40,38	40,36	-/-
ООО «Марикоммунэнерго» (д.Шоя-Кузнецово, ул.Ветеранов, 1)	-	-	-	-	40	20	46,36	46,34	-/-

Как видно из таблицы 3.1, калибровка была проведена корректно относительно фактических значений и погрешность после калибровки составляет менее 5%, что соответствует требованиям методических указаний, утвержденных приказом Минэнерго № 212 от 5 марта 2019 года «Об утверждении Методических указаний по разработке схем теплоснабжения».

### 3.2. Результаты гидравлических расчетов по состоянию 2022 года существующей схемы теплоснабжения

Результаты существующих гидравлических режимов работы тепломагистралей на расчетную температуру представлены ниже.

Источник ID=27464 ВК ТЭЦ-1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	166.122, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	133.658, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	11.033, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.770, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.183, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	2.740, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	5.14419, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.51326, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.66294, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.41621, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3412.573, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3253.747, т/ч
Суммарный расход на подпитку	158.826, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3142.652, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	261.424, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	146.961, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	78.627, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.424, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	5.84014, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	6.02555, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	77.600, м
Давление в обратном трубопроводе	26.000, м
Располагаемый напор	51.600, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.314, °C

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	187.568, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	119.457, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	6.484, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.820, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	5.991, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	1.755, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	25.456, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	3.598, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	7.80256, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	4.10875, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	2.09778, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.99947, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	2874.738, т/ч

Суммарный расход в обратном трубопроводе	2624.577, т/ч
Суммарный расход на подпитку	250.160, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	2210.511, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	127.053, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	179.821, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	452.834, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	32.283, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	126.860, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	19.16898, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	18.88753, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	87.000, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	51.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	54.019,°C

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	71.251, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	41.970, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.824, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.964, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.708, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	1.195, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	8.842, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	1.313, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.35273, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.69609, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.92483, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.46083, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1040.734, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	887.266, т/ч
Суммарный расход на подпитку	153.468, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	856.164, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	15.392, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	125.213, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	134.570, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	16.358, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	89.207, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	5.83246, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	6.06388, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	71.000, м
Давление в обратном трубопроводе	28.000, м
Располагаемый напор	43.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	53.722,°C

Источник ID=27494 ОК-3:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	16.047, Гкал/ч
--	----------------

Расход тепла на систему отопления	12.635, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.513, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.842, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.349, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.259, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.80632, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.52226, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.07349, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.04711, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	324.629, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	310.692, т/ч
Суммарный расход на подпитку	13.937, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	299.105, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	20.059, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	12.608, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	13.727, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	4.799, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.65514, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.67409, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	88.400, м
Давление в обратном трубопроводе	47.000, м
Располагаемый напор	41.400, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.284, °C

Источник ID=27492 ОК-4:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	25.633, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	22.797, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.204, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	1.529, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.044, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.65123, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.32736, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.04856, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.03050, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	529.218, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	525.286, т/ч
Суммарный расход на подпитку	3.931, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	528.766, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	3.057, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	2.718, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.43117, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.44317, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	60.000, м
Давление в обратном трубопроводе	20.000, м
Располагаемый напор	40.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.025, °C

Источник ID=27493 ОК-6:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.439, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.414, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.01335, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01117, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00038, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00028, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	16.931, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	16.922, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.009, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	16.926, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00427, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00434, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	25.000, м
Давление в обратном трубопроводе	18.000, м
Располагаемый напор	7.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.084, °C

Источник ID=32339 ОК-9 (отопл.):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2.977, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	2.749, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.12146, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.09640, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00551, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00402, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	114.789, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	114.664, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.124, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	114.727, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.06223, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.06213, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	48.500, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	12.500, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.137, °C

Источник ID=27468 ОК-10:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.082, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.078, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00221, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00186, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3.230, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3.229, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.001, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3.229, т/ч



Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00050, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00051, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	23.000, м
Давление в обратном трубопроводе	17.000, м
Располагаемый напор	6.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	69.673,°C

Источник ID=27496 ОК-14(отопл.):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.198, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.198, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	7.811, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	7.811, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	7.811, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	23.000, м
Давление в обратном трубопроводе	22.000, м
Располагаемый напор	1.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	69.666,°C

Источник ID=40405 ОК-16(отопл.):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	5.501, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	5.322, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.10650, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.05745, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00851, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00642, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	220.751, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	220.558, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.193, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	220.655, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.09571, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.09726, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	56.800, м
Давление в обратном трубопроводе	40.000, м
Располагаемый напор	16.800, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000,°C
Температура в обратном трубопроводе	70.137,°C

Источник ID=27483 ОК-24:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.078, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.076, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00145, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00118, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3.105, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3.105, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3.105, т/ч

Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00017, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00018, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	20.500, м
Давление в обратном трубопроводе	19.000, м
Располагаемый напор	1.500, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.803, °C

Источник ID=35856 ОК-25:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.234, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.234, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	9.360, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	9.359, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	9.359, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00016, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00016, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	29.000, м
Давление в обратном трубопроводе	19.000, м
Располагаемый напор	10.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.998, °C

Источник ID=27485 ОК-27(отопл.):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.735, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.641, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.05417, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.03594, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00192, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00142, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	26.660, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	26.616, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.044, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	26.638, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.02184, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.02221, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	44.000, м
Давление в обратном трубопроводе	34.000, м
Располагаемый напор	10.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.543, °C

Источник ID=27465 ОК-28:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.889, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.858, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.01871, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01165, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00048, Гкал/ч

Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00036, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	35.505, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	35.494, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.011, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	35.500, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00537, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00546, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	32.300, м
Давление в обратном трубопроводе	25.000, м
Располагаемый напор	7.300, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.985, °C

Источник ID=34893 ОК-29:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.182, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.177, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00256, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00216, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	7.200, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	7.199, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.001, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	7.200, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00035, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00036, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	24.000, м
Давление в обратном трубопроводе	22.000, м
Располагаемый напор	2.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.725, °C

Источник ID=27486 ОК-32:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.087, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.085, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.00100, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.00084, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3.529, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3.529, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.000, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3.529, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00013, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00013, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	23.000, м
Давление в обратном трубопроводе	21.000, м
Располагаемый напор	2.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	70.324, °C

Источник ID=27487 ОК-34(отопл.):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.865, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.828, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.02116, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01412, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00075, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00044, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	18.470, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	18.456, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.014, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	18.463, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00697, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00678, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	32.000, м
Давление в обратном трубопроводе	20.000, м
Располагаемый напор	12.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.236, °C

Источник ID=27488 ОК-35:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	1.857, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	1.547, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.16983, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.13346, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00447, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00256, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	64.692, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	64.599, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.092, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	64.641, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.05097, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.04133, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	47.200, м
Давление в обратном трубопроводе	30.000, м
Располагаемый напор	17.200, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	66.377, °C

Источник ID=27491 ОК-38 (отопление):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	2.839, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	2.705, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.07940, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.03968, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00877, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00659, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	112.495, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	112.296, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.199, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	112.396, т/ч

Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.09868, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.10029, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	46.000, м
Давление в обратном трубопроводе	32.000, м
Располагаемый напор	14.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.878, °C

Источник ID=27490 ОК-37 (Заречная):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	139.263, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	103.074, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	6.451, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	18.009, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.841, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	5.220, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.05259, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.59611, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.62799, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.39091, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	2905.688, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	2729.594, т/ч
Суммарный расход на подпитку	176.093, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	2342.973, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	145.082, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	165.008, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	204.715, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	41.661, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	5.54256, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	5.54240, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	83.100, м
Давление в обратном трубопроводе	40.000, м
Располагаемый напор	43.100, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	71.077, °C

Источник ID=40501 ОАО "Марбиофарм":

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	1.119, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.758, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.289, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.069, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00159, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00110, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	36.391, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	36.355, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.036, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	30.340, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	6.033, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.01784, т/ч

Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.01819, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	56.000, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	20.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	64.298, °C

Источник ID=40530 0101 Мышино:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.148, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.113, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.01924, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01611, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00018, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00013, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	4.752, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	4.748, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.004, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	4.750, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00202, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00205, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	51.000, м
Давление в обратном трубопроводе	29.000, м
Располагаемый напор	22.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	63.870, °C

Источник ID=40543 0102 Ул. Кирпичная,58:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.474, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.352, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.020, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.047, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.018, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.02487, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.01069, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00071, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00052, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	17.806, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	17.790, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.016, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	14.505, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	0.800, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.493, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.00800, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.00813, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	48.000, м
Давление в обратном трубопроводе	28.000, м
Располагаемый напор	20.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C

Температура в обратном трубопроводе

68.441, °C

Источник ID=40555 0104 Ул. Ветеранов Шоя-Кузнецово:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	1.215, Гкал/ч
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	0.581, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	0.441, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.051, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.020, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	0.03670, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	0.03171, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.00090, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.00066, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	20.921, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	20.901, т/ч
Суммарный расход на подпитку	0.020, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	18.213, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	2.697, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	0.01006, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	0.01023, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	40.000, м
Давление в обратном трубопроводе	20.000, м
Располагаемый напор	20.000, м
Температура в подающем трубопроводе	95.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.274, °C

На Рис. 3.1 представлена схема тепловых сетей г. Йошкар-Ола.

Пути и пьезометрические графики до наиболее удаленных потребителей различных районов г. Йошкар-Ола представлены ниже на Рис. 3.2 – 3.7.



