

**Схема теплоснабжения  
Пиндушского городского поселения  
на период до 2041 г.**

**Обосновывающие материалы  
к схеме теплоснабжения:**

**Глава 3  
Электронная модель  
системы теплоснабжения**

**Приложение 2  
Руководство оператора  
(Руководство ZuluThermo)**

---

# Содержание

1. Введение.....	10
1.1. Назначение документа.....	10
2. Общие сведения О ПРК.....	11
2.1. Обозначение и наименование.....	11
2.2. Язык программирования, на котором написана программа.....	11
2.3. Назначение.....	11
2.4. Возможности ПРК.....	11
2.4.1. Состав расчетов.....	11
2.4.2. Наладочный расчет тепловой сети.....	12
2.4.3. Поверочный расчет тепловой сети.....	12
2.4.4. Конструкторский расчет тепловой сети.....	12
2.4.5. Расчет температурного графика.....	13
2.4.6. Пьезометрический график.....	13
2.4.7. Коммутационные задачи.....	14
2.4.8. Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию.....	14
2.5. Описание основных характеристик и особенностей.....	15
2.6. Ограничение области применения.....	15
2.7. Взаимодействие с другими программами.....	15
2.7.1. Создание модулей расширения системы (plug-ins).....	16
2.7.2. ZuluXTools.....	16
2.8. Экспорт и импорт.....	16
3. Условия применения программы.....	17
3.1. Сведения о технических средствах и Операционных системах.....	17
4. Элементы модели тепловой сети.....	18
4.1. Источник.....	18
4.2. Участок.....	20
4.2.1. Начало и конец участка.....	21
4.2.2. Направление.....	21
4.2.3. Вспомогательный участок.....	22
4.3. Потребитель.....	22
4.3.1. Потребитель.....	22
4.3.2. Обобщенный потребитель.....	23
4.4. Узел.....	24
4.4.1. Простой узел.....	24
4.5. Центральный тепловой пункт (ЦТП).....	25
4.5.1. Вспомогательный участок для ЦТП.....	26
4.6. Насосная станция.....	27
4.6.1. Задвижка.....	28
4.6.2. Перемычка.....	29
4.7. Дросселирующие устройства.....	30
4.7.1. Дроссельная шайба.....	30
4.7.2. Регулятор располагаемого напора.....	31
4.7.3. Регулятор расхода.....	31
4.7.4. Регулятор давления.....	32
5. Моделирование тепловой сети.....	33
5.1. Введение.....	33
5.1.1. Изображение тепловой сети на карте.....	33
5.1.2. Схематическое изображение тепловой сети.....	33
5.1.3. Упрощенное и детальное изображение сети.....	34
5.2. Последовательность действий.....	34
5.3. Создание слоя тепловой сети.....	35
5.3.1. Файлы слоя тепловых сетей.....	37
5.4. Загрузка слоя в карту.....	38
5.5. Структура слоя.....	39
5.5.1. Открытие редактора структуры слоя.....	40
5.5.1.1. Сохранение изменений и выход.....	41
5.5.2. Символы.....	42
5.5.2.1. Создание нового символа в библиотеке символов.....	42
5.5.2.2. Редактирование символа в библиотеке символов.....	43
5.5.2.3. Удаление символа из библиотеки.....	43

5.5.3. Импорт символов из библиотеки других слоев .....	43
5.5.4. Базы данных .....	46
5.5.5. Типы и режимы объектов сети .....	47
5.5.5.1. Типы объектов .....	47
5.5.5.1.1. Подключенная к типу база данных .....	48
5.5.5.1.2. Просмотр подключений к типу базы .....	48
5.5.5.1.3. Замена используемой типовым объектом базы данных .....	48
5.5.5.2. Создание нового типа объектов .....	49
5.5.5.3. Удаление типа .....	51
5.5.5.4. Редактирование параметров уже существующего типа .....	51
5.5.6. Режимы объектов .....	52
5.5.6.1. Создание нового режима объекта .....	53
5.5.6.1.1. Состояние объектов сети .....	54
5.5.6.1.2. Правила добавления режимов .....	54
5.5.6.1.3. Последовательность действий по добавлению режима .....	55
5.5.6.2. Изменение размеров символов тепловой сети .....	57
5.5.6.3. Изменение внешнего вида символов тепловой сети .....	58
5.5.6.4. Удаление режима .....	59
5.5.6.5. Импорт типов и режимов .....	59
5.5.6.6. Пример создания режима для уже существующего типа «Узел» .....	61
5.5.7. Печать объектов, входящих в структуру слоя .....	62
5.6. Ввод объектов сети .....	63
5.6.1. Включение режима редактирования слоя .....	63
5.6.2. Последовательность действий при вводе .....	64
5.6.2.1. Первый способ изображения сети .....	64
5.6.2.2. Второй способ изображения сети .....	66
5.6.3. Ввод участка .....	68
5.6.4. Ввод точек перелома (поворота) участка .....	69
5.6.5. Отмена введенных точек .....	70
5.6.6. Ввод за пределами экрана .....	70
5.6.7. Отмена ввода объектов .....	70
5.7. Редактирование сети .....	71
5.7.1. Редактирование одиночных объектов .....	71
5.7.1.1. Перемещение объекта .....	71
5.7.1.2. Поворот символьного объекта .....	72
5.7.1.3. Дублирование одиночного объекта .....	73
5.7.1.4. Смена типа или режима объекта .....	73
5.7.1.5. Смена направления участка тепловой сети .....	74
5.7.1.6. Удаление объекта .....	75
5.7.1.7. Разбиение участка на два узловым объектом (Ввод объекта на существующую сеть) .....	75
5.7.1.8. Объединение последовательно соединенных участков (Удаление объекта с нанесенной сети) .....	75
5.7.2. Редактирование элементов объекта .....	76
5.7.3. Перемещение узла .....	76
5.7.4. Перемещение отрезка .....	77
5.7.5. Добавление точки перелома .....	77
5.7.6. Удаление точки перелома .....	78
5.7.7. Перепривязка участка .....	79
5.7.8. Контроль ошибок при вводе .....	80
6. Исходные данные для выполнения инженерных расчетов .....	81
6.1. Исходные данные для выполнения наладочного и поверочного расчетов .....	81
6.1.1. Занесение данных по элементам сети .....	82
6.1.1.1. Источник .....	82
6.1.1.2. Потребитель .....	84
6.1.1.2.1. Информация по потребителю, необходимая для выполнения расчетов .....	85
6.1.1.3. Центральный тепловой пункт (ЦТП) .....	89
6.1.1.3.1. Данные по системе отопления ЦТП .....	90
6.1.1.3.2. Данные по системе ГВС на ЦТП .....	91
6.1.1.4. Обобщенный потребитель .....	94
6.1.1.5. Участок тепловой сети .....	95
6.1.1.6. Насосная станция .....	97
6.1.1.7. Вычисляемая дроссельная шайба .....	98

6.1.1.8. Устанавливаемая дроссельная шайба .....	99
6.1.1.9. Регулятор давления.....	100
6.1.1.10. Регулятор располагаемого напора.....	100
6.1.1.11. Регулятор расхода.....	100
6.1.2. Испытательные параметры теплообменного аппарата .....	100
6.1.2.1. Схемы с параллельным подключением теплообменника на ГВС .....	101
6.1.3. Дополнительные исходные данные для расчета с учетом тепловых потерь .....	103
6.1.3.1. Расчет по нормированным потерям.....	103
6.1.3.2. Расчет тепловых потерь с учетом фактической изоляции .....	104
6.2. Исходные данные для выполнения конструкторского расчета .....	105
6.2.1. По потребителям .....	105
6.2.2. По участкам .....	106
6.3. Исходные данные для построения температурного графика .....	107
7. Настройки расчетов .....	108
7.1. Настройка расчета тепловых потерь .....	108
7.2. Настройка расчета потерь напора.....	109
7.3. Выбор и настройка параметров теплоносителя .....	110
7.4. Настройка расчета утечек .....	111
7.5. Настройка протоколирования отчета .....	111
7.6. Настройка раскраски .....	112
7.7. Настройка расчета ГВС .....	112
7.7.1. Задание способа вычисления циркуляционного расхода воды на ГВС .....	114
7.8. Настройка использования исходных данных .....	114
7.9. Настройка HASP .....	115
7.10. Настройка используемых единиц измерения .....	116
8. Наладочный расчет.....	117
8.1. Цель расчета .....	117
8.2. Описание и методика выполнения наладочного расчета.....	117
8.2.1. Открытая система горячего водоснабжения .....	117
8.2.1.1. Без регулятора температуры на систему ГВС .....	117
8.2.1.2. С установленным регулятором температуры на систему ГВС .....	120
8.2.2. Закрытая система горячего водоснабжения .....	122
8.2.2.1. Без регулятора температуры на систему ГВС .....	122
8.2.2.2. С установленным регулятором температуры .....	125
8.3. Запуск расчета .....	127
8.4. Результаты наладочного расчета.....	128
8.4.1. По всем объектам .....	128
8.4.2. По источнику .....	129
8.4.3. По потребителям .....	130
8.4.4. По участкам .....	132
8.4.5. По дросселирующим устройствам .....	133
8.5. Пример наладочного расчета .....	136
9. Поверочный расчет.....	139
9.1. Цель расчета .....	139
9.2. Запуск расчета .....	139
9.3. Расчет аварийных ситуации .....	141
9.3.1. Расчет системы централизованного теплоснабжения при нехватке установленной мощности на источнике .....	141
9.4. Результаты поверочного расчета.....	142
9.4.1. По всем объектам .....	142
9.4.2. По источнику .....	142
9.4.3. По потребителям .....	143
9.4.4. По ЦТП.....	143
9.4.5. По участкам .....	144
9.5. Пример поверочного расчета .....	145
9.5.1. Максимальный водоразбор горячей воды из подающего трубопровода .....	145
9.5.2. Максимальный водоразбор горячей воды из обратного трубопровода .....	147
9.5.3. Анализ результатов поверочных расчетов .....	149
10. Конструкторский расчет.....	152
10.1. Цель расчета .....	152
10.2. Запуск расчета .....	152
10.3. Результаты конструкторского расчета .....	155
10.4. Пример конструкторского расчета .....	155



11. Расчет температурного графика .....	159
11.1. Цель расчета.....	159
11.2. Описание и методика проведения расчета .....	159
11.2.1. График качественного регулирования по отопительной нагрузке .....	159
11.2.2. Без учета тепловых потерь в тепловых сетях.....	160
11.2.3. С учетом тепловых потерь в тепловых сетях .....	160
11.3. Запуск расчета.....	160
11.4. Просмотр результатов расчета .....	162
11.5. Сохранение результатов расчета температурного графика.....	163
12. Расчет годовых нормируемых потерь через тепловую изоляцию .....	164
12.1. Цель расчета .....	164
12.2. Описание и методика проведения расчета .....	164
12.2.1. Расчет нормируемых тепловых потерь.....	164
12.2.1.1. Пример 1 .....	167
12.2.1.2. Пример 2.....	168
12.2.2. Определение часовых удельных тепловых потерь на основании расчета .....	169
12.2.2.1. Расчет для подземной канальной прокладки .....	169
12.2.2.2. Расчет для подземной бесканальной прокладки .....	171
12.2.2.3. Расчет для надземной прокладки .....	172
12.3. Запуск расчета.....	173
12.4. Экспорт в EXCEL.....	176
13. Возможные ошибки расчетов .....	177
13.1. Ошибки по топологии сети .....	177
13.2. Ошибки по семантической информации.....	178
13.3. Ошибки по результатам расчета.....	178
13.4. Остальные ошибки.....	181
14. Коммутационные задачи .....	183
14.1. Цель расчета .....	183
14.2. Описание и методика расчета итоговых значений.....	183
14.2.1. Объем воды в подающем и обратном трубопроводе .....	183
14.2.2. Расчетная нагрузка на отопление .....	183
14.2.3. Расчетная нагрузка на вентиляцию.....	183
14.2.4. Расчетная средняя нагрузка на ГВС.....	183
14.2.5. Объем внутренних систем теплоснабжения .....	183
14.2.6. Объем воды в системе отопления .....	184
14.2.7. Объем воды в системе вентиляции .....	184
14.2.8. Объем воды в системе ГВС .....	184
14.2.9. Суммарный объем воды.....	184
14.3. Запуск расчета.....	184
14.4. Анализ переключений.....	185
14.4.1. Запуск анализа переключений .....	186
14.5. Поиск в слое-подложке .....	188
14.6. Настройки.....	188
14.6.1. Слой сети .....	189
14.6.2. Анализ переключений.....	190
14.6.3. Слой подложка.....	191
14.6.4. Раскраска .....	192
14.7. Работа со списком объектов.....	193
14.8. Просмотр результатов расчета .....	194
14.8.1. Навигация .....	194
14.8.2. Печать отчета .....	195
14.8.3. Экспорт в MS Excel .....	195
14.8.4. Экспорт в HTML.....	196
15. Пьезометрический график.....	197
15.1. Построение пьезометрического графика.....	197
15.1.1. Панель инструментов пьезометрического графика.....	198
15.2. Сохранение пьезометрического графика .....	199
15.3. Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel .....	200
15.4. Экспорт пьезометрического графика .....	201
15.5. Совмещение пьезометрических графиков .....	201
15.6. Быстрая настройка пьезометрического графика.....	202
15.6.1. Выделение пьезографика .....	202
15.6.2. Изменение внешнего вида пьезографика .....	203

15.6.3. Изменение масштаба пьезографика.....	203
15.6.4. Настройка кривых пьезографика .....	203
15.6.5. Изменение свойств пьезографика .....	203
15.7.Создание нового шаблона пьезометрического графика .....	204
15.7.1. Раздел «График».....	205
15.7.1.1. Шкала.....	206
15.7.2. Раздел «Кривые».....	207
15.7.2.1. Отображение узлов.....	209
15.7.2.2. Штриховка.....	210
15.7.2.3. Надписи на пьезометрическом графике .....	211
15.7.3. Раздел таблица .....	213
16.Отображение семантической информации на карте .....	217
17.Автоматическое занесение исходных данных .....	218
17.1.Автоматическое занесение длины с карты .....	218
17.2.Автоматическое занесение начала и конца участков.....	219
17.3.Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа .....	220
18.Раскраска сети .....	222
18.1.Раскраска с помощью встроенных фильтров .....	223
18.1.1. Запуск раскраски .....	223
18.1.2. Настройки раскраски.....	223
18.2.Раскраска с помощью собственного фильтра .....	225
18.2.1. Создание нового тематического файла .....	225
18.2.2. Редактирование тематического файла.....	227
18.3.Подключение тематической окраски .....	228
18.3.1. Обновление тематической окраски.....	228
18.4.Пример создания тематического фильтра .....	229
19.Справочники.....	232
19.1.Справочник по трубам .....	232
19.1.1. Открытие справочника по трубам .....	232
19.1.2. Выбор материала трубопровода .....	234
19.1.3. Добавление нового диаметра к существующему материалу .....	234
19.1.4. Удаление диаметра.....	235
19.1.5. Добавление нового материала в справочник .....	235
19.1.6. Удаление материала из справочника.....	236
19.2.Справочник по насосам .....	236
19.2.1. Открытие справочника по насосам.....	238
19.2.2. Выбор марки насоса из справочника .....	239
19.2.3. Добавление марки в справочник .....	240
19.2.4. Импорт данных по насосам.....	241
19.2.5. Экспорт данных по насосам.....	241
19.2.6. Удаление насоса .....	241
19.3.Справочник по запорной арматуре.....	241
19.3.1. Открытие справочника по запорной арматуре .....	243
19.3.2. Выбор марки запорной арматуры из справочника.....	244
19.3.3. Добавление марки в справочник .....	245
19.3.4. Импорт данных по запорным устройствам.....	246
19.3.5. Экспорт данных по запорным устройствам .....	247
19.3.6. Удаление запорного устройства из справочника .....	247
19.4.Справочник по теплоносителям .....	247
19.4.1. Открытие справочника .....	247
19.4.2. Добавление нового теплоносителя в справочник .....	248
19.4.3. Редактирование существующего теплоносителя .....	249
19.4.4. Удаление теплоносителя из справочника.....	249
19.4.5. Переименование теплоносителя .....	249
19.5.Справочник по местным сопротивлениям .....	249
19.5.1. Открытие справочника по местным сопротивлениям .....	249
19.5.2. Занесение местных сопротивлений .....	251
20.Таблицы баз данных элементов тепловой сети .....	253
20.1.Источник тепловой сети.....	253
20.2.Участок тепловой сети .....	254
20.3.Центральный тепловой пункт.....	256
20.4.Потребитель.....	259
20.5.Обобщенный потребитель.....	262

20.6. Узел тепловой сети.....	263
20.7. Дросселирующий узел.....	263
20.8. Насосная станция .....	264
20.9. Запорная арматура.....	265
20.10. Перемычка.....	265
21. Как получить обновление?.....	266
21.1. Обновление справочной системы.....	266
21.2. После установки обновления.....	266
Приложение 1. Схемы подключения.....	268
1. Расчетные схемы присоединения абонентских вводов (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) к тепловой сети .....	268
1.1. Схема № 1 .....	268
1.2. Схема № 2 .....	268
1.3. Схема № 3 .....	269
1.4. Схема № 4 .....	269
1.5. Схема № 5 .....	269
1.6. Схема № 6 .....	270
1.7. Схема № 7 .....	270
1.8. Схема № 8 .....	270
1.9. Схема № 9 .....	271
1.10. Схема № 10.....	271
1.11. Схема № 11.....	271
1.12. Схема № 12.....	272
1.13. Схема № 13.....	272
1.14. Схема № 14.....	272
1.15. Схема № 15.....	273
1.16. Схема № 16.....	273
1.17. Схема № 17.....	273
1.18. Схема № 18.....	274
1.19. Схема № 19.....	274
1.20. Схема № 20.....	274
1.21. Схема № 21.....	275
1.22. Схема № 22.....	275
1.23. Схема № 23.....	275
1.24. Схема № 24.....	276
1.25. Схема № 25.....	276
1.26. Схема № 26.....	276
1.27. Схема № 27.....	276
1.28. Схема № 28.....	277
1.29. Схема № 29.....	277
1.30. Схема № 30.....	277
1.31. Схема № 31.....	278
1.32. Схема № 32.....	278
1.33. Схема № 33.....	278
2. Расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети .....	279
2.1. Схема № 1 .....	279
2.2. Схема № 2 .....	279
2.3. Схема № 3 .....	279
2.4. Схема № 4 .....	280
2.5. Схема № 5 .....	280
2.6. Схема № 6 .....	280
2.7. Схема № 7 .....	280
2.8. Схема № 8 .....	281
2.9. Схема № 9 .....	281
2.10. Схема № 10.....	281
2.11. Схема № 11.....	281
2.12. Схема № 12.....	282
2.13. Схема № 13.....	282
2.14. Схема № 14.....	282
2.15. Схема № 15.....	283
2.16. Схема № 16.....	283
2.17. Схема № 17.....	283
2.18. Схема № 18.....	284

2.19.Схема № 19 .....	284
2.20.Схема № 20 .....	284
2.21.Схема № 21 .....	285
2.22.Схема № 22 .....	285
2.23.Схема № 23 .....	285
2.24.Схема № 24 .....	286
2.25.Схема № 25 .....	286
2.26.Схема № 26 .....	286
2.27.Схема № 27 .....	286
2.28.Схема № 28 .....	287
2.29.ЦТП №29 .....	287
Приложение 2.Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети.....	288
Приложение 3.Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода.....	289
Приложение 4.Коэффициенты теплопроводности изоляции .....	290
Приложение 5.Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети.....	292
Приложение 6.Нормы тепловых потерь .....	293
1.Нормы тепловых потерь (плотность теплового потока) водяными теплопроводами .....	293
2.Нормы плотности теплового потока .....	295
2.1. Коэффициент K2, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя из пенополиуретана, полимербетона, фенольного поропласта ФЛ.....	295
2.2. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов на открытом воздухе.....	295
2.3. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов в помещении и тоннеле .....	297
2.4. Норма плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах. ....	299
2.5. Норма плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов при двухтрубной подземной бесканальной прокладке водяных тепловых сетей.....	301
2.6. Норма плотности теплового потока через поверхность изоляции трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и подземной бесканальной прокладке .....	303
2.7. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе .....	305
2.8. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении и тоннеле .....	307
2.9. Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе .....	308
2.10. Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении .....	310
2.11. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной канальной прокладке .....	312
2.12. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземном бесканальной прокладке .....	313
Приложение 7.Характеристики насосов для систем теплоснабжения .....	316

---

# Глава 1. Введение

## 1.1. Назначение документа

Данное руководство предназначено для инженерно-технического персонала, выполняющего тепло-гидравлические расчеты систем теплоснабжения на программно-расчетном комплексе ZuluThermo™. При работе с программой не требуются глубокие знания по программированию, достаточно четко и грамотно сформулировать свои цели и с помощью, имеющихся в ZuluThermo™ инструментов решить поставленные задачи.

В руководстве подробно описываются основные функции ППК ZuluThermo™, а также основные расчетные зависимости. Настоящий документ дает возможность самостоятельно изучить и правильно использовать разнообразные функции ППК при решении инженерных задач. В конце многих разделов приведены практические примеры, которые позволяют быстрее освоить и запомнить разнообразные функции.

В связи с постоянным усовершенствованием ППК ZuluThermo™ данное описание может быть неполным или в отдельных пунктах расходиться с тем, что пользователь видит на экране. В этом случае рекомендуется просматривать справку по выбранной команде непосредственно в программе, нажав кнопку **Справка (?)** или на сайте <http://www.politerm.com.ru/>. Успехов в обучении и работе.

---

# Глава 2. Общие сведения О ПРК

## 2.1. Обозначение и наименование

Наименование программы – Программно расчетный комплекс ZuluThermo™.

Обозначение программы – ZuluThermo™.

## 2.2. Язык программирования, на котором написана программа

Средством разработки программно расчетного комплекса ZuluThermo™ является Microsoft Visual C++™.

## 2.3. Назначение

Программный модуль ZuluThermo™ предназначен для выполнения инженерных расчетов системы централизованного теплоснабжения.

## 2.4. Возможности ПРК

Основой программного комплекса ZuluThermo™ является географическая информационная система (ГИС) Zulu™. При помощи ГИС можно создать карту города (населенного пункта) и нанести на неё тепловые сети. Программный комплекс ZuluThermo™ позволяет рассчитывать системы централизованного теплоснабжения большого объема и любой сложности.

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.

Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 32 схемных решения подключения потребителей, а также 29 схем присоединения ЦТП. Вышеприведенные схемы подключения потребителей подробно рассматриваются в соответствующих разделах: см. раздел «Расчетные схемы присоединения абонентских вводов (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) к тепловой сети», стр. 268 и раздел «Расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети», стр. 279

Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции.

Результаты расчетов могут быть экспортированы в MS Excel, наглядно представлены с помощью тематической раскраски и пьезометрических графиков. Картографический материал и схема тепловых сетей может быть оформлена в виде документа с использованием макета печати.

### 2.4.1. Состав расчетов

- Наладочный расчет (см. раздел 2.4.2 «Наладочный расчет тепловой сети», стр.12);
- Поверочный расчет (см. раздел 2.4.3 «Поверочный расчет тепловой сети», стр.12);
- Конструкторский расчет см. раздел 2.4.4 «Конструкторский расчет тепловой сети», стр.12);
- Расчет температурного графика (см. раздел 2.4.5 «Расчет температурного графика», стр.13);
- Построение пьезометрического графика (см. раздел 2.4.6 «Пьезометрический график», стр.13);

- Коммутационные задачи (см. раздел 2.4.7 «Коммутационные задачи», стр.14);
- Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию (см. раздел 2.4.8 «Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию», стр.14).

## 2.4.2. Наладочный расчет тепловой сети

Целью наладочного расчета является качественное обеспечение всех потребителей, подключенных к тепловой сети необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды, при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом.

В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств, а также места их установки.

Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. На тепловой сети могут быть установлены насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки.

## 2.4.3. Поверочный расчет тепловой сети

Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количестве тепловой энергии получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д. В качестве теплоносителя может использоваться вода, антифриз или этиленгликоль.

Расчёт тепловых сетей можно проводить с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплоснабжения;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются зоны влияния источников на сеть.

## 2.4.4. Конструкторский расчет тепловой сети

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при:

- Проектировании новых тепловых сетей;
- При реконструкции существующих тепловых сетей;
- При выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может выступать любой узел системы, например тепловая камера.

Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

## 2.4.5. Расчет температурного графика

Целью расчета является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом в 1 °С, см. Рис.2.1.

Предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

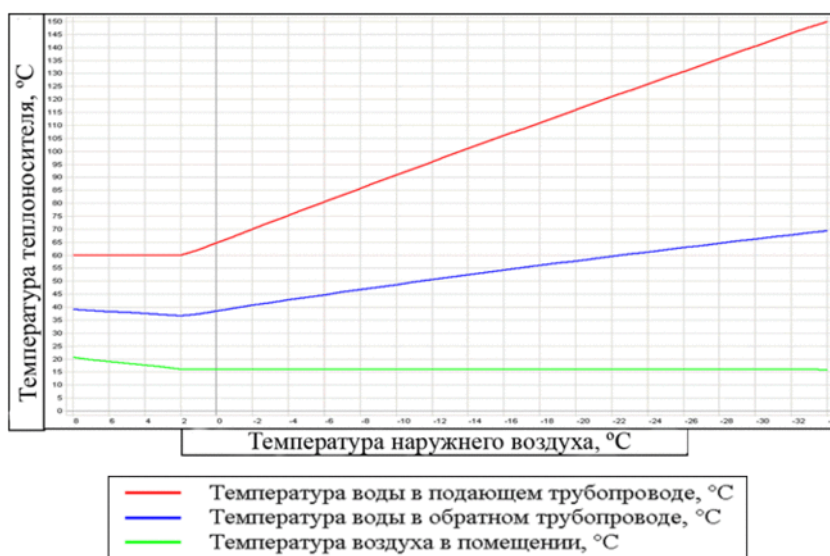


Рисунок 2.1. Пример температурного графика

## 2.4.6. Пьезометрический график

Целью построения пьезометрического графика Рис.2.2 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.



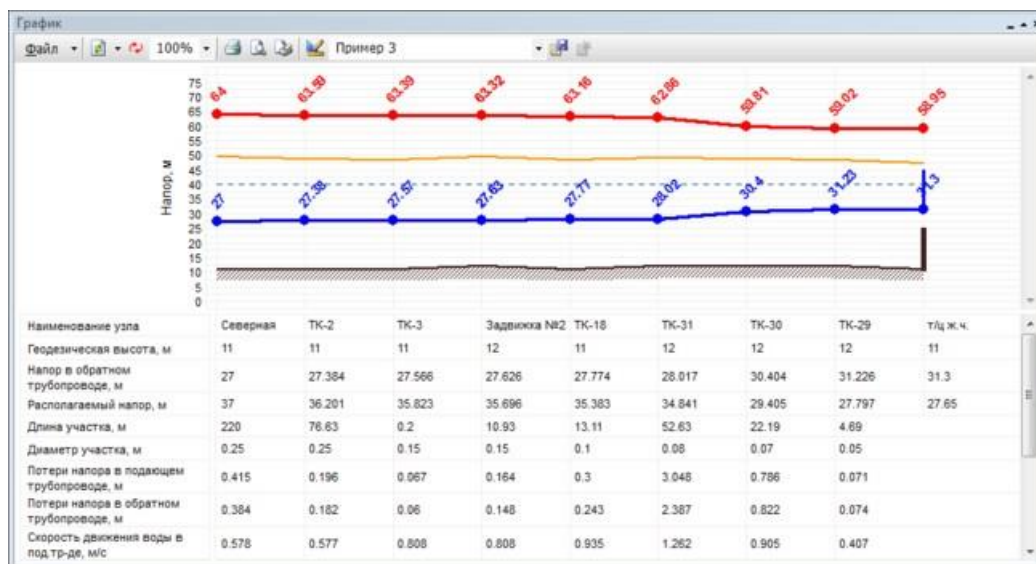


Рисунок 2.2. Пример пьезометрического графика

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.

## 2.4.7. Коммутационные задачи

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений 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 теплопотребления. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет. Подробно с описанием задач можно ознакомиться в разделе *Коммутационные задачи*

## 2.4.8. Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу. Просмотреть результаты расчета можно как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП), см. Рис.2.3. Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel. Подробно с описанием задач можно ознакомиться в разделе см. главу 12 «Расчет годовых нормируемых потерь через тепловую изоляцию», стр.164

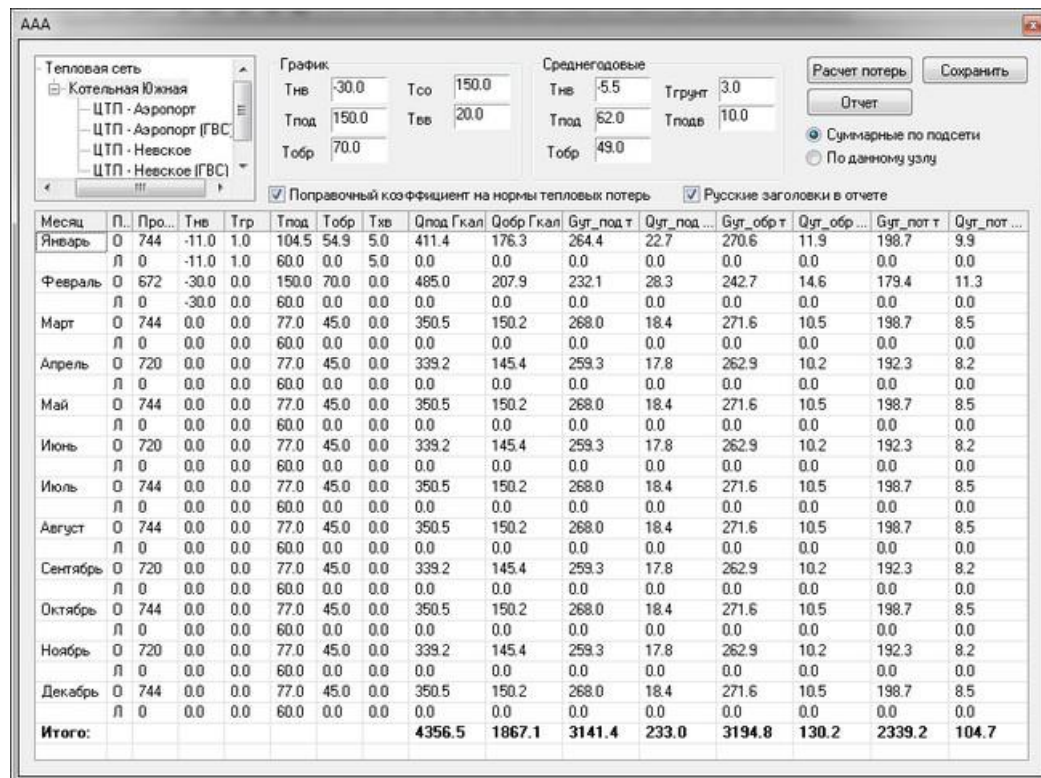


Рисунок 2.3. Пример расчета годовых потерь тепла

## 2.5. Описание основных характеристик и особенностей

Система обладает широкими возможностями:

- Проводить технологические расчеты инженерных коммуникаций;
- создавать и использовать библиотеку графических образов элементов систем теплоснабжения и режимов их функционирования;
- создавать расчетные схемы инженерных коммуникаций с автоматическим формированием топологии сети и соответствующих баз данных;
- создавать входные и выходные формы представления информации;
- изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов; решать различные топологические задачи.

## 2.6. Ограничение области применения

- Только для расчета наружных тепловых сетей;
- Ограничивается заданными схемами присоединения потребителей и центральных тепловых пунктов;
- Ограничивается стандартным набором элементов системы централизованного теплоснабжения;
- Ограничивается расчетом стационарных режимов работы системы.

## 2.7. Взаимодействие с другими программами

Объектная модель Zulu открыта для расширения приложениями пользователя через механизм COM. Zulu™ предоставляет возможность использовать и расширять свою функциональность двумя способами - это написание модулей расширения системы (plug-ins) или использование ActiveX компонентов в своих готовых приложениях.

## 2.7.1. Создание модулей расширения системы (plug-ins)

ГИС Zulu™ позволяет расширять свою функциональность путем подключения к системе дополнительных модулей - plug-ins. Модули расширения создаются в виде ActiveX DLL с использованием любой среды разработки, позволяющей их создавать (Visual C++™, Visual Basic™, Delphi™, C++ Builder™ и т.д.).

Модуль пользователя через механизм COM получает:

- доступ к объектам и событиям системы;
- возможность отрисовки своей информации в окнах системы;
- возможность внедрять в систему свои меню, кнопки, разделы в строке состояния и т.д.

## 2.7.2. ZuluXTools

Для разработки ГИС приложений, не связанных с оболочкой Zulu™, создан и постоянно развивается с учетом пожеланий пользователей набор ActiveX компонентов – ZuluXTools [<http://politerm.com.ru/zulu/zuluax.htm>] (ранее называвшийся Zulu ActiveX Control Module™), который предназначен для создания ГИС приложений и автоматизированных рабочих мест в среде разработки пользователя (Borland Delphi™, Microsoft Visual Basic™, Microsoft Visual C++™, Borland C++Builder, Microsoft Access™, на страницах HTML и т.д.).

ZuluXTools™ обеспечивает внедрение в создаваемое приложение компонента «Карта», предоставляет набор OLE методов и свойств для доступа к графическим объектам, их редактирования, их связи с семантическими базами данных, работающих через BDE, ODBC или ADO, посредством SQL запросов.

## 2.8. Экспорт и импорт

ZuluThermo™ на основе ГИС позволяет экспортировать информацию в следующие обменные форматы:

- DXF;
- MIF/MID;
- BMP;
- Shape SHP;
- MS Excel (xls);
- Html.

А также импортировать информацию из форматов:

- DXF;
- MIF/MID;
- Shape SHP;
- Metafile WMF.

---

# Глава 3. Условия применения программы

## 3.1. Сведения о технических средствах и Операционных системах

Геоинформационная система Zulu™ и ППК ZuluThermo™ работают в операционных системах Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7

*Минимальные требования для ГИС Zulu:*

- Процессор класса Pentium 350МГц;
- Видеоадаптер Super VGA (800 x 600);
- Объем памяти ОЗУ 256Мб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™XP.

*Рекомендуемые требования для ГИС Zulu:*

- Процессор класса Pentium 2.0ГГц и выше;
- Видеоадаптер Super VGA (1280 x 1024), TrueColor (16,7 млн. цветов);
- Объем памяти ОЗУ 2Гб;
- 150Мб свободного места на жестком диске;
- Microsoft Windows™XP, Windows Vista или Windows 7.

# Глава 4. Элементы модели тепловой сети

Данный раздел посвящен описанию объектов, необходимых для построения математической модели тепловой сети.

Математическая модель представляет собой связанный граф, где узлами являются объекты, а дугами графа – участки тепловой сети. Каждый объект математической модели относится к определенному типу, характеризующему данную инженерную сеть, и имеет режимы работы, соответствующие его функциональному назначению. Тепловая сеть включает в себя следующие основные объекты: источник, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно-регулирующую арматуру, и другие элементы.

Подробное описание каждого элемента приведено в соответствующем разделе.

