

Схема теплоснабжения города-курорта  
Кисловодска на период до 2028 года  
Глава 3

«Электронная модель системы  
теплоснабжения»

## Содержание

1.	Электронная модель схемы теплоснабжения города-курорта Кисловодска .....	3
1.1.	Общие положения .....	3
1.2.	Методические основы теплогидравлических расчетов .....	4
1.2.1.	Поверочный теплогидравлический расчет системы теплоснабжения .....	4
1.2.2.	Наладочный теплогидравлический расчет системы теплоснабжения .....	4
1.2.3.	Конструкторский теплогидравлический расчет системы теплоснабжения .....	5
1.2.4.	Пьезометрический график .....	5
1.3.	Электронная модель, описывающая существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения .....	6
1.4.	Электронные модели, описывающие перспективное положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения .....	6



# **1. Электронная модель схемы теплоснабжения города-курорта Кисловодска**

## **1.1. Общие положения**

Электронная модель системы теплоснабжения города-курорта Кисловодска выполнена в геоинформационной системе (ГИС) Zulu 7.0.

Предоставленная среди исходных данных электронная модель была актуализирована с простановкой геодезических отметок, нанесением части источников тепловой энергии и их тепловых сетей. Была выполнена верификация и отладка электронной модели.

Электронная модель содержит модели объектов системы теплоснабжения, спозиционированные с топографической привязкой. На электронной модели отмечены все объекты системы теплоснабжения, как то: действующие источники тепловой энергии, источники, находящиеся в резерве, тепловые сети и сооружения на них, потребители тепловой энергии. Структурной единицей электронной модели является слой.

Топографическая основа содержит геодезическую характеристику городского округа, объекты гидрографии, строения и сооружения, автомобильные и железные дороги.

На электронную модель нанесены границы расчетных элементов территориального деления – градостроительных зон.

Данные о свойствах объектов системы теплоснабжения, их взаимном расположении с учетом реального масштаба и геодезической характеристики дают возможность на базе электронной модели строить информационную и математические модели системы теплоснабжения городского округа.

Структурной единицей электронной модели является слой. Электронная модель города-курорта Кисловодска включает следующие слои:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1) Гидрография площадная;    | 12) Kislovodsk termo;         |
| 2) Районное зонирование;     | 13) ГВС;                      |
| 3) Растительность площадная; | 14) Градостроительные зоны;   |
| 4) Водопроводы;              | 15) Теплосеть 2018;           |
| 5) Дороги линейные;          | 16) Теплосеть 2023;           |
| 6) Дороги площадные;         | 17) Теплосеть 2028;           |
| 7) Железные дороги;          | 18) Рельеф;                   |
| 8) Мосты площадные;          | 19) ЕТО;                      |
| 9) Сооружения площадные;     | 20) Зоны действия источников. |
| 10) Здания;                  |                               |
| 11) Подписи;                 |                               |



## **1.2. Методические основы теплогидравлических расчетов**

### **1.2.1. Поверочный теплогидравлический расчет системы теплоснабжения**

Поверочный расчет производится для определения фактических расходов теплоносителя, гидравлических режимов участков тепловой сети и определения температурных режимов потребителей.

Моделирование может производиться для расчетного режима работы системы теплоснабжения, частичных режимов, а также аварийных режимов работы.

Исходными данными для расчета являются геометрические характеристики сетей, свойства участков сетей, схемы подключения и расчетные тепловые нагрузки потребителей, характеристики источника тепловой энергии – температурный график и располагаемый напор.

В результате расчета определяются расходы теплоносителя и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети. При работе нескольких источников на одну сеть определяются фактические расходы теплоносителя, определяемые гидравлическим режимом работы сети и соответствующее распределение производимой тепловой энергии между источниками.

Проведение поверочного расчета позволяет выявить наличие технических проблем в системе теплоснабжения и дать количественную и качественную характеристику выявленных проблем.

### **1.2.2. Наладочный теплогидравлический расчет системы теплоснабжения**

Целью наладочного расчета является итерационный расчет параметров, определяющих благоприятный гидравлический режим работы системы теплоснабжения. Проведение наладочного расчета обеспечивает подбор режима работы системы теплоснабжения, гарантирующего качественное снабжение потребителей тепловой энергией.

Обеспечение сбалансированности гидравлического режима производится путем регулирования расхода теплоносителя и располагаемого напора на тепловых вводах потребителей. Регулирование гидравлического режима производится путем моделирования установки устройств ограничения напора и ограничения расхода: дроссельных шайб и сопел элеваторов.

В результате расчета программными алгоритмами осуществляется подбор диаметров сопел элеваторов, производится расчет смесительных и дросселирующих устройств, определяется количество и место установки дроссельных шайб.



При проведении расчета в случае нехватки напора на источнике можно либо провести расчет существующей системы теплоснабжения и выявить ее недостатки, либо автоматически скорректировать напор на источнике для получения оптимального теплогидравлического режима работы тепловой сети.

В результате расчета определяются расходы теплоносителя и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети. При работе нескольких источников на одну сеть определяются фактические расходы теплоносителя, определяемые гидравлическим режимом работы сети и соответствующее распределение производимой тепловой энергии между источниками.