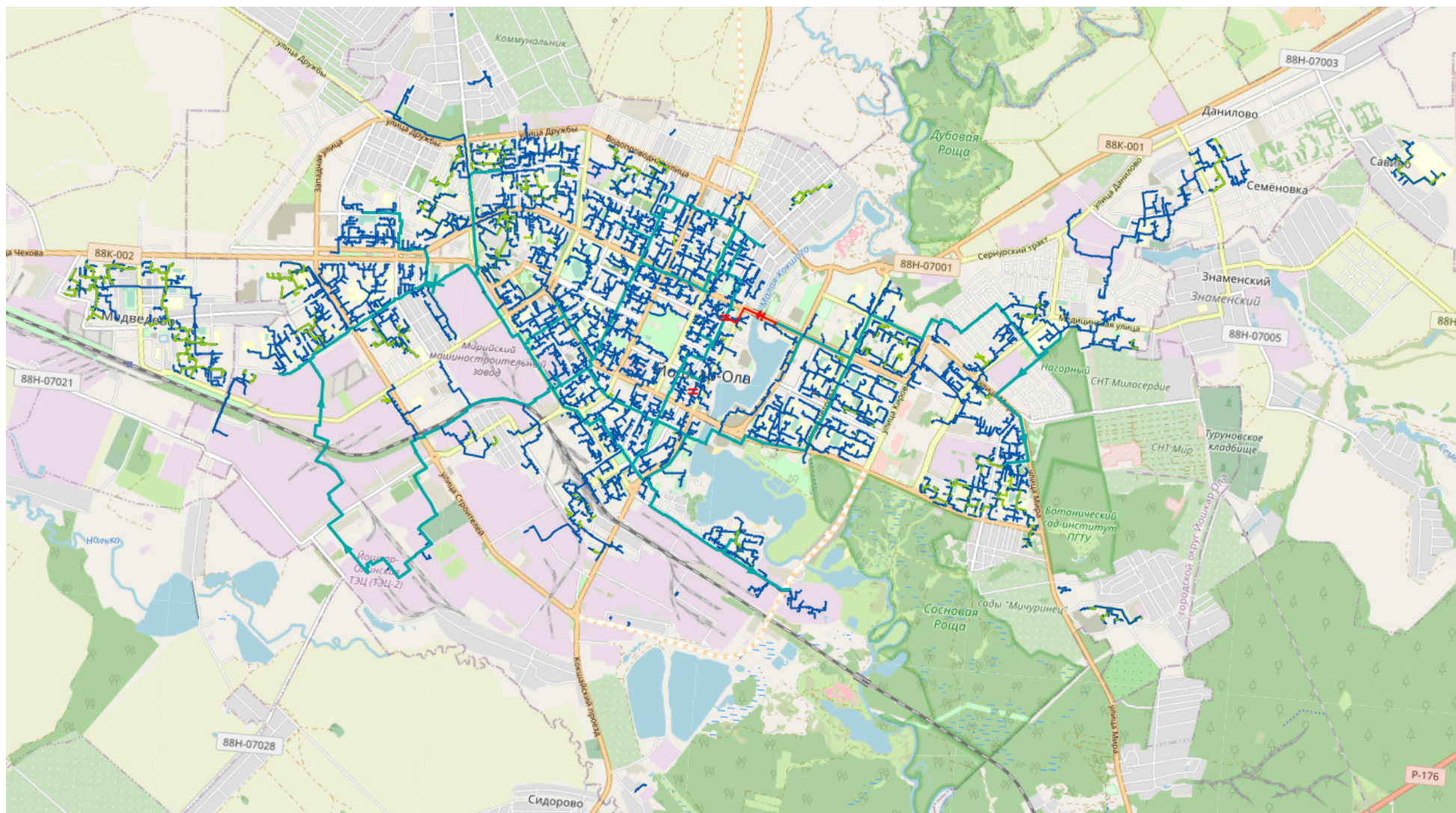


Рис. 3.1. Схема тепловых сетей г. Йошкар-Ола



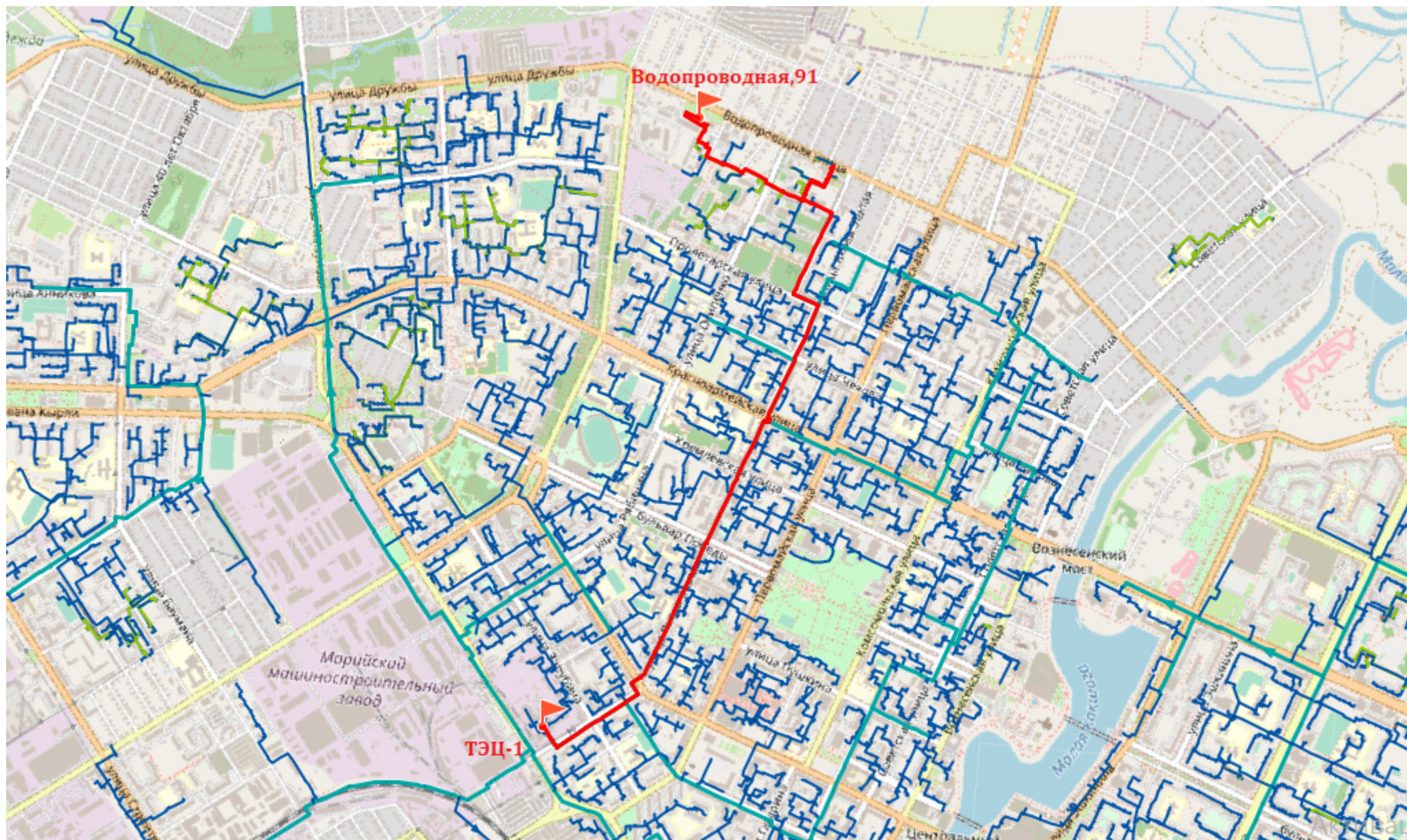


Рис. 3.2. Путь построения пьезометрического графика от ТЭЦ-1 до удалённого потребителя по ул. Водопроводная,91



Пьезометрический график от «ВК ТЭЦ-1» до «ул.Водопроводная,91»