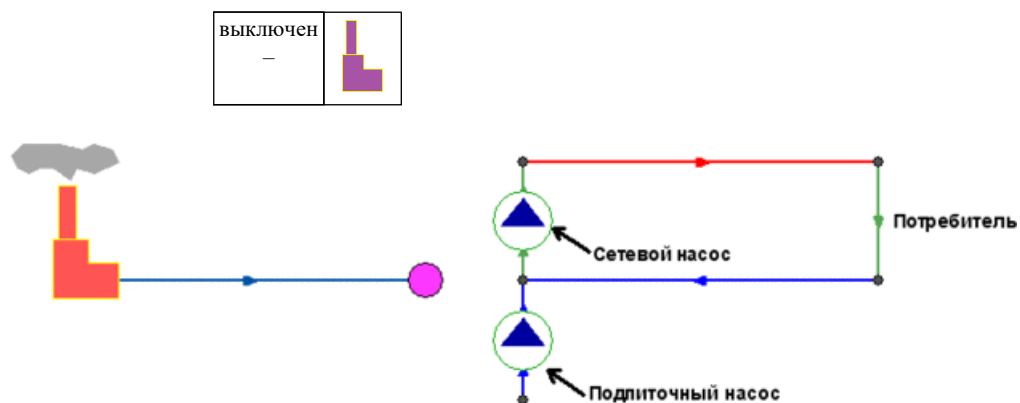
- Источник (см. раздел 4.1 «Источник», стр.18);
- Участок (см. раздел 4.2 «Участок», стр.20)
  - Вспомогательный участок (см. раздел 4.2.3 «Вспомогательный участок», стр.22).
- Потребитель (см. раздел 4.3 «Потребитель», стр.22)
  - Потребитель (см. раздел 4.3.1 «Потребитель», стр.22);
  - Обобщенный потребитель (см. раздел 4.3.2 «Обобщенный потребитель», стр.23).
- Узел (см. раздел 4.4 «Узел», стр.24)
  - Простой узел (см. раздел 4.4.1 «Простой узел», стр.24);
  - ЦТП (см. раздел 4.5 «Центральный тепловой пункт (ЦТП)», стр.25);
  - Насосная станция (см. раздел 4.6 «Насосная станция», стр.27)
    - Задвижка (см. раздел 4.6.1 «Задвижка», стр.28);
    - Перемычка (см. раздел 4.6.2 «Перемычка», стр.29).
  - Дросселирующие устройства: (см. раздел 4.7 «Дросселирующие устройства», стр.30)
    - Дроссельная шайба (см. раздел 4.7.1 «Дроссельная шайба», стр.30);
    - Регулятор располагаемого напора (см. раздел 4.7.2 «Регулятор располагаемого напора», стр.31);
    - Регулятор расхода (см. раздел 4.7.3 «Регулятор расхода», стр.31);
    - Регулятор давления (см. раздел 4.7.4 «Регулятор давления», стр.32).

## 4.1. Источник

Источник – это символичный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ. В математической модели источник представляется сетевым насосом, создающим располагаемый напор, и подпиточным насосом, определяющим напор в обратном трубопроводе. Внешнее и внутреннее представление источника показано на Рис.4.1.

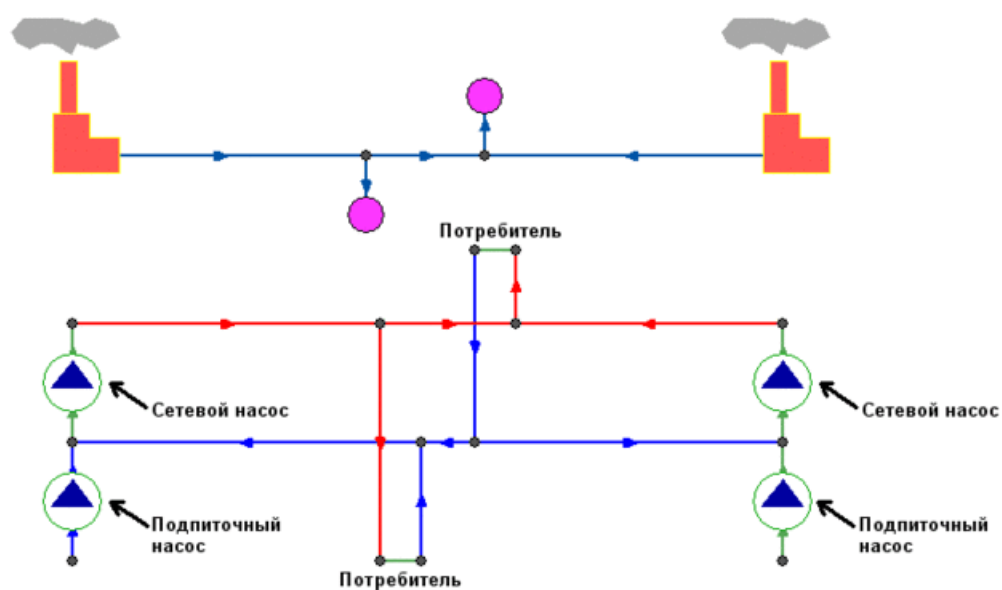
Условное обозначение источника в зависимости от режима работы:





**Рисунок 4.1. Слева однолинейное изображение сети, справа – внутреннее представление.**

В случае, когда на одну тепловую сеть работает несколько источников, внешнее и внутреннее представление будет иметь вид, показанный на Рис.4.2.



**Рисунок 4.2. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу – внутреннее представление.**

При работе нескольких источников на сеть один из них может выступать в качестве пиковой котельной, в этом случае внешнее и внутреннее представление показано на Рис.4.3

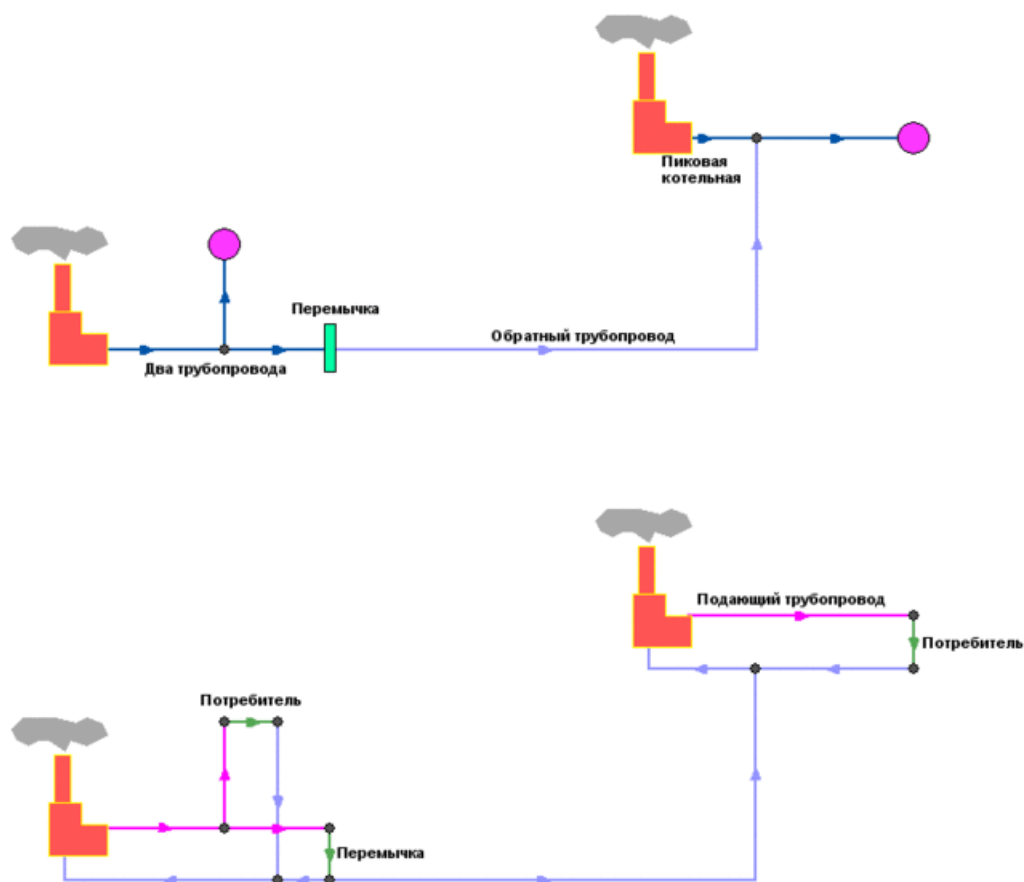


Рисунок 4.3. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу – внутренне представление.

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как источник. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 1.

## 4.2. Участок

Участок это линейный объект, на котором не меняются:

- Диаметр трубопровода;
- Тип прокладки;
- Вид изоляции;
- 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», см. Рис.4.4.

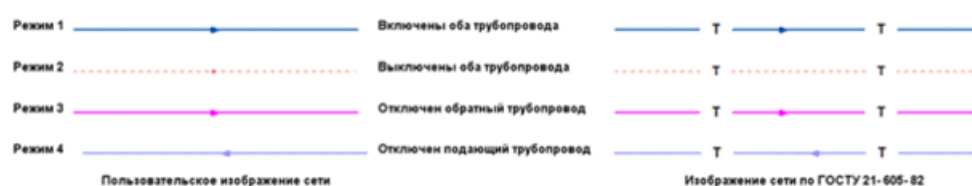
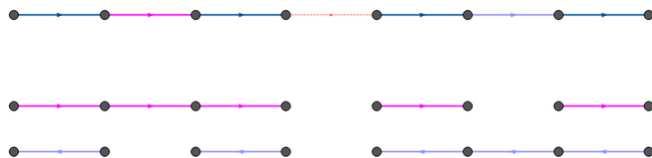


Рисунок 4.4. Режимы изображения участка

На Рис.4.5 изображена цепочка из участков в однолинейном изображении имеющих разные режимы работы. Ниже, соответствующее ей внутреннее двухлинейное представление этой сети.



**Рисунок 4.5. Пример однолинейного и внутреннего представления**

На Рис.4.6 показано, как можно изобразить трехтрубную сеть, с двумя подающими и одним обратным трубопроводом, а также четырехтрубную систему.



**Рисунок 4.6. Изображение трехтрубной и четырехтрубной сети**



### Примечание

Участок как тип инженерной сети может выступать в качестве отсекающего устройства. Т.е. в этом случае его можно использовать для отключения объектов, например, потребителей.

Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок, отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 6.

## 4.2.1. Начало и конец участка

Участок обязательно должен начинаться и заканчиваться одним из типовых узлов (объектом сети).

Условия завершения участка:

- Разветвление – меняется расход;
- Изменение диаметра – меняется сопротивление;
- Смена типа прокладки (канальная, бесканальная, воздушная) – меняются тепловые потери;
- Смена вида изоляции (минеральная вата, пенополиуритан и т.д.) – меняются тепловые потери;
- Смена состояния изоляции (разрушение, увлажнение, обвисание) – меняются тепловые потери.

Пользователь может разбить трубопровод на разные участки в любом месте по своему желанию даже там, где тепловые и гидравлические свойства трубопровода не меняются. Например, трубопровод может быть разделен на участки задвижкой, смотровой камерой на магистрали или узлом, разграничивающим балансовую принадлежность.

## 4.2.2. Направление

На изображенных участках появляется стрелка, указывающая направление, заданное при его вводе (рисовании) от начального узла к конечному. Направление движения воды в подающем трубопроводе можно узнать, только после выполнения гидравлического расчета.

После выполнения расчета значение расхода в подающем трубопроводе на некоторых участках может быть отрицательным. Отрицательный расход означает, что направление движения воды в подающем трубопроводе на участке не совпадает с направлением стрелки. При установленном флажке



Автоматически изменять направление участков, после выполнения расчетов (наладочный, поверочный) стрелки будут указывать направление движения жидкости по подающему трубопроводу, при этом значение расхода в подающем трубопроводе будет всегда положительно. Подробнее о том, как включить эту опцию см. [здесь](#).



**Рисунок 4.7. Направление движения воды**

На Рис.4.7 изображены две схемы. На схеме слева участок вводился слева направо, во второй - справа налево. На участках подписаны полученные при расчете расходы по подающим и обратным трубопроводам. Значения расходов на обеих схемах отличаются только знаком, из-за различного направления стрелок на участках. В обоих случаях вода течет от источника по подающему трубопроводу к потребителю и от потребителя по обратному трубопроводу к источнику.

### 4.2.3. 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 ЦТП определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП.



#### Примечание

Никаких исходных данных по вспомогательному участку заносить не требуется.

Подробнее о режимах работы вспомогательного участка смотрите в соответствующих разделах см. раздел 4.7.4 «Регулятор давления», стр.32 и см. раздел 4.5.1 «Вспомогательный участок для ЦТП», стр.26).

Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок, отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 13.

## 4.3. Потребитель

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

В модели существует два вида потребителей: «Потребитель» (см. раздел 4.3.1 «Потребитель», стр.22 см. раздел 4.3.2 «Обобщенный потребитель», стр.23).

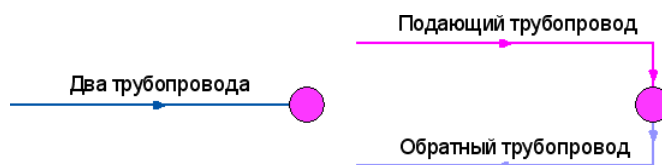
### 4.3.1. Потребитель

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:

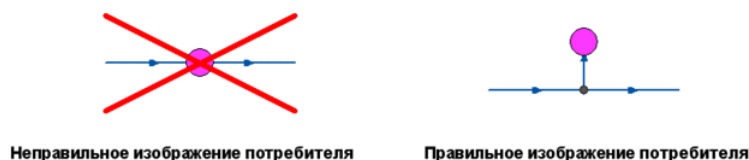
включен	
отключен	

Присоединение потребителя к тепловой сети и его внутреннее представление изображено на Рис.4.8.



**Рисунок 4.8. Слева: присоединение потребителя к тепловой сети, справа – его внутреннее представление**

На Рис.4.9 показано неверное и правильное присоединение потребителя к тепловой сети.



**Рисунок 4.9. Правильное и неправильное изображение потребителя**

Внутренняя кодировка потребителя зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Схемы могут быть элеваторные, с насосным смещением, 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.

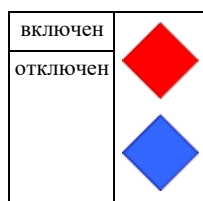
На данный момент в распоряжении пользователя 32 схемы присоединения потребителей. Подробно рассмотреть вышеприведенные схемы подключения потребителей можно в разделе *Схемы подключения*|*Потребитель*.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как потребитель. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 3

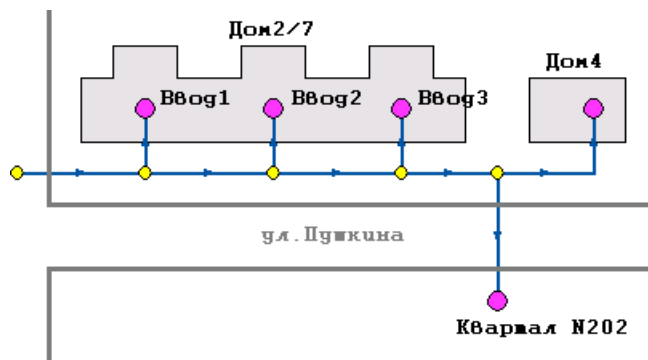
### 4.3.2. Обобщенный потребитель

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:



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 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.



**Рисунок 4.10. Пример обобщенного потребителя**

Обобщенный потребитель не всегда является конечным объектом сети. В связи с этим, обобщенный потребитель может быть установлен на транзитном участке. Схема подключения обобщенного потребителя к тепловой сети представлена на Рис.4.11.



**Рисунок 4.11. Сеть с обобщенными потребителями**

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как потребитель. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 12.

## 4.4. Узел

Узел - это символичный объект тепловой сети. В тепловой сети узлами являются все объекты сети, кроме источника, потребителя и участков. В математической модели внутреннее представление объектов (кроме источника, потребителя, перемычки, ЦТП и регуляторов) моделируется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.

### 4.4.1. Простой узел

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

Условное обозначение узловых объектов в зависимости от режима работы:

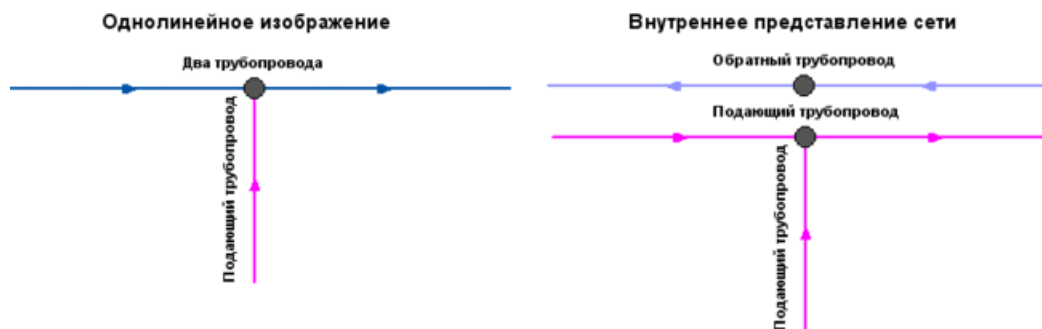
Тепловая камера	
Разветвление	
Смена диаметра	

На Рис.4.12 показан внешний вид узла в однолинейном изображении и во внутреннем представлении в математической модели. В математической модели объект представляется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.



**Рисунок 4.12. Слева однолинейное изображение узла, справа: внутреннее представление**

На Рис.4.13 представлен вариант подключения одного трубопровода (подающего) к двухтрубной тепловой сети.

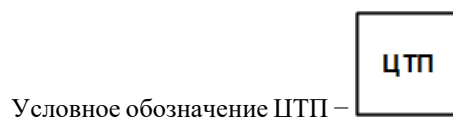


**Рисунок 4.13. Подключение подающего трубопровода к тепловой сети**

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 2.

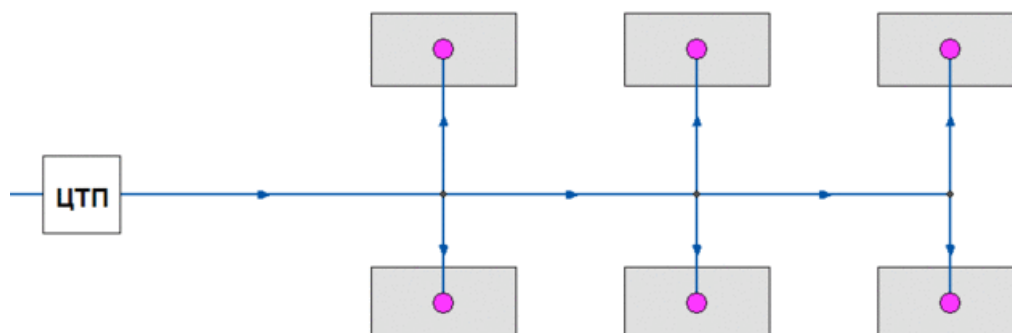
## 4.5. Центральный тепловой пункт (ЦТП)

ЦТП – это символьный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии.



Условное обозначение ЦТП –

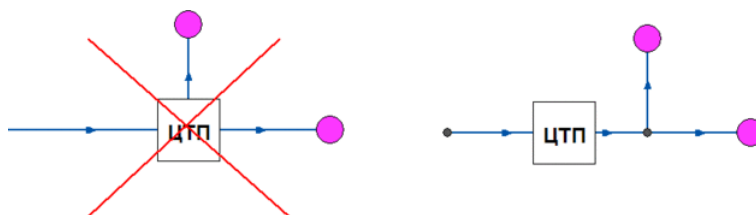
Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть, с индивидуальными потребителями, как показано на Рис.4.14.



**Рисунок 4.14. Двухтрубная сеть после ЦТП**

Внутренняя кодировка ЦТП зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Это может быть, например, групповой элеватор или независимое подключение группы потребителей. На данный момент в распоряжении пользователя 29 схем присоединения ЦТП.

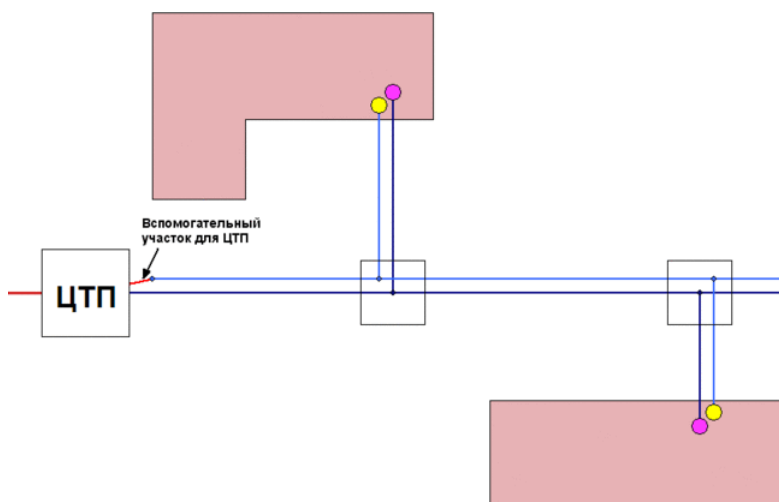
В ЦТП может входить и выходить только один участок тепловой сети (подающий и обратный трубопровод). Причем входящий участок должен быть направлен к ЦТП (направление стрелки), а выходящий от ЦТП к следующему объекту. На Рис.4.15 представлено правильное и неправильное изображение ЦТП в тепловой сети.



**Рисунок 4.15. Слева: неправильное изображение ЦТП, справа – правильное.**

Исключением из данного правила является четырёхтрубная тепловая сеть после ЦТП, в этом случае из ЦТП выходит два участка - один основной и один вспомогательный.

Вспомогательный участок используется для подключения трубопровода горячего водоснабжения. Подробнее о вспомогательном участке см. раздел 4.5.1 «Вспомогательный участок для ЦТП», стр.26. Пример однолинейного изображения четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП показан на Рис.4.16.



**Рисунок 4.16. Однолинейное изображение четырёхтрубной сети после ЦТП**

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 8

### 4.5.1. Вспомогательный участок для ЦТП

Вспомогательный участок указывает начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП. Это небольшой участок заканчивается простым узлом, к которому подключается трубопровод горячего водоснабжения, как показано на Рис.4.17.

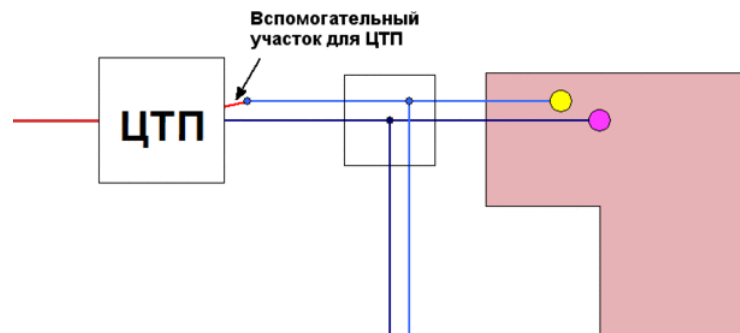



Рисунок 4.17. Подключение трубопровода ГВС

## 4.6. Насосная станция

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

Условное обозначение насосной станции – 

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 Рис.4.18.

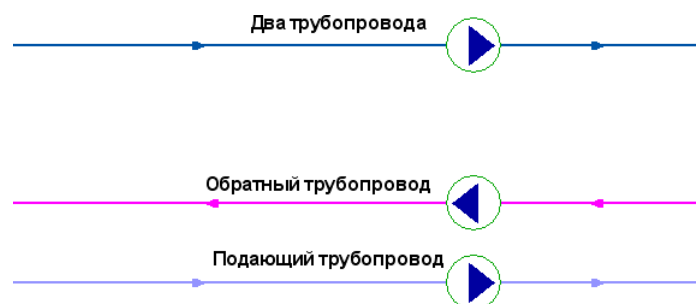


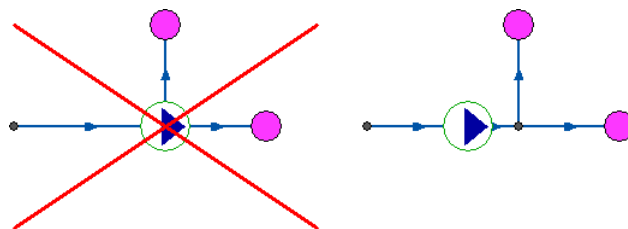
Рисунок 4.18. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу- внутреннее представление.

Для задания направления действия насоса направление участков, входящих в него должно совпадать с направлением работы насоса (Рис.4.19).



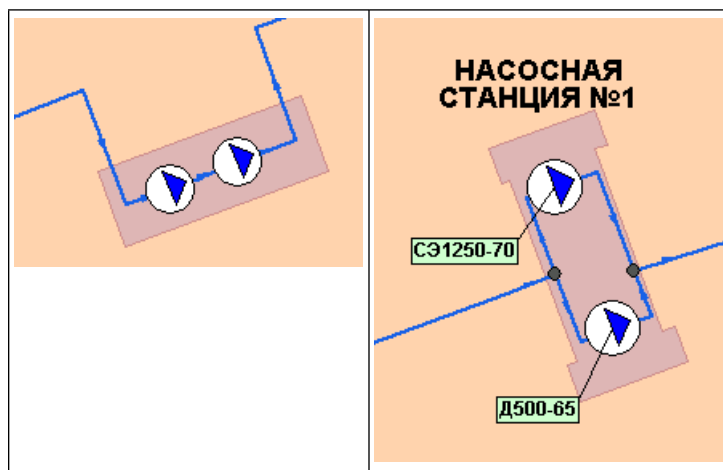
Рисунок 4.19. Неправильное и правильное изображение насоса

В насосную станцию обязательно должен входить и выходить только один участок, как показано на Рис.4.20.



**Рисунок 4.20. Слева: неправильное изображение насоса, справа – правильное.**

При последовательной установке все насосы необходимо изобразить на схеме, как показано на Рис.4.21 слева.



**Рисунок 4.21. Слева: последовательно работающие насосы, справа: параллельно работающие разные марки насосов**

Если насосы установлены на станции параллельно, но имеют разные марки или характеристики, каждый необходимо изобразить на схеме, как на Рис.4.21 справа.

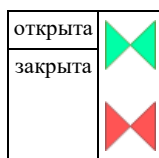
Если же насосы установлены параллельно и имеют одинаковые характеристики, то на схеме их можно обозначить одним объектом, задав количество работающих насосов.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 4.

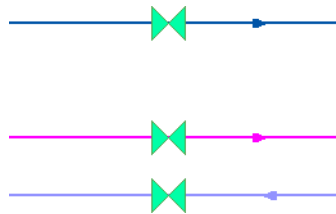
## 4.6.1. Задвижка

Задвижка – это символьный объект тепловой сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы Открыта.

Условное обозначение запорно-регулирующего устройства в зависимости от режима работы:

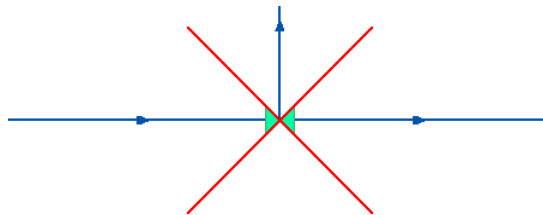


Задвижка в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах Рис.4.22.



**Рисунок 4.22. Однолинейное и внутренне представление задвижки**

В задвижку может входить только один участок и только один участок выходить. На Рис.4.23 показано неправильное изображение задвижки.



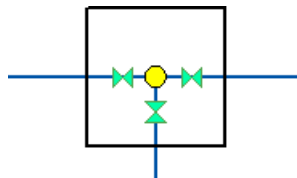
**Рисунок 4.23. Неправильное изображение задвижки**



### Примечание

Задвижка в режиме закрыта, во внутреннем представлении моделируется двумя закрытыми задвижками на обоих трубопроводах.

Изображение задвижек, расположенных внутри тепловой камеры показано на Рис.4.24.



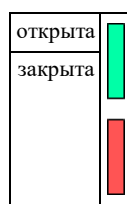
**Рисунок 4.24. Детализовка тепловой камеры**

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как отсекающее устройство. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 5.

## 4.6.2. Перемычка

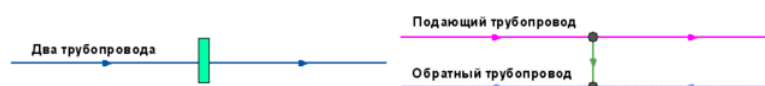
Перемычка - это символьный объект тепловой сети, моделирующий участок между подающим и обратным трубопроводами.

Условное обозначение перемычки в зависимости от режима работы:



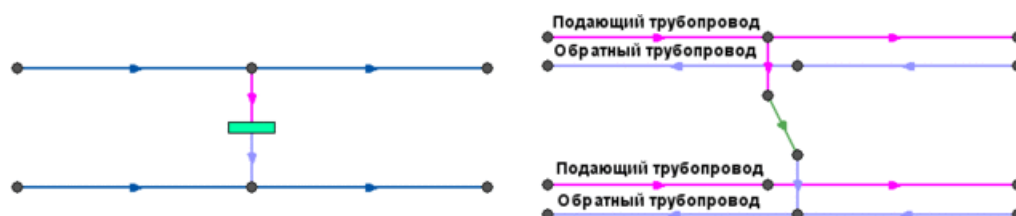
Перемычка во внутреннем представлении является участком, соединяющим подающий и обратный трубопроводы, как показано на Рис.4.25.





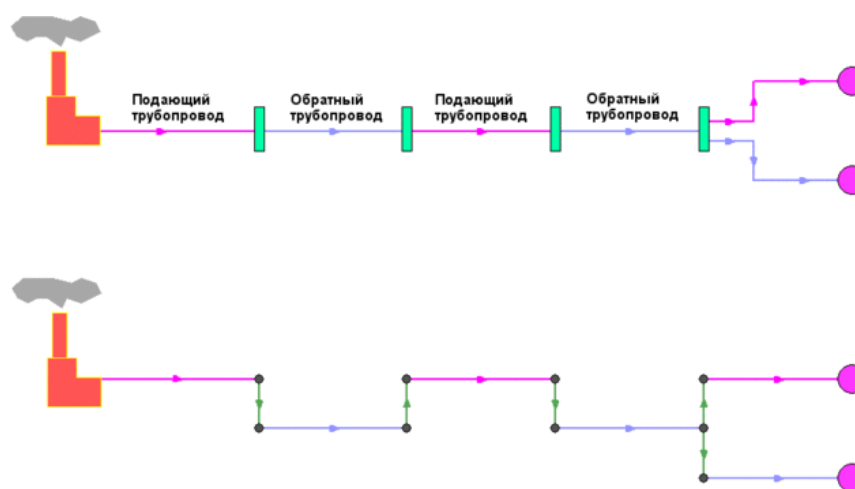
**Рисунок 4.25. Слева: однолинейное изображение сети, справа: её внутреннее представление**

Так как перемычка в однолинейном изображении представлена узлом, то изобразить соединение между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка можно, как представлено на Рис.4.26.



**Рисунок 4.26. Слева: однолинейное изображение сети, справа: её внутреннее представление**

С помощью перемычек можно моделировать летний режим работы открытых систем централизованного теплоснабжения, в случаях, когда теплоноситель может подаваться к потребителям как по подающему, так и по обратному трубопроводам, без возврата воды на источник. Переходы между подающими и обратными трубопроводами осуществляются через перемычки. Изображение этой схемы и её внутреннее представление показаны на рисунке Рис.4.27.



**Рисунок 4.27. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу: её внутреннее представление**

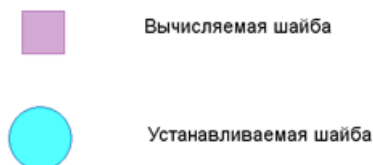
Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 11.

## 4.7. Дросселирующие устройства

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 7.

### 4.7.1. Дроссельная шайба

Дроссельная шайба – это символьный объект тепловой сети, характеризуемый фиксированным сопротивлением, зависящим от диаметра шайбы. Дроссельная шайба имеет два режима работы:



Для объекта «Вычисляемая шайба» в результате наладочного расчета определяется количество шайб и их диаметр.

Для «Устанавливаемой шайбы» необходимо занести информацию о количестве этих устройств и их диаметре.

Дроссельная шайба 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 Рис.4.28.



**Рисунок 4.28. Слева – однолинейное изображение сети, справа – внутреннее представление**

Является одним из режимов работы объекта Дросселирующий узел. Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 7.

## 4.7.2. Регулятор располагаемого напора

Регулятор располагаемого напора – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданный располагаемый напор после себя.



– регулятор располагаемого напора на подающем трубопроводе.



– регулятор располагаемого напора на обратном трубопроводе.

Устанавливается в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном, как показано на Рис.4.29.



**Рисунок 4.29. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу – внутреннее представление**


Является одним из режимом работы объекта Дросселирующий узел. Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети – ID 7.

## 4.7.3. Регулятор расхода

Регулятор расхода – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданным пользователем расход теплоносителя.




– регулятор расхода на подающем трубопроводе.


 – регулятор расхода на обратном трубопроводе.

Устанавливается в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном.

#### 4.7.4. Регулятор давления

Регулятор давления – это символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданное давление в трубопроводе «до себя» или «после себя».

 – регулятор давления на подающем трубопроводе.

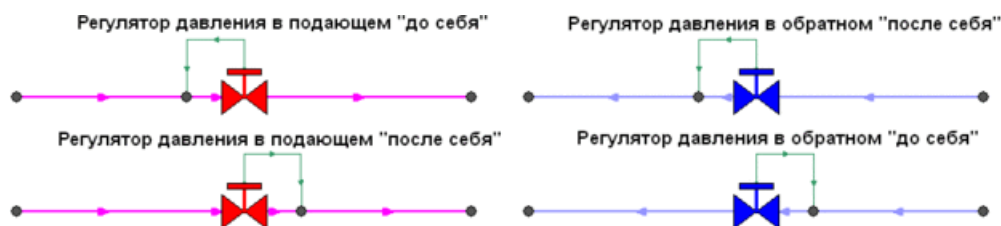
 – регулятор давления на обратном трубопроводе.

Устанавливается в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном, как показано на Рис.4.30.



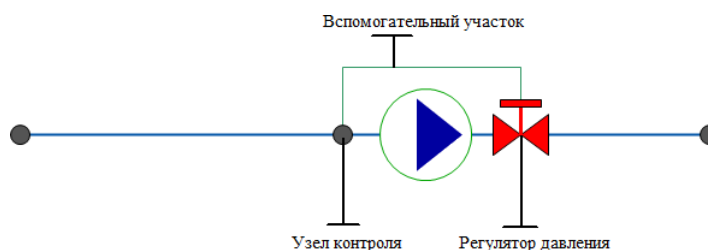
**Рисунок 4.30. Сверху: однолинейное изображение сети, снизу – внутренне представление**

Регулятор давления, установленный на подающем или обратном трубопроводе, может контролировать давление «до себя» или «после себя», как показано на Рис.4.31. Для того чтобы указать как работает регулятор необходимо установить узел контроля (простой узел) и соединить их вспомогательным участком (см. раздел 4.2.3 «Вспомогательный участок», стр.22см. раздел 4.4.1 «Простой узел», стр.24).



**Рисунок 4.31. Изображения регуляторов давления “до себя” и “после себя”.**

На Рис.4.32 показан участок трубопровода, на котором установлен регулятор давления «после себя» на обратном трубопроводе, регулирующий давление на всасывающем патрубке насосной станции.