### **1.2.3. Конструкторский теплогидравлический расчет системы теплоснабжения**

Конструкторский расчет производится для определения диаметров тепловых сетей при изменении расхода теплоносителя в системе теплоснабжения. Рекомендуемые диаметры тепловых сетей определяются из условий обеспечения заданного расхода теплоносителя и соблюдения условия оптимальной скорости течения теплоносителя, которая составляет порядка 1,5 м/с.

В результате расчета определяются рекомендуемые диаметры тепловых сетей, расходы и скорости движения теплоносителя, потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, располагаемые напоры у потребителей.

### **1.2.4. Пьезометрический график**

Пьезометрический график служит для визуализации гидравлического состояния участка тепловой сети от источника до конечного потребителя по результатам поверочного, наладочного или конструкторского расчета. При этом основными зависимостями являются:

- напор в подающем трубопроводе;
- напор в обратном трубопроводе;
- давление вскипания;
- статический напор.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла расчетного пути наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Пример пьезометрического графика представлен на рисунке 1.2.1.



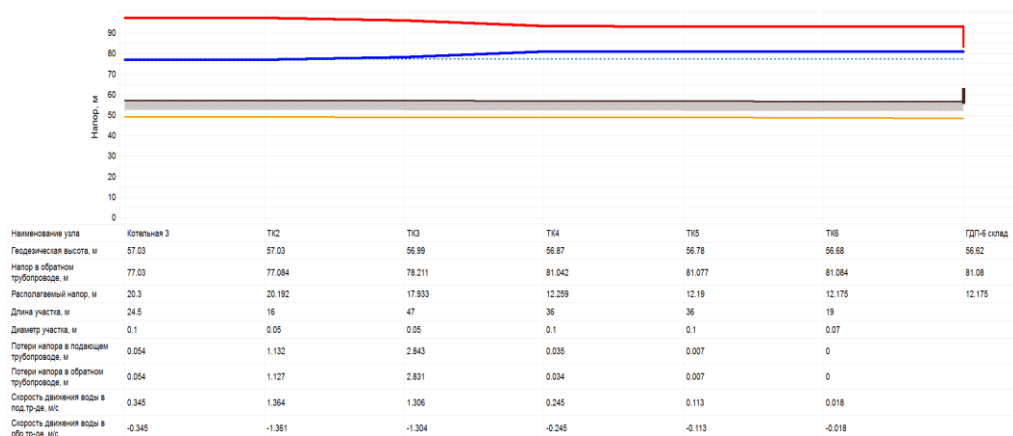


Рисунок 1.2.1. Пример пьезометрического графика

### 1.3. Электронная модель, описывающая существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения

Электронная модель, описывающая существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения приведена в слое «KislovodskThermo». В результате проведения поверочных расчетов были выявлены технические проблемы в работе системы теплоснабжения. Произведенные наладочные расчеты позволили разработать рекомендации по решению данных проблем. Принятые технические и технологические решения подтверждены проведением повторного поверочного расчета.

Выявленные технические проблемы обеспечения качественного теплоснабжения (недостаток располагаемого напора, высокие значения удельных потерь) и способы их решения описаны в Части 3 «Тепловые сети, сооружения на них и тепловые пункты» Главы 1 «Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения». Описание существующих проблем сопровождается пьезометрическими графиками с таблицами параметров теплоносителя по ходу движения.

### 1.4. Электронные модели, описывающие перспективное положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения

Электронные модели перспективного состояния систем теплоснабжения описывают систему теплоснабжения с динамикой ее развития, обоснованной и описанной в Главе 2 «Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения», Главе 6 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению



источников тепловой энергии», Главе 7 «Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них» настоящих Обосновывающих материалов. Электронные модели системы теплоснабжения по состояниям на 2018 г., 2023 г., 2028 г. приведены в соответствующих слоях «Теплосеть 2018», . «Теплосеть 2023», «Теплосеть 2028».

Положениям Главы 2 «Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения» соответствуют изменения, касающиеся перспективных потребителей на электронных моделях схемы теплоснабжения. Перспективные потребители тепловой энергии изображены на моделях перспективного состояния системы теплоснабжения в соответствии с перечнем перспективных потребителей, приведенным в таблице 6.1 Главы 2 «Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения». Потребители смоделированы по расчетной нагрузке или расчетному расходу теплоносителя в соответствии с применяемым источником температурным графиком.

Положениям Главы 6 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии» соответствуют изменения, касающиеся реорганизации старых и строительства новых источников тепловой энергии на электронной модели перспективного состояния системы теплоснабжения.

Положениям Главы 7 «Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них» соответствуют изменения:

1 – участков тепловых сетей, обеспечивающих перераспределение тепловой нагрузки из зон с дефицитом тепловой мощности в зоны с избытком тепловой мощности;

2 – участков тепловых сетей для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки под жилищную, комплексную или производственную застройку во вновь осваиваемых районах поселения;

3 – участков тепловых сетей, обеспечивающих условия, при наличии которых существует возможность поставок тепловой энергии потребителям от различных источников тепловой энергии при сохранении надежности теплоснабжения;

4 – участков тепловых сетей для повышения эффективности функционирования системы теплоснабжения, в том числе за счет перевода котельных в пиковый режим работы или ликвидации котельных;

5 – участков тепловых сетей для обеспечения нормативной надежности теплоснабжения;

6 – участков тепловых сетей с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки;

7 – участков тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса.