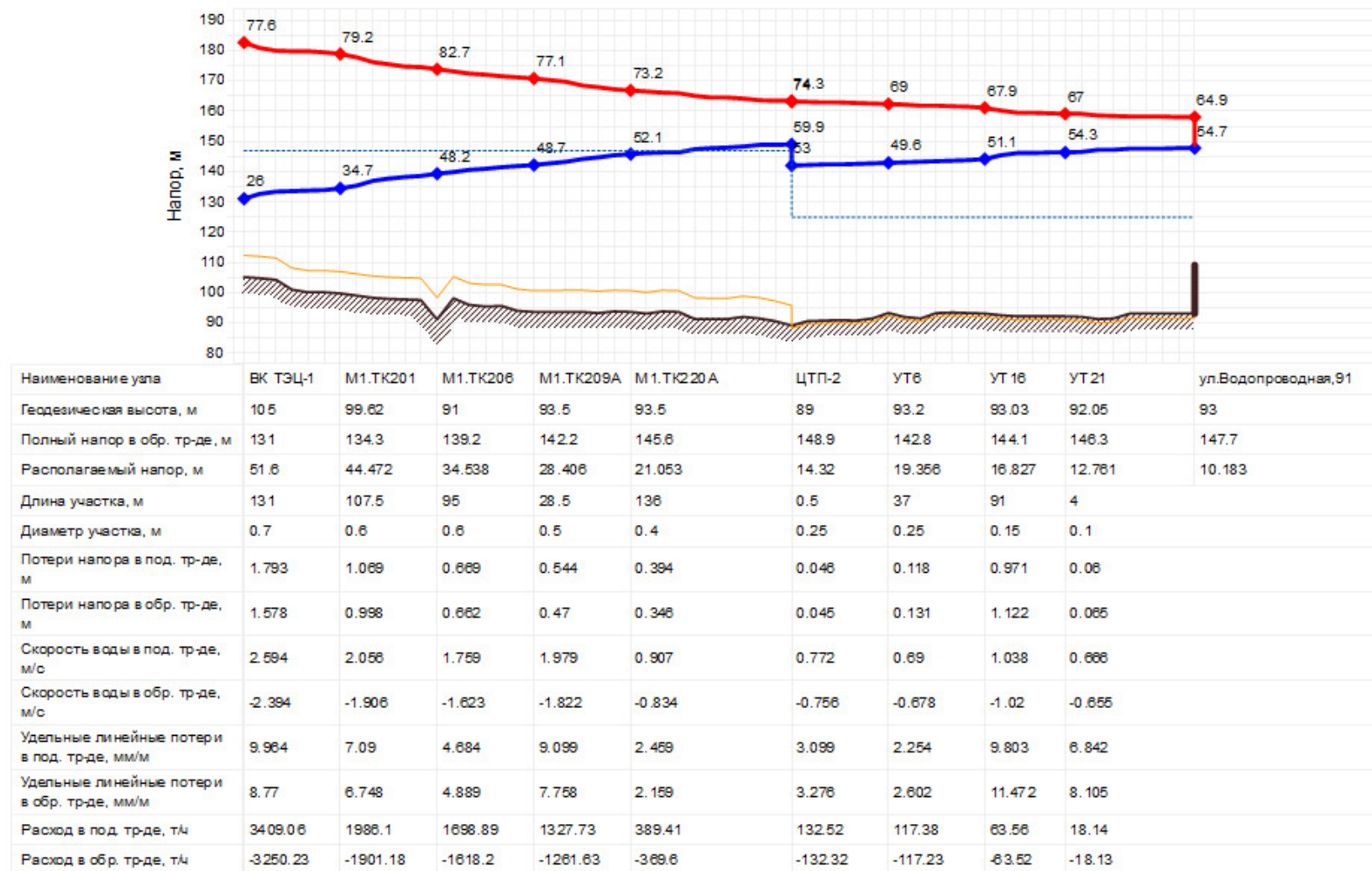


Рис. 3.3. Пьезометрический график от ТЭЦ-1 до удалённого потребителя по ул. Водопроводная,91

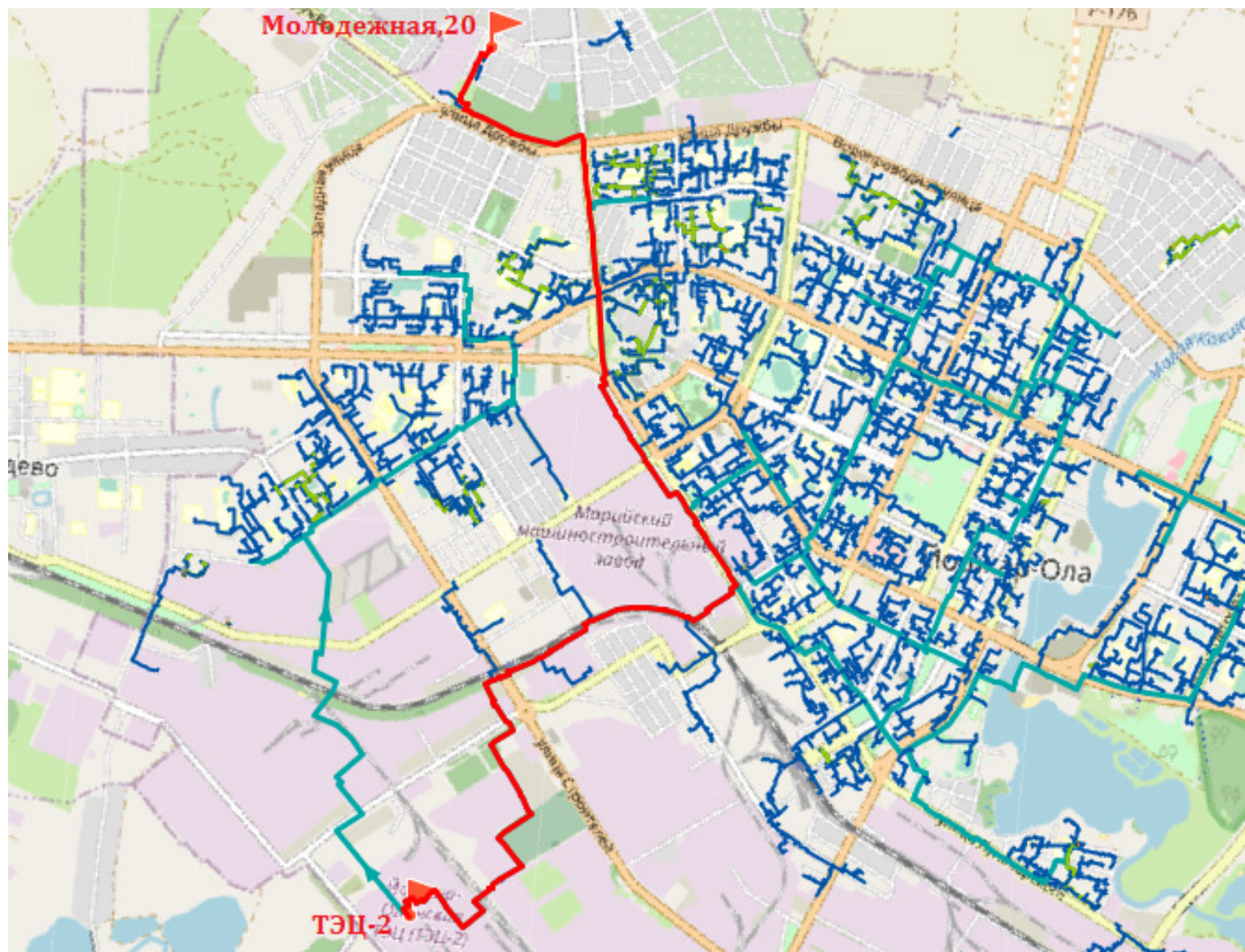
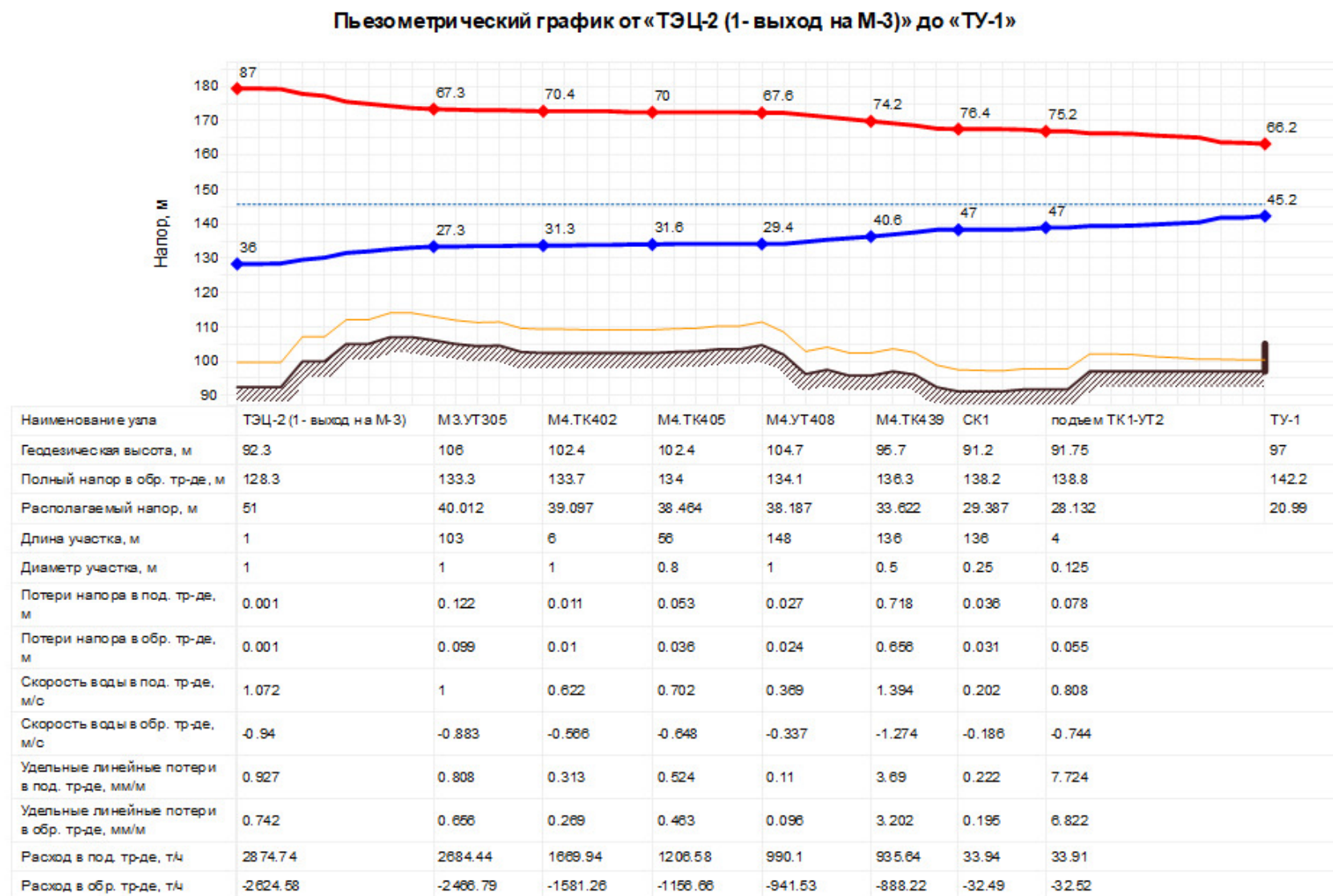