**Рисунок 4.32. Регулятор давления «до себя» на подающем трубопроводе**

# Глава 5. Моделирование тепловой сети

## 5.1. Введение

В данном разделе рассказывается о том, как изображается и редактируется математическая модель тепловой сети, а также меняется её структура (добавляются новые режимы работы, меняется их внешний вид и размеры).

### 5.1.1. Изображение тепловой сети на карте

Изображение тепловой сети на карте

Тепловую сеть можно изображать на карте, с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволит в дальнейшем не только проводить теплогидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение тепловых сетей. Пример изображения тепловой сети на карте с привязкой к местности показан на Рис.5.1.

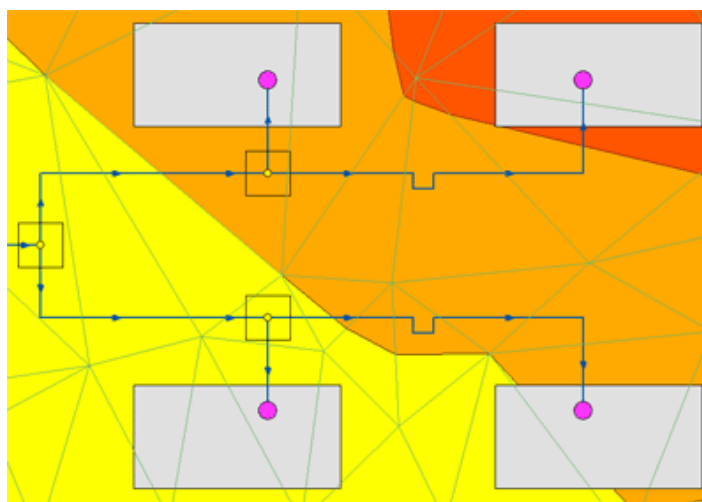
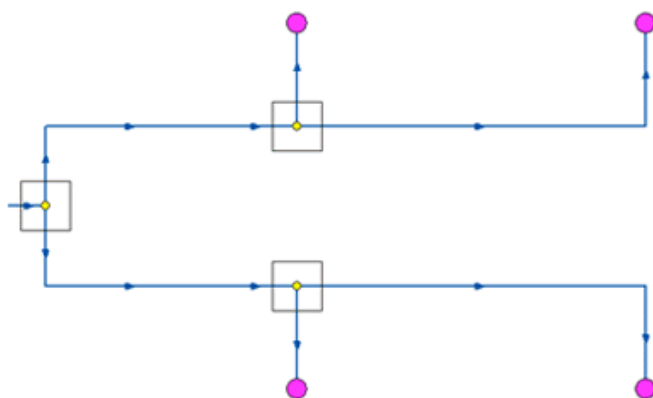


Рисунок 5.1. Изображение тепловой сети на карте с привязкой к местности

### 5.1.2. Схематическое изображение тепловой сети

Тепловая сеть может быть изображена схематично, при этом неважно, будут ли координаты узлов (объектов тепловой сети) и углы поворотов (точки перелома участков) введены по координатам с геодезической точностью или обрисованы по подложке. Важно, чтобы нужные объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Схематичное изображение модели тепловой сети позволяет быстро провести теплогидравлические расчеты, но не даёт возможности определить местонахождение своих сетей. Пример схематичного изображения тепловой сети показан на Рис.5.2.



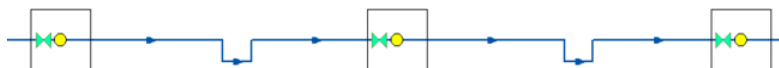
**Рисунок 5.2. Схематичное изображение сети**

### 5.1.3. Упрощенное и детальное изображение сети

Степень детализации в обоих случаях: при изображении тепловой сети на карте с привязкой к местности и при схематичном изображении может быть различна. Например, на Рис.5.3Рис.5.4 изображены две эквивалентные схемы тепловой сети. Однако на Рис.5.3Рис.5.4 детальное изображение - с прорисовкой П-образных компенсаторов и запорных устройств в тепловых камерах.



**Рисунок 5.3. Упрощенное изображение сети**



**Рисунок 5.4. Детальное изображение сети.**

Геометрические длины участков на Рис.5.3 и Рис.5.4 различны, но для инженерных расчетов значения длины задаются в базе данных по участкам. Наличие компенсаторов и запорных устройств, влияет на гидравлические потери в тепловой сети. Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных, для адекватного моделирования гидравлических потерь.

В связи с этим точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

## 5.2. Последовательность действий

### 1. Создать слой тепловой сети

Для нанесения тепловой сети на карту необходимо предварительно создать слой тепловой сети. Подробнее см. раздел 5.3 «Создание слоя тепловой сети», стр.35;

### 2. Настроить структуру слоя: внешний вид, размеры символов;

Пользователь может изменить графическое отображение любого из объектов, а также добавить к сформированной структуре новые объекты, например «Внезапное сужение (расширение)», «Граница балансовой принадлежности», «Узел учета тепловой энергии», «Компенсатор» и т.д. Подробнее о настройке структура слоя см. раздел 5.5 «Структура слоя», стр.39;

### 3. Нанести тепловую сеть на карту.


После создания специального слоя, сеть можно изображать на карте. О том, как вводить и редактировать объекты тепловой сети, см. раздел 5.6 «Ввод объектов сети», стр.63см. раздел 5.7 «Редактирование сети», стр.71;

#### 4. Проверить связность.

Для проверки правильности создания математической модели тепловой сети необходимо произвести проверку связности всех объектов сети между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для ее частей. Подробнее о проверке связности см. раздел 5.7.8 «Контроль ошибок при вводе», стр.80.

## 5.3. Создание слоя тепловой сети

Для того чтобы создать слой тепловой сети надо:

1. Выбрать команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажать кнопку  на панели инструментов. На экране появится панель теплогидравлических расчетов (Рис.5.5).

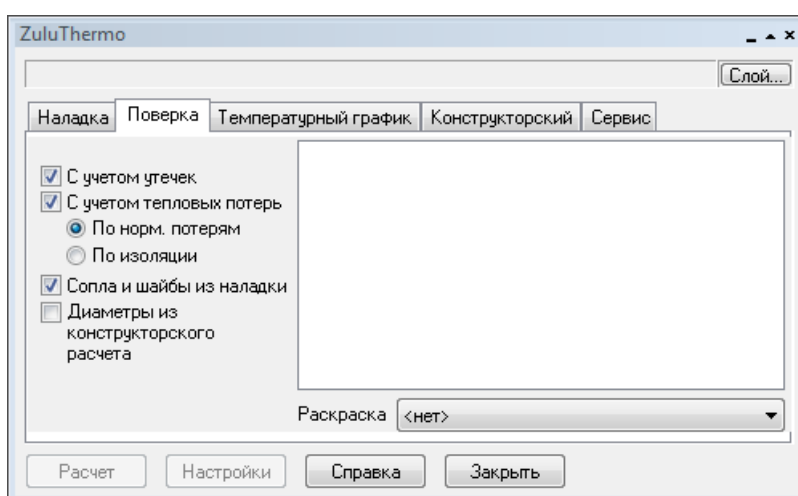


Рисунок 5.5. Окно теплогидравлических расчетов ZuluThermo

2. Выбрать вкладку **Сервис** и в появившемся окне (Рис.5.6) **нажать кнопку Создать новую сеть**. На экране появится диалог создания новой тепловой сети.

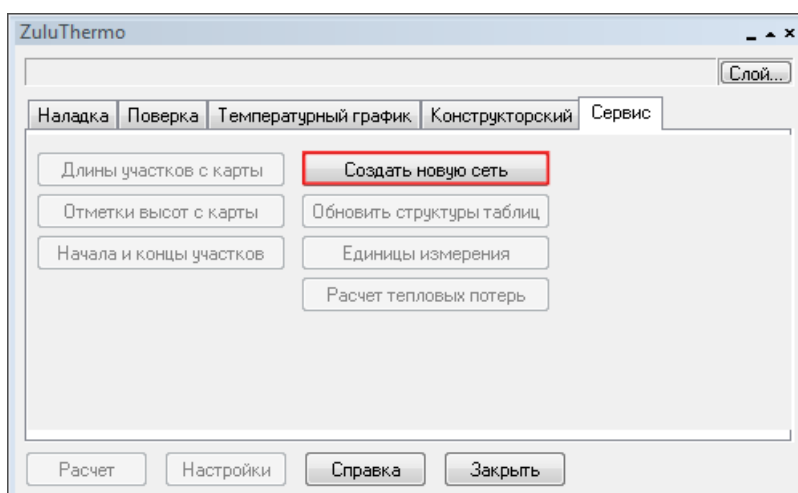



Рисунок 5.6. Вкладка Сервис окна теплогидравлических расчетов

3. В открывшемся окне (Рис.5.7) **Имя файла** нажать кнопку . Откроется диалог сохранения.

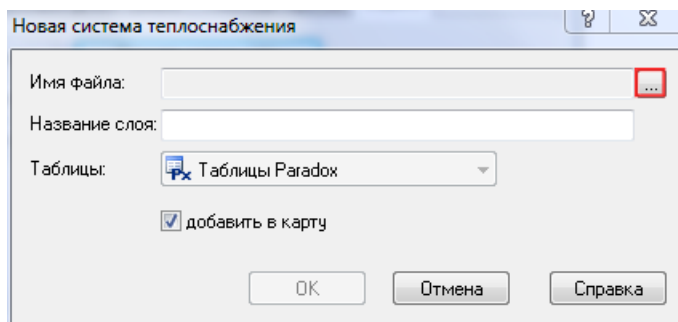


Рисунок 5.7. Диалог создания слоя тепловой сети

4. В окне сохранения файла (Рис.5.8) выбрать диск и каталог, где будут храниться файлы моделируемой тепловой сети. **Слой сети следует создавать в отдельной папке.**

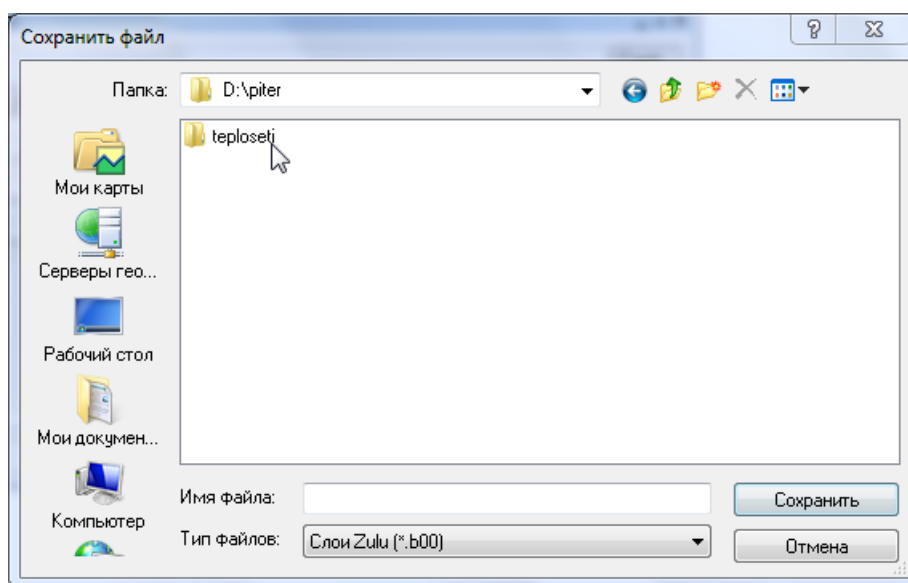


Рисунок 5.8. Диалог сохранения слоя



### Примечание

Имя слоя НЕОБХОДИМО ЗАДАВАТЬ ЛАТИНСКИМИ буквами, слой ОБЯЗАТЕЛЬНО должен создаваться в отдельной папке. Также важно, чтобы в пути до файлов слоя НЕ БЫЛО РУССКИХ БУКВ, допускается использование только латинских. Данное ограничение связано с тем, что при работе с локальными таблицами система Zulu™ использует программные средства, для которых не желательно наличие в имени папки русских символов

5. В строке Имя файла ввести имя файла латинскими символами (например **teploset**) и нажать кнопку **Сохранить** (см. Рис.5.9). Если будет выбрано имя файла уже существующего слоя, то в результате создания нового слоя существующий слой будет **уничтожен**, и вместо него создастся новый.

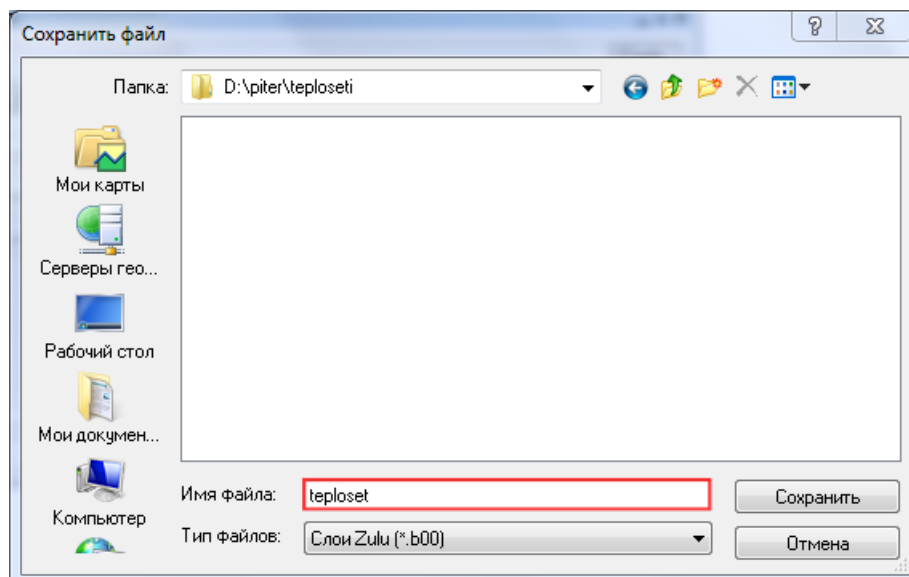


Рисунок 5.9. Окно создания файла тепловой сети

6. В окне *Новая система теплоснабжения* (см. Рис.5.10), в строке *Название слоя* ввести пользовательское имя слоя русскими символами, например **Тепловые сети**.

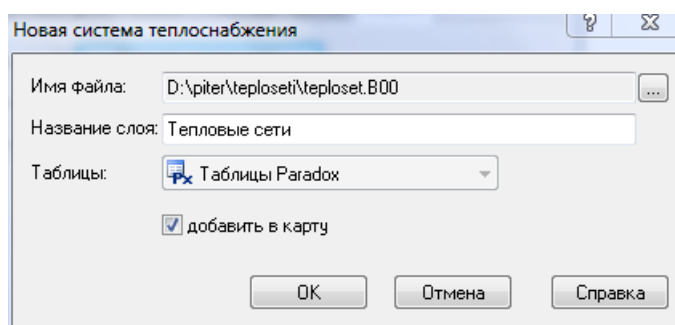


Рисунок 5.10. Окно создания слоя тепловой сети

При установленном флажке *добавить в карту* созданный слой сразу загружается в текущую карту, если флажок не установлен - слой только создается на диске..



### Примечание

Если не ставить флажок *добавить в карту*, тогда слой тепловой сети будет создан только на диске и для дальнейшей работы его нужно загрузить в карту.

7. После того как все окна диалога (см. Рис.5.10) заполнены, нажать кнопку **ОК**.

## 5.3.1. Файлы слоя тепловых сетей

После создания слоя в папке тепловой сети сформировались файлы графической и семантической базы данных, созданные с именем заданным в окне *Имя слоя* (Рис.5.9), например, *teploset*. Имена таблиц и описателей баз данных образованы из имени слоя (*teploset*) и, например, названия объекта сети (*istok*), к которому они относятся (например, *teploset\_istok*).




**Таблица 5.1. Файлы слоя тепловых сетей**

teploset.b00 teploset.b01 teploset.b02 teploset.b03 teploset.b04 teploset.b05 teploset.b08 teploset.zsx teploset.zx	Файлы графической базы данных Zulu™.
teploset_istok.db teploset_istok.px teploset_istok.zb	Описатель базы данных и таблица по источникам.
teploset_ctp.db teploset_ctp.px teploset_ctp.zb	Описатель базы данных и таблица по ЦТП.
teploset_drossel.db teploset_drossel.px teploset_drossel.zb	Описатель базы данных и таблица по дросселирующим устройствам.
teploset_uzvvod.db teploset_uzvvod.px teploset_uzvvod.zb	Описатель базы данных и таблица по узлам ввода (потребителям).
teploset_op.db teploset_op.px teploset_op.zb	Описатель базы данных и таблица по обобщенным потребителям.
teploset_kamera.db teploset_kamera.px teploset_kamera.z	Описатель базы данных и таблица по тепловым камерам.
teploset_nasos.db teploset_nasos.px teploset_nasos.zb	Описатель базы данных и таблица по участкам.
teploset_peremich.db teploset_peremich.px teploset_peremich.zb	Описатель базы данных и таблица по перемычкам.
teploset_zadvigka.db teploset_zadvigka.px teploset_zadvigka.zb	Описатель базы данных и таблица по задвижкам.

## 5.4. Загрузка слоя в карту

Если при создании слоя не была установлена галочка в окне *Добавить в карту*, то слой сети созданный в определенной директории, следует добавить в карту вручную, для этого необходимо:

1. Выбрать команду главного меню **Карта/Добавить слой**, либо нажать кнопку  на панели инструментов. На экране появится диалог выбора слоя. (см. Рис.5.11).

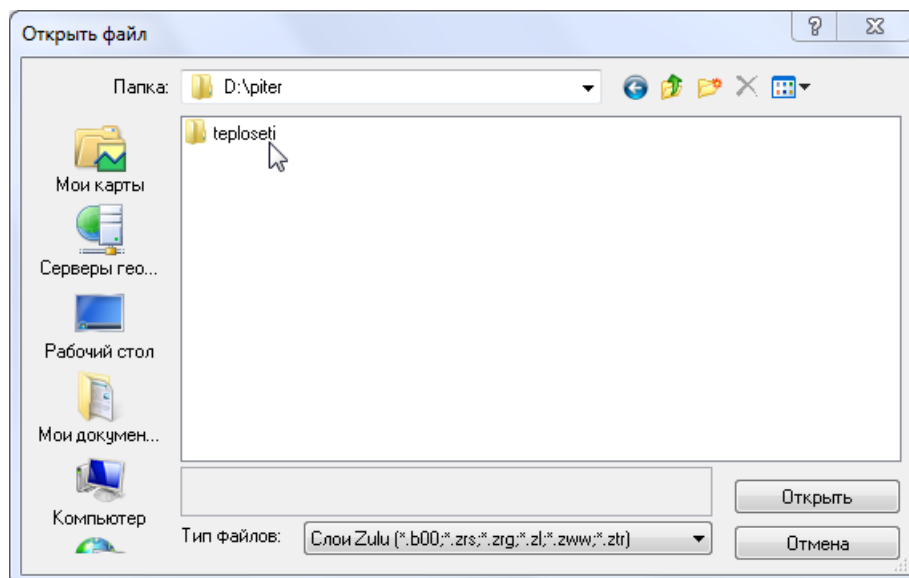


Рисунок 5.11. Диалог выбора слоя

2. Зайти в нужную директорию и выделить слой тепловой сети (см. Рис.5.12)

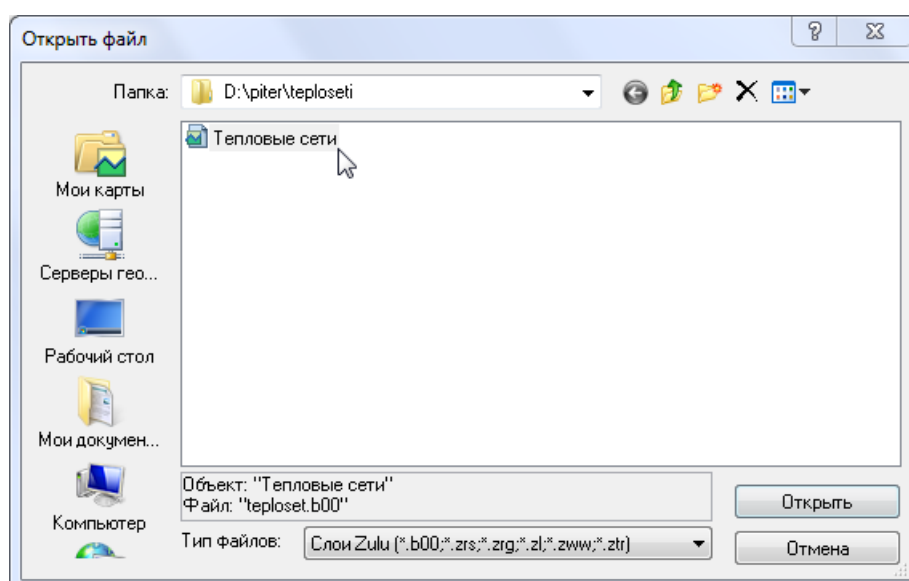


Рисунок 5.12. Диалог выбора слоя

3. Нажать кнопку **Открыть** или дважды щелкнуть по выбранному слою. Он будет добавлен в текущую карту.

## 5.5. Структура слоя



При создании слоя тепловой сети, он создаётся с заранее определенной стандартной структурой: символами, базами данных, типовыми объектами тепловой сети и режимами их работы. Редактирование структуры слоя позволяет настроить внешний вид объектов тепловой сети или добавить новые режимы работы для уже существующих объектов.

Редактор структуры слоя позволяет:

- создать, удалить или отредактировать символ;
- импортировать символ из другого слоя;
- создать новые типовые объекты;
- создавать новые режимы для объектов тепловой сети;
- поменять размеры символов тепловой сети;
- поменять внешний вид символов тепловой сети;
- импортировать типы и режимы из других слоев;
- распечатать список объектов, входящих в структуру слоя.

## 5.5.1. Открытие редактора структуры слоя

Чтобы открыть редактор структуры слоя следует:

1. Отключить редактирование слоя (  ), для того чтобы можно было зайти в структуру слоя;
2. Выбрать команду главного меню *Слой|Структура слоя* или нажать кнопку . На экране появится диалог выбора слоя. (см. Рис.5.13).

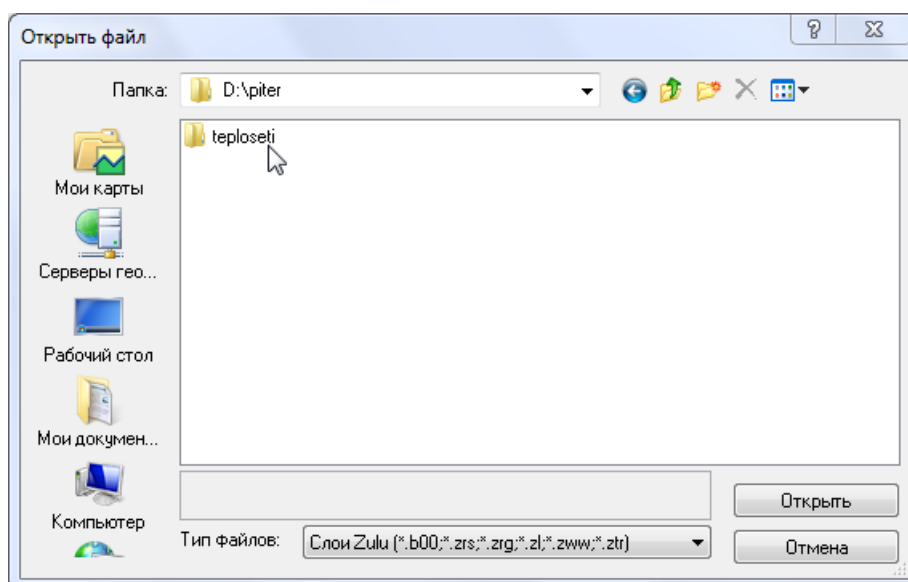


Рисунок 5.13. Диалог выбора слоя

3. Войти в нужную папку, выделить слой тепловой сети и нажать кнопку **Открыть** (см. Рис.5.14);

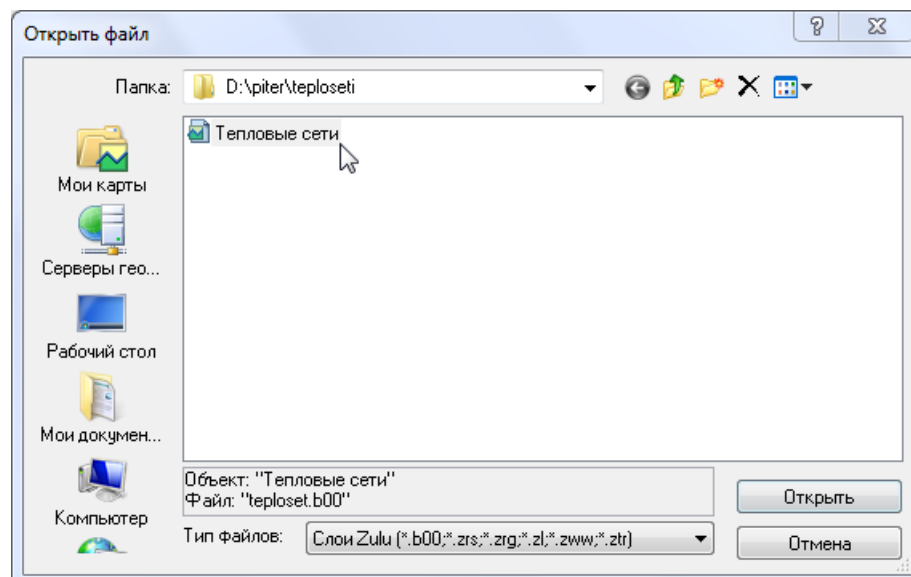


Рисунок 5.14. Выбор слоя

На экране появится окно структуры слоя, изображенное на Рис.5.15. Диалоговое окно разделено на две части, в зависимости от того, какой пункт выделен с левой стороны, справа будут происходить соответствующие изменения, т.е. будет отображаться информация, относящаяся к выбранному пункту.

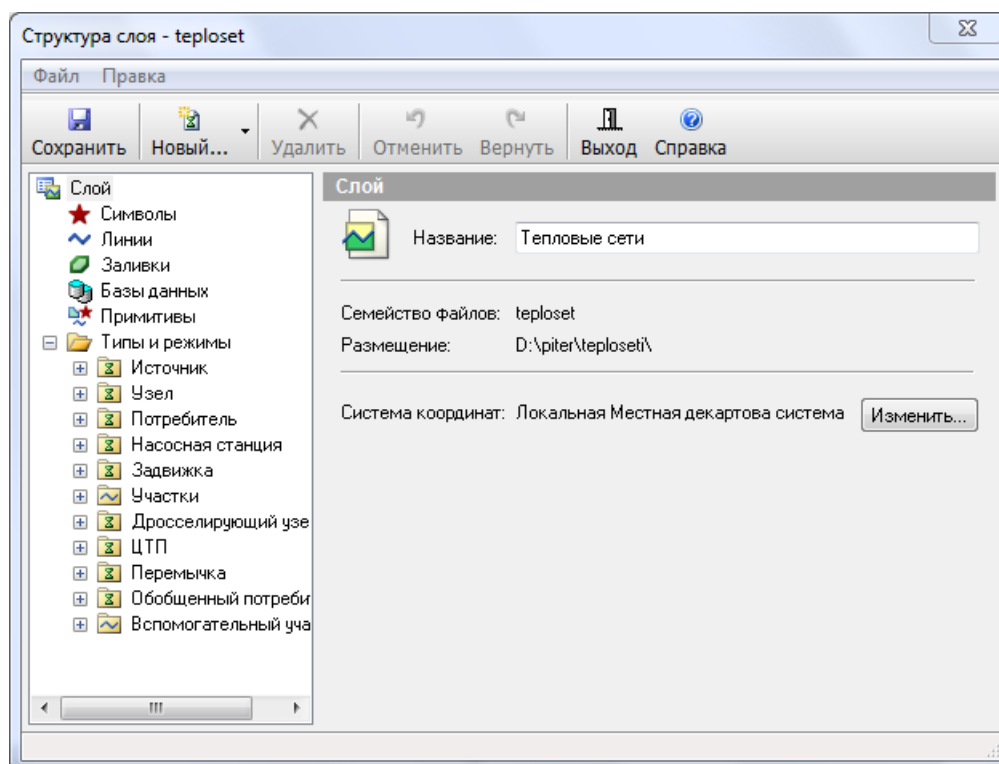


Рисунок 5.15. Окно структуры слоя

### 5.5.1.1. Сохранение изменений и выход

Для сохранения изменений структуры слоя следует нажать кнопку **Сохранить** или выбрать пункт меню **Файл|Сохранить**.

Чтобы выйти из редактора структуры слоя нужно нажать кнопку **Выход** или выбрать пункт меню **Файл|Заккрыть**. Если изменения не были сохранены, система предложит это сделать автоматически.

## 5.5.2. Символы

При выделении в окне *Структура слоя* пункта *Символы* выводится библиотека символов данного слоя, показанная на Рис.5.16. Для изображения символического объекта в слое, этот символ должен быть добавлен в библиотеку символов данного слоя.

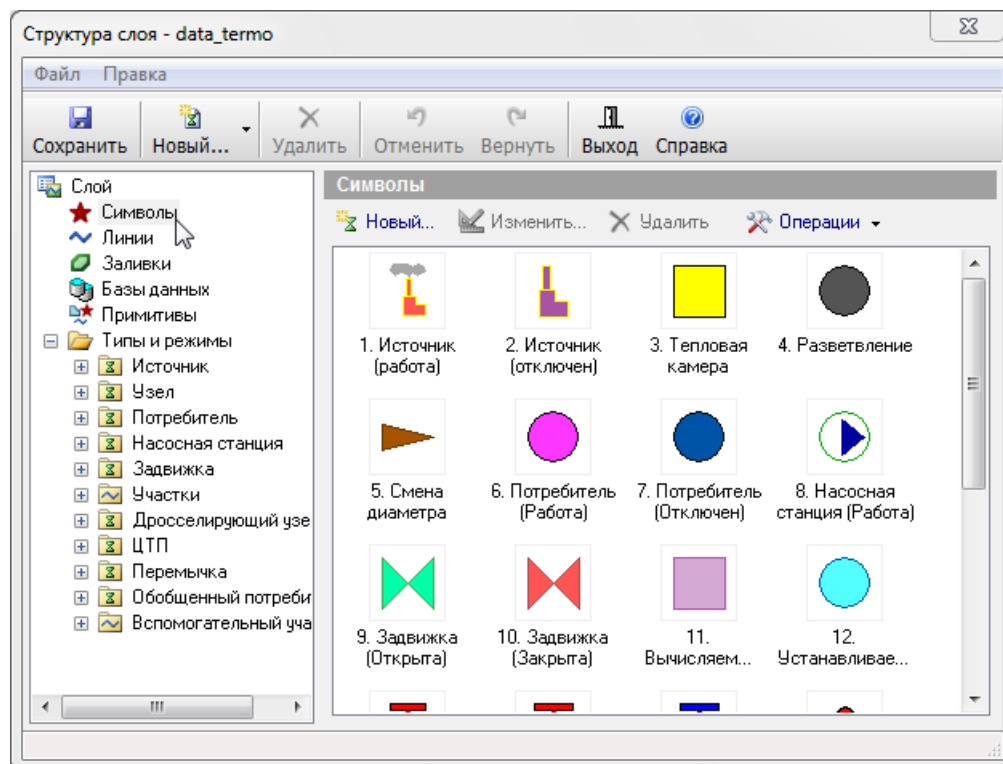






Рисунок 5.16. Окно библиотеки символов


Закладка *Символы* снабжена следующими командными кнопками:

Кнопка	Описание
 Новый...	Открывает редактор символа для создания нового символа. После создания символ добавляется в список символов слоя.
 Изменить...	Открывает редактор символа для символа, выбранного в списке. Так же редактор символов можно вызвать двойным щелчком левой кнопки мыши по символу, который надо изменить.
 Удалить	Удаляет из библиотеки символов символ, отмеченный в списке. Если удаляемый символ используется одним из режимов структуры слоя или одним из объектов, удаление этого символа будет запрещено.
 Операции ▾	
<i>Импорт</i>	Открывает диалог импорта символов, позволяющий импортировать символы из библиотек других слоев. После завершения импорта импортированные символы пополнят список символов данного слоя (см. раздел 5.5.3 «Импорт символов из библиотеки других слоев», стр.43).
<i>Удалить свободные</i>	Удаляет из библиотеки символов все символы, не используемые ни одним из объектов. Это позволяет очистить библиотеку от лишних символов.

### 5.5.2.1. Создание нового символа в библиотеке символов

Для того чтобы создать новый символ надо:

1. Выбрать пункт *Символы*;

2. Нажать кнопку  *Новый...*, появится редактор символов.




### Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе *Работа с векторными слоями*|*Редактор структуры слоя*|*Редактор символов*.

## 5.5.2.2. Редактирование символа в библиотеке символов

Для редактирования символа следует:

1. Щелчком левой кнопки мыши по символу выделить символ для редактирования;
2. Нажать кнопку  **Изменить...** или дважды щелкнуть по символу. При этом открывается редактор символов для редактирования.




### Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе *Работа с векторными слоями*|*Редактор структуры слоя*|*Редактор символов*.



## 5.5.2.3. Удаление символа из библиотеки

Чтобы удалить символ из библиотеки нужно:

1. Щелчком мыши выбрать символ;
2. Нажать кнопку  **Удалить** или кнопку Delete на клавиатуре;
3. Нажать кнопку Сохранить.

## 5.5.3. Импорт символов из библиотеки других слоев

Символы можно импортировать из одного слоя в другой, т. е., если символы уже были созданы для другого слоя, то их можно скопировать в библиотеку нашего слоя, для этого надо:

1. В диалоговом окне *Структура слоя* () в дереве выбрать пункт *Символы*;
2. Нажать кнопку  **Операции** и в открывшемся списке выбрать *Импорт ....* (Рис.5.17).

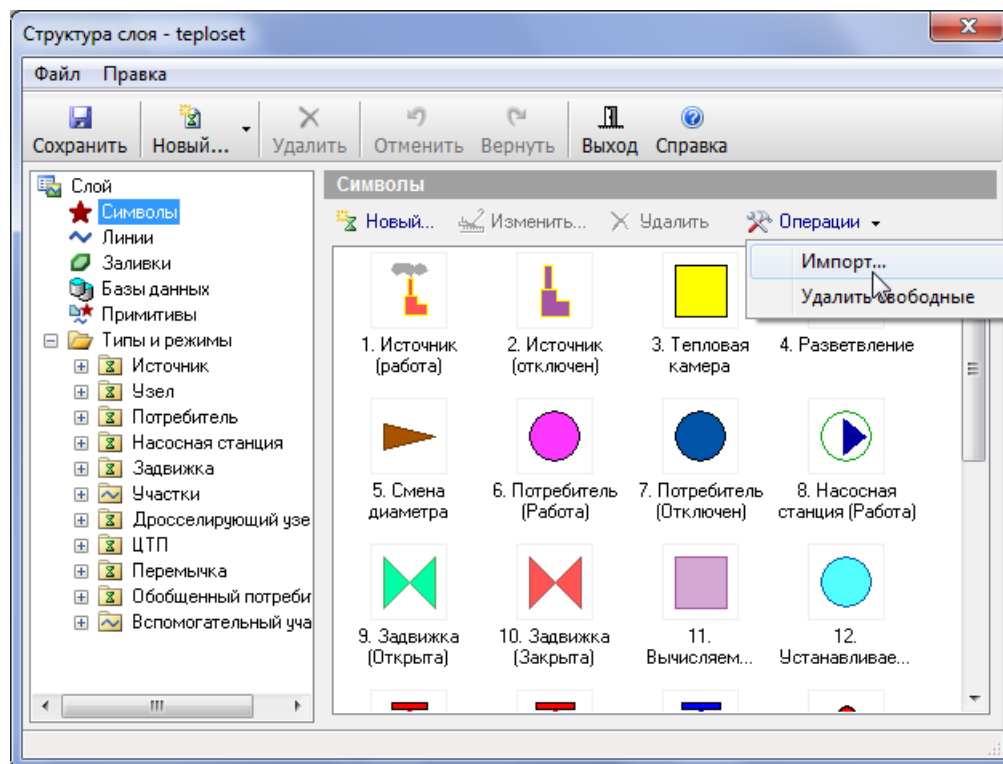


Рисунок 5.17. Импорт символов

3. В открывшемся окне указать слой-источник, т.е. слой, из которого вы хотите импортировать символы и нажать кнопку **Открыть**. (см. Рис.5.18)

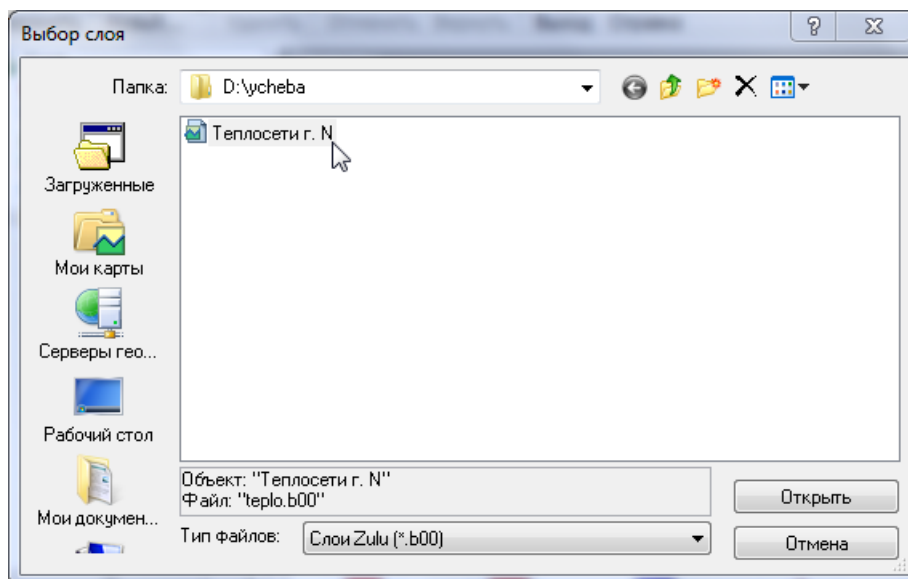


Рисунок 5.18. Диалог выбора слоя

4. Все символы выбранного слоя появятся в верхнем списке символов, как на Рис.5.19. В нижнем списке отображаются выбранные символы для импорта. Если вы случайно выбрали не тот слой-источник, нужно нажать на кнопку **Выбор слоя**, чтобы указать новый.

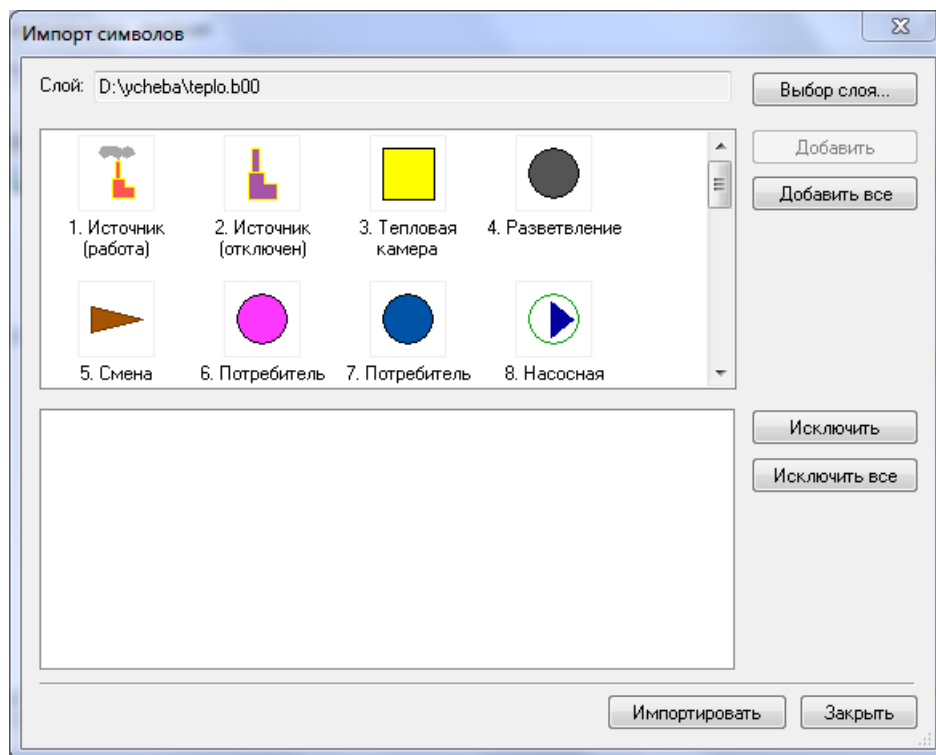


Рисунок 5.19. Окно импорта символов

5. Щелчком мыши выбрать символ в верхнем списке;
6. Нажать кнопку **Добавить** или сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши по символу. Выделенный символ появится в нижнем списке (см. Рис.5.20). Таким же образом добавить необходимые символы.

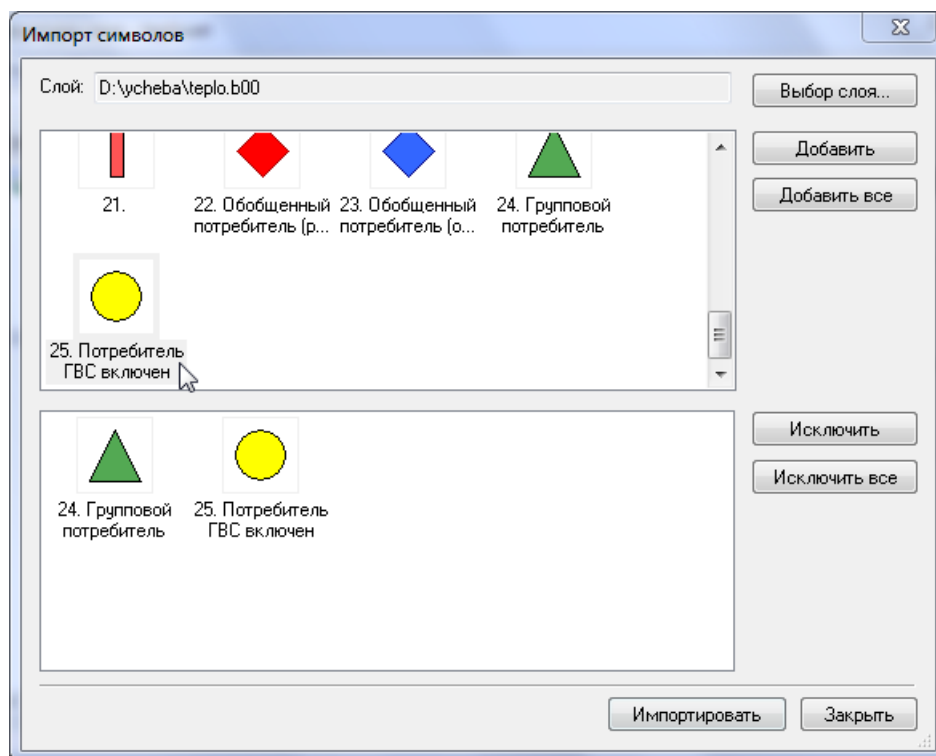


Рисунок 5.20. Окно импорта символов

7. Нажать кнопку **Импортировать**. Символы из нижнего списка, будут добавлены в библиотеку;



8. Нажать кнопку *Заккрыть*;

9. В окне *Структура слоя* нажать кнопку *Сохранить*.

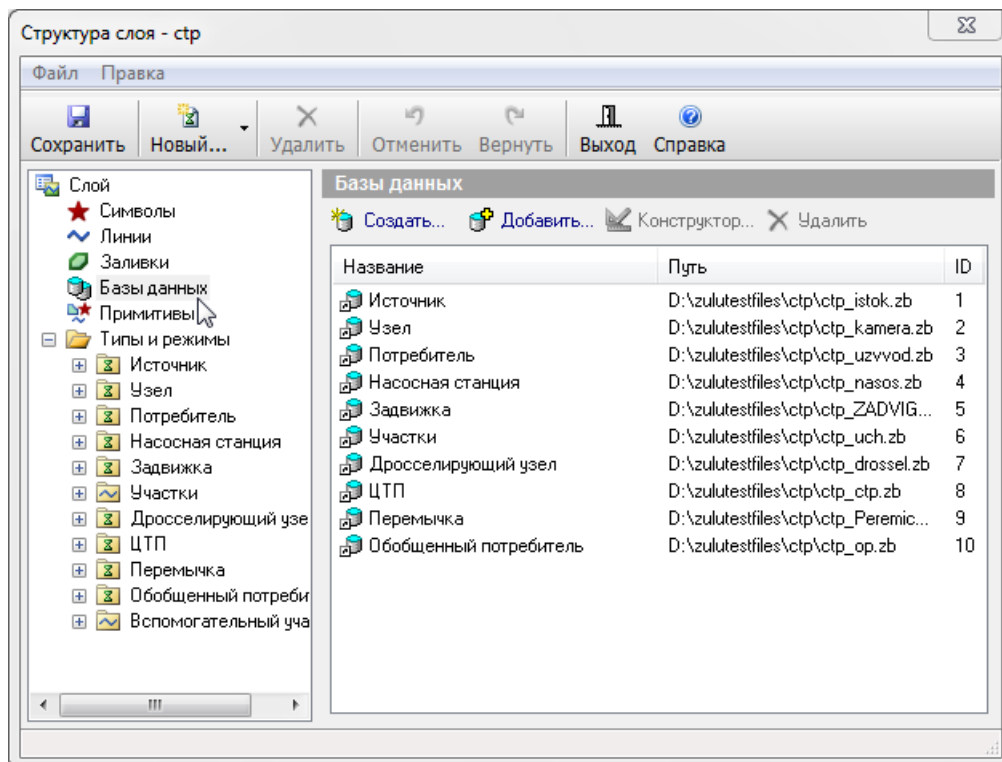
Описание кнопок диалога *Импорт символов* представлено ниже:

**Таблица 5.2. Кнопки диалога Импорт**

Кнопка	Описание
<i>Выбор слоя</i>	Кнопка выбора текущего слоя-источника. После выбора слоя символы из его библиотеки заполняют верхний список диалога.
<i>Добавить все</i>	Добавляет все символы из верхнего списка в нижний список.
<i>Добавить</i>	Добавляет текущий символ верхнего списка в нижний список. То же самое произойдет при двойном щелчке мыши на символ из верхнего списка.
<i>Исключить</i>	Исключает текущий символ из нижнего списка.
<i>Исключить все</i>	Очищает нижний список.
<i>Импортировать</i>	Добавляет все символы из нижнего списка в библиотеку символов слоя.
<i>Заккрыть</i>	Закрывает диалог без импорта.

## 5.5.4. Базы данных

При выделении в окне *Структура слоя* пункта *Базы данных* выводится список всех подключенных к слою баз данных. (см. Рис.5.21)



**Рисунок 5.21. Вкладка «Базы данных»**

Закладка *Базы данных* снабжена следующими командными кнопками:


Кнопка	Описание
<i>Создать</i>	Позволяет создать новую базу данных. При нажатии на эту кнопку появится окно Новая база данных, в строке Название базы данных надо вписать название вашей новой базы.
<i>Добавить</i>	Позволяет добавить уже готовую базу данных в структуру слоя. После нажатия открывается стандартное окно выбора файла, в котором надо указать какую базу данных вы хотите добавить и нажать кнопку Открыть.
<i>Конструктор</i>	Данная кнопка будет активна только в том случае, если в списке выделена база данных. Она открывает диалоговое окно Редактор баз данных, в котором имеется возможность отредактировать выделенную в списке базу данных.
<i>Удалить</i>	Удаляет из списка выделенную базу данных. Удаление произойдет только в том случае, если эта база данных не используется ни одним из типов структуры слоя.



## Примечание

Подробнее о создании и редактировании баз данных можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе *Семантические базы данных*.

## 5.5.5. Типы и режимы объектов сети

Для моделирования тепловой сети используются типовые объекты (см. подробнее в справочном пособии ГИС Zulu™ в разделе *Общие сведения|Слой*). Создание типов и режимов, а также их редактирование происходит в диалоговом окне *Структура слоя* ()

Тип объекта определяет, какую функцию данный типовой объект должен выполнять, например Источник – является источником тепловой энергии, Потребитель – потребителем тепловой энергии и т.д. К типовым объектам может привязываться семантическая база данных.

Каждый типовой объект, в свою очередь, может иметь несколько режимов, которые задают различные способы работы (отображения) типового объекта. Например, тип объекта - задвижка, режимы работы – открыта и закрыта. Подробнее о режимах *рассказывается в соответствующем разделе*.

### 5.5.5.1. Типы объектов

Дерево типов и режимов находится в структуре слоя тепловой сети. При выделении левой кнопкой мыши типа объекта (например, источник), в дереве типов и режимов (Рис.5.22) справа откроется вкладка, в которой отобразятся свойства выделенного типа.

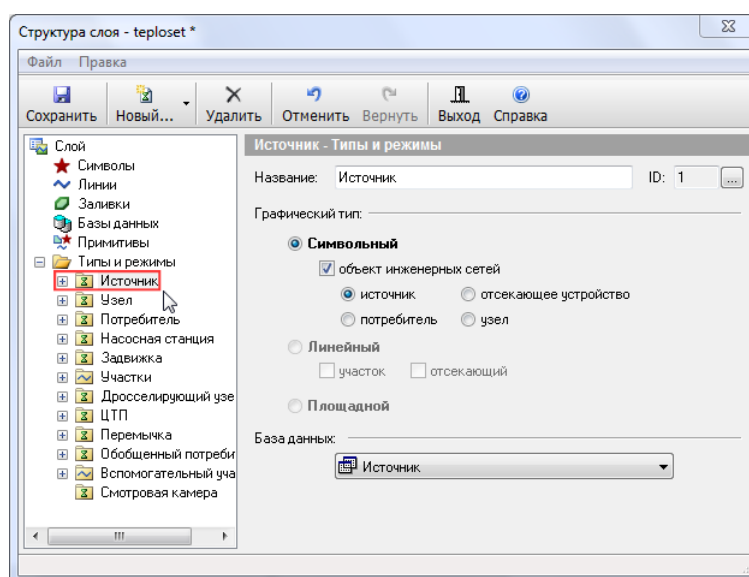


Рисунок 5.22. Вкладка «Тип объекта»

На открывшейся вкладке диалога расположены следующие разделы:

- **Название**– В данной строке отображается название типа, оно же одновременно отображается в дереве типов;
- **ID**– Отображается ID выделенного типа, т.е. номер, который за данным типом закреплен. У каждого типа свой номер;
- **Графический тип** – Типовые объекты могут быть символьными, линейными и площадными. Символьный тип имеет дополнительный признак *объект инженерных сетей*, наличие которого позволяет конкретизировать какие функции (источник, потребитель, простой узел или запорной устройство) этот тип выполняет.

Линейный тип имеет два дополнительных признака:

- *участок* – наличие этого признака позволит системе относиться к объектам такого типа как к участкам инженерной сети, т.е. при вводе потребует наличия на своих концах объектов символьного типа;
- *отсекающий* – при установленном флажке, участок будет рассматриваться как отсекающее устройство, т.е. отключение на схеме можно будет производить участком.fh.

#### 5.5.5.1.1. Подключенная к типу база данных

Каждый типовой объект слоя использует свою семантическую базу данных. Например, на Рис.5.23, представленном ниже, в дереве типов и режимов выделен тип Потребитель, и видно, что в разделе **База данных** указана используемая этим типом база - Потребитель.

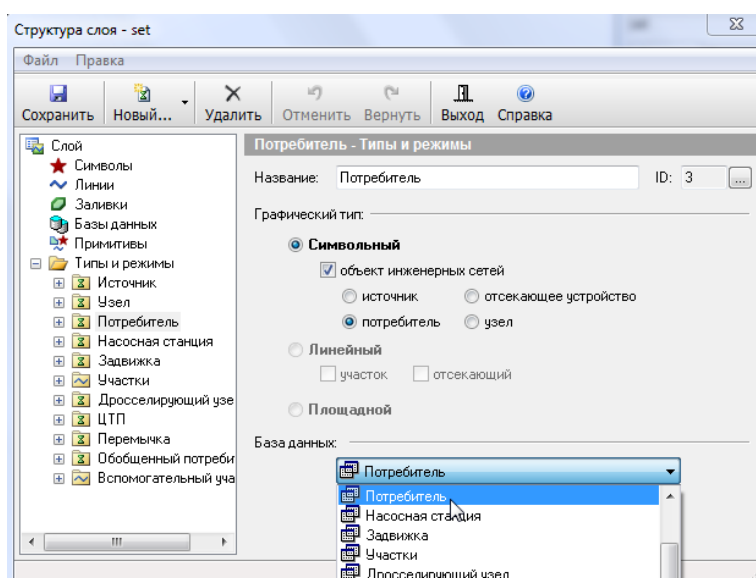


Рисунок 5.23. Выбор базы данных

#### 5.5.5.1.2. Просмотр подключений к типу базы

1. Щелчком установить курсор на нужный тип объекта, например Потребитель. В строке **База данных** отобразиться название используемой базы данных, как показано на Рис.5.24.

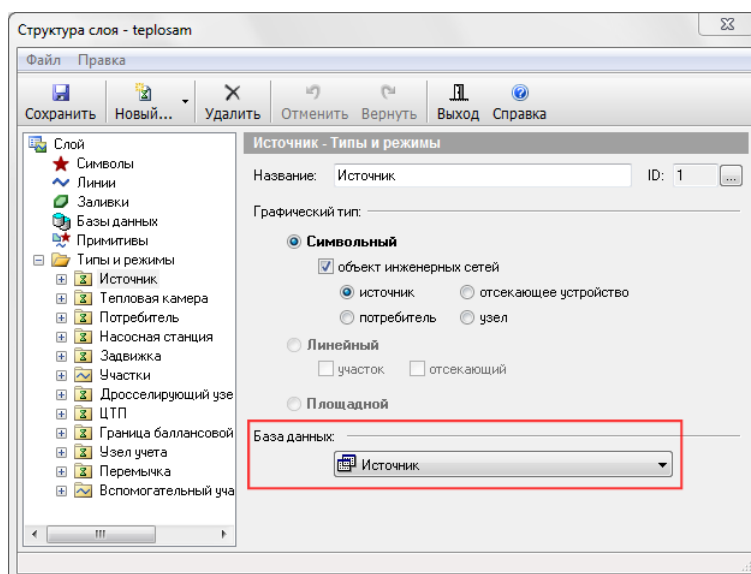


Рисунок 5.24. Вкладка «Тип»

#### 5.5.5.1.3. Замена используемой типовым объектом базы данных

1. Щелчком установить курсор на нужный тип объекта;

- В строке *База данных* сделать щелчок, после чего появится выпадающий список, показанный на Рис.5.25.

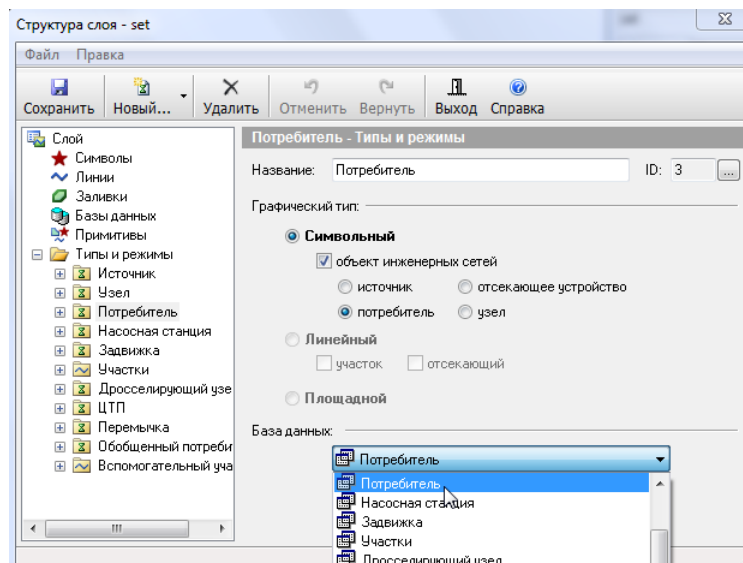


Рисунок 5.25. Выбор базы данных

- Выбрать нужную базу (база данных должна быть заранее создана) из списка. В выпадающем списке будут содержаться только базы данных слоя (те базы, которые видны при выборе пункта *Базы данных*);
- Нажать кнопку **Сохранить** на панели инструментов для сохранения изменений.



### Примечание

Следует учитывать то, что различные типы объектов используют различные базы данных. В то же время, различные режимы работы одного и того объекта, используют одну и ту же базу данных. Например, режимы работы объектов типа *Узел* (Тепловая камера, Разветвление, Смена диаметра) используют одну базу данных *Узел*.

## 5.5.5.2. Создание нового типа объектов



### Примечание

В слое тепловых сетей можно создавать новые типы объектов только в том случае, если они не будут участвовать в расчетах.

Можно создать новые режимы работы для стандартных объектов, включенных в математическую модель тепловой сети.

Для создания нового типа объекта следует:

- На панели инструментов окна **Структура** слоя нажать кнопку **Новый...** или пункт меню **Правка|Новый тип...** (см. Рис.5.26).

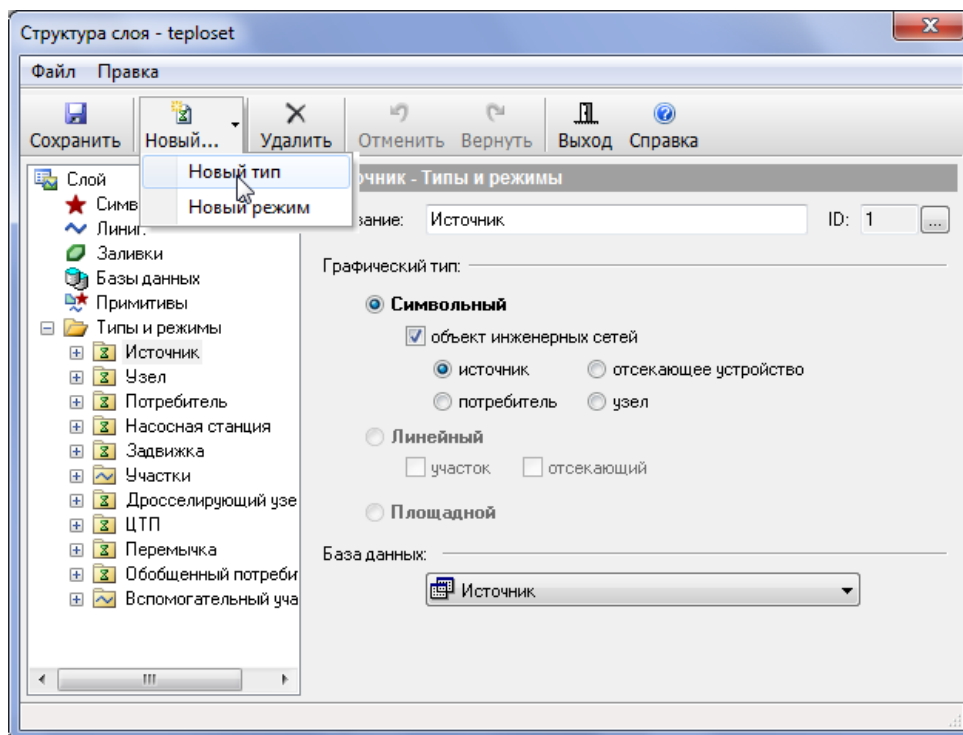


Рисунок 5.26. Создание нового типа

- В строке *Название* открывшейся закладки ввести пользовательское название типа, которое одновременно отобразится и в появившейся строке дерева типов. Например, **Смотровая камера**, как показано на Рис.5.27.

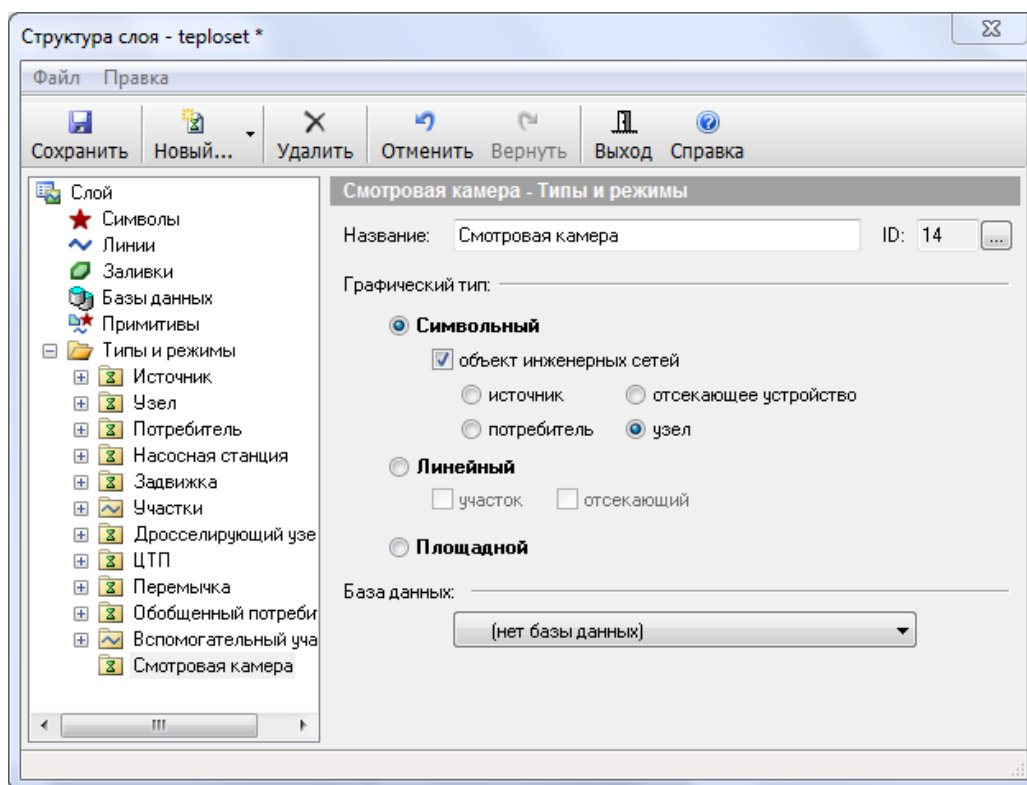


Рисунок 5.27. Название нового типа

- Выбрать графический тип создаваемого объекта (если это объект инженерной сети, то необходимо определить какие функции он выполняет в сети: источник, потребитель, отсекающее

устройство или узел). Как видно на следующем рисунке, Смотровая камера относится к типу узел;

4. Если надо, чтобы созданный тип использовал предварительно созданную базу данных, сделать щелчок левой кнопкой мыши по строке *База данных* и в выпадающем списке выбрать нужную базу, как показано на Рис.5.28. Если база данных этому типу не нужна, этот пункт можно не выполнять.

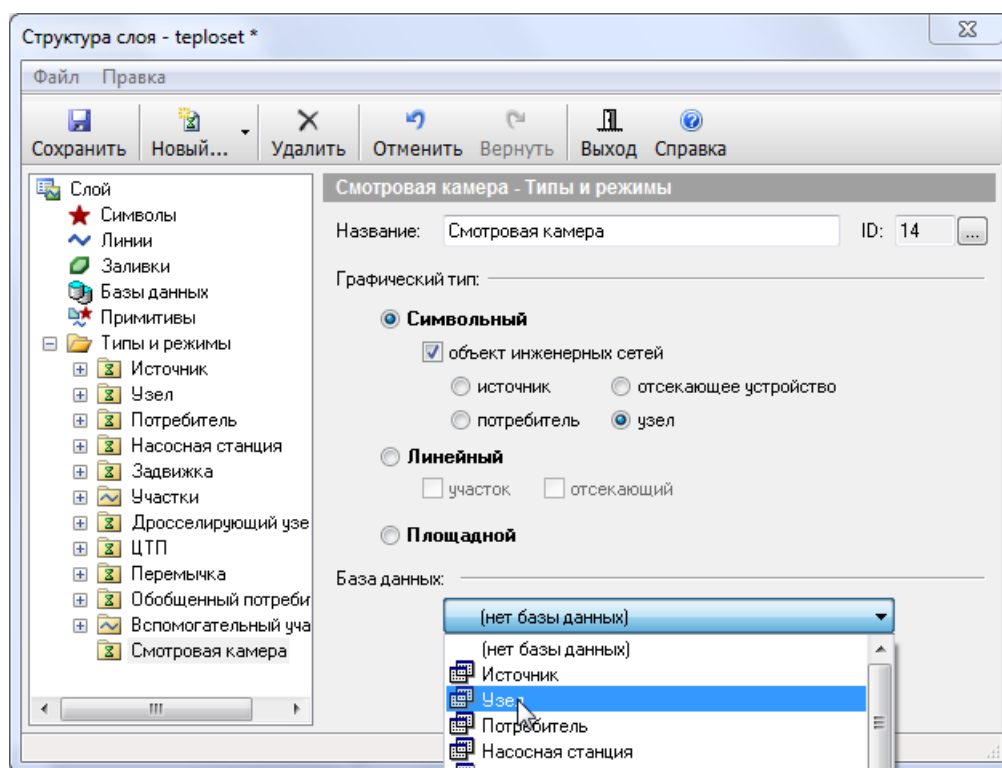


Рисунок 5.28. Выбор базы для нового типа

5. Далее для созданного типа следует создать режимы его работы (отображения), подробнее об этом смотрите соответствующий раздел (*Создание нового режима*);
6. Нажать кнопку *Сохранить*.

### 5.5.5.3. Удаление типа

Для удаления существующего типа следует:

1. Установить курсор в дереве типов на удаляемый тип;
2. Нажать кнопку *Удалить* на панели инструментов;
3. Нажать кнопку *Сохранить*.



#### Примечание

Тип можно удалить только тогда, когда он не имеет режимов.

### 5.5.5.4. Редактирование параметров уже существующего типа

Для редактирования параметров существующего типа надо:

1. Щелкнуть на строку с именем этого типа в дереве типов, в правой части окна откроется вкладка, относящаяся к выделенному типу;
2. Провести необходимые изменения;

3. Нажать кнопку *Сохранить*.

## 5.5.6. Режимы объектов

Любой объект, для его отображения на карте, должен иметь хотя бы один режим работы. Для стандартных объектов, включенных в математическую модель тепловой сети, режимы их работы созданы по-умолчанию.

Настройка отображения типовых объектов и режимом их работы:

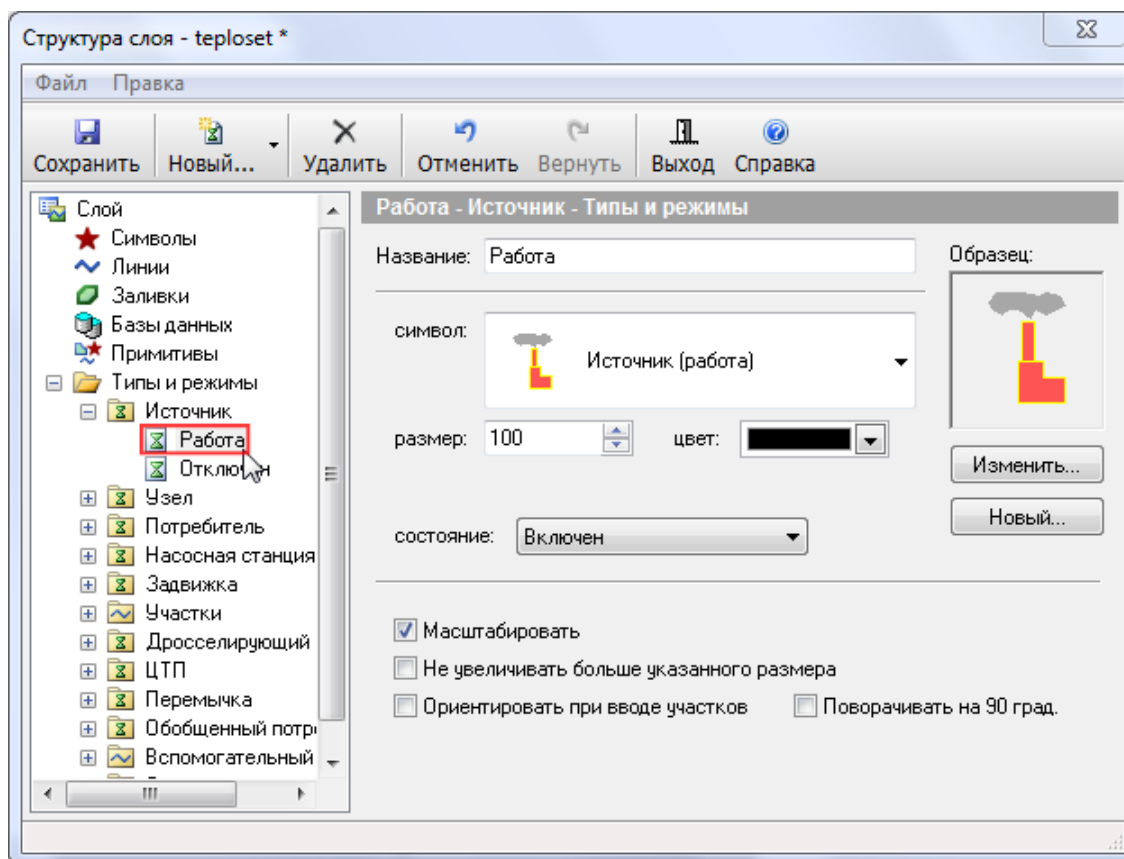


Рисунок 5.29. Вкладка Режим символьного объекта

Вкладка режима на Рис.5.29 имеет следующие элементы управления:

- Кнопки *Изменить* и *Новый*— позволяют изменять существующее и создавать новое отображение выбранного режима в редакторе символов;



### Примечание

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе *Работа с векторными слоями*|*Редактор структуры слоя*|*Редактор символов*.

- Для регулирования размеров символов на карте вводится масштабирующий коэффициент, который задается в строке *Размер*. Поскольку размеры символов из библиотеки символов задаются в относительных единицах (пикселях), то заранее неизвестно, какого размера они будут на той или иной карте, так как слой может создаваться для масштабов области, города, квартала, помещения. Чем больше значение коэффициента, тем крупнее будут выглядеть символы на карте (при одном и том же масштабе карты);
- Флажок *Масштабировать* включает режим масштабирования символа, т. е. изменение размеров символа при изменении масштаба карты;



- Флажок *Не увеличивать больше указанного размера* – не позволяет увеличивать символ, когда масштаб карты становится меньше указанного в строке Размер;
- Флажок *Ориентировать при вводе участков* – если этот флажок отмечен, то объекты наносятся по направлению ввода участков;
- Флажок *Поворачивать на 90 град* – поворачивает объект на 90 градусов относительно того, как он изображен в редакторе символов.