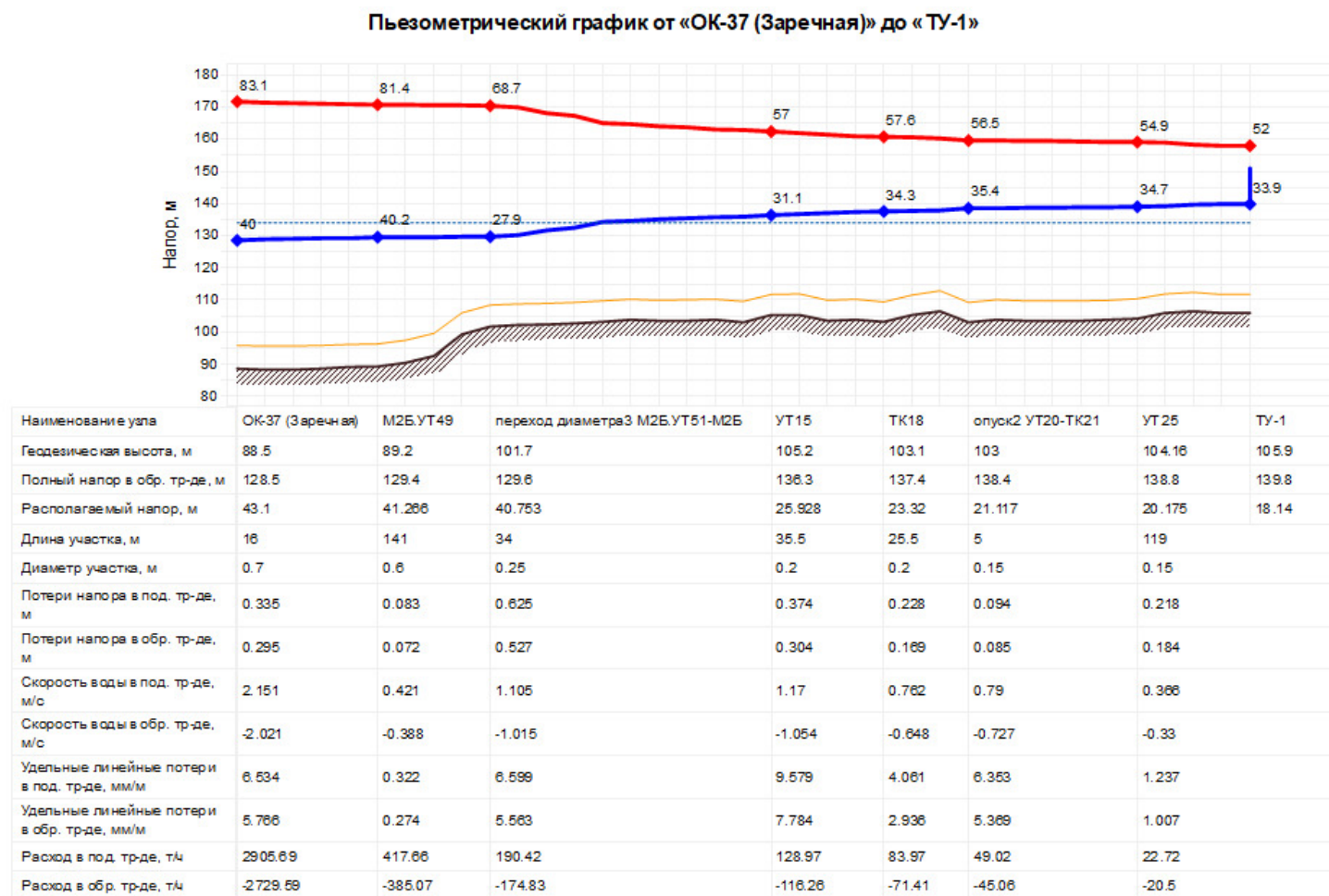
Рис. 3.4. Путь построения пьезометрического графика от ТЭЦ-2 до удалённого потребителя «ТУ-1» по ул. Молодежная,20





**Рис. 3.5. Пьезометрический график от ТЭЦ-2 до удалённого потребителя «ТУ-1» по ул. Молодежная,20**





**Рис. 3.7. Пьезометрический график от ОК-37 до удалённого потребителя «ТУ-1» по ул. Медицинская,136**



### **3.3. План действий по ликвидации последствий аварийных ситуаций с применением электронного моделирования аварийных ситуаций**

В соответствии с требованиями п. 18. 1, раздела V Приказа Минэнерго России от 12.03.2013 № 103 «Об утверждении Правил оценки готовности к отопительному периоду» разработано положение о взаимодействии предприятий занятых в теплоснабжении потребителей. Положение определяет порядок взаимодействия участников системы теплоснабжения и порядок переключений.

Положение подразумевает шесть основных сценариев возможного возникновения аварийных ситуаций, связанных с прекращением теплоснабжения потребителей:

- 1) Перевод тепловой нагрузки на МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ 1» при аварии на тепломагистрали М-3 тепловых сетей Марий Эл и Чувашии филиала «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс»;
- 2) Перевод тепловой нагрузки на филиал «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс» при аварии МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ 1»;
- 3) Перераспределение тепловой нагрузки между МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ 1» и филиалом «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс» при аварии в головном участке (от ТК-0 до ТК-2) тепломагистрали М-1;
- 4) Перевод тепловой нагрузки на МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ 1» при аварии на тепломагистрали М-4 (от УТ-1 до ТК – 404) тепловых сетей Марий Эл и Чувашии;
- 5) Перевод тепловой нагрузки при аварии на ОК-37 (Заречная) на МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ 1»;
- 6) Перевод тепловой нагрузки при аварии на ОК-37 (Заречная) на филиал «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс».

#### **Результаты расчёта гидравлического режима работы систем теплоснабжения**

##### **Первый вариант**

Источник ID=27464 ВК ТЭЦ-1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	186.063, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	139.532, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	9.292, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	21.599, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	4.314, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	2.528, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	5.17465, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.52363, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.68238, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.41762, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3815.112, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3603.940, т/ч
Суммарный расход на подпитку	211.171, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3173.165, т/ч

Суммарный расход на систему вентиляции	197.017, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	199.173, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	56.380, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	183.847, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	5.99953, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	5.99847, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	100.000, м
Давление в обратном трубопроводе	30.000, м
Располагаемый напор	70.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.818, °C

## Второй вариант

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	136.881, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	79.495, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	7.000, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	15.696, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.100, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	3.928, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	16.983, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	1.441, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	6.16639, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	3.37416, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	1.84031, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.85819, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	2042.808, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	1848.892, т/ч
Суммарный расход на подпитку	193.916, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	1217.537, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	94.088, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	148.395, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	383.524, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	12.795, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	170.523, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	16.36339, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	16.36332, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	88.400, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	52.400, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	52.503, °C

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	76.343, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	41.673, Гкал/ч



Расход тепла на систему вентиляции	0.508, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	11.564, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.007, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	3.153, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	10.092, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	2.886, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.32383, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.72954, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.95096, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.45519, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1138.229, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	976.122, т/ч
Суммарный расход на подпитку	162.107, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	636.706, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	6.874, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	109.982, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	203.860, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	35.160, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	137.243, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	8.48198, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	8.48256, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	71.000, м
Давление в обратном трубопроводе	37.000, м
Располагаемый напор	34.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	55.057, °C

### Третий вариант

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	62.839, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	32.008, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	1.192, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	4.891, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.076, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	1.153, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	14.207, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	1.070, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.98079, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.39968, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	1.26310, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.59779, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	951.429, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	871.528, т/ч
Суммарный расход на подпитку	79.901, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	493.270, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	16.265, т/ч

Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	47.381, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	323.214, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	9.627, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	50.635, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	11.44653, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	11.44636, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	88.400, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	52.400, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °С
Температура в обратном трубопроводе	52.983, °С

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	76.343, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	41.673, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.508, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	11.564, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.007, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	3.153, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	10.092, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	2.886, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.32383, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.72954, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.95096, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.45519, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1138.229, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	976.122, т/ч
Суммарный расход на подпитку	162.107, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	636.706, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	6.874, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	109.982, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	203.860, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	35.160, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	137.243, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	8.48198, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	8.48256, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	71.000, м
Давление в обратном трубопроводе	37.000, м
Располагаемый напор	34.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °С
Температура в обратном трубопроводе	55.057, °С

#### **Четвёртый вариант**

Источник ID=27464 ВК ТЭЦ-1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	230.727, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	166.482, Гкал/ч

Расход тепла на систему вентиляции	12.231, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	25.721, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.079, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	5.298, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	7.825, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	3.051, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	5.98661, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.84781, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.76320, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.44302, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	4498.454, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	4219.858, т/ч
Суммарный расход на подпитку	278.595, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3581.383, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	245.403, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	238.249, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	174.920, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	26.914, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	225.675, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	6.71647, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	6.71541, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	96.500, м
Давление в обратном трубопроводе	5.000, м
Располагаемый напор	91.500, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	67.586, °C

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	100.500, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	51.260, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	5.888, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	11.499, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.022, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	2.948, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	16.882, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	1.435, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	5.11170, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.94906, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	1.69136, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.81376, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1514.582, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	1362.273, т/ч
Суммарный расход на подпитку	152.309, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	785.976, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	79.260, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	109.293, т/ч

Расход воды на обобщенные потребители	383.524, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	12.795, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	128.662, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	15.11059, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	15.11051, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	88.400, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	52.400, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	53.525, °C

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	76.343, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	41.673, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.508, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	11.564, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.007, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	3.153, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	10.092, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	2.886, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.32383, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.72954, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.95096, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.45519, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1138.229, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	976.122, т/ч
Суммарный расход на подпитку	162.107, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	636.706, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	6.874, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	109.982, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	203.860, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	35.160, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	137.243, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	8.48198, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	8.48256, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	71.000, м
Давление в обратном трубопроводе	37.000, м
Располагаемый напор	34.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	55.057, °C