При задании режима для линейного типа, необходимо задать стиль вывода на экран, толщину на экране и толщину при печати (Рис.5.30).

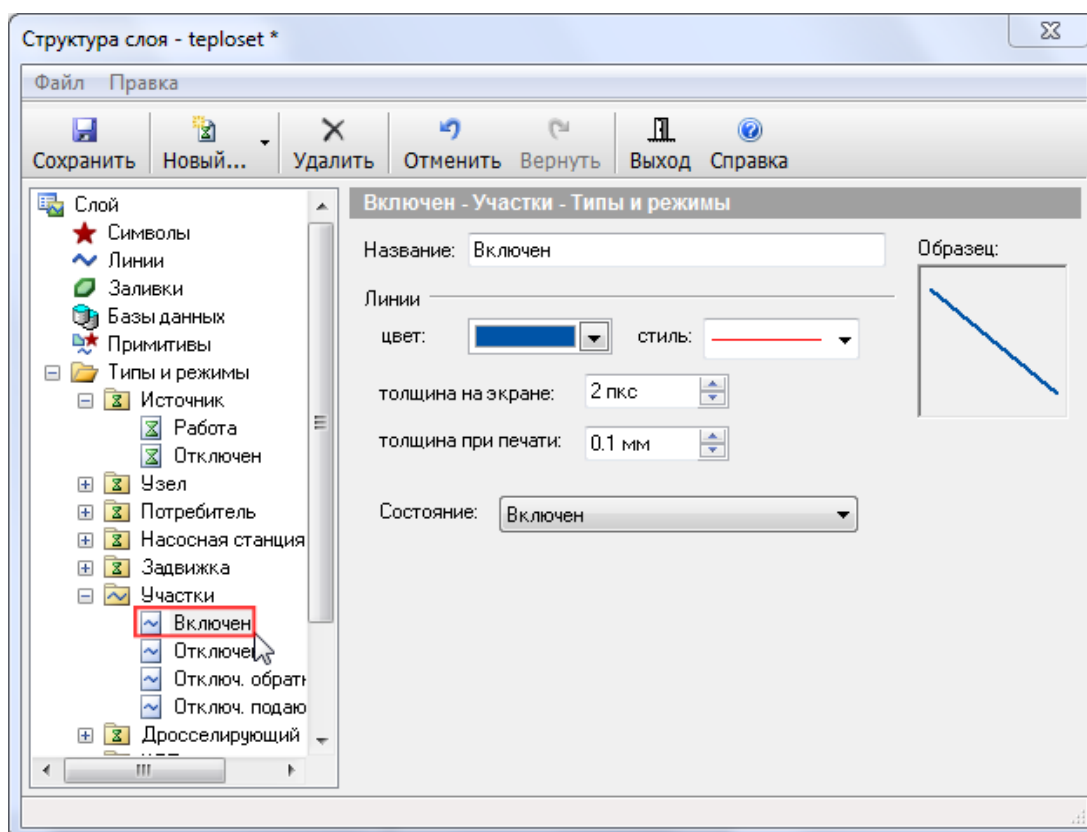


Рисунок 5.30. Режим линейного объекта

### 5.5.6.1. Создание нового режима объекта

При необходимости можно добавить дополнительные режимы работы для стандартных типовых объектов.

Важно понимать, что не стоит без необходимости добавлять в сеть новые режимы. Новые режимы имеет смысл добавлять только в том случае, если надо визуально выделить объекты одного типа друг от друга. Т.е., если на карте необходимо чтобы участки тепловой сети отличались по цвету (например, при изображении четырёхтрубной сети), то тогда в тип *Участки* надо добавить четыре новых режима, причем, добавляя их надо соблюдать определенные правила!



#### Примечание

При создании нового режима следует учесть:

Для типовых объектов в окне *Состояние* выбирается проводимость для решения топологических задач. Однако для инженерных расчетов следует добавлять объекты в определенной последовательности и по определенным правилам.

### 5.5.6.1.1. Состояние объектов сети

Для типовых объектов в окне *Состояние* выбирается свойства объекта для решения топологических задач. Типовому объекту инженерных сетей можно указать следующее свойство *Проводимости*:

- Включен— проводимость во всех направлениях;
- Отключен— нет проводимости;
- Прямая проводимость— существует проводимость от входящих по направлению участков к выходящим;
- Обратная проводимость— существует проводимость от выходящих по направлению участков к входящим.

Свойство проводимости объекта (участка, задвижки) используется только при решении топологических задач.

### 5.5.6.1.2. Правила добавления режимов

#### Участки

Участки задаются четверками режимов, которые воспринимаются программой следующим образом:

Номера режимов	Состояние
1, 5, 9 и т.д.	Включен
2, 6, 10 и т.д.	Отключен
3, 7, 11 и т.д.	Отключен обратный трубопровод
4, 8, 12 и т.д.	Отключен подающий трубопровод

Кроме этого для вновь созданных режимов работы объекта, следует указать в окне *Состояние* его проводимость, тогда режим будет добавлен правильно.

#### Потребители

Потребители задаются парами режимов, которые воспринимаются программой следующим образом: нечетный номер режима соответствует включенному состоянию, четный номер режима – отключенному.

Номера режимов	Состояние
1, 3, 5 и т.д.	Включен
2, 4, 6 и т.д.	Отключен

В случае отключения участка сети, все потребители, попавшие под отключение изменят режим работы на отключенный (перейдут в режим с номером на единицу больше), при обновлении состоянии сети.

#### Задвижки

Задвижки задаются парами режимов, которые воспринимаются программой следующим образом: нечетный номер режима соответствует открытому состоянию, четный номер режима – закрытому.

Номера режимов	Состояние
1, 3, 5 и т.д.	Открыта
2, 4, 6 и т.д.	Закрыта

Кроме этого для вновь созданных режимов работы объекта, следует указать в окне Состояние его проводимость, тогда режим будет добавлен правильно.

### 5.5.6.1.3. Последовательность действий по добавлению режима

Для создания нового режима следует:

1. В дереве **Типы и режимы** щелчком левой кнопкой мыши выделите тип, для которого создается новый режим, например Узел. (см. Рис.5.31).

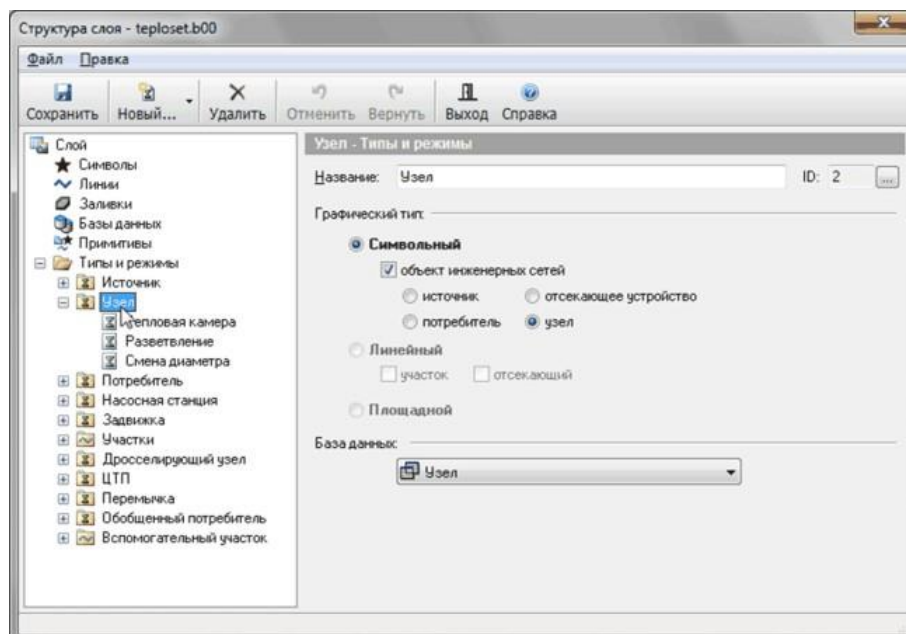


Рисунок 5.31. Создание нового режима

2. Нажать кнопку **Новый...** и в выпадающем списке выберите пункт **Новый...|режим** или пункт меню **Правка| Новый режим...** На экране появится следующее окно (см. Рис.5.32).

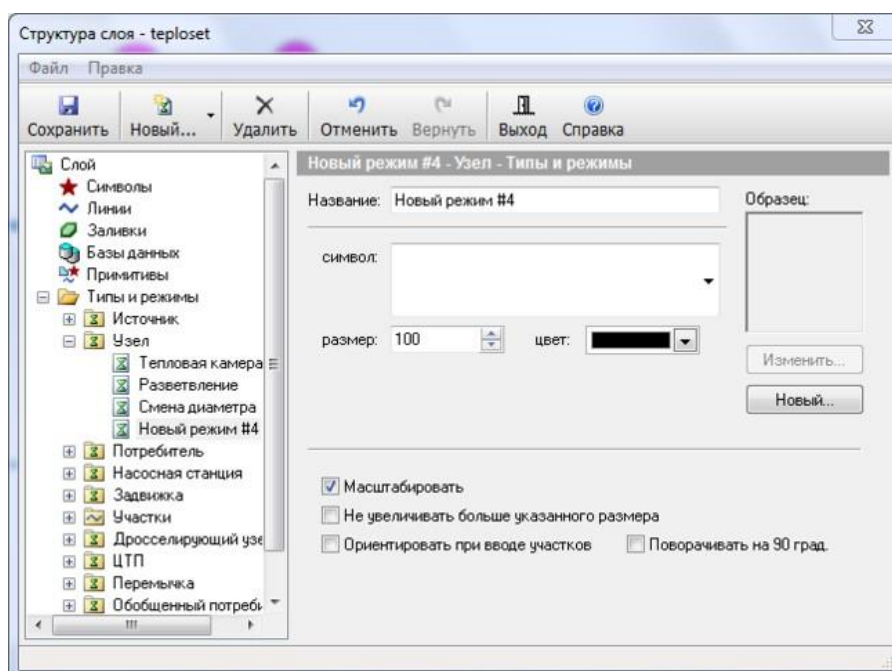


Рисунок 5.32. Параметры нового режима

3. В строке название введите название режима, например **Граница балансовой принадлежности**;

4. Если режим задается для символьного типа, то из выпадающего списка символов нужно выбрать тот символ, которым будет отображаться режим.

Если символ, соответствующий требуемому режиму отображения отсутствует, символ следует создать в редакторе символов - кнопка **Новый** (подробнее см. справку по ГИС Zulu™ раздел *Создание и редактирование графического символа объекта. Редактор символов*). Если существующий символ по каким-то критериям не подходит для отображения режима, его можно отредактировать нажатием кнопки **Изменить** (подробнее см. справку по ГИС Zulu™ раздел *Создание и редактирование графического символа объекта. Редактор символов*).

Если режим задается для объекта инженерных сетей (участок или задвижка), которые могут являться отсекающими устройствами, тогда необходимо в окне Состояние выбрать соответствующую для данного режима проводимость.

Для символьного объекта также надо задать:

- размер, он задается в строке *размер* (подробнее см. справку по ГИС Zulu™ раздел *Изменение размеров символов*);
- *состояние* (Включен/Отключен), состояние задается только в том случае, если тип является объектом инженерных сетей: источником, или потребителем; □;
- при желании установить опцию *Масштабировать*, в этом случае включается режим масштабирования символа, т. е. изменение размеров символа при изменении масштаба карты;
- при желании установить опцию *Не увеличивать больше указанного размера*, она не позволяет увеличивать символ, когда масштаб карты становится меньше указанного в строке размер;
- при желании установить опцию *Ориентировать при вводе участков*, в этом случае объекты будут наноситься по направлению ввода участков;
- при желании установить опцию *Поворачивать на 90 град.*, она поворачивает объект на 90 градусов относительно того, как он изображен в редакторе символов.

Для линейного графического типа объекта так же надо задать:

- цвет, он выбирается из открывающейся палитры;
- из списка *стиль* выбрать, стиль линии, если необходимого стиля нет в наличии, то его можно создать (см. справку по ГИС Zulu™ раздел *Создание и редактирование стиля линейных объектов*);
- указать толщину на экране (толщина указывается в пикселях);
- указать толщину при печати (толщина указывается в миллиметрах).

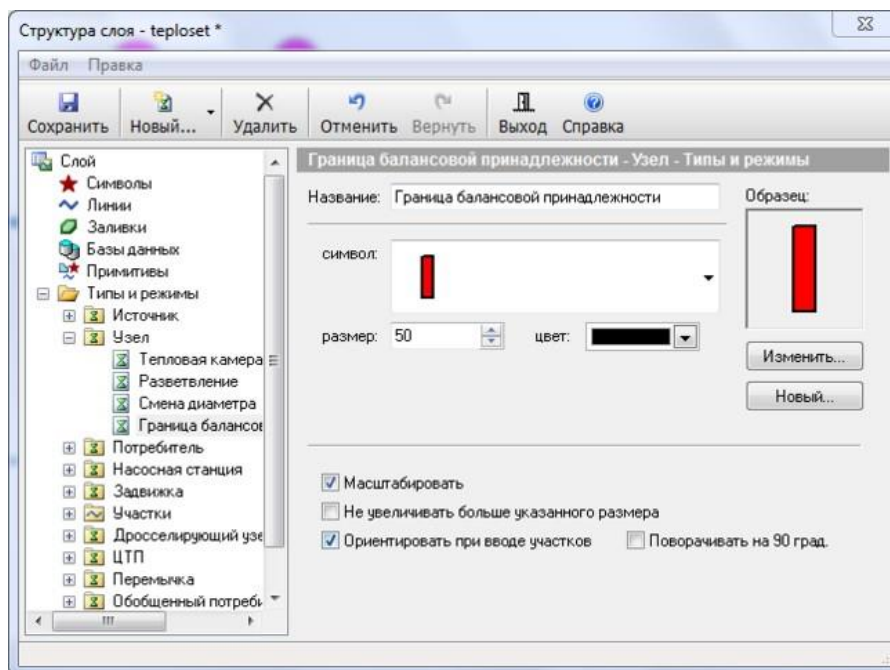



Рисунок 5.33. Создание нового режима

5. Для сохранения изменений структуры слоя нажать кнопку *Сохранить*.

### 5.5.6.2. Изменение размеров символов тепловой сети

Размеры символов задаются в относительных единицах, поэтому заранее неизвестно, какого размера они будут на той или иной карте, так как слой может создаваться для масштабов области, города, квартала, помещения. Для регулирования размеров символов на карте вводится масштабирующий отображение символов коэффициент, который задается в строке *Размер*. Чем больше значение коэффициента, тем крупнее будут выглядеть символы на карте (при одном и том же масштабе карты).

Для изменения размера символа тепловой сети следует:

1. В окне *структура слоя* () в дереве *Типы и режимы* щелчком левой кнопкой мыши выделить режим, для редактирования, например *Задвижка Открыта* (см. Рис.5.34).

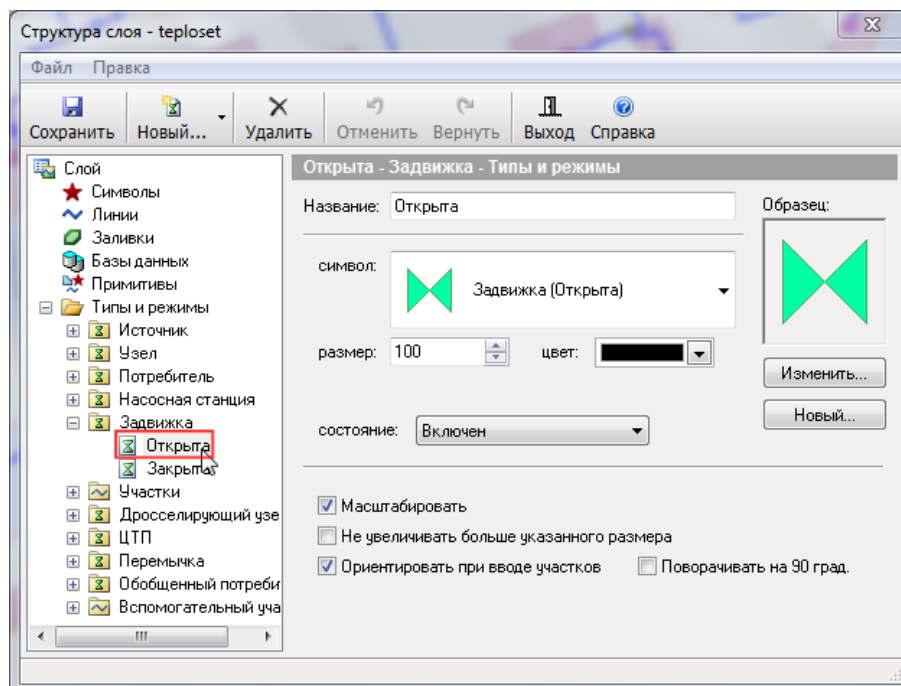



Рисунок 5.34. Изменение размера символа тепловой сети

2. В строке *Размер* изменить значение;
3. Нажать кнопку *Сохранить*. Изменения сразу отобразятся на карте.

### 5.5.6.3. Изменение внешнего вида символов тепловой сети

Для изменения внешнего вида объекта тепловой сети следует:

1. В окне *структура слоя* (  ) в дереве *Типы и режимы* щелчком левой кнопкой мыши выделить режим, для редактирования, например Тепловая камера. (см. Рис.5.35).

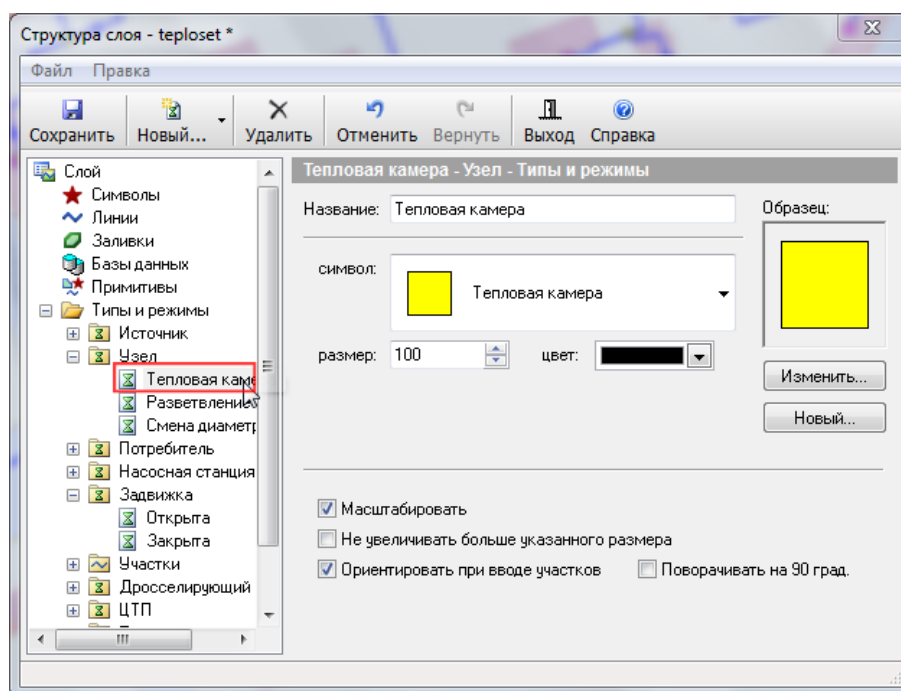
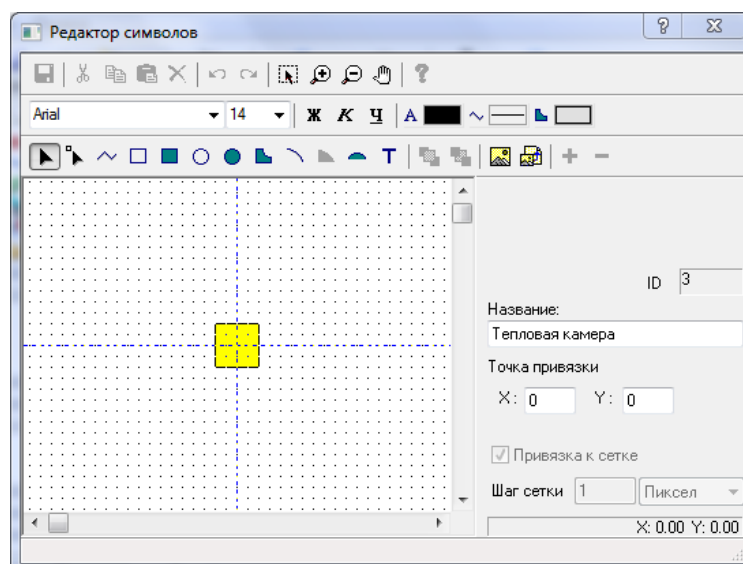


Рисунок 5.35. Изменение внешнего вида объекта тепловой сети

2. Нажать кнопку **Изменить**. На экране появится редактор символов, (см. Рис.5.36).



**Рисунок 5.36. Окно редактора символов**

3. В редакторе символов нарисовать новое изображение объекта;
4. Нажать кнопку **Сохранить** и закрыть редактор;
5. При необходимости в строке *Размер* задать необходимый размер;
6. Для сохранения структуры слоя нажать кнопку **Сохранить**.

#### 5.5.6.4. Удаление режима

1. Выделить удаляемый режим левой кнопкой мыши;
2. Нажать кнопку **Удалить** на панели инструментов.



#### Примечание

Режим можно удалить только тогда, когда он не занят объектами, т.е. ни в одном слое нет объектов этого режима.

#### 5.5.6.5. Импорт типов и режимов

В программе имеется возможность импортировать из других слоев структуры отдельных типов с относящимися к этим типам режимами, символами и структурами баз данных.

Для импорта типов надо:

1. В дереве редактора структуры слоя встать на пункт **Типы и режимы**, нажать кнопку **Импортировать типы**. (см. Рис.5.37).

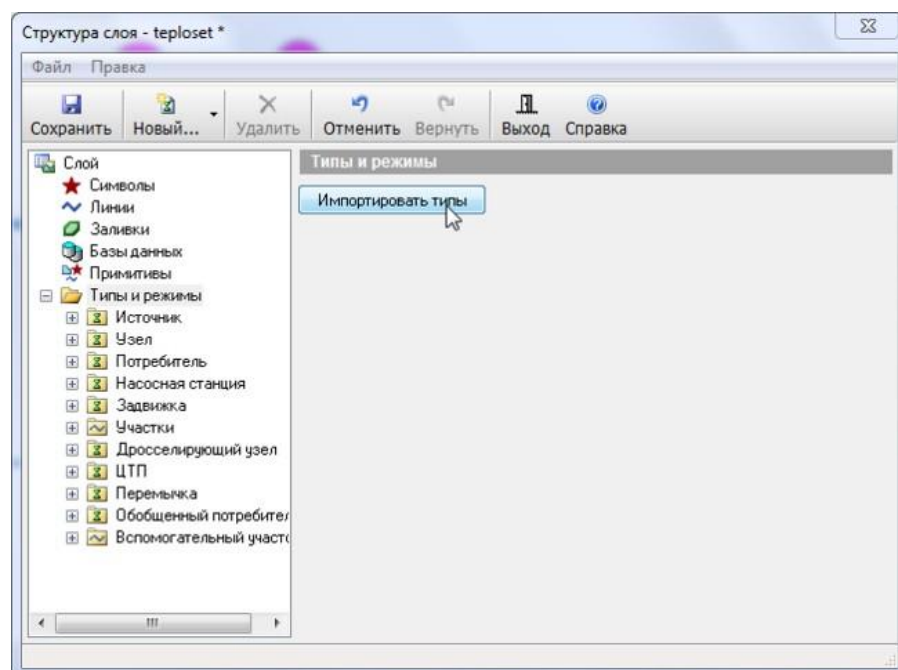


Рисунок 5.37. Импорт типов

2. В появившемся диалоге **Импорт типов** выбрать слой, из которого будут копироваться типы, для этого надо воспользоваться кнопкой **...**;
3. В списке типов выбранного слоя отметить типы для импорта, и завершить импорт нажатием кнопки **Импорт**. (см. Рис.5.38).

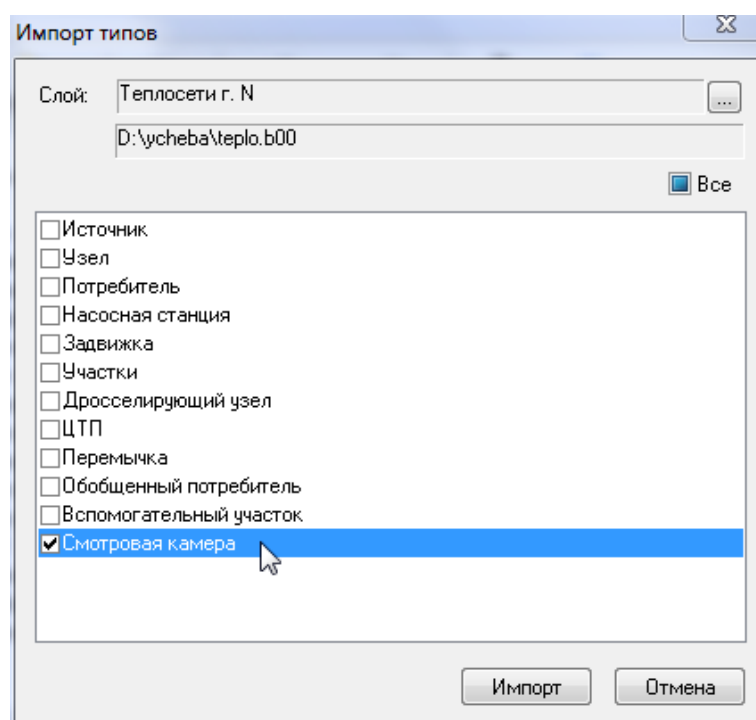


Рисунок 5.38. Выбор типов для импорта






### Примечание

При копировании структур табличных баз данных на данный момент реализовано создание таблиц только в формате Paradox.



### 5.5.6.6. Пример создания режима для уже существующего типа «Узел»

Предположим нам надо добавить новый объект, который будет называться Граница балансовой принадлежности. Для его добавления следует:

1. Выделить левой кнопкой мыши в дереве тип **Узел**, нажать на панели инструментов диалога кнопку  и в выпадающем списке указать **Новый режим** или выбрать пункт меню **Правка|Новый режим...**;
2. В появившейся закладке **Режим** в строке **Название** ввести название создаваемого режима: **Граница балансовой принадлежности**;
3. Нажать кнопку **Новый**, после чего появится окно **Редактор символов**, в котором надо создать новый символ для нашего режима. Для этого на панели Редактор символов следует нажать кнопку  – ввод многоугольника;
4. На панели форматирования задать параметры создаваемого объекта (для контура : цвет, узор, толщина, цвет и стиль линии);
5. В рабочем поле окна редактора нарисовать символ;
6. В строке **Название** ввести пользовательское название символа (**Граница балансовой принадлежности**);
7. При необходимости изменить точку привязки (центр) символа.

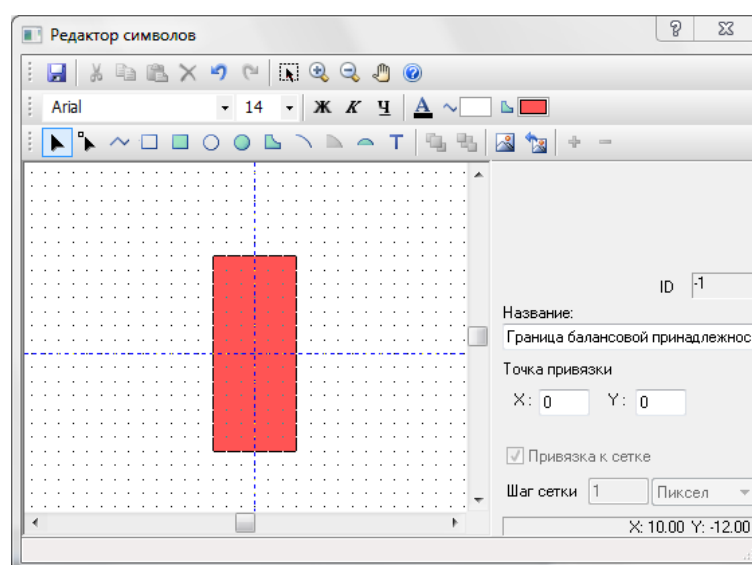



Рисунок 5.39. Создание нового режима

8. Нажать кнопку **Сохранить**  и закрыть окно редактора. Созданный режим отобразится в дереве типов и режимов окна **Структура слоя**.

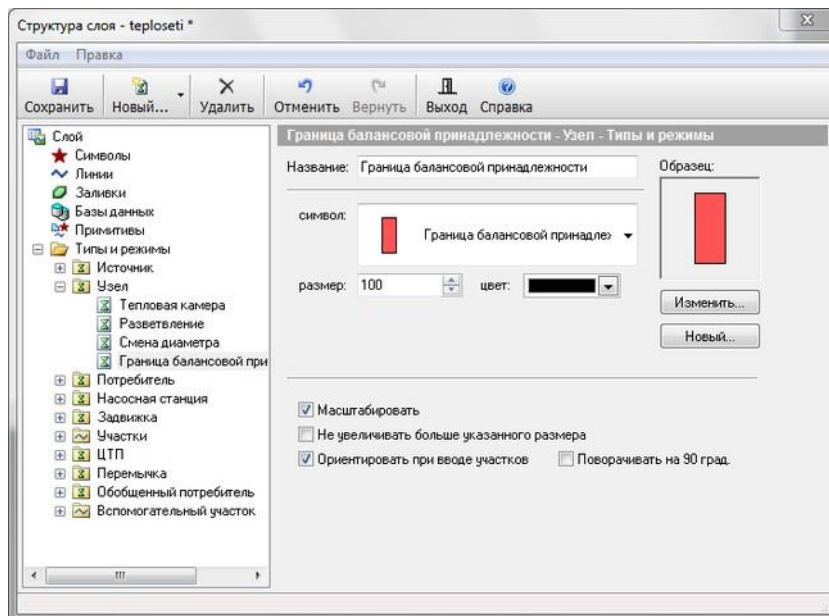
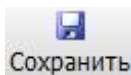


Рисунок 5.40. Граница балансовой принадлежности

9.

Сохранить структуру слоя - кнопка



### 5.5.7. Печать объектов, входящих в структуру слоя

Для печати объектов входящих в структуру слоя надо:

1. Выбрать в меню **Файл пункт Печать...** (см. Рис.5.41), после чего на экране появится окно отчета по структуре слоя. В открывшемся окне можно задать настройки для отчета.

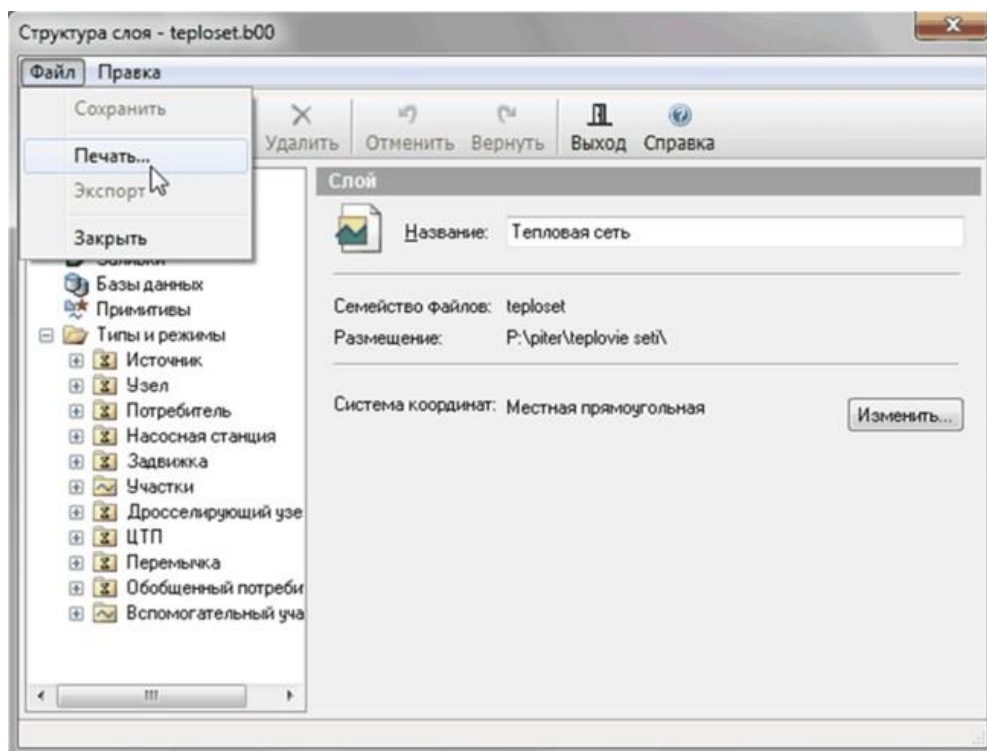


Рисунок 5.41. Печать структуры слоя

2. Написать имя заголовка указать параметры шрифта в закладке **Заголовок** (см. Рис.5.42).



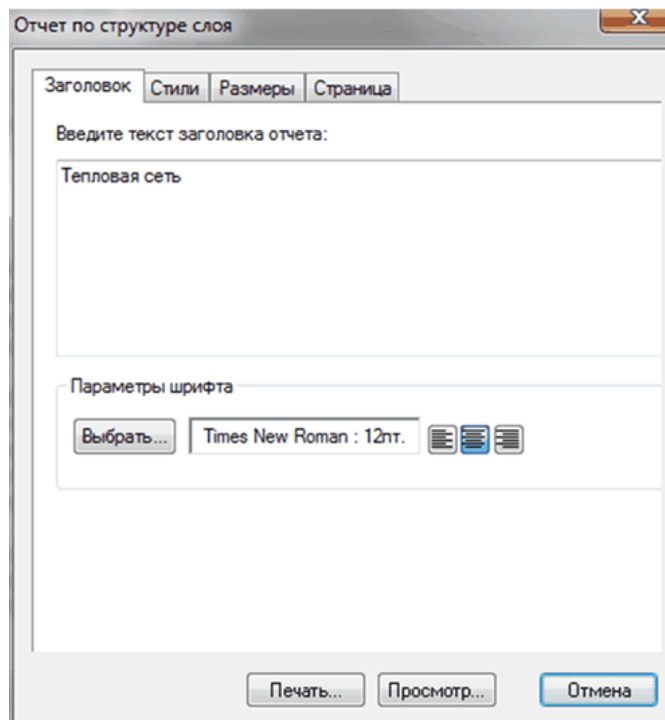


Рисунок 5.42. Отчет по структуре слоя

3. В закладке **Стили** задать стили для печати, выбрать параметры шрифта, и отметить галочками те элементы, которые надо включить в отчет (типы, режимы, базы);
4. Установить размеры для объектов, в закладке **Размеры**;
5. Настроить параметры страниц для печати, в закладке **Страница**;
6. Нажать кнопку **Просмотр**, для предварительного просмотра отчета. Если все настройки устраивают, то нажать кнопку **Печать**. Для отмены нажать кнопку **Отмена**.

## 5.6. Ввод объектов сети

Наносить схему тепловой сети можно либо на заранее подготовленную подоснову, либо на чистую карту. При нанесении схемы на чистую карту можно использовать вспомогательные функции: привязка к объектам, сетка редактора; в) ортогональный ввод; г) ввод точек по координатам, подробное описание данных функций смотрите в руководстве пользователя ГИС Zulu™.

Для занесения сети на карту нужно, чтобы бы слой тепловой сети был создан и загружен в карту.

- создание слоя тепловой сети;
- загрузка слоя в карту.

После нанесения сети или для готовых ее участков можно провести операции контроля ошибок ввода. Подробнее о проверке ошибок ввода см. раздел 5.7.8 «Контроль ошибок при вводе», стр.80.

### 5.6.1. Включение режима редактирования слоя

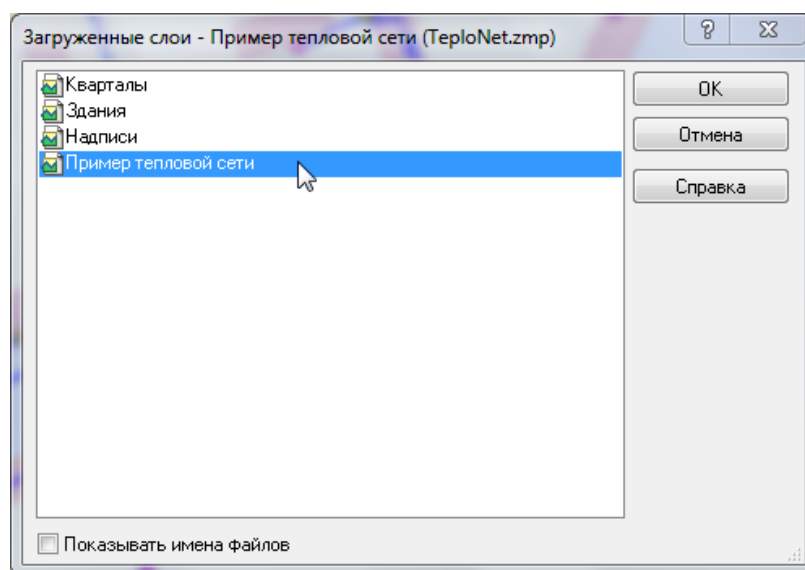
Перед нанесением схемы тепловой сети необходимо сначала включить режим редактирования слоя. В этом режиме происходит ввод и редактирование объектов сети.

Для включения режима редактирования следует:

*Первый способ:*

1. Выбрать пункт главного меню **Карта|Редактор слоя** или нажать кнопку  на панели инструментов;

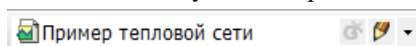
2. Если карта содержит только один слой, то этот слой сразу станет редактируемым. Если же в карте несколько слоев, то на экране появится список слоев карты (см. Рис.5.43). Выбор слоя для редактирования, в котором нужно левой кнопкой мыши выбрать слой, выбрать слой с тепловой сетью и нажать кнопку **OK**.





**Рисунок 5.43. Выбор слоя для редактирования**

*Второй способ включения редактирование слоя:*

Нажать кнопку с карандашиком напротив имени слоя в окошке активного слоя



Кнопка примет утопленное состояние  **Пример тепловой сети** . После включения редактора слоя в строке состояния внизу экрана отобразится имя редактируемого слоя **Правка: Пример тепловой сети**.

## 5.6.2. Последовательность действий при вводе

Для изображения сети можно пользоваться двумя способами:

- Изображать сеть с помощью объекта Участок. Тогда при вводе участка редактор сам будет запрашивать узловые объекты в начале и в конце участка, а поскольку часто начало нового участка является концом предыдущего, то начальный узел нового участка уже существует, и за него нужно только зацепиться, то есть, продолжая ввод участка, нажать на узле левой клавишей мыши;
- Если известны координаты узловых объектов, таких как тепловые камеры, источники и т.д., то можно сначала расставить эти объекты на карте и затем соединить их участками.



### Примечание



Используя для рисования режим Участка (первый способ), требуется гораздо меньше действий из-за того, что не приходится постоянно выбирать объект для ввода. Используя один лишь режим участка, изображаются все элементы сети.

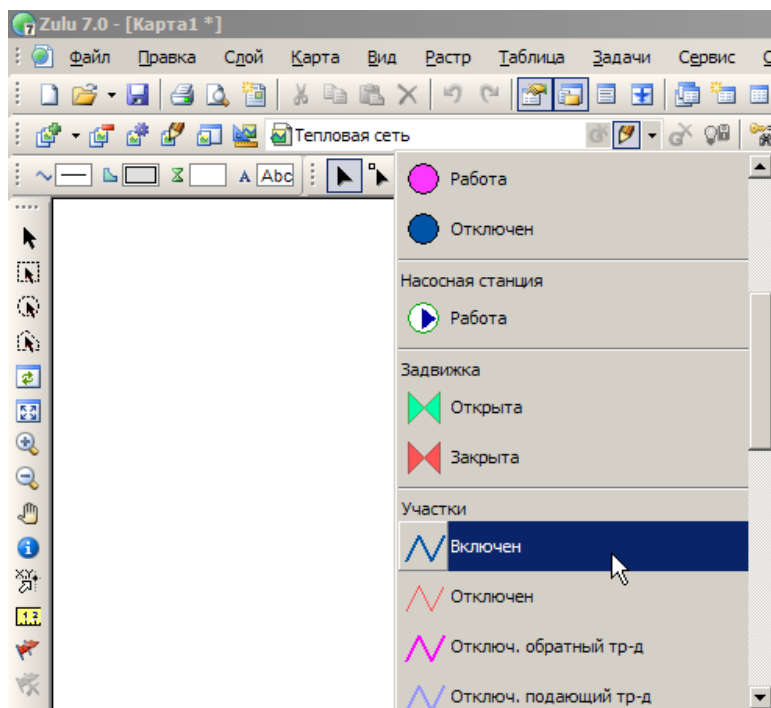
Далее приведены примеры изображения тепловой сети этими двумя способами. Например, нужно ввести фрагмент сети *Источник->Камера->Насос->Потребитель*.

### 5.6.2.1. Первый способ изображения сети

При изображении этим способом сразу вводятся и объекты, и участки, их соединяющие.

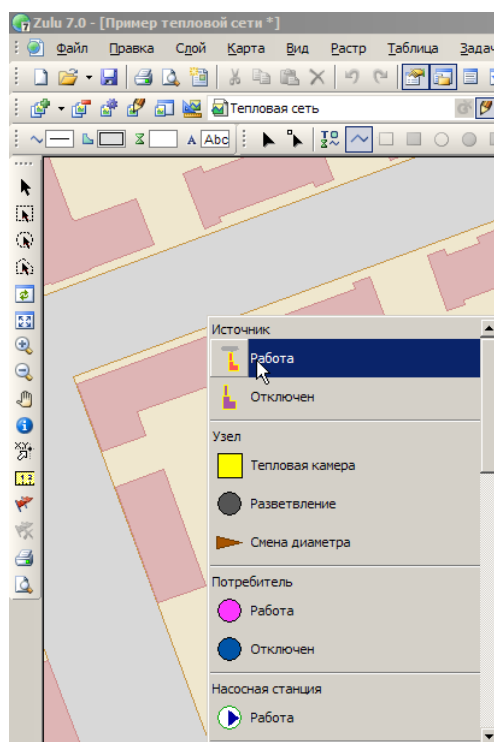
Для изображения фрагмента сети *Источник->Камера->Насос->Потребитель* следует:

1. Включить режим редактирование слоя ;
2. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим участка Включен (т.е. открыты оба трубопровода), см.Рис.5.44.



**Рисунок 5.44. Выбор режима ввода участков**

3. В том месте карты, где будет установлен первый объект сети (Источник) сделать щелчок левой кнопкой мыши, появиться всплывающее окно (см. Рис.5.45)



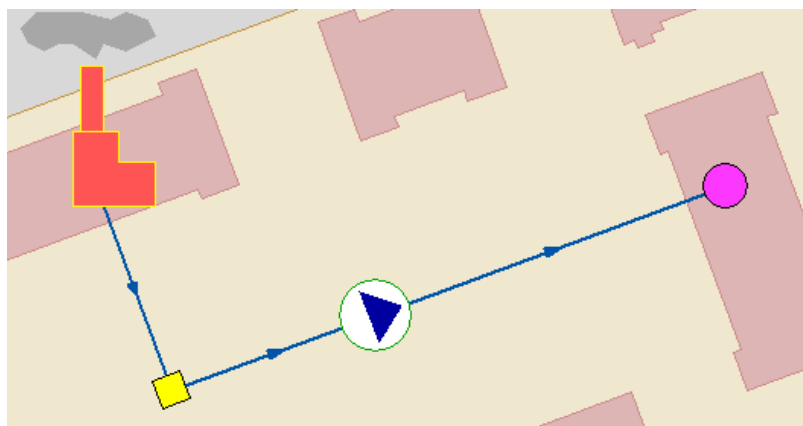
**Рисунок 5.45. Всплывающее окно, при изображении объектов**

4. В открывшемся окне выбрать режим источника Работа;
5. Навести курсор в то место, где будет изображена тепловая камера, и сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши, для завершения участка. Откроется всплывающее окно;
6. Выбрать левым щелчком мыши элемент, который будет установлен в конце участка, Тепловую камеру;
- 7.левой кнопкой мыши щелкнуть в центр тепловой камеры, чтобы «зацепиться» за неё (см. Рис.5.46). Всплывающее окно в этом случае появляться не должно. Если окно всё же появляется следует сделать щелчок левой кнопкой мыши в пустом месте и снова попытаться «зацепиться» за объект.



**Рисунок 5.46. Выбор центра тепловой камеры**



8. Навести курсор в то место, где будет изображена насосная станция, и сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши, для завершения участка. Откроется всплывающее окно;
9. Выбрать в открывшемся окошке режим насосной станции Работа;
- 10.Повторяя предыдущие пункты, «зацепиться» за насосную станцию (см. Рис.5.47), после чего закончить участок потребителем.



**Рисунок 5.47. Выбор насосной станции**

### 5.6.2.2. Второй способ изображения сети

Если использовать второй способ, то последовательность действий должна быть следующей:

1. Включить режим редактирования слоя ;
2. Нажать кнопку выбора типа  и в выпадающем списке выбрать режим источника Работа (т.е. включен), см. Рис.5.48.

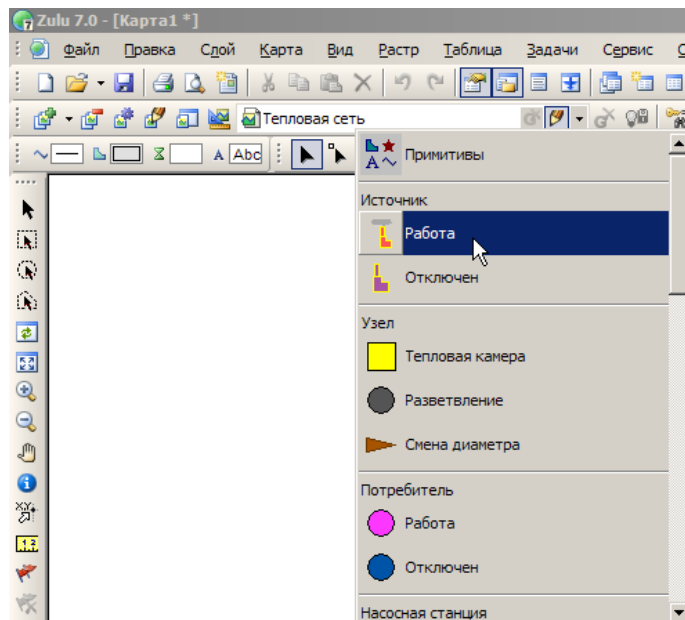



Рисунок 5.48. Выбор режима источника

3. Щелкнуть в том месте карты, где будет установлен источник.



Рисунок 5.49. Ввод источника

4. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим узла Тепловая камера;
5. Щелкнуть в том месте карты, где будет камера, см. Рис.5.50.

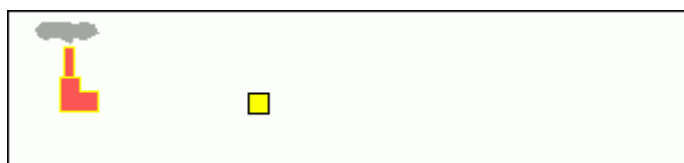



Рисунок 5.50. Ввод камеры

6. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим насосной станции Работа(т.е. включена);
7. Щелкнуть в том месте карты, где будет изображена насосная станция, см. Рис.5.51

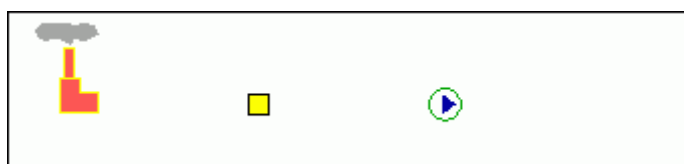

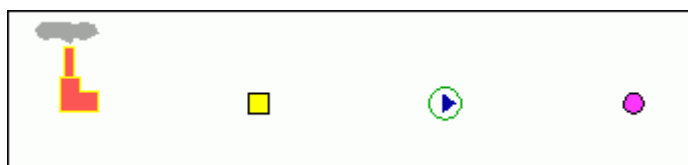



Рисунок 5.51. Ввод насосной станции

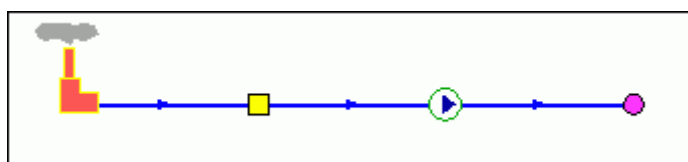


8. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим потребителя Включен;
9. Щелкнуть в том месте карты, где будет потребитель.



**Рисунок 5.52. Ввод потребителя**


10. Нажать кнопку выбор типа  и в выпадающем списке выбрать режим участка Включен(т.е. открыты оба трубопровода);
11. Щелкнуть левой кнопкой мыши по источнику, «зацепившись» за него;
12. Сделать двойной щелчок по тепловой камере для соединения её с источником;
13. Аналогичным образом соединить оставшиеся элементы, см. Рис.5.53.



**Рисунок 5.53. Ввод оставшихся элементов**

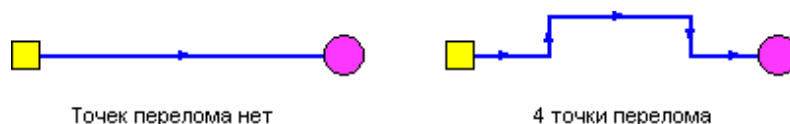


### Примечание

Устанавливать таким образом объекты на уже нарисованные участки сети нельзя. Их следует вставлять объекты только в режиме Узлы .

## 5.6.3. Ввод участка


Геометрически участок представляет собой ломаную линию. Любая ломаная имеет как минимум две вершины – начало и конец участка. Вершины ломаной между началом и концом участка называются точки перелома, с помощью которых обозначают повороты участка, компенсаторы. На участке может быть неограниченное количество точек перелома. При рисовании участка возможны все вспомогательные функции, что и при изображении ломаной линии. (см. подробнее в руководстве по ГИС Zulu™).



**Рисунок 5.54. Изображения участка сети**


Участок должен обязательно начинаться и заканчиваться узловым объектом. Например, оба участка на Рис.5.54 начинаются тепловой камерой и заканчиваются потребителем.

Для ввода участка тепловой сети надо выполнить следующие действия:

1. Нажать кнопку выбор типа  и выбрать объект для ввода (например, режим участка Включен).



### Примечание

При необходимости вновь вводить ранее выбранный режим работы участка достаточно нажать кнопку  на панели инструментов (если она еще не нажата). Кнопка примет утопленное положение, и редактор перейдет в режим ввода линейных объектов.

2. В начале участка обязательно должен присутствовать символьный объект. Если начальный объект участка уже установлен на карте, то участок надо к нему присоединить. Для этого нужно подвести курсор мыши к центру объекта и нажать левую клавишу мыши. При этом, если присоединение к узлу прошло успешно, то первая точка участка будет зафиксирована, и можно продолжить ввод остальных точек участка.



### Примечание

Никакого всплывающего окна при этом появляться не должно. Всплывающее окно означает что: а) привязки к объекту не произошло б) попытка привязаться туда, где нет узлового объекта. Для закрытия открывшегося окна следует сделать щелчок левой кнопкой мыши по карте или нажать клавишу Esc. В этих случаях надо повторить попытку привязаться к объекту, либо внедрить объект на существующий участок.

Если начального символьного объекта участка еще нет, то участок можно начинать в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему началу участка, и нажать левую клавишу мыши. После этого редактор попросит указать тип начального узла. На экране появится список типов и режимов узловых объектов редактируемого слоя. Из этого списка нужно выбрать узел, в котором будет начинаться участок (например, источник или тепловая камера.) Таким образом, начиная участок в произвольной точке, мы попутно добавляем в сеть и новый узел;

3. После того как задана начальная точка участка, можно продолжить его ввод, последовательно задавая точки поворота. Для этого надо подвести курсор мыши к точке на карте, соответствующей очередной точке поворота, и зафиксировать ее нажатием левой клавиши мыши. После того как точки поворота введены, или при отсутствии их у данного участка, можно завершать ввод трубопровода;
4. В конце участка обязательно должен быть узловой объект. Если конечный объект уже имеется на карте, то надо подвести курсор к центру такого объекта и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. Никакого всплывающего окна при этом, не должно появиться. Если захват узла прошел успешно, то ввод участка будет завершен.

Если конечного символьного объекта участка еще нет, то участок можно закончить в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор мыши в точку карты, соответствующую будущему концу участка, и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. После этого редактор попросит указать тип конечного узла. На экране появится список объектов слоя с учетом их возможных режимов работы. Из этого списка нужно выбрать объект, в котором будет заканчиваться участок (например, потребитель, тепловая камера и т.д.) Таким образом, завершая участок в произвольной точке, мы попутно добавляем в сеть и новый узел.



### Важно

Во время завершающего ввод двойного щелчка левой клавишей мыши, важно, чтобы сама мышь между щелчками оставалась неподвижной, т.е щелчки надо сделать быстро. В противном случае будет установлена точка перелома участка. Также можно сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать из меню Завершить объект, для завершения объекта в последней точке перелома.

## 5.6.4. Ввод точек перелома (поворота) участка

Для ввода точек перелома участка во время изображения участка следует:

1. Подвести курсор к месту на карте, где будет установлена точка перелома (например, поворот);

2. Щелкнуть левой кнопкой мыши для установки точки перелома и можно дальше продолжать ввод.  
см. Рис.5.55

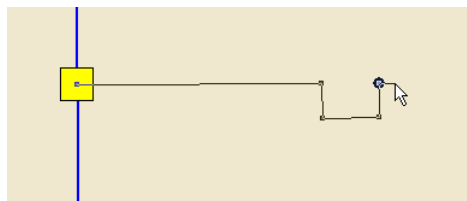


Рисунок 5.55. Изображение точек перелома


### 5.6.5. Отмена введенных точек

Во время нанесения участка на карту, если участок последняя из введенных точек была введена ошибочно, то ее можно отменить нажатием клавиши Esc или щелкнув правой кнопкой мыши выбрать в открывшемся окошке **Отменить последнюю точку Esc**.


Повторяя это действие, можно шаг за шагом отменить несколько последних введенных точек, или вообще все точки, включая начало участка.


### 5.6.6. Ввод за пределами экрана

Если местоположение очередной вводимой точки выходит за пределы окна карты на экране, то изображение нужно сперва передвинуть так, чтобы место установки точки попало в окно карты. Переместить изображение, не выходя из режима ввода участка, можно несколькими способами:

1. Использовать кнопки вертикальной и горизонтальной полосы прокрутки карты;
2. При установке предыдущей точки перелома, т.е. нажатии левой клавиши мыши, не отпускать эту клавишу, и в таком состоянии переместить мышь за пределы окна карты в сторону где должна быть установлена очередная точка. При этом изображение карты начнет прокручиваться в заданном направлении. Прокрутив карту на нужное расстояние, завершите прокрутку, отпустив левую клавишу мыши и продолжайте ввод участка;
3. Если у мыши имеется средняя клавиша (или средняя клавиша с колесиком), то можно перемещать карту мышкой, удерживая среднюю клавишу в нажатом состоянии, при этом курсор мыши изменит свой вид и будет выглядеть как рука . Для завершения перемещения нужно среднюю клавишу отпустить.


### 5.6.7. Отмена ввода объектов

Если участок был завершен и, оказалось, что он введен ошибочно, то последний введенный участок можно отменить нажатием кнопки . Повторяя эту операцию можно отменить несколько последних действий редактора.

Если отмена последних действий редактора была ошибочна, то их можно восстановить нажатиями кнопки .



#### Примечание

При выключении режима редактирования слоя  использование данных кнопок становится невозможным.



## 5.7. Редактирование сети

В данном разделе рассмотрены варианты редактирования (удалить, переместить, изменить режим работы объектов), которые могут применяться непосредственно к объектам тепловой сети. Об остальных операциях редактирования можно узнать в справке по ГИС Zulu™.

Внешний вид любого введенного или еще не введенного объекта тепловой сети может быть изменен. Изображения объектов сети меняются в окне редактора структуры слоя (для дополнительных сведений о редакторе структуры слоя см. раздел 5.5 «Структура слоя», стр.39). Все изменения относятся сразу ко всем объектам в слое тепловой сети.



### Примечание

Для того чтобы отредактировать сеть необходимо, чтобы был включен режим редактирования слоя (🔧). Как включить режим редактирования слоя см. раздел Ввод объектов сети.

Редактирование сети может осуществляться в виде:

- редактирования одиночных объектов;
- редактирования элементов объекта.

### 5.7.1. Редактирование одиночных объектов


В режиме редактирования одиночных объектов выполняются операции, относящиеся к объекту (узлу или участку сети) целиком:

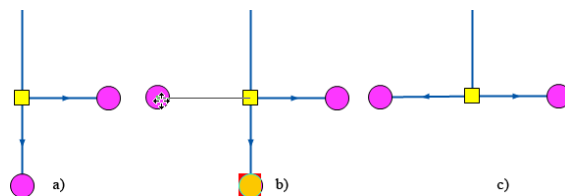
- Перемещение объекта;
- Поворот символьного объекта;
- Дублирование одиночного объекта;
- Смена режима, типа объекта;
- Смена направления участка тепловой сети;
- Удаление объекта;
- Разбиение участка на два узловым объектом;
- Объединение последовательно соединенных участков.

#### 5.7.1.1. Перемещение объекта

Переместить объект можно двумя способами: с сохранением топологических связей или с отрывом объекта от сети. В первом случае изменяется только местоположение объекта, а связность объектов сети не нарушается, т.е. топология сети не изменяется. Во втором случае нарушается связь перемещаемого объекта с сетью, поэтому такое перемещение объекта, как правило, используется как промежуточная операция.

Для перемещения объекта с сохранением связей нужно:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Установить курсор на перемещаемый объект (символ или участок);
3. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение (см. Рис.5.56 b).




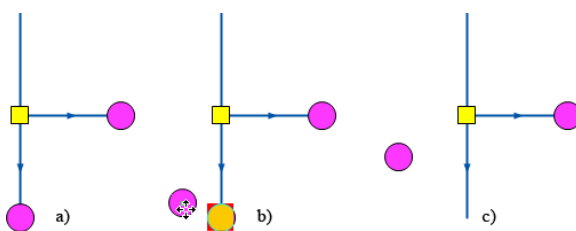
**Рисунок 5.56. Перемещение объекта с сохранением связи**

4. Переместить объект в новое положение;
5. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения перемещения (см. Рис.5.56с).

В результате видно, что объект переместился с сохранением топологической связи.

Для перемещения объекта с отрывом от сети нужно:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Установить курсор на перемещаемый объект (символ или участок);
3. Нажать и не отпускать клавишу Shift;
4. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение. (см. Рис.5.57 b). После начала перемещения клавишу Shift можно отпустить.



**Рисунок 5.57. Перемещение объекта с отрывом от сети**

5. Переместить объект в новое положение;
6. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения перемещения. (см. Рис.5.57с).



### Примечание


Эта операция используется как промежуточная (например, для внедрения другого объекта вместо убранный).

В результате объект был перемещен, при этом топологическая связь участков с этим объектом нарушилась.

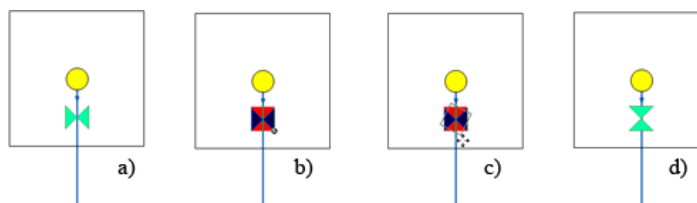
## 5.7.1.2. Поворот символьного объекта

Поворот символа узлового объекта не изменяет местоположение объекта ни тем более топологию сети. Просто иногда возникает необходимость повернуть символ, под определенным углом для улучшения наглядности и читаемости изображения сети.

Для поворота символа нужно:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  на панели инструментов;

2. Выделить определенный символьный объект. Для этого нужно установить на него курсор и нажать левую клавишу мыши. Символ выделится прямоугольной областью с небольшим кружком в одном из ее углов. (см. Рис.5.58 b).




**Рисунок 5.58. Поворот узлового объекта**


3. Подвести курсор к кружку в углу выделенной области и нажать, не отпуская, левую клавишу мыши;
4. Перемещая мышью, поворачивайте символ до нужного угла. (см. Рис.5.58c);
5. Отпустить левую клавишу мыши, для завершения перемещения. (см. Рис.5.58d ).

### 5.7.1.3. Дублирование одиночного объекта

Дублирование объекта является одним из способов создания нового объекта. В качестве исходного отмечается один из существующих объектов слоя, и на указанном месте создается новый объект с тем же типом, режимом и той же формы, что и исходный. Действия при дублировании объекта почти полностью совпадают с перемещением объекта с отрывом от сети. Для дублирования объекта нужно:

Для дублирования объекта нужно:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Установить курсор на исходный объект;
3. Нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, начать перемещение.


Переместить объект в новое положение. Не отпуская кнопку мыши, нажать клавишу Ctrl, рядом с курсором появится 

Отпустить левую кнопку мыши. После этого клавишу Ctrl можно отпустить. Исходный объект будет продублирован в новое место.

### 5.7.1.4. Смена типа или режима объекта

Часто возникает необходимость изменить один объект сети на другой, или изменить режим его работы. Например, превратить узел в тепловую камеру или сменить режим участка на Отключен.

Для смены типа/режима объекта нужно:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Установить курсор на определенный объект и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. На экране появится диалог **Смена режима** (см. Рис.5.59).



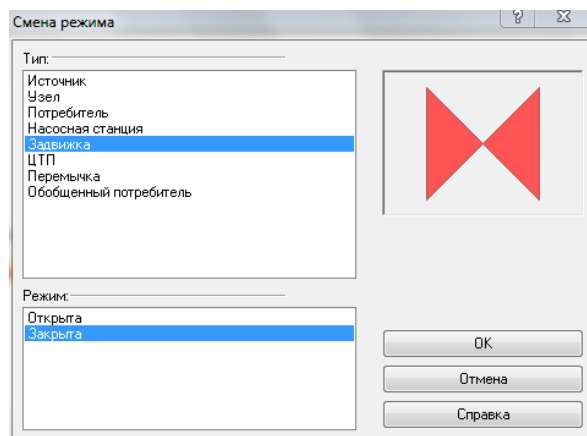


Рисунок 5.59. Смена режима для узлового объекта

3. В верхней части окна выбрать тип объекта. Например, Задвижка;
4. Выбрать режим для объекта в нижней части окна. Например, Закрыта;
5. Нажать кнопку **ОК** для сохранения изменений и выхода. Для отказа от изменений нажать кнопку **Отмена**.




### Примечание

Кнопка **Сменить направление** появляется только если изменяемый объект - участок. Нажатие кнопки изменяет направление участка на противоположное.

## 5.7.1.5. Смена направления участка тепловой сети

Для смены направления участка следует:

1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Установить курсор на определенный участок и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. На экране появится диалог **Смена режима** (см. Рис.5.60).

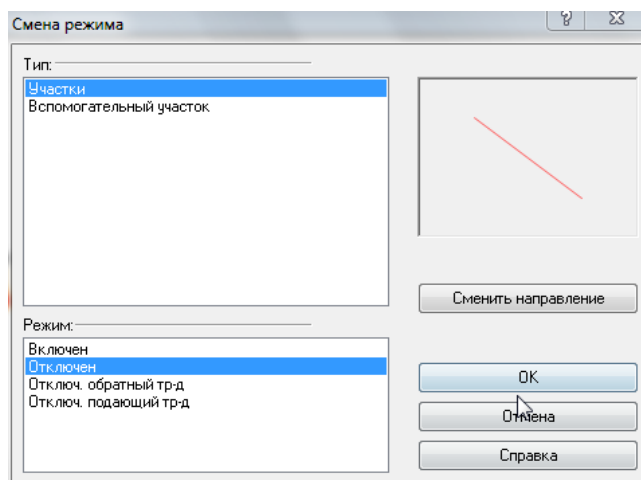




Рисунок 5.60. Смена режима для узлового объекта

3. Нажать кнопку **Сменить направление**. Нажатие кнопки меняет направление участка на противоположное;
4. Нажать кнопку **ОК**. Для отказа от изменений нажать кнопку **Отмена**.

### 5.7.1.6. Удаление объекта

Для удаления объекта нужно:



1. Выбрать стрелку Объект, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Отметить удаляемый объект. Для этого нужно установить на него курсор и нажать левую клавишу мыши. Отмеченный объект изменит цвет;
3. Нажать клавишу Del на клавиатуре или кнопку  панели инструментов. Также можно сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать **Удалить**.

Выделенный объект удалится.

### 5.7.1.7. Разбиение участка на два узловым объектом (Ввод объекта на существующую сеть)

Всегда возникает необходимость вставить объект на уже введенный участок сети. Сделать это можно в любой точке участка, кроме начала и конца. При вставке объекта на существующий участок, этот участок разбивается на два участка: один перед объектом, другой после.

Для разбиения участка нужно:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Отметить точку вставки на участке, для этого подвести курсор к предполагаемой точке разбиения и нажать левую клавишу мыши. Место на отрезке отобразится кружком, в точке перелома - квадратиком (см. Рис.5.61b);
3. Нажать кнопку  на панели инструментов или щёлкнув правой кнопкой мыши выбрать Вставить символичный объект. Откроется всплывающее окошко объектов редактируемого слоя;
4. Из списка объектов выбрать нужный и нажать левую клавишу мыши. Выбранный объект будет изображен на схеме. (см. Рис.5.61 c).

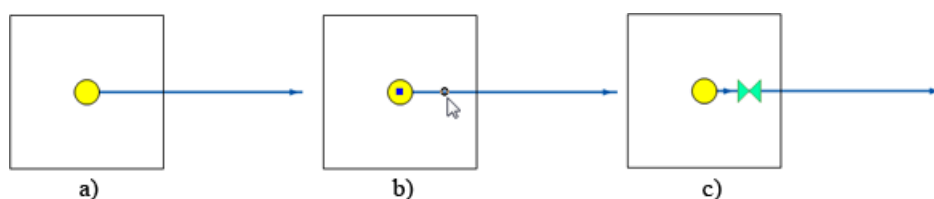



Рисунок 5.61. Вставка объекта на существующую сеть

### 5.7.1.8. Объединение последовательно соединенных участков (Удаление объекта с нанесенной сети)

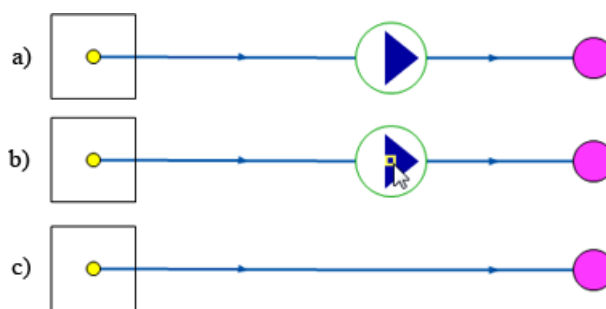
Если на сети установлен объект, который связан только с двумя участками (Рис.5.62), то его можно удалить, таким образом, что два связанных с ним участка объединятся в один, а на месте удаленного узла будет точка перелома объединенного участка.

В отличие от простого удаления объекта (через Del) при котором нарушается связность, в этом случае, несмотря на изменение топологии (сеть уменьшается на один узел и одно ребро), связность сети не нарушается, т.к. происходит объединение участков.


Для объединения участков с общим узлом нужно:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;

2. Отметить удаляемый узел. Подвести курсор к узловому объекту и нажать левую клавишу мыши (см. Рис.5.62 b).



**Рисунок 5.62. Удаление объекта с нанесенной сети**

3. Нажать кнопку  на панели инструментов либо щёлкнуть правой кнопкой мыши и выбрать **Исключить символичный объект**. (см. Рис.5.62с).



### Примечание

Если число связей отмеченного узла отлично от двух, ничего не произойдет. В противном случае узел удалится, и два участка превратятся в один.


## 5.7.2. Редактирование элементов объекта

Под редактированием элементов объекта подразумеваются операции с участием отдельных элементов участков, таких как отрезки и точки перелома:

- Перемещение узла;
- Перемещение отрезка;
- Добавление точки перелома;
- Удаление точки перелома;
- Перепривязка участка.

## 5.7.3. Перемещение узла

Любой уже нанесенный на карту узел можно переместить. Для того, чтобы перенести узел нужно:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Подвести курсор к узлу и нажать левую клавишу мыши. (см. Рис.5.63 b).

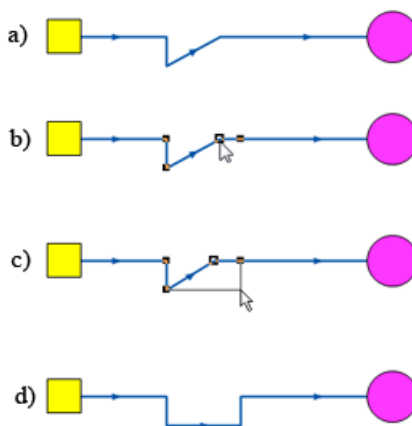



Рисунок 5.63. Перемещение узла

3. Не отпуская клавишу переместить узел на нужное место (см. Рис.5.63с);
4. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения узла. (см. Рис.5.63d);
5. Точно таким же образом можно перенести любой символьный объект, только при выполнении пункта 2 надо обязательно попасть в точку привязки объекта (как правило – это центр объекта).

#### 5.7.4. Перемещение отрезка

Любой нанесенный отрезок, участок сети можно перенести с одного места на другое. Для переноса отрезка надо:

1. Выбрать стрелку **Узлы**, нажав кнопку  на панели инструментов;
2. Для переноса отрезка вместе со связанными с ним объектами подвести курсор к отрезку и нажать левую клавишу мыши, не отпуская клавишу переместить отрезок на нужное место (см. Рис.5.64b);
3. Отпустить клавишу мыши для окончания перемещения отрезка (см. Рис.5.64с).