### Пятый вариант

Источник ID=27464 ВК ТЭЦ-1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	243.828, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	192.049, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	17.024, Гкал/ч

Расход тепла на открытые системы ГВС	0.227, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.023, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.019, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	12.545, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	7.651, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	7.19375, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	3.38174, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	2.44697, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	1.26733, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	4646.014, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	4495.376, т/ч
Суммарный расход на подпитку	150.638, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	4008.816, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	309.706, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	2.912, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	281.102, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	90.133, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	0.848, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	28.77268, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	28.82050, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	130.200, м
Давление в обратном трубопроводе	5.000, м
Располагаемый напор	125.200, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °С
Температура в обратном трубопроводе	64.446, °С

### **Шестой вариант**

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	277.008, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	138.158, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	15.548, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.366, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.094, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.071, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителей	89.502, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	14.154, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	9.77899, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	5.15224, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	2.86078, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	1.32385, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3271.962, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3130.700, т/ч
Суммарный расход на подпитку	141.261, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	1802.229, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	212.878, т/ч

Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	2.713, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	1133.016, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	98.691, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	2.276, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	0.005, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	19.92462, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	19.93305, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	152.900, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	116.900, м
Температура в подающем трубопроводе	150.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	68.061, °C

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	61.145, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	41.527, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.503, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	0.113, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.007, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	0.034, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	10.073, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	2.752, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.22803, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.61772, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.90647, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.38300, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	893.631, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	840.374, т/ч
Суммарный расход на подпитку	53.257, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	636.701, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	6.874, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	1.133, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	203.860, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	35.160, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	1.495, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	8.48198, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	8.48256, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	71.000, м
Давление в обратном трубопроводе	37.000, м
Располагаемый напор	34.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	49.212, °C



### **3.4. Изменения, внесенные в электронную модель г. Йошкар-Ола за период с последней утвержденной версии схемы теплоснабжения**

На 2022 год настоящей разработки схемы теплоснабжения г. Йошкар-Ола внесены изменения в соответствии с предоставленными данными. Подключены новые потребители, внесены данные по прокладке новых сетей, внесены данные по реконструкции существующих сетей.

В приведен перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2018-2022 гг.



**Табл. 3.2. Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2018-2022 гг.**

<b>Уникальный номер абонента в электронной модели</b>	<b>Адресная привязка</b>	<b>№ кадастрового квартала</b>	<b>Источник тепловой энергии</b>	<b>Номер тепловой камеры</b>	<b>Дата акта включения</b>	<b>Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час</b>	<b>Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час</b>	<b>Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час</b>
35752	г. Йошкар-Ола, ул. В. Интернационалистов, 32А	12:05:0701003:1382	ОК-37 «Заречная»	мкр. Спортивный, ТК-3	2018	0,11	0,11	0,22
40483	г. Йошкар-Ола, ул. Петрова, 21к1	12:05:0701003:0023	ОК-37 «Заречная»	М2В.УТ.Б-9	2018	0,73	0,00	0,73
11549	г. Йошкар-Ола, ул. Целинная 29, пристрой	12:05:0703001:23	ОК-37 «Заречная»	ОК-37. кв.376 , ул. Целинная 29	2019	0,09	0,03	0,12
36517	г. Йошкар-Ола, ул. Кирова 15Б	12:05:0701006:4787	ОК-37 «Заречная (от ЦТП-8)	мкр.Восточный, ТК-6	2019	0,73	0,16	0,89
39841	г. Йошкар-Ола, ул. Строителей 79В	12:05:0302016:2494	ТЭЦ-2 от квартальной тс ТЭЦ-1	ул.Строителей, УТ-18	2019	0,37	0,22	0,59
39889, 39893, 39897	г. Йошкар-Ола, ул. Петрова, 32	12:05:0000000:15221	ОК-37 «Заречная»	мкр. Мирный УТ.Б-7	2019	0,92	0,58	1,50
39839	г. Йошкар-Ола, ул. Прохорова, 48	12:05:0301002:10706	ТЭЦ-2 от квартальной тс ТЭЦ-1	мкр. 9в, УТ-18	2019	0,96	0,10	1,06
39187	г. Йошкар-Ола, б. 70-летия Победы, 4А	12:05:0000000:14856	ОК-37 «Заречная»	мкр. Молодежный УТ.Б-1	2020	0,37	0,22	0,59
39973	г. Йошкар-Ола, ул. Прохорова, 40	12:05:0301002:214	ТЭЦ-2 от квартальной тс ТЭЦ-1	мкр. 9в, УТ.Б-8	2020	0,40	0,23	0,64
37161	г. Йошкар-Ола, ул.	12:05:0506010:	ТЭЦ-1	кв.6 УТ.Б-619	2020	0,73	0,01	0,74

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Номер тепловой камеры	Дата акта включения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час
	Вознесенская 75	18						
40247	г. Йошкар-Ола, ул. Петрова, 32А	12:05:0000000:15717	ОК-37 «Заречная»	мкр. Мирный УТ.Б-7	2021	0,92	0,58	1,50
40396	Б. Победы 19Б(Перинатальный центр)	12:05:0503004:32	ТЭЦ-1	ТК-645	08.11.2021	1,22	0,42	1,64
40485	ул. Петрова 30А (Детсад в мкр. Мирный)	12:05:0000000:15731	ОК-37 «Заречная»	мкр. Мирный УТ.Б8	08.11.2021	0,34	0,21	0,55
40487	ул. Эшкинина 8А (незавершенка)	12:05:0506012:150	ТЭЦ-2 (М2)	на вводе в здание	08.11.2021	0,42	0,11	0,53
40401	пр. Ленинский 26Б (Дом Дружбы)	12:05:0506003:638	ТЭЦ-1	УТ.Б-4532	14.12.2021	0,72	0,18	0,90
		12:05:0506003:639						
		12:05:0506003:617						
		12:05:0506003:65						
40412	Семеновка, ул. Липовая, 10 (МКД в с. Семеновка)	12:05:3301001:7007	ОК-3	УТ-42	24.12.2021	0,5	0,25	0,75
40489	ул. Эшкинина 8Б (незавершенка)	12:05:0506012:151	ТЭЦ-2 (М2)	на вводе в здание	17.03.2022	0,37	0,06	0,43
	ул. Садовая, 66	12:05:3301001:	ОК-3	УТ-73	21.03.2022	0,05	0,00	0,05

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Номер тепловой камеры	Дата акта включения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час
	(Овощехранилище)	37						
40491	ул. Эшкинина 10 (Госархив)	12:05:0506012:32	ТЭЦ-2 (М2)	на вводе в здание	18.08.2022	0,30	0,03	0,33
35011	ул. Луначарского, 41 (ОСК)	12:05:0801006:68	ОК-35	после УУТЭ Водоканала	28.10.2022	0,51	0,00	0,51
		12:05:0801006:69						
40458	Семеновка, ул. Молодежная, 20 (МКД поз. 2)	12:05:3301001:8966	ОК-3	УТ.Б-5	10.11.2022	0,22	0,20	0,42
40499	Красноармейская, 119 ООО «ХОЗТОРГ»	12:05:0801006:68	ТЭЦ-2		2020	н/д	н/д	н/д

#### **4. Электронная модель перспективной системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола**

В перспективном слое электронной модели 2023-2027 гг. предусмотрены:

- переключение ОК-4 на ОК-37 в 2027 году;
- переключение ОК-3 на ОК-37 в 2026 году;
- переключение ОК-35 на ТЭЦ-2 в 2026 году;
- переключение ОК-16 на ТЭЦ-2 в 2024 году;
- переключение ОК-34 на ТЭЦ-2 в 2025 году;

- переключение жилых домов ул. К. Маркса 115, 117, 119, 119а, 123, 134, 136, Панфилова, 1, 3, подключенных к тепловым сетям от котельной ОАО "Марбиофарм", на тепловые сети филиала "Марий Эл и Чувашии" ПАО Т Плюс" в 2023 году;

- реконструкция тепловых сетей с изменением диаметра;
- новое строительство тепловых сетей;
- реконструкция тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения.

К источникам ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ОК-37 подключены новые потребители (Табл. 4.1), внесены данные по перекладке тепловых сетей.

На Рис. 4.1.–4.3. представлены зоны действия ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ОК-37 после перспективных переключений тепловых нагрузок.

**Табл. 4.1. Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в 2023-2027гг.**

<b>Уникальный номер абонента в электронной модели</b>	<b>Адресная привязка</b>	<b>№ кадастрового квартала</b>	<b>Источник тепловой энергии</b>	<b>Год планируемого подключения</b>	<b>Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час</b>	<b>Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час</b>	<b>Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час</b>
40452	Средняя общеобразовательная школа на 825 учащихся, расположенной на земельном участке с кадастровым номером 12:05:0701007:5230 по адресу: РМЭ, ГО "Город Йошкар-Ола, микрорайон "Юбилейный"	12:05:0701007:5230	ОК-37	2024	1,43	0,36	1,79
40454	Средняя общеобразовательная школа в микрорайоне «Восточный» г Йошкар-Олы	12:05:0701006:6448	ОК-37	2024-2025	1,46	0,32	1,78
40481	Учебный корпус ФГБОУ ВО "Марийский государственный университет" на пл. Никонова	12:05:0506009:305	ТЭЦ-1	2026	0,72	0,18	0,90
40456	Жилой дом поз. 32 в квартале, ограниченном улицами Суворова, Рябикина, Зарубина и Лобачевского в городе Йошкар-	12:05:0303001	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 (тепломагистраль М-5)	2026	1,30	0,55	1,85

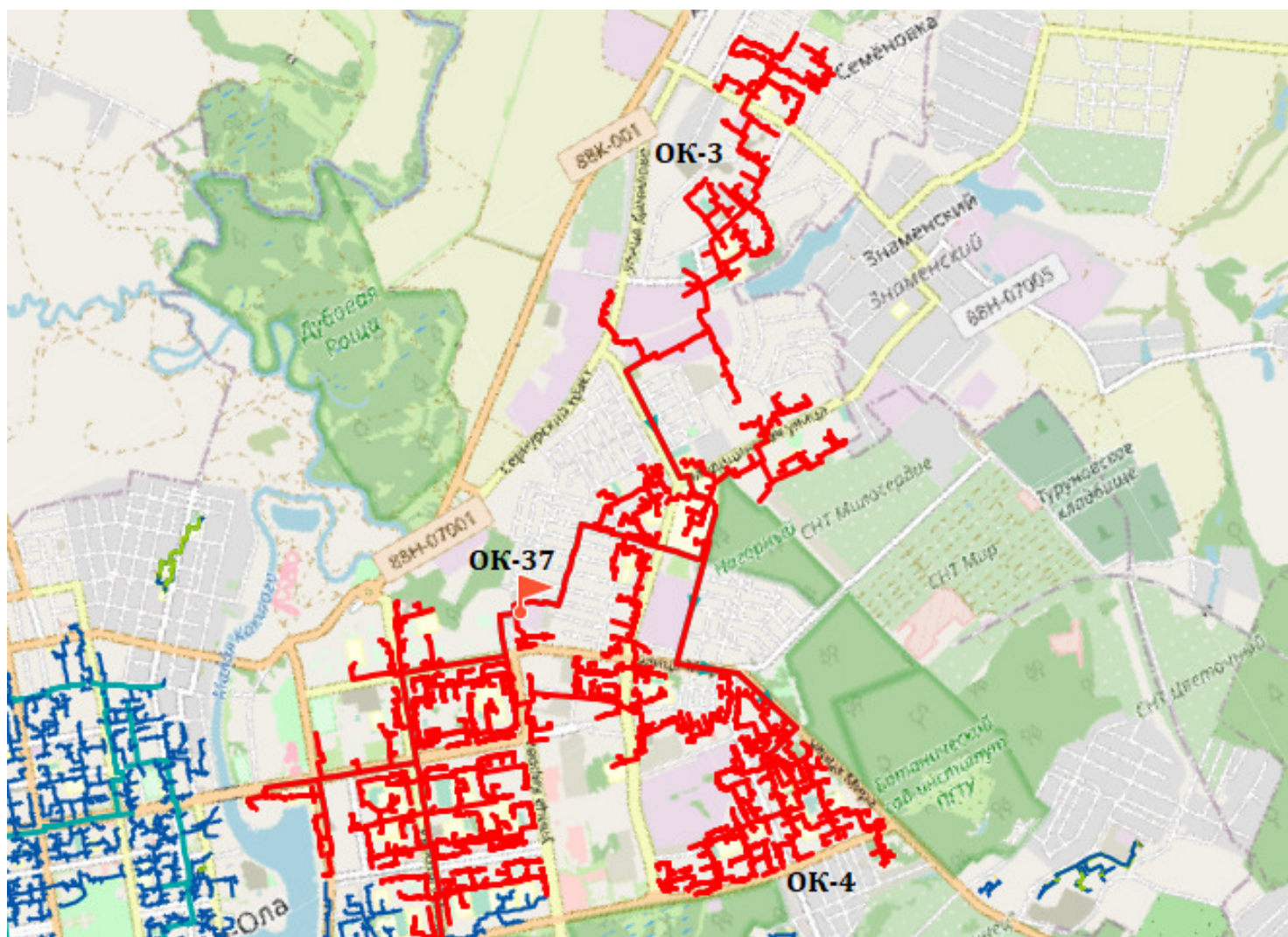
Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час
	Оле;						
40458	Жилой дом поз. 33 в квартале, ограниченном улицами Суворова, Рябинина, Зарубина и Лобачевского в городе Йошкар-Оле;	12:05:0303001	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 (тепломагистраль М-5)	2026	0,70	0,38	1,07
40460	Многоквартирный жилой дом (поз.1) по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Черновка	12:05:0704004:92; 12:05:0704004:1479	ОК-37	2026	0,43	0,20	0,63
40465	Детский сад по адресу: Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, с. Семеновка, ул. Молодежная	12:05:3301001:8352	ОК-3	2026	0,38	0,15	0,53
40463	Детский сад по адресу: Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, с. Семеновка, ул. Молодежная	12:05:3301001:8352	ОК-3	2026	0,38	0,15	0,53

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час
40467	Инновационно-деловой центр» по адресу: г. Йошкар-Ола, ул. Волкова, д. 208 (земельный участок под бывшим кинотеатром «Эрвий").	12:05:0303012:55	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 (тепломагистраль М-2)	2026	0,58	0,11	0,69
40469	Детский сад на 60 мест поз. 15 в составе «Проекта планировки территории части квартала 77, ограниченного улицами Машиностроителей, Рябинина, бульваром Победы и Ленинским проспектом в городе Йошкар-Оле	12:05:0503002	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 (тепломагистраль М-1 через М-5)	2026	0,11	0,10	0,21
40471	Детский сад по проекту планировки территории, ограниченной улицами Карла Либкнехта, Героев Сталинградской битвы, Лебедева, а также бульваром Данилова в г. Йошкар-Оле	12:05:0503002	ОК-4	2026	0,38	0,22	0,59

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час
40475	Встроенно-пристроенный детский сад (поз.14) по ул. Архипово-Шкетана в МКД (поз.13)	12:05:0302008	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 от ЦТП-15 ТЭЦ-1	2025	0,06	0,04	0,10
40479	Детский сад на 320 мест (поз. 37) в квартале, ограниченном улицей Луначарского, проездом Какшан, рекой Малая Кокшага и проектируемым проездом Какшан в городе Йошкар-Оле	12:05:0801006	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 от ЦТП-3 ТЭЦ-2	2026	0,51	0,12	0,63
40477	Школа (реконструкция с пристроем) поз. 13 в квартале, ограниченном улицей Луначарского, проездом Какшан, рекой Малая Кокшага и проектируемым проездом Какшан в городе Йошкар-Оле	12:05:0801006	Йошкар-Олинская ТЭЦ-2 (тепломагистраль М-8)	2026	1,46	0,32	1,78
40450	Предприятие общественного питания быстрого обслуживания "Вкусно и точка"(Йывана	12:05:0302005	ЙОТЭЦ-2	2023	0,24	0,02	0,26