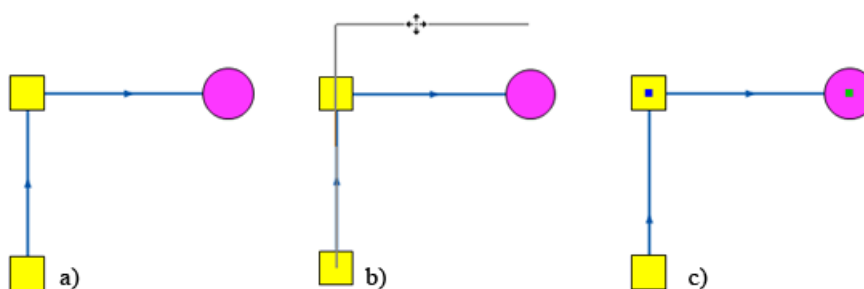




Рисунок 5.64. Перемещение отрезка


#### 5.7.5. Добавление точки перелома

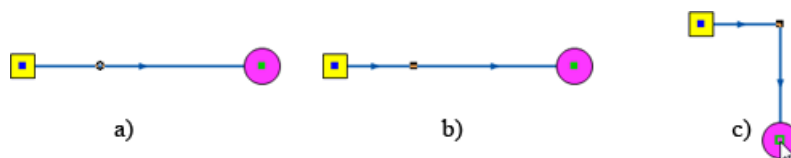
На любом нанесенном участке сети можно создать перелом двумя способами. Для создания точки перелома первым способом необходимо:

1. Выбрать стрелку **Узлы**, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Отметить точку разбиения на участке. Подвести курсор к предполагаемой точке перелома и нажать левую клавишу мыши. Место перелома на отрезке отобразится кружком (см. Рис.5.65a);

3. Нажать кнопку  на панели инструментов или щёлкнуть правой кнопкой мыши и выбрать **Добавить точку перелома**. На участке появится точка перелома (см. Рис.5.65b).

Второй способ создания точки перелома:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Подвести курсор к предполагаемой точке перелома и, удерживая клавишу Ctrl, нажать левую клавишу мыши (см. Рис.5.65 b).





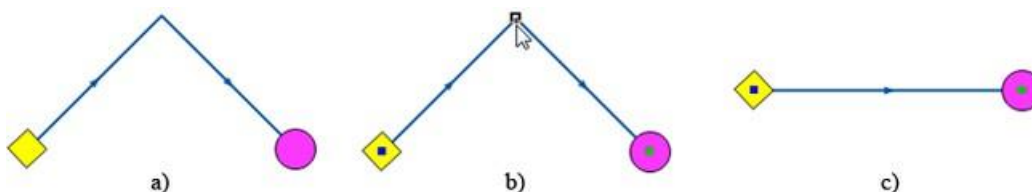
**Рисунок 5.65. Добавление точки перелома**

3. Была создана новая точка перелома на участке, после чего при необходимости участок сети можно изогнуть (Рис.5.65с).

## 5.7.6. Удаление точки перелома



Ошибочно введенный или лишний узел на участке можно удалить, либо указывая удаляемую точку на карте, либо указывая ее в панели свойств. Для удаления точки перелома первым способом нужно:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Отметить удаляемый узел, для этого подвести курсор к удаляемому узлу и нажать левую клавишу мыши. Отмеченный узел будет выделен квадратом черного цвета (см. Рис.5.66b);
3. Нажать кнопку  панели инструментов или клавишу Delete клавиатуры, либо щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать **Удалить точку перелома**. Точка перелома будет удалена и участок автоматически выпрямится. (см. Рис.5.66с).



**Рисунок 5.66. Удаление точки перелома**

Возможен второй способ удаления точки перелома:

1. Нажать кнопку **Панель свойств** . В правой части экрана появится окно **Свойства**;
2. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;
3. Подвести курсор к участку, на котором находится удаляемая точка, и нажать левую клавишу мыши, в окне свойств отобразятся параметры участка: координаты начальной, конечной и промежуточных точек, длина и азимут промежуточных отрезков;
4. Перемещаясь в окне свойств, точки соответствующие строке, на которой находится курсор, будут выделяться черным квадратом;

5. Поставить курсор на строку, характеризующую удаляемую точку и нажать на клавиатуре комбинацию клавиш Ctrl+Delete. (см. Рис.5.67b);
6. Выделенная точка и строка, соответствующая ей удалится, а отрезок выпрямится (см. Рис.5.67c).

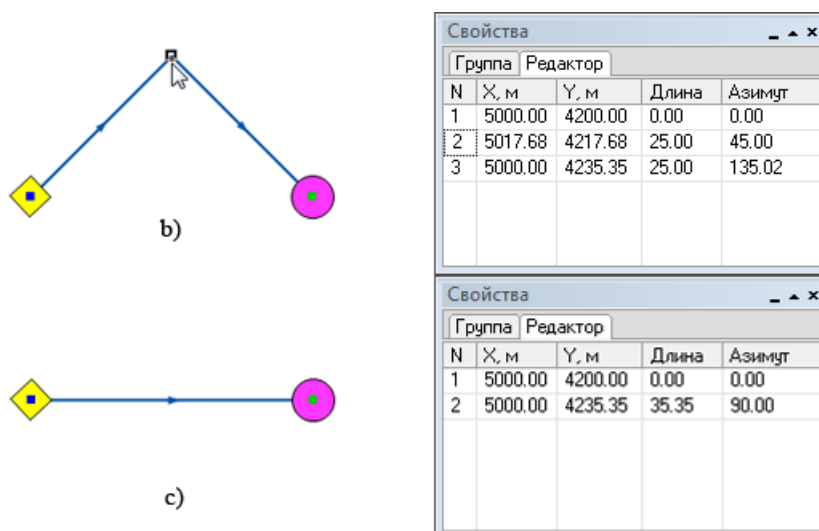



Рисунок 5.67. Удаление точки перелома из Панели свойств

## 5.7.7. Перепривязка участка

Для перепривязки участка от одного объекта к другому необходимо:

1. Выбрать стрелку Узлы, нажав кнопку  панели инструментов;
2. Отметить щелчком перепривязываемый участок, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. На отмеченном участке будет отмечены точки перелома (см. Рис.5.68a);
3. Подвести курсор к узлу участка, который необходимо «оторвать» от сети и удерживая клавишу Shift на клавиатуре нажать левую клавишу мыши.




### Примечание

Клавиша Shift в данном случае используется для того, чтобы «оторвать» участок от объекта.



Рисунок 5.68. Перепривязка участка

4. Удерживая левую клавишу мыши и Shift отвести участок в сторону (см. Рис.5.68b). Таким образом, мы отцепили участок от объекта;
5. Щелчком левой кнопкой мыши «ухватиться» за конечную точку участка. Не отпуская клавишу мыши и удерживая клавишу Ctrl на клавиатуре подвести конец участка к узлу привязки, при этом вид курсора изменится на следующий  (см. Рис.5.68c);
6. Отпустить клавишу мыши для окончания перепривязки участка (см. Рис.5.68d).




## Примечание

Клавиша Ctrl в данном случае используется для того, чтобы участок «прицепился» к объекту.

## 5.7.8. Контроль ошибок при вводе

Для проверки правильности нанесения схемы тепловой сети необходимо произвести проверку ее связности, для определения все ли узлы и участки связаны между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для готовых ее частей.

Для проверки надо:

1. Сделать активным слой тепловой сети;
2. На панели навигации нажать **Поиск пути** ;
3. Левой клавишей мыши установить флажок на любом объекте тепловой сети (кроме участков);
4. Нажать правую клавишу мыши и в появившемся меню (см. Рис.5.69) выбрать пункт **Найти связанные**. Все найденные объекты сети, в соответствии с выбранным пунктом меню поиска, окрасятся в красный цвет.

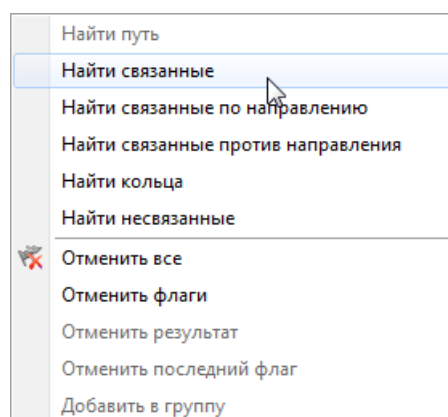



Рисунок 5.69. Поиск связанных объектов

5. Для отмены результатов поиска нажать **Отмена пути** .

Можно найти все связанные объекты сети по направлению от узла, на котором был установлен флажок, или против направления, для этого в меню выбрать пункт **Найти связанные по направлению** или **Найти связанные против направления**.

Следует учитывать, что направление участка определяется при его вводе, то есть направление участка будет от начальной точки ввода к конечной точке. Также можно **Найти несвязанные** объекты. Для поиска колец тепловой сети выбрать в меню пункт **Найти кольца**. Все найденные объекты сети, в соответствии с выбранным пунктом меню поиска, окрасятся в красный цвет.

---

# Глава 6. Исходные данные для выполнения инженерных расчетов

## 6.1. Исходные данные для выполнения наладочного и поверочного расчетов

Прежде чем приступить к любому инженерному расчету, необходимо занести исходные данные. В зависимости от вида проводимого расчета, потребуется занести дополнительные данные к уже введенным, например, для расчета с учетом тепловых потерь или для конструкторского расчета.

### Рекомендации по занесению исходных данных:

- Рекомендуется сначала внести исходные данные для узловых объектов сети, таких как источник, тепловые камеры, потребители и т. д., а затем уже по участкам трубопроводов тепловой сети;
- Для всех объектов сети, кроме участков трубопроводов, рекомендуется заполнить поле *Name*, *Наименование объекта (узла)*, так как информация из данного поля дает наглядность при построении пьезометрических графиков и их распечатке;
- Наименования начал и концов участков трубопроводов сети можно записать автоматически, при наличии наименований объектов сети, подробнее см. раздел 17.2 «Автоматическое занесение начала и конца участков», стр.219;
- При изображении сети на карте (в масштабе) можно считать длину участков с карты, подробнее см. раздел 17.1 «Автоматическое занесение длины с карты», стр.218;
- Прежде чем приступить к расчету с учетом тепловых потерь и утечек, рекомендуется провести расчет без их учета.



### Примечание

Для всех объектов тепловой сети (кроме участков) необходимо задать значение *H\_geo*, *Геодезическая отметка*, м. Если геодезические отметки неизвестны, то можно принять местность плоской, задав на всех объектах геодезическую отметку равную нулю. Геодезическая отметка также может быть считана со слоя рельефа, подробнее об этом см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220и подраздел «Отметки высот с карты» раздела «Автоматическое занесение исходных данных» руководства Zulu™.

Для наладочного и поверочного расчета без учета тепловых потерь следует занести данные по следующим элементам сети:

- источник;
- потребитель:
  - система отопления;
  - система горячего водоснабжения.
- ЦТП:
  - система отопления;
  - система горячего водоснабжения.
- обобщенный потребитель;
- участок тепловой сети;



- насосная станция;
- дросселирующие устройства:
  - вычисляемая дроссельная шайба;
  - устанавливаемая дроссельная шайба;
  - регулятор располагаемого напора;
  - регулятор давления;
  - регулятор расхода.

Чтобы провести расчеты с учетом тепловых потерь к вышеперечисленным потребуется занести дополнительные данные:

- по нормированным потерям;
- с учетом фактической изоляции.



### Примечание

При занесении исходных данных по объектам также можно воспользоваться сводными таблицами, см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253

## 6.1.1. Занесение данных по элементам сети

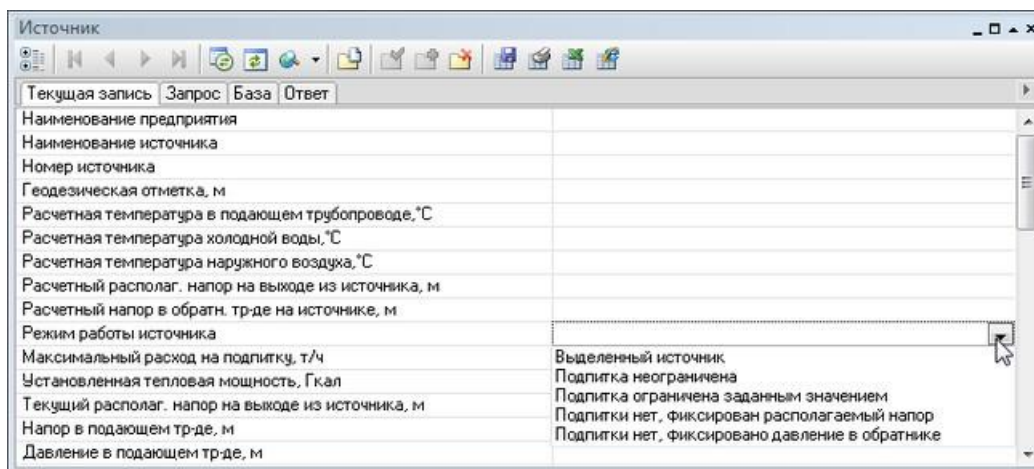
### 6.1.1.1. Источник

Для выполнения наладочного расчета надо занести следующую информацию по источнику тепловой сети:

1. *Nist*, *Номер источника* – Задается 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 данного источника;
2. *H\_geo*, *Геодезическая отметка, м* – Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел Автоматическое занесение исходных данных|Отметки высот с карты.);
3. *Tl\_r*, *Расчетная температура в подающем трубопроводе, °C* – задается расчетное значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе, на которое было выполнено проектирование системы централизованного теплоснабжения, например 150, 130, 110, 105 или 95°C. Максимальное значение 250°C;
4. *Thz\_r*, *Расчетная температура холодной воды, °C* – Задается расчетная температура холодной водопроводной воды, например 5, 8 °C. Максимальное значение 20°C. Минимальное значение 1°C;
5. *Tnv\_r*, *Расчетная температура наружного воздуха, °C* – Задается расчетное значение температуры наружного воздуха, (например -25, -30, -50 и т.д. °C), которое принимается в соответствии со СНиП. Минимальное значение -60°C;
6. *H\_ras*, *Расчетный располагаемый напор на выходе из источника, м* – Задается расчетный располагаемый напор на выходе из источника (разность между давлением в подающем и давлением в обратном трубопроводах), например 30, 40, 70, 100 м. При выполнении наладки расчетный располагаемый напор на выходе из источника можно задать заведомо очень маленьким 5-10 м, в этом случае располагаемый напор на источнике будет подобран автоматически. Максимальное значение 250 м. Минимальное значение 1м;
7. *H\_obr*, *Расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике, м* – задается расчетное значение напора в обратном трубопроводе на источнике, например 20, 50, 100 и т.д. метров. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки

расположения источника, например геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике равен  $50 + 20 = 70$  метров. Минимальное значение 0м;

8. *Mode, Режим работы источника* – если в сети несколько источников, то указывается режим работы источника, для этого следует выбрать соответствующую строку, нажать кнопку и в открывшемся меню выбрать необходимое наименование режима работы.



**Рисунок 6.1. Режимы работы источника**

## Режимы работы источника

### Выделенный источник

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.

### Подпитки нет, фиксирован располагаемый напор

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.

### Подпитки нет, фиксировано давление в обратнике

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.

### Подпитка неограничена

Источник, с заданным расчетным располагаемым напором и расчетным напором в обратном трубопроводе, имеющий неограниченную подпитку.

### Подпитка ограничена заданным значением

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. В поле **Максимальный расход на подпитку**, следует указать фиксированную величину подпитки

9. *Glimit, Максимальный расход на подпитку, т/ч* – Используется только в том случае, когда режим работы источника «Подпитка ограничена заданным значением». Задается максимальный расход воды на подпитку, например 20, 40 т/ч.

Для выполнения поверочного расчета нужно дополнительно занести следующую информацию:

1. *T1\_t, Текущая температура воды в подающем тру-де, °C* – Задается текущая температура воды в подающем трубопроводе (на выходе из источника), например 70°C при текущей температуре воздуха 4 °C и т.д. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета;

2.  $T_{nv\_t}$ , Текущая температура наружного воздуха, °С – задается текущая температура наружного воздуха, например +8, -5, -10, -20 и т.д. °С. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета.

Для расчета аварийной ситуации, когда подключенная нагрузка меньше установленной следует занести:

1.  $Q_{тах}$ , Установленная тепловая мощность, Гкал – данное поле используется для расчета аварийной ситуации, когда подключенная нагрузка больше установленной на источнике. При достижении предельного значения подключенной нагрузки в процессе расчета, будет соответственно снижена текущая температура на выходе из источника. В остальных расчетах следует оставлять пустым, тогда установленная тепловая мощность будет равняться подключенной нагрузке. Подробнее об этом см. раздел.

Сводная таблица данных по источнику приведена в разделе Таблицы баз данных элементов тепловых сетей|Источник.

### 6.1.1.2. Потребитель

К тепловой сети подключаются, как правило, четыре вида тепловой нагрузки:

- отопление;
- горячее водоснабжение;
- вентиляция;
- технологическая нагрузка.

Потребитель может иметь одну или несколько тепловых нагрузок присоединенных к тепловой сети по различным схемам. Схема присоединения тепловой нагрузки зависит от следующих факторов:

- способа центрального регулирования;
- качества сетевой воды;
- соотношения нагрузки отопления и горячего водоснабжения;
- расчетных температур теплоносителя в тепловой сети и системе отопления и т.д.

При выполнении инженерных расчетов системы централизованного теплоснабжения необходимо также учитывать степень автоматизации схем подключения тепловых нагрузок. Подключаемые нагрузки потребителя могут быть:

- Не автоматизированы, т.е. не установлено никакого регулирующего оборудования;
- Частично автоматизированы, установлен, например, регулятор температуры на горячее водоснабжение, или регулятор расхода на систему отопления;
- Полностью автоматизированы, установлены регуляторы на все виды подключенной нагрузки.

Возможные устройства для регулирования. На систему отопления:

- Регулятор расхода – поддерживает заданный (расчетный) расход сетевой воды на систему отопления;
- Регулятор нагрузки – поддерживает расчетное количество тепловой энергии на систему отопления или необходимую температуру теплоносителя на входе в эту систему путем изменения расхода сетевой воды в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

На горячее водоснабжение:

- Регулятор температуры – поддерживающий заданную температуру теплоносителя на ГВС, например, 60°C.

На систему вентиляции:

- Регулирующий клапан, изменяющий расход сетевой воды на калориферную установку, например, в зависимости от температуры воздуха внутри здания.

В случае отсутствия регуляторов необходима установка дросселирующих устройств, ограничивающих расход сетевой воды на каждый вид подключенной нагрузки. Возможные места установки этих устройств показаны на схемах подключения потребителей к тепловой сети.

#### 6.1.1.2.1. Информация по потребителю, необходимая для выполнения расчетов

- *Высота здания потребителя, м*- задается высота здания, если точной высоты здания не известно, можно принимать условно 3 метра на этаж;
- *Номер схемы подключения потребителя*- выбирается схема присоединения узла ввода;
- *Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C*- задается расчетное значение температуры сетевой воды, на которое было выполнено проектирование систем отопления и вентиляции данного потребителя, например 150, 130, 105 или 95 °C.

#### Данные по системе отопления потребителей

При наличии системы отопления независимо от выбранной схемы необходимо указать:

- *Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч*- задается расчетная нагрузка на систему отопления. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на отопление могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите настройки расчетов;
- *Коэффициент изменения нагрузки отопления*- задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на отопление по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на отопление будет увеличено соответственно на 10 или 20%;
- *Расчетная темп. воды на входе в СО, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе в систему отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 95 °C;
- *Расчетная темп. воды на выходе из СО, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из системы отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 70 °C;
- *Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °C*- задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы отопления, например 20, 18, 16 или 10 °C;
- *Наличие регулятора на отопление*- выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему отопления.

#### Зависимая система отопления потребителей

Для зависимых схем, с непосредственным, элеваторным или насосным смещением необходимо дополнительно занести следующую информацию:

- *Расчетный располагаемый напор в СО, м*- задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление системы отопления, м) при проектировании системы отопления, например 1 метр вод.ст. для элеваторных схем присоединения и 3, 4, 5 м вод.ст. и т.д. для насосных схем присоединения.

#### Независимая система отопления потребителей

Для независимых схем, подключенных через теплообменный аппарат необходимо дополнительно занести следующую информацию:

1. *Количество секций ТО на СО*- указывается количество секций теплообменного аппарата на СО например 1, 2, 3 и т.д;

2. Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м- указываются потери напора в одной секции ТО на СО, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;
3. Количество параллельных групп ТО на СО- указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата на СО;
4. Расчетная темп.сет.воды на выходе из ТО, °С- расчетная темп. сетевой воды на выходе из ТО (выход 2ого контура) на систему отопления задается пользователем, например 95 °С;
5. Расчетная темп. сет.воды на выходе из потреб., °С- задается пользователем расчетная темп. сет. воды на выходе из потребителя (выход 1ого контура). Если на выходе из СО (по второму контуру) – 70, то эта температура должна быть выше, чем 70, например 75 °С.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

■ Фактически установленное оборудование:

- Коэффициент пропускной способности регулятора СО- задается коэффициент пропускной способности регулятора давления «подпора» в СО;
- Номер установленного элеватора- задается номер фактически установленного элеватора, например 1, 2, 3;
- Диаметр установленного сопла элеватора, мм- задается значение диаметра фактически установленного сопла элеватора, например 3, 5, 7 мм.

■ Установленные шайбы на систему отопления:

- Диаметр установленной шайбы на под.тр-де перед СО, мм- задается значение диаметра фактически установленной шайбы на подающем трубопроводе перед СО;
- Количество установленных шайб на под.тр-де перед СО, шт- задается количество установленных шайб на подающем трубопроводе перед СО;
- Диаметр установленной шайбы на обр.тр-де после СО, мм- задается значение диаметра фактически установленной шайбы на обратном трубопроводе после СО;
- Количество установленных шайб на обр.тр-де после СО, шт- задается количество установленных шайб на обратном трубопроводе после СО.

## Данные по Системе Вентиляции потребителей

При наличии системы вентиляции необходимо указать:

- Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч - задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на вентиляцию могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите настройки расчетов;
- Коэффициент изменения нагрузки вентиляции- задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на вентиляцию по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на вентиляцию будет увеличено соответственно на 10 или 20%;
- Расчетная темп. наружного воздуха для СВ, °С- задается расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования системы вентиляции, например -20,-15, -11 °С и т.д;
- Расчетная темп. внутреннего воздуха для СВ, °С- задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы вентиляции, например 20, 18, 16 или 10 °С;
- Расчетный располагаемый напор в СВ, м- задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление калорифера, м вод.ст.) при проектировании системы вентиляции, например 0.5, 1.0, 1.5 м вод.ст;

- *Наличие регулирующего клапана на СВ-* указывается из списка наличие регулирующего клапана на систему вентиляции.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

Установленные шайбы на систему вентиляции:

- *Диаметр установленной шайбы на систему вентиляции, мм-* задается значение диаметра фактически установленной шайбы на систему вентиляции;
- *Количество установленных шайб на систему вентиляции, шт-* задается количество установленных шайб на систему вентиляции.

## Данные по Системе ГВС потребителей

При наличии системы горячего водоснабжения, независимо от выбранной схемы присоединения следует указать:

- *Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч-* задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите настройки расчетов;
- *Коэффициент изменения нагрузки ГВС-* задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на ГВС по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное среднее значение нагрузки на ГВС будет увеличено соответственно на 10 или 20%;
- *Число жителей-* задается количество жителей для данного узла ввода, для учета часовой неравномерности;
- *Температура воды на ГВС, °C-* задается температура горячей воды, например 60, 65 и т.д. °C;
- *Температура холодной воды, °C-* задается температура холодной воды, например 5 °C;
- *Наличие регулятора температуры-* выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему ГВС.
- ГВС с открытым водоразбором
  - Потери напора в системе ГВС, м - задается величина потери напора в системе горячего водоснабжения.
- При наличии циркуляционной линии:
  - Доля циркуляции от расхода на ГВС, % - задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите настройки расчетов;
  - Температура воды в цирк. контуре, °C - задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °C ниже чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °C.
- ГВС с закрытым водоразбором и одноступенчатой схемой
  - Количество секций ТО ГВС I ступень - указывается количество секций теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС например 1, 2, 3 и т.д;
  - Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень - указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС;
  - Потери напора в одной секции I ступени, м - указываются потери напора в одной секции ТО 1ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;
  - Балансовый коэффициент закр.ГВС - используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя

нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка. Если значение поля не задано, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.

При наличии циркуляционной линии:

- Доля циркуляции от расхода на ГВС, % - задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите настройки расчетов;
- Температура воды в цирк. контуре, °C - задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °C ниже чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °C.

■ Система ГВС с закрытым водоразбором и двухступенчатой схемой

- Количество секций ТО ГВС I ступень - указывается количество секций теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС например 1, 2, 3 и т.д;
- Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень - указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС;
- Потери напора в одной секции I ступени, м - указываются потери напора в одной секции ТО 1ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;
- Количество секций ТО ГВС II ступень - указывается количество секций теплообменного аппарата 2ой ступени на ГВС например 1, 2, 3 и т.д;
- Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень - указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 2ой ступени на ГВС;
- Потери напора в одной секции II ступени, м - указываются потери напора в одной секции то 2ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст;
- Балансовый коэффициент закр.ГВС - используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка. Если значение поля не задано, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.

При наличии циркуляционной линии:

- Доля циркуляции от расхода на ГВС, % - задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите настройки расчетов;
- Температура воды в цирк. контуре, °C - задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °C ниже чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °C.

■ Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

Установленные шайбы в системе горячего водоснабжения:

- Диаметр установленной циркуляционной шайбы на ГВС, мм - задается значение диаметра фактически установленной шайбы на ГВС;
- Количество установленных циркуляционных шайб на ГВС, шт. - задается количество установленных шайб на ГВС;
- Диаметр установленной шайбы в циркуляционной линии ГВС, мм - задается значение диаметра фактически установленной шайбы на циркуляционной линии ГВС;
- Количество установленных шайб в циркуляционной линии ГВС, шт. - задается количество установленных шайб на циркуляционной линии ГВС.

Для расчетов схем с теплообменными аппаратами при различных режимах, следует задать параметры теплообменника на какой-то известный режим. Расчет схем потребителей с параллельным подключением теплообменника на ГВС можно выполнять на:

- Жестко заданные испытательные параметры, «зашитые» в программе:  $T_{11} = 70$ ,  $T_{12} = 30$ , а  $T_{21}$  и  $T_{22}$  берутся по значениям холодной и горячей воды, заданной на источнике;
- Испытательные параметры, которые пользователь сам может задавать на потребителе. Это могут быть как проектные параметры, так и параметры, измеренные при испытании теплообменного аппарата. Подробнее об испытательных параметрах см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100.

При центральном регулировании отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения (скорректированный или повышенный температурный график) и отсутствии автоматических устройств регулирования дросселирующие устройства или балансировочные клапаны должны устанавливаться на абонентском вводе перед точкой отбора воды на горячее водоснабжение и регулировать два вида нагрузки отопление и ГВС. Для этого следует указать установленные шайбы на вводе:

- Диаметр шайбы на вводе на под. тр-де, мм- задается диаметр шайбы на вводе на подающем трубопроводе;
- Количество шайб на вводе на под. тр-де, шт- задается количество шайб на вводе на подающем трубопроводе;
- Диаметр шайбы на вводе на обр. тр-де, мм- задается диаметр шайбы на вводе на обратном трубопроводе;
- Количество шайб на вводе на обр. тр-де, шт- задается количество шайб на вводе на обратном трубопроводе.

### 6.1.1.3. Центральный тепловой пункт (ЦТП)

Для выполнения расчетов обязательно надо занести следующую информацию:

- Номер схемы подключения ЦТП - выбирается схема присоединения узла ввода. Схемы приведены в см. приложение 1 «Схемы подключения», стр.268;
- Способ дросселирования на ЦТП- указывается способ дросселирования на ЦТП цифрой от 0 до 6;
- 0- дросселирование на ЦТП не производится, если это не является обязательным;
- 1- дросселируется выход из ЦТП на отопление, шайба устанавливается всегда на подающем трубопроводе;
- 2- дросселируется выход из ЦТП на отопление, шайба устанавливается всегда на обратном трубопроводе;
- 3- дросселируется выход из ЦТП на отопление, места установки шайб определяются автоматически;
- 4- устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), места установки шайб определяются автоматически;
- 5- устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), шайба устанавливается всегда на подающем трубопроводе;
- 6- устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), шайба устанавливается всегда на обратном трубопроводе;
- Запас напора при дросселировании, м - задается пользователем запас напора при дросселировании, например 1, 2 и т.д. метров.



### 6.1.1.3.1. Данные по системе отопления ЦТП

При наличии системы отопления необходимо указать:

- *Расчетная температура на входе 1 контура, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе в первый контур, например 150, 130, 110 или 95°C;
- *Расчетная температура на выходе 1 контура, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из первого контура, например 75, 80 °C;
- *Расчетная температура на входе 2 контура, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе во второй контур, например 70°C;
- *Расчетная температура на выходе 2 контура, °C*- задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из второго контура, например 95°C;
- *Расчетная температура внутр. воздуха для СО, °C*- задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы отопления, например 20, 18, 16 или 10°C;
- *Расчетная температура наружного воздуха, °C*- задается расчетное значение температуры наружного воздуха, которое принимается в соответствии со СНиП, например -30, - 35°C.
- **Зависимая система отопления ЦТП**
  - *Располагаемый напор второго контура, м.*- при независимом подключении системы отопления задается располагаемый напор второго контура;
  - *Напор в обратнике второго контура, м*- при независимом подключении системы отопления задается напор в обратном трубопроводе второго контура. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки расположения ЦТП, например геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе равен  $50 + 20 = 70$  метров.
- **Независимая система отопления ЦТП**
  - *Располагаемый напор второго контура, м*- при независимом подключении системы отопления задается располагаемый напор второго контура;
  - *Напор в обратнике второго контура, м*- при независимом подключении системы отопления задается напор в обратном трубопроводе второго контура. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки расположения ЦТП, например геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе равен  $50 + 20 = 70$  метров;
  - *Количество секций ТО на СО*- задается пользователем количество секций ТО, например, 1, 2, 3 и т.д;
  - *Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м*- задаются пользователем потери напора в теплообменном аппарате, например, 0.1, 0.2, 0.3, м;
  - *Количество параллельных групп ТО на СО*- задается количество параллельных групп ТО, например, 1, 2, 3 и т.д.

Испытательные параметры теплообменного аппарата:

- *Исп. температура воды на входе 1 контура, °C*- задается температура воды на входе 1 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах смотрите раздел испытательные параметры ТО;
- *Исп. температура воды на выходе 1 контура, °C*- задается температура воды на выходе 1 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах смотрите раздел испытательные параметры ТО;

- *Исп. температура воды на входе 2 контура, °C*- задается температура воды на входе 2 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах смотрите раздел испытательные параметры ТО;
- *Исп. температура воды на выходе 2 контура, °C*- задается температура воды на выходе 2 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах смотрите раздел испытательные параметры ТО.

Подробнее об испытательных параметрах можно узнать в разделе см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100

Для поверочного расчета следует дополнительно указать следующую информацию:

- *Текущая температура наружного воздуха, °C*- задается пользователем текущая температура наружного воздуха, например 8,0,-10,-26 °C;
- *Исп. расход 1 контура, т/ч*- задается пользователем испытательный расход 1 контура по результатам испытаний. Если испытания не проводились, то для наладочного расчета задается равным 0. Для поверочного расчета можно задать проектное значение;
- *Исп. расход 2 контура, т/ч*- задается пользователем испытательный расход 2 контура по результатам испытаний. Если испытания не проводились, то для наладочного расчета задается равным 0. Для поверочного расчета можно задать проектное значение.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

- *Номер установленного группового элеватора*- задается номер установленного группового элеватора, например 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;
- *Диаметр установленного сопла элеватора, мм*- задается значение установленного диаметра сопла элеватора, например 3, 5, 7, 9 мм.

Установленные шайбы на систему отопления:

- *Диаметр установленной шайбы на под.тр-де, мм*- задается пользователем диаметр установленной шайбы на подающем тр-де 1 контура;
- *Количество установленных шайб на под.тр-де (1 контур), шт*- задается пользователем количество установленных шайб на подающем тр-де 1 контура;
- *Диаметр установленной шайбы на обр.тр-де (1 контур), мм*- задается пользователем диаметр установленной шайбы на обратном тр-де 1 контура;
- *Количество установленных шайб на обр.тр-де (1 контур), шт*- задается пользователем количество установленных шайб на обратном тр-де 1 контура.

### 6.1.1.3.2. Данные по системе ГВС на ЦТП

#### Одноступенчатая схема подключения ГВС на ЦТП

##### При использовании вспомогательного участка

- *Располагаемый напор 2 контура ГВС, м*- для закрытых систем горячего водоснабжения задается располагаемый напор во втором контуре;
- *Напор в обратнике 2 контура ГВС, м*- для закрытых систем горячего водоснабжения задается напор в циркуляционном трубопроводе во второго контура;
- *Количество секций ТО ГВС 1ой ступени*- задается пользователем количество секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- *Количество паралл. групп ТО ГВС 1ой ступени*- задается количество параллельных групп ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;

- Потери напора в одной секции 1ой ступени, м-задаются потери напора в одной из секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1 метр;
- Температура холодной воды, °C-задается пользователем температура холодной водопроводной воды;
- Температура воды на ГВС, °C- задается температура воды поступающей в систему горячего водоснабжения.

Испытательные параметры:

- Исп. температура на входе 1 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 1 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на входе 2 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 2 контура нижней ступени, °C;
- Исп. тепловая нагрузка нижней ступени, Гкал/час.

Подробнее об испытательных параметрах можно узнать в разделе см. раздел 6.1.2 « Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100

### Без вспомогательного участка

- Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч-задается пользователем по проектным данным. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите здесь;
- Балансовый коэффициент закр.ГВС- значение этого поля используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка;
- Количество секций ТО ГВС 1ой ступени- задается пользователем количество секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Количество паралл. групп ТО ГВС 1ой ступени- задается количество параллельных групп ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Потери напора в одной секции 1ой ступени, м-задаются потери напора в одной из секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1 метр;
- Температура холодной воды, °C-задается пользователем температура холодной водопроводной воды;
- Температура воды на ГВС, °C- задается температура воды поступающей в систему горячего водоснабжения.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:

1. Наличие регулятора на ГВС - указывается признак наличия регулятора температуры на систему горячего водоснабжения: 0 - отсутствует; 1 - установлен.

Установленные шайбы на ГВС:

1. Диаметр установленной шайбы на ГВС, мм-задается пользователем диаметр установленной шайбы на ГВС (1 контур);
2. Количество установленных шайб на ГВ С, шт- задается пользователем количество установленных шайб на ГВС (1 контур).

## Двухступенчатая схема подключения ГВС на ЦТП

### При использовании вспомогательного участка

- Располагаемый напор 2 контура ГВС, м- для закрытых систем горячего водоснабжения задается располагаемый напор во втором контуре;
- Напор в обратнике 2 контура ГВС, м- для закрытых систем горячего водоснабжения задается напор в циркуляционном трубопроводе во второго контура;
- Количество секций ТО ГВС 1ой ступени- задается пользователем количество секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Количество паралл. групп ТО ГВС 1ой ступени- задается количество параллельных групп ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Потери напора в одной секции 1ой ступени, м- задаются потери напора в одной из секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1 метр;
- Количество секций ТО ГВС II ступень- задается пользователем количество секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень- задается количество параллельных групп ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- Потери напора в одной секции II ступени, м- задаются потери напора в одной из секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1 метр;
- Температура холодной воды, °C- задается пользователем температура холодной водопроводной воды;
- Температура воды на ГВС, °C- задается температура воды поступающей в систему горячего водоснабжения.