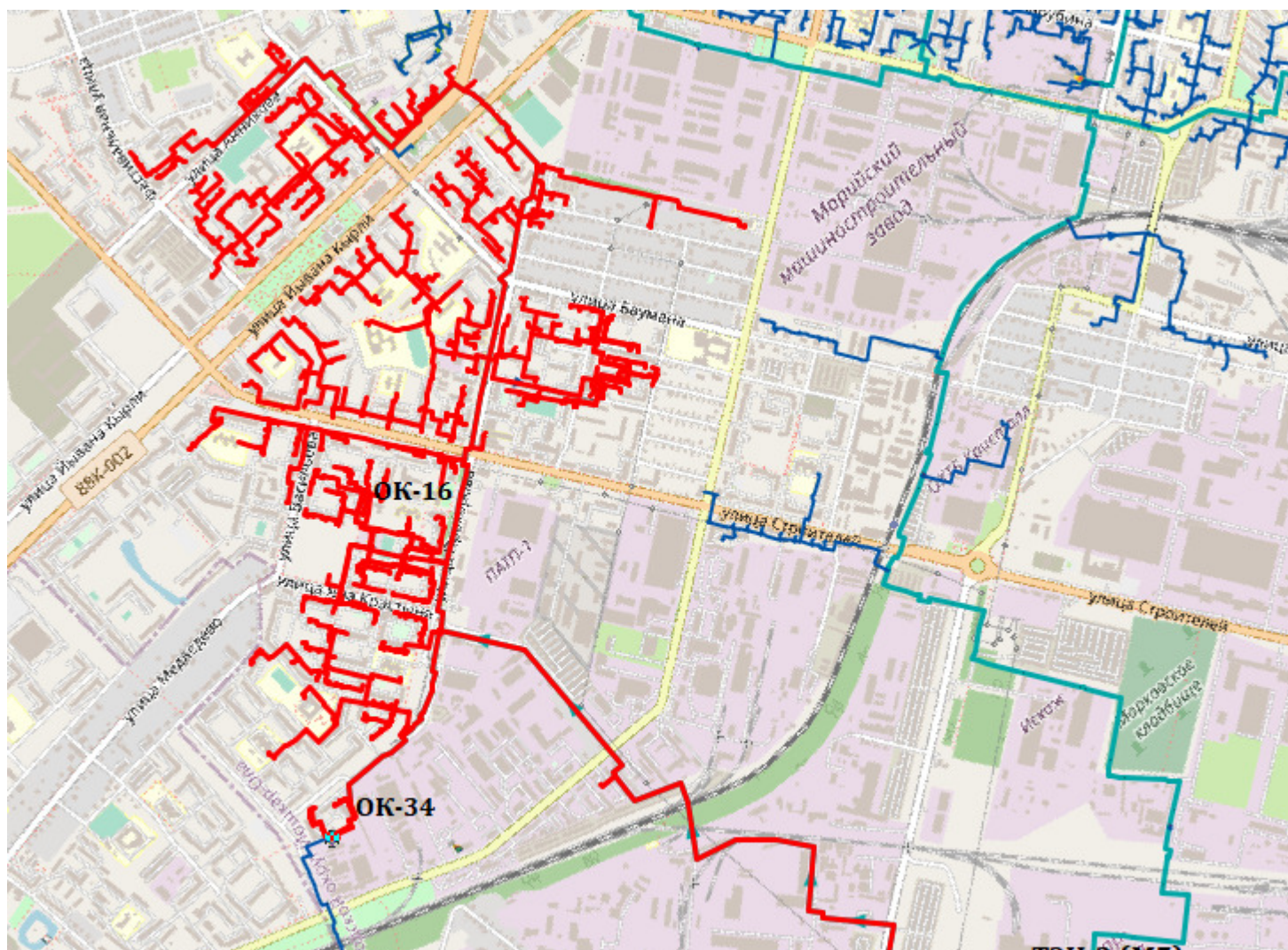


<b>Уникальный номер абонента в электронной модели</b>	<b>Адресная привязка</b>	<b>№ кадастрового квартала</b>	<b>Источник тепловой энергии</b>	<b>Год планируемого подключения</b>	<b>Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час</b>	<b>Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час</b>	<b>Подключенная суммарная тепловая нагрузка, Гкал/час</b>
	Кырля,7)						
40570	Марбиофарм (Карла Маркса,121)	12:05:080100 2	ЙОТЭЦ-2	2024	0,80	0,30	1,10
40574	Республиканская ветеринарная лаборатория Машиностроителей,119б	12:05:030100 5	ЙОТЭЦ-2	2023	0,50	0,10	0,60



**Рис. 4.1. Зона действия ОК-37 после переключения тепловых нагрузок с ликвидации котельных ОК-3 и ОК-4**





**Рис. 4.2. Зона действия ТЭЦ-2 (выход на М-7) после переключения котельных ОК-16 и ОК-34**





**Рис. 4.3. Зона действия ТЭЦ-2 (выход на М-3) после переключения котельных ОК-35 и ОАО «Марбиофарм»**

#### **4.1. Результаты гидравлического расчета перспективной системы теплоснабжения**

Прогнозируемые гидравлические режимы работы тепломагистралей на расчетную температуру наружного воздуха с учётом подключенной перспективной нагрузки за период актуализации (до 2027 года) представлены ниже.

Источник ID=27464 ВК ТЭЦ-1:

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	165.977, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	133.639, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	10.905, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.715, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	0.365, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	2.719, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	5.07327, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.48205, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.66285, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.41584, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3406.557, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3248.502, т/ч
Суммарный расход на подпитку	158.055, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	3137.594, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	258.688, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	146.192, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	78.023, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	4.202, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	5.83898, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	6.02457, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	77.600, м
Давление в обратном трубопроводе	25.000, м
Располагаемый напор	52.600, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	69.259, °C

Источник ID=30478 ТЭЦ-2 (1- выход на М-3):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	194.648, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	124.098, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	6.510, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.819, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	8.202, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	1.855, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	25.468, Гкал/ч



Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	3.601, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	7.85951, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	4.13117, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	2.10469, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.99967, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	2985.913, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	2735.730, т/ч
Суммарный расход на подпитку	250.184, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	2295.936, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	128.901, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	179.774, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	452.834, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	32.283, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	126.921, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	24.068, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	19.20255, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	18.92431, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	87.000, м
Давление в обратном трубопроводе	36.000, м
Располагаемый напор	51.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	53.909, °C

Источник ID=33679 ТЭЦ-2 (2-й выход на М-7):

Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	78.310, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	47.338, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	0.826, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	9.952, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	2.042, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	1.242, Гкал/ч
Расход тепла на обобщенных потребителях	8.847, Гкал/ч
Расход тепла на водоразбор на обобщенных потребителях	1.309, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	3.53093, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	1.80392, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.94397, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.47557, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	1164.559, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	1010.533, т/ч
Суммарный расход на подпитку	154.026, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	975.344, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	15.421, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	125.303, т/ч
Расход воды на обобщенные потребители	134.570, т/ч
Расход воды на отбор воды на обобщенных потребителях	16.438, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	89.916, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	4.657, т/ч

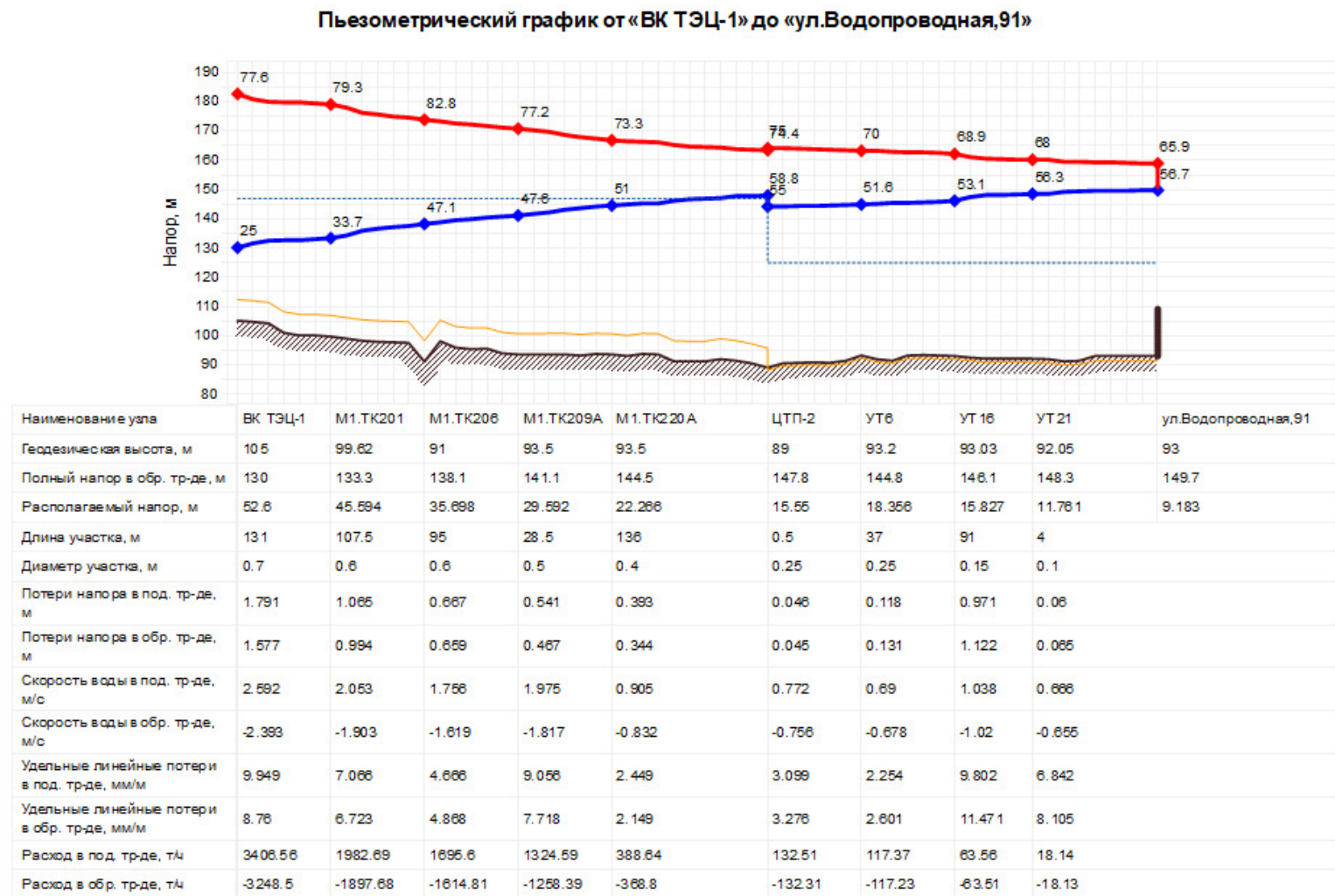
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	6.02456, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	6.26000, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	72.000, м
Давление в обратном трубопроводе	29.000, м
Располагаемый напор	43.000, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	54.272, °C

Источник ID=27490 ОК-37 (Заречная):

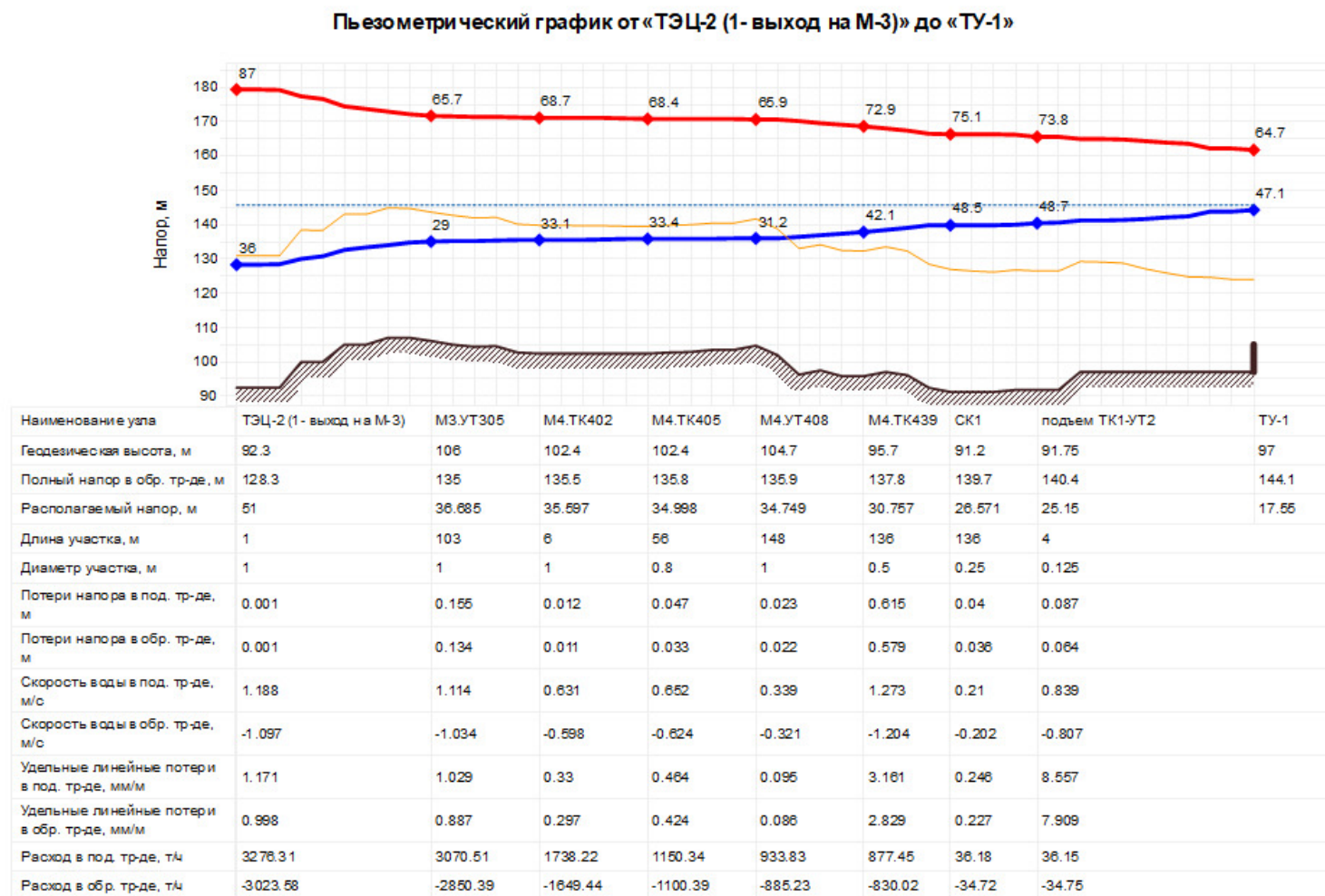
Количество тепла, вырабатываемое на источнике за час	170.489, Гкал/ч
Расход тепла на систему отопления	129.437, Гкал/ч
Расход тепла на систему вентиляции	6.453, Гкал/ч
Расход тепла на открытые системы ГВС	18.420, Гкал/ч
Расход тепла на закрытые системы ГВС	2.751, Гкал/ч
Расход тепла на циркуляцию	5.971, Гкал/ч
Тепловые потери в подающем трубопроводе	4.08326, Гкал/ч
Тепловые потери в обратном трубопроводе	2.07844, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в подающем трубопроводе	0.80124, Гкал/ч
Потери тепла от утечек в обратном трубопроводе	0.49362, Гкал/ч
Суммарный расход в подающем трубопроводе	3558.745, т/ч
Суммарный расход в обратном трубопроводе	3376.006, т/ч
Суммарный расход на подпитку	182.739, т/ч
Суммарный расход на систему отопления	2938.077, т/ч
Суммарный расход на систему вентиляции	145.082, т/ч
Суммарный расход воды на систему ГВС (открытая схема)	168.597, т/ч
Расход воды на циркуляцию из подающего трубопровода	208.753, т/ч
Расход воды на параллельные ступени ТО	90.260, т/ч
Расход воды на утечки из подающего трубопровода	7.07144, т/ч
Расход воды на утечки из обратного трубопровода	7.07066, т/ч
Давление в подающем трубопроводе	91.700, м
Давление в обратном трубопроводе	40.000, м
Располагаемый напор	51.700, м
Температура в подающем трубопроводе	115.000, °C
Температура в обратном трубопроводе	70.454, °C

Пути и пьезометрические графики до наиболее удаленных потребителей после подключения перспективы представлены ниже на Рис. 4.4 – 4.6.

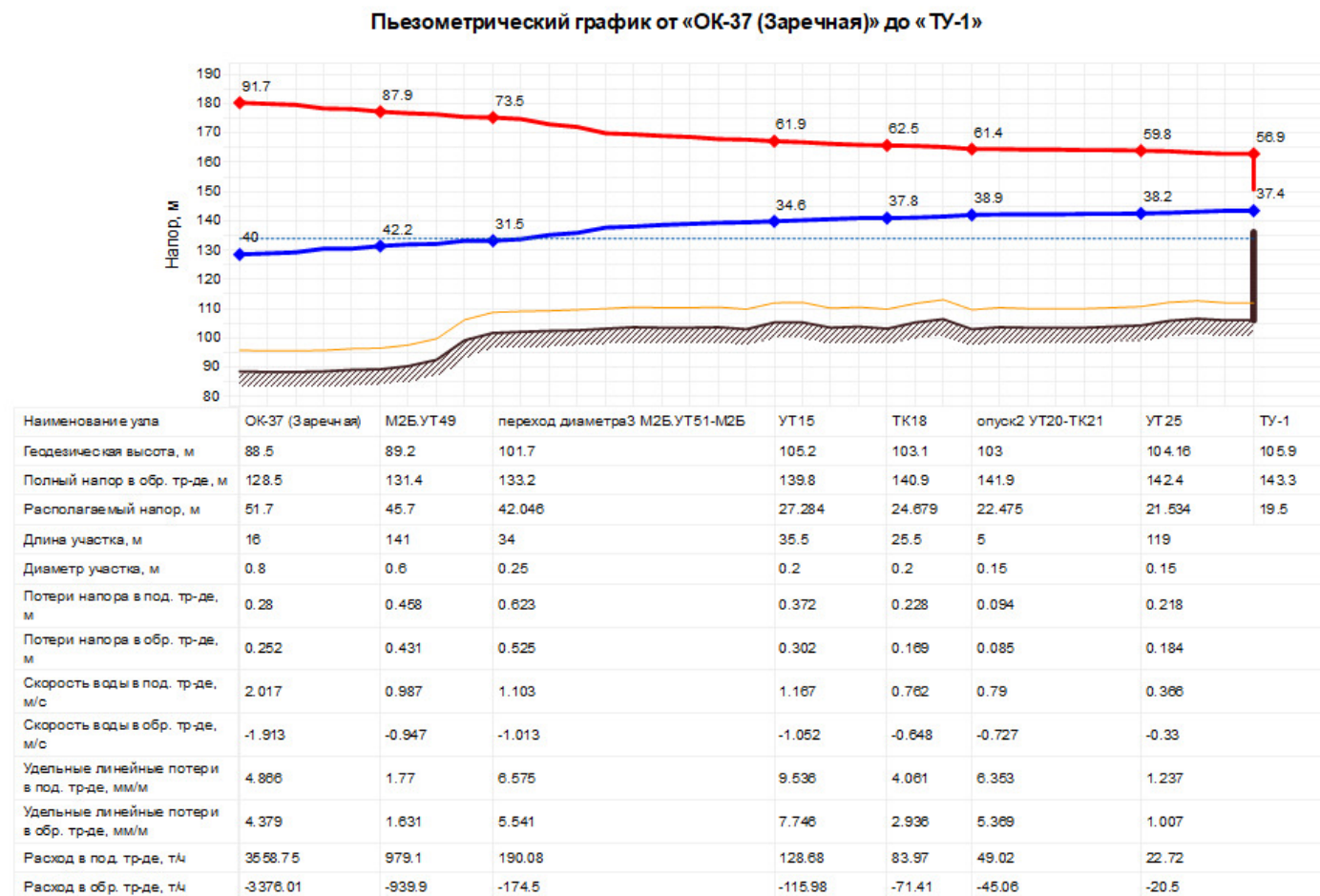




**Рис. 4.4. Пьезометрический график от ТЭЦ-1 до удаленного потребителя по ул. Водопроводная,91 после подключения перспективной нагрузки**



**Рис. 4.5. Пьезометрический график от ТЭЦ-2 до удаленного потребителя по ул. Молодежная,20 после подключения перспективной нагрузки**



**Рис. 4.6. Пьезометрический график от ОК-37 до удаленного потребителя по ул. Медицинская,13б после подключения перспективной нагрузки**

По приведенным выше сравнительным пьезометрическим графикам проанализируем сценарии перспективного развития тепловых сетей:

- величина располагаемого перепада перед узлом наиболее неблагоприятно расположенного потребителя по ул. Водопроводная,91 после подключения перспективных потребителей к ТЭЦ-1 составит  $\square 10$  м.

- величина располагаемого перепада перед узлом наиболее неблагоприятно расположенного потребителя по ул. Молодежная,20 после подключения перспективных потребителей к ТЭЦ-2 составит  $\square 18$  м.

- величина располагаемого перепада перед узлом наиболее неблагоприятно расположенного потребителя по ул. Медицинская,13б после подключения перспективных потребителей к ОК-37 составит  $\square 20$  м.

Таким образом, при подключении перспективных нагрузок запас напора у конечных потребителей является достаточным.

## 5. Заключение

По результатам актуализации электронной модели системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола разработаны модельные слои и базы для геоинформационной системы ZuluGIS – ZuluThermo. Разработанные слои и базы описывают актуальное состояние системы теплоснабжения на 2022 год, подключение перспективных зон теплоснабжения до 2027 года.

Слои электронной модели системы теплоснабжения г. Йошкар-Ола содержат:

- а) графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов;
- б) паспортизацию объектов системы теплоснабжения;
- в) гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;
- г) моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- д) расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку;
- е) расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя;
- ж) расчет показателей надежности теплоснабжения;
- з) групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;
- и) сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.