### Испытательные параметры:

- Исп. температура на входе 1 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 1 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на входе 2 контура нижней ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 2 контура нижней ступени, °C;
- Исп. тепловая нагрузка нижней ступени, Гкал/час;
- Исп. температура на входе 1 контура II ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 1 контура II ступени, °C;
- Исп. температура на входе 2 контура II ступени, °C;
- Исп. температура на выходе 2 контура II ступени, °C;
- Исп. тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час.

Подробнее об испытательных параметрах можно узнать в разделе см. раздел 6.1.2 « Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100

### Без вспомогательного участка

- Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч- задается пользователем по проектным данным. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите здесь;

- *Балансовый коэффициент закр.ГВС*- значение этого поля используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка;
- *Количество секций ТО ГВС 1ой ступени*- задается пользователем количество секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- *Количество паралл. групп ТО ГВС 1ой ступени*- задается количество параллельных групп ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- *Потери напора в одной секции 1ой ступени*, м-задаются потери напора в одной из секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1 метр;
- *Количество секций ТО ГВС II ступень*- задается пользователем количество секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- *Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень*- задается количество параллельных групп ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д;
- *Потери напора в одной секции II ступени*, м- задаются потери напора в одной из секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1 метр.

Для поверочного расчета с фактически установленным оборудованием следует указать следующую информацию:


1. *Наличие регулятора на ГВС* - указывается признак наличия регулятора температуры на систему горячего водоснабжения: 0 - отсутствует; 1- установлен.

Установленные шайбы на ГВС:

1. *Диаметр установленной шайбы на ГВС*, мм- задается пользователем диаметр установленной шайбы на ГВС (1 контур);
2. *Количество установленных шайб на ГВ С*, шт- задается пользователем количество установленных шайб на ГВС (1 контур).

#### 6.1.1.4. Обобщенный потребитель

Обобщенный потребитель используется для расчета магистральных трубопроводов, при отсутствии данных по внутриквартальным сетям, по потребителям.

- *H\_geo*, *Геодезическая отметка*, м- Задается геодезическая отметка трубопровода подключающего данный узел ввода;
- *N\_schem*, *Способ задания нагрузки*- указывается способ задания нагрузки на обобщенном потребителе, для этого встать на соответствующую строку и нажать на кнопку , в открывшемся меню выбрать требуемый пункт: **задается расходом** или **задается сопротивлением**;
- *H*, *Требуемый напор*, м- Задается требуемый напор на обобщенном потребителе;
- *Beta*, *Доля водоразбора из подающего тр-да* - Задается доля отбора воды (от 0 до 1) из подающего трубопровода при открытом водоразборе системы горячего водоснабжения. Например, при значении данного поля 0 - весь отбор воды будет происходить из обратного трубопровода, а при значении 0.5- половина воды будет отбираться из подающего, а половина из обратного трубопроводов.
- При задания нагрузки расходом:
  - *Gpod*, *Расход на СО,СВ и закр.системы ГВС*, т/ч- Задается суммарный расход теплоносителя в подающем трубопроводе;
  - *Kso*, *Коэфф.изменения расхода на СО,СВ и закр.системы ГВС*- Задается коэффициент изменения циркулирующего расхода. Например, при значении данного поля 1.1, значение поля *Gpod*, *Расход на СО,СВ и закр.системы ГВС* будет увеличено на 10%;

- *Gu\_r*, Расход на открытый водоразбор, т/ч - Задается расход теплоносителя на открытый водоразбор системы горячего водоснабжения. В данном поле также можно задать величину расхода учитывающего утечки;
- *Kgv*, Коэффициент изменения расхода на водоразбор- Задается коэффициент изменения расхода на открытый водоразбор системы горячего водоснабжения. Например, при значении данного поля 1.2, значение поля *Gu\_r*, Расход на открытый водоразбор будет увеличено на 20%.

■ При задания нагрузки сопротивлением:

- *Sr*, Расчетное обобщенное сопротивление,  $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$ - Задается расчетное обобщенное сопротивление обобщенного потребителя, например квартала.

Также при необходимости можно задать:

- *Hzdan*, Минимальный статический напор, м- Задается значение минимального статического напора.

Сводная таблица данных по обобщенному потребителю приведена в разделе главы 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр. 253.

### 6.1.1.5. Участок тепловой сети

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов надо занести следующую информацию по участкам тепловой сети

- *L*, Длина участка, м- задается длина участка трубопровода в плане с учетом длины П-образных компенсаторов. Поле Длина участка можно заполнить автоматически для всех участков тепловой сети. Подробнее см. раздел 17.1 «Автоматическое занесение длины с карты», стр.218;
- *Dpod*, Внутренний диаметр подающего трубопровода, м- задается в метрах внутренний диаметр подающего трубопровода, например 0.05, 0.1, 0.15 м. Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети приведены в приложении (см. приложение 2 «Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети», стр.288);
- *Dobr*, Внутренний диаметр обратного трубопровода, м- задается в метрах внутренний диаметр обратного трубопровода, например 0.05, 0.1, 0.15 м. Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети приведены в приложении (см. приложение 2 «Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети», стр.288);
- *Ke\_pod*, Шероховатость подающего трубопровода, мм- Задается коэффициент шероховатости подающего трубопровода, например 0.5, 1, 2 мм. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм;
- *Ke\_obr*, Шероховатость обратного трубопровода, мм- Задается коэффициент шероховатости обратного трубопровода, например 0.5, 1, 2 мм. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм;
- *Kz\_pod*, Коэффициент местного сопротивления подающего трубопровода- Задается коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода будет задан равным 1.0, то действительная длина подающего трубопровода увеличена не будет;
- *Kz\_obr*, Коэффициент местного сопротивления обратного трубопровода- Задается коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода будет задан равным 1.0, то действительная длина обратного трубопровода увеличена не будет.



## Примечание

Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Для этого следует задать для полей Коэффициент местного сопротивления под. тр-да. и Коэффициент местного сопротивления под. тр-да. значения от 1.05 до 1.2

Если вид местных сопротивлений и их количество известны, их следует указать с помощью справочника по местным сопротивлениям. Этот справочник заносится в поле Местные сопротивления под. (обр.) тр-да;

- *Zpod\_str, Местные сопротивления под. тр-да* – Задаются местные сопротивления, установленные на подающем трубопроводе. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249. Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в приложении (см. приложение 3 «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр.289);
- *Zobr\_str, Местные сопротивления обр. тр-да* – Задаются местные сопротивления, установленные на обратном трубопроводе. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249. Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в приложении (см. приложение 3 «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр.289).



## Примечание

Указывая местные сопротивления, установленные на сети, следует, чтобы значения полей Коэффициент местного сопротивления подающего трубопровода и Коэффициент местного сопротивления обратного трубопровода были равными 1.

Также при необходимости можно задать:

- *Zarost\_pod, Заращение подающего трубопровода, мм* - Задается пользователем величина заращения подающего трубопровода, например 5, 10, 15 мм. Заращение трубопровода приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубопровода и резкому увеличению гидравлических потерь;
- *Zarost\_obr, Заращение обратного трубопровода, мм* - Задается пользователем величина заращения обратного трубопровода, например 5, 10, 15 мм. Заращение трубопровода приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубопровода и резкому увеличению гидравлических потерь;
- *StatZone, Разделитель зон статического напора* - Задается, если необходимо, признак деления данным участком сети на зоны с разным статическим напором: 1 - от начала участка начинается новая зона, 0 или пусто - деление на зоны отсутствует;
- *Q1\_pod, Дополнительные потери тепла под. тр-да, ккал* - Задаются дополнительные фиксированные тепловые потери для подающего трубопровода. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников. При этом значения потерь должны были задаваться обязательно положительным числом.

Чтобы имитировать поступление в сеть дополнительной тепловой энергии, независимо от источника его происхождения, например, от греющих контуров других технических объектов, утилизирующих свое тепло и т.п. нужно обязательно задавать отрицательное значение. Расчет будет это воспринимать не как потерю, а как поступление дополнительного тепла в систему (тепловая подпитка). При этом температура теплоносителя на выходе из участка (при отсутствии других тепловых потерь) будет выше температуры на входе в участок;

- *Q1\_obr, Дополнительные потери тепла обр. тр-да, ккал* - задаются дополнительные фиксированные тепловые потери обратного трубопровода. Эту возможность можно использовать,

например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников. При этом значения потерь должны были задаваться обязательно положительным числом.

Чтобы имитировать поступление в сеть дополнительной тепловой энергии, независимо от источника его происхождения, например, от греющих контуров других технических объектов, утилизирующих свое тепло и т.п. нужно обязательно задавать отрицательное значение. Расчет будет это воспринимать не как потерю, а как поступление дополнительного тепла в систему (тепловая подпитка). При этом температура теплоносителя на выходе из участка (при отсутствии других тепловых потерь) будет выше температуры на входе в участок.

Участок можно задавать с помощью сопротивления для этого следует задать следующие поля

- *Сопротивление подающего тр-да,  $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$*  - Задается пользователем величина сопротивления подающего трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети;
- *Сопротивление обратного тр-да,  $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$*  - 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.

При моделировании участка с помощью сопротивления, значения суммы коэффициентов местных сопротивлений, шероховатости и зарастания не учитываются.

Сводная таблица данных по участкам тепловой сети приведена в разделе главы 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр. 253.

### 6.1.1.6. Насосная станция

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов надо занести следующую информацию по насосным станциям сети:

Насосы можно моделировать двумя способами:

- Задавая постоянный напор, создаваемый насосом

Для этого следует занести следующие поля:

- *Нпорд, Напор насоса на подающем трубопроводе, м* - Задается пользователем напор развиваемый насосом на подающем трубопроводе. Если насос повышает напор, то значение записывается со знаком плюс, если понижает напор, то со знаком минус, например -30, -40 метров, а также 0 если насос не развивает никакого напора;
- *Нобр, Напор насоса на обратном трубопроводе, м* - Задается пользователем напор развиваемый насосом на обратном трубопроводе. Если насос повышает напор, то значение записывается со знаком плюс, если понижает напор, то со знаком минус, например -30, -40 метров, а также 0 если насос не развивает никакого напора.



#### Примечание


Если насос установлен только на подающем трубопроводе, значение напора на обратном трубопроводе задавать не следует, и наоборот.

- Указывая марку насоса из справочника

Марка насоса указывается в следующих полях:

- *Mark\_pod, Марка насоса на подающем трубопроводе* - Указывается марка установленного насоса на подающем трубопроводе. Для указания марки насоса необходимо в окне семантической информации встать на поле ввода данных строки "Марка насоса на подающем" и нажать кнопку. В появившемся справочнике насосов встать на строку с требуемым насосом и нажать кнопку "Выбор". Подробное описание справочника по насосам можно рассмотреть в разделе см. раздел 19.2 «Справочник по насосам», стр.236;



- *Mark\_obr*, *Марка насоса на обратном трубопроводе* - Указывается марка установленного насоса на обратном трубопроводе. Для указания марки насоса необходимо в окне семантической информации встать на поле ввода данных строки "Марка насоса на обратном и нажать кнопку . В появившемся справочнике насосов встать на строку с требуемым насосом и нажать кнопку «Выбор». Подробное описание справочника по насосам можно рассмотреть в разделе см. раздел 19.2 «Справочник по насосам», стр.236.



### Примечание

При указании марки насоса на подающем или обратном трубопроводах, значения полей Напор насоса (*H<sub>pod</sub>* и *H<sub>obr</sub>*) учитываться не будут.

Параллельно установленные насосы с одинаковыми марками можно задать с помощью следующих полей:

1. *Число насосов на подающем тр-де*– указывается число параллельно работающим насосов с одинаковой QH характеристикой, установленные на подающем трубопроводе;
2. *Число насосов на обратном тр-де*– указывается число параллельно работающим насосов с одинаковой QH характеристикой, установленные на обратном трубопроводе.

Сводная таблица данных по насосам приведена в разделе главы 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр. 253.

### 6.1.1.7. Вычисляемая дроссельная шайба

В случае если шайба установлена только на подающем трубопроводе, значения полей связанные с обратным трубопроводом заполнять не следует, и наоборот.

Для выполнения наладочного и поверочного расчета нужно занести следующую информацию:

- *Dbp\_pod*, *Диаметр байпаса на подающем трубопроводе, м*- Задается пользователем диаметр байпаса подающего трубопровода, например 0.05, 0.1 и т.д. метров;
- *Dbp\_obr*, *Диаметр байпаса на обратном трубопроводе, м*- Задается пользователем диаметр байпаса обратного трубопровода, например 0.05, 0.1 и т.д. метров;
- *Lbp\_pod*, *Длина байпаса на подающем трубопроводе, м*- Задается длина байпаса на подающем трубопроводе, например 5, 8 и т.д. метров;
- *Lbp\_obr*, *Длина байпаса на обратном трубопроводе, м*- Задается длина байпаса на обратном трубопроводе, например 5, 8 и т.д. метров;
- *Ke\_bp*, *Шероховатость байпаса, мм*- Задается шероховатость байпаса, например 0.5, 1, 2, 3 и т.д. мм.

Также можно задать:

- *Zbp\_pod*, *Сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе подающего трубопровода*- Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе подающего трубопровода, например 4, 8 и т.д. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице Приложения 2 ;
- *Zbp\_obr*, *Сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе обратного трубопровода*- Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе обратного трубопровода, например 4, 8 и т.д. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице Приложения 2 ;
- *H<sub>зapas</sub>*, *Запас напора, м*- Задается пользователем запас напора на шайбе, например 1, 2 и т.д. метров.



## Примечание

В результате выполнения наладочного расчета для вычисляемой дроссельной шайбы определяются значения полей *Диаметр шайбы на байпасе подающего (или обратного) трубопровода, мм* и *Количество шайб на байпасе подающего (или обратного) трубопровода*.

Сводная таблица данных по вычисляемой дроссельной шайбе приведена в разделе см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253.

### 6.1.1.8. Устанавливаемая дроссельная шайба

В случае если шайба установлена только на подающем трубопроводе, значения полей связанные с обратным трубопроводом заполнять не следует, и наоборот.

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов нужно занести следующую информацию по установленной дроссельной шайбе:

- *Dbp\_pod* , Диаметр байпаса на подающем трубопроводе, м- Задается пользователем диаметр байпаса подающего трубопровода, например 0.05, 0.1 и т.д. метров;
- *Dbp\_obr* , Диаметр байпаса на обратном трубопроводе, м- Задается пользователем диаметр байпаса обратного трубопровода, например 0.05, 0.1 и т.д. метров;
- *Lbp\_pod* , Длина байпаса подающего трубопровода, м- Задается длина байпаса на подающем трубопроводе, например 5, 8 и т.д. метров;
- *Lbp\_obr* , Длина байпаса обратного трубопровода, м- Задается длина байпаса на обратном трубопроводе, например 5, 8 и т.д. метров;
- *Zbp\_pod* , Сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе подающего трубопровода- Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе подающего трубопровода, например 4, 8 и т.д. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице Приложения 2 ;
- *Zbp\_obr* , Сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе обратного трубопровода- Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений на байпасе обратного трубопровода, например 4, 8 и т.д. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице Приложения 2 ;
- *Ke\_bp* , Шероховатость байпаса, мм- Задается шероховатость байпаса, например 0.5, 1, 2, 3 и т.д. мм;
- *Dshb\_pod* , Диаметр шайбы на байпасе подающего трубопровода, мм- Задается пользователем диаметр установленной шайбы на байпасе подающего трубопровода. Для вычисляемой дроссельной шайбы значение данного поля определяется в результате выполнения наладочной задачи;
- *Dshb\_obr* , Диаметр шайбы на байпасе обратного трубопровода, мм- Задается пользователем диаметр установленной шайбы на байпасе обратного трубопровода. Для вычисляемой дроссельной шайбы значение данного поля определяется в результате выполнения наладочной задачи;
- *Nshb\_pod* , Количество шайб на байпасе подающего трубопровода, шт- Задается пользователем количество установленных шайб на байпасе подающего трубопровода. Для вычисляемой дроссельной шайбы значение данного поля определяется в результате выполнения наладочной задачи;
- *Nshb\_obr* , Количество шайб на байпасе обратного трубопровода, шт- Задается пользователем количество установленных шайб на байпасе обратного трубопровода. Для вычисляемой дроссельной шайбы значение данного поля определяется в результате выполнения наладочной задачи.

Сводная таблица данных по устанавливаемой дроссельной шайбе приведена в разделе см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253.

### 6.1.1.9. Регулятор давления

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов нужно занести следующую информацию по регулятору давления на подающем или обратном трубопроводе:

- *H, Регулируемый параметр напор, м (расход, т/ч)* - Задается значение регулируемого давления в подающем трубопроводе с учетом геодезической отметки, например 120, 130 метров;
- *Kreg, Коэф. пропускной способности* - Задается значение коэффициента пропускной способности регулятора (по паспортным данным устройства).

Сводная таблица данных по регулятору давления приведена в разделе см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253.

### 6.1.1.10. Регулятор располагаемого напора

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов нужно занести следующую информацию по регулятору располагаемого напора на подающем или обратном трубопроводе:

- *H, Регулируемый параметр напор, м (расход, т/ч)* - Задается значение регулируемого располагаемого напора, например 10, 20, 40 метров;
- *Kreg, Коэф. пропускной способности* - Задается значение коэффициента пропускной способности регулятора (по паспортным данным устройства).

Сводная таблица данных по регулятору располагаемого напора приведена в разделе см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253.

### 6.1.1.11. Регулятор расхода

Для выполнения наладочного и поверочного расчетов нужно занести следующую информацию по регулятору расхода на подающем или обратном трубопроводе:

- *H, Регулируемый параметр напор, м (расход, т/ч)* - Задается значение регулируемого расхода воды в подающем трубопроводе, например 20, 50, 100 т/ч;
- *Kreg, Коэф. пропускной способности* - Задается значение коэффициента пропускной способности регулятора (по паспортным данным устройства).

Сводная таблица данных по регулятору расхода приведена в разделе см. главу 20 «Таблицы баз данных элементов тепловой сети», стр.253.

## 6.1.2. Испытательные параметры теплообменного аппарата

Для расчетов схем с теплообменными аппаратами при различных режимах, следует задать параметры теплообменника на какой-то известный режим. Это могут быть как проектные параметры, так и параметры, измеренные при испытании теплообменного аппарата. Назовем эти параметры испытательными.

Для задания теплообменника требуются следующие испытательные параметры:

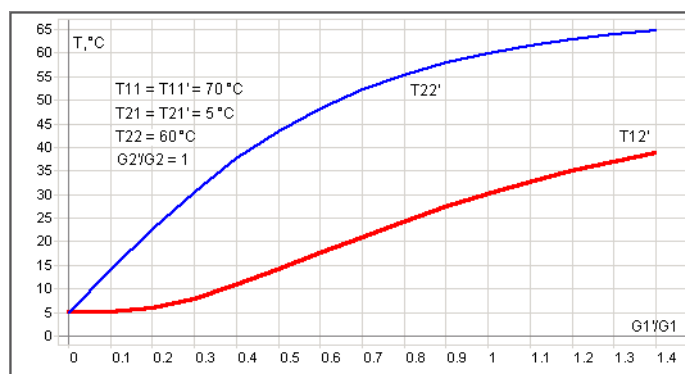
- *T11* – температура на входе первого контура;
- *T12* – температура на выходе первого контура;
- *T21* – температура на входе второго контура;
- *T22* – температура на выходе второго контура;

- $Q$ – тепловая нагрузка;
- $G1$ – расход первого контура;
- $G2$ – расход второго контура.

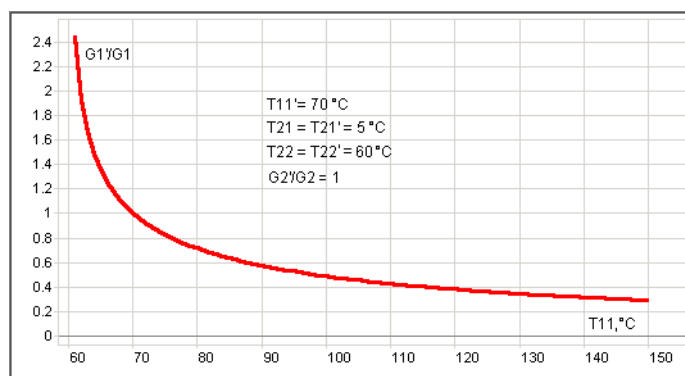
В нашей модели нужно задавать значение  $Q$ , хотя измерить достаточно один из параметров  $Q$ ,  $G1$  или  $G2$ , так как

$$Q = G1 \cdot (T11 - T12) / 1000 = G2 \cdot (T22 - T21) / 1000$$

Зная перечисленные параметры для одного режима, можно при любом другом режиме работы теплообменного аппарата по четырем заданным параметрам, используя известные математические зависимости, вычислить для этого режима значения остальных параметров. Например, на графике показано, как изменение расхода в первом контуре влияет на изменение температур на выходе первого и второго контуров.



Используя испытательные параметры теплообменного аппарата, в расчете можно моделировать регулятор температуры, поддерживающий постоянную температуру воды на выходе второго контура при изменении температуры на входе первого контура.

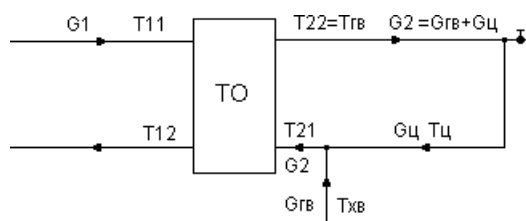


### 6.1.2.1. Схемы с параллельным подключением теплообменника на ГВС

Расчет схем потребителей с параллельным подключением теплообменника на ГВС можно выполнять на:

- Жестко заданные испытательные параметры, «зашитые» в программе:  $T11 = 70$ ,  $T12 = 30$ , а  $T21$  и  $T22$  берутся по значениям холодной и горячей воды, заданной на источнике;
- Параметры, которые пользователь сам может задавать на потребителе. Испытательные параметры теплообменного аппарата, температуру холодной и горячей воды, и подключать второй контур ГВС как без циркуляции, так и с циркуляцией.

При расчете с циркуляцией нужно дополнительно задать расчетный расход на циркуляцию, как долю в процентах от расчетного расхода на ГВС и расчетную температуру воды в циркуляционном контуре на выходе из потребителя.



Расчетный расход сетевой воды при работе с циркуляцией для того же теплообменного аппарата будет отличаться от расчетного расхода при работе без циркуляционной линии.

Например, аппарат был рассчитан на следующие параметры:

$$Q = Q_{ГВ} = 0.1 \text{ Гкал/час}, T_{11} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}, T_{12} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}, T_{хв} = T_{21} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}, T_{ГВ} = T_{22} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Тогда без циркуляции } G_1 = 1000 \cdot Q / (T_{11} - T_{12}) = 2.5 \text{ т/час}, G_{ГВс} = G_2 = 1000 \cdot Q / (T_{11} - T_{12}) = 1.82 \text{ т/час}$$

Если циркуляционный расход равен 50% от расхода на ГВС и температура в циркуляционной линии  $T_{ц} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$G_{ц} = 0.5 \cdot G_{ГВс} = 0.91 \text{ т/час}$$

$$\text{Потери тепла на циркуляцию } Q_{ц} = G_{ц} \cdot (T_{ГВ} - T_{ц}) = 0.014 \text{ Гкал/час}$$

Расход второго контура ТО будет суммой расхода на ГВС и на циркуляцию

$$G_2 = G_{ц} + G_{ГВс} = 2.73$$

Температура на входе второго контура ТО будет равна температуре смеси циркуляционной воды и подпитки холодной вводы.

$$T_{21} = (G_{ГВс} \cdot T_{хв} + G_{ц} \cdot T_{ц}) / G_2 = 18.3$$

$$Q = Q_{ГВ} + Q_{ц} = 0.114 \text{ Гкал/час}$$

$$G_1 = 3.29 \text{ т/час}$$

Т.е. сетевой расход для того же ТО при таких параметрах циркуляции увеличился на 32%



## Примечание

В этом случае значения:

$T_{11\_i\_niz}$  - Исп. температура на входе 1 контура I ступени = 70,

$T_{12\_i\_niz}$  - Исп. температура на выходе 1 контура I ступени = 30, а

$T_{21\_i\_niz}$  - Исп. температура на входе 2 контура I ступени и

$T_{22\_i\_niz}$  - Исп. температура на выходе 2 контура I ступени будут браться по значениям холодной и горячей воды, заданным на источнике.




## Примечание

Желательно, чтобы потери напора соответствовали потерям напора при испытательном расходе первого контура. Рекомендуется все потери первого контура ТО при испытательном расходе целиком задавать в поле  $H_{sec\_niz}$  - Потери напора в одной секции I ступени, а в поля  $N_{sec\_niz}$  - Кол-во секции ТО на ГВС I ступень и  $N_{gr\_niz}$  - Кол-во параллел групп ТО на ГВС I ступ. заносить единицу.

### 6.1.3. Дополнительные исходные данные для расчета с учетом тепловых потерь

Для проведения расчета с учетом тепловых потерь необходимо занести дополнительные данные:

По источнику тепловой сети:

- *Tsg\_pod*, Среднегодовая температура в под. тр-де, °С. - Задается величина среднегодовой температуры в подающем трубопроводе;
- *Tsg\_obr*, Среднегодовая температура в обр. тр-де, °С. - Задается величина среднегодовой температуры в обратном трубопроводе;
- *Tsg\_grunt*, Среднегодовая температура грунта, °С. - Задается величина среднегодовой температуры грунта;
- *Tsg\_nv*, Среднегодовая температура наружного воздуха, °С. - Задается величина среднегодовой температуры наружного воздуха;
- *Tsg\_podval*, Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °С. - Задается величина среднегодовой температуры воздуха в подвалах;
- *Tgrunt*, Текущая температура грунта, °С. - Задается величина текущей температуры грунта;
- *Trpodval*, Текущая температура воздуха в подвалах, °С. - Задается величина текущей температуры воздуха в подвалах;
- *Period*, Продолжительность работы системы теплоснабжения - Задается число часов работы системы теплоснабжения в год, для этого встать на соответствующую строку и нажать на кнопку  в выпавшем меню выбрать необходимое значение: менее 5000 часов работы системы теплоснабжения в год или более 5000 часов.





#### Примечание

В соответствии с СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» при определении тепловых потерь трубопроводами расчетная температура теплоносителя принимается для подающих теплопроводов водяных тепловых сетей:

- при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании среднегодовая температура теплоносителя 110 °С при температурном графике регулирования 180-70 °С, 90 °С, при 150-70 °С, 65 °С при 130-70 °С и 55 °С при 95-70 °С;
- Среднегодовая температура для обратных теплопроводов водяных тепловых сетей принимается 50 °С;
- При размещении теплопроводов в подвалах жилых зданий температура внутреннего воздуха принимается равной 20 °С, а температура на поверхности конструкции теплопроводов не выше 45 °С.

#### 6.1.3.1. Расчет по нормированным потерям

По участкам тепловой сети:

- *Proklad*, Вид прокладки тепловой сети - Задается вид прокладки участка трубопровода, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  и в открывшемся меню выбрать требуемый пункт: **надземная прокладка, канальная прокладка, бесканальная прокладка, подвальная прокладка**;
- *Norma*, Нормативные потери в тепловой сети - Пользователем указывается норматив на основе которого будет производиться расчет, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  в открывшемся меню выбрать требуемый пункт: **нормируемые потери**




*определяются по нормам 1959 года, нормируемые потери определяются по нормам 1988 года, нормируемые потери определяются по нормам 1997 года, нормируемые потери определяются по нормам 2003 года;*

- *Крор<sub>прав</sub>*, Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подающего тр-да - Задается для подающего трубопровода пользователем по результатам температурных испытаний. Если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0;
- *Крор<sub>обр</sub>*, Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь для обратного тр-да - Задается для обратного трубопровода пользователем по результатам температурных испытаний. Если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0;
- *Q1<sub>под</sub>*, Дополнительные потери тепла под. тр-да, ккал- Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери подающего трубопровода. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников;
- *Q1<sub>обр</sub>*, Дополнительные потери тепла обр. тр-да, ккал- Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери обратного трубопровода. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников.

### 6.1.3.2. Расчет тепловых потерь с учетом фактической изоляции


Для проведения расчета с тепловых потерь по фактическому состоянию изоляции необходимо занести следующие данные:

По участкам тепловой сети:

- *Proklad*, Вид прокладки тепловой сети - Задается число вид прокладки участка тепловой сети, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  и в открывшемся меню выбрать требуемый пункт: **надземная прокладка, канальная прокладка, бесканальная прокладка, подвальная прокладка**;
- *Izol<sub>под</sub>*, Теплоизоляционный материал под. тр-да (1 - 39) - Задается теплоизоляционный материал подающего трубопровода, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  и в открывшемся меню выбрать требуемый пункт. Описание теплоизоляционных материалов приведено в Приложении 3;
- *Izol<sub>обр</sub>*, Теплоизоляционный материал обр. тр-да (1 - 39) - Задается теплоизоляционный материал обратного трубопровода, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  и в открывшемся меню выбрать требуемый пункт. Описание теплоизоляционных материалов приведено в Приложении 3;
- *Wizol<sub>под</sub>*, Толщина изоляции подающего тр-да, м- Задается толщина изоляции подающего трубопровода, например 0.07, 0.1 м;
- *Wizol<sub>обр</sub>*, Толщина изоляции обратного тр-да, м- Задается толщина изоляции обратного трубопровода, например 0.07, 0.1 м;
- *Tex<sub>под</sub>*, Техническое состояние изоляции под.тр-да (1-8) - Задается только в том случае, если тепловые потери в трубопроводах тепловой сети определяются расчетным путем, а не по удельным нормативным показателям. При выполнении расчетов принимаются средние значения поправок к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов приведенных в Приложении 3;
- *Tex<sub>обр</sub>*, Техническое состояние изоляции обр.тр-да (1-8) - Задается только в том случае, если тепловые потери в трубопроводах тепловой сети определяются расчетным путем, а не по удельным нормативным показателям. При выполнении расчетов принимаются средние значения поправок к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов приведенных в Приложении 3;

- *Q1\_pod*, *Дополнительные потери тепла под. тр-да, ккал*- Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери подающего трубопровода. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников;
- *Q1\_obr*, *Дополнительные потери тепла обр. тр-да, ккал*- Наряду с тепловыми потерями через изоляцию, имеется возможность задавать дополнительные фиксированные тепловые потери обратного трубопровода. Эту возможность можно использовать, например, для моделирования отбора тепла в случае трубопроводов-спутников.

При подземной прокладке трубопровода:

- *S*, *Расстояние между осями трубопроводов, м.* - Задается расстояние между осью подающего и осью обратного трубопроводов в метрах;
- *Hzal*, *Глубина заложения трубопровода, м.* - Задается расстояние от оси трубопровода до поверхности земли, например 0.8, 1.0, 1.2 м. и т.д.;
- *Grunt*, *Вид грунта* - Задается вид грунта в котором проложен участок трубопровода, для этого требуется выбрать соответствующую строку, нажать кнопку  и в открывшемся меню выбрать требуемый пункт.

N п.п.	Вид грунта	Коэффициент теплопроводности грунтов Вт/(м * С)		
		сухого	влажного	водонасыщенного
		1	2	3
1	Песок, супесь	1,10	1,92	2,44
2	Глина, суглинок	1,74	2,56	2,67
3	Гравий, щебень	2,03	2,73	3,37

При канальной прокладке дополнительно:

- *Hkanal*, *Высота канала, м.* - Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб в соответствии с таблицей приложения 5: «Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети», стр. 292, например для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м. высота канала 0.63 м;
- *Wkanal*, *Ширина канала, м.* - Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб в соответствии с таблицей Приложения 5: «Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети», стр. 292, например для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м. ширина каналы 1.15 м.

## 6.2. Исходные данные для выполнения конструкторского расчета

Перед тем как приступить к конструкторскому расчету, сначала нужно занести следующую информацию по участкам и потребителям тепловой сети.

### 6.2.1. По потребителям

Независимо от того как будет проводиться расчет следует занести:

- *Hcon\_ras*, *Располагаемый напор на вводе (констр), м*- Задается величина располагаемого напора на вводе у потребителя, для конструкторского расчета.

Расчет может проводиться по известным расчётным расходам или по расчетным нагрузкам, подробнее об этом см. главу 10 «Конструкторский расчет», стр.152

- Для выполнения расчета по известным расчетным расходам:



- *Gcon\_so*, Расчетный расход на СО (констр), т/ч- Задается расчетный расход для конструкторского расчета на систему отопления;
  - *Gcon\_sv*, Расчетный расход на СВ (констр), т/ч- Задается расчетный расход для конструкторского расчета на систему вентиляции;
  - *Gcon\_gv*, Расчетный расход на ГВС (констр), т/ч- Задается расчетный расход для конструкторского расчета на систему горячего водоснабжения.
- Для выполнения расчета по известным расчетным нагрузкам:
- *Qo\_r*, Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч. - Задается расчетная нагрузка на отопление в соответствии с расчетными данными в Гкал/ч. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116;
  - *Qsv\_r*, Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч. - Задается пользователем по проектным данным. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на вентиляцию могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. в разделе см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116;
  - *Qgv\_sred*, Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч - Задается пользователем по проектным данным в Гкал/ч. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. в разделе см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116.

## 6.2.2. По участкам

Независимо от того как будет проводиться расчет следует занести:

- *L*, Длина участка, м- задается длина участка трубопровода в плане с учетом длины П-образных компенсаторов. Поле Длина участка можно заполнить автоматически для всех участков тепловой сети. Подробнее см. раздел 17.1 «Автоматическое занесение длины с карты», стр.218;
- *Ke\_con\_pod*, Шероховатость подающего трубопровода (конструкторский), мм - Задается шероховатость подающего трубопровода для конструкторского расчета;
- *Ke\_con\_obr*, Шероховатость обратного трубопровода (конструкторский), мм - Задается шероховатость обратного трубопровода для конструкторского расчета;
- *Kz\_pod*, Коэффициент местного сопротивления подающего трубопровода - Задается коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода будет задан равным 1.0, то действительная длина подающего трубопровода увеличена не будет;
- *Kz\_obr*, Коэффициент местного сопротивления обратного трубопровода - Задается коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно. Если коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода будет задан равным 1.0, то действительная длина обратного трубопровода увеличена не будет.



### Примечание

Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Для этого следует задать для полей Коэффициент местного сопротивления под. тр-да. и Коэффициент местного сопротивления под. тр-да. значения от 1.05 до 1.2

Если вид местных сопротивлений и их количество известны, их следует указать с помощью справочника по местным сопротивлениям. Этот справочник заносится в поле *Местные сопротивления под. (обр.) тр-да*.

- *Zpod\_str, Местные сопротивления под. тр-да* – Задаются местные сопротивления, установленные на подающем трубопроводе. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249. Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да*. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице приложения 3: «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр. 289;
- *Zobr\_str, Местные сопротивления обр. тр-да* – Задаются местные сопротивления, установленные на обратном трубопроводе. Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249. Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да*. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице приложения 3: «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр. 289 .

Как работать со справочником по местным сопротивлениям см. в разделе см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249. Значения коэффициентов местных сопротивлений приведены в таблице приложения 3: «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр. 289 . Сумма всех сопротивлений, автоматически записывается в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений (под) обр. тр-да*.



### Примечание

Указывая местные сопротивления, установленные на сети следует, чтобы значения полей *Коэффициент местного сопротивления подающего трубопровода* и *Коэффициент местного сопротивления обратного трубопровода* были равными 1.

В зависимости от того, по какому параметру будет делаться расчет, следует занести оптимальные скорости или удельные линейные потери:


- Для выполнения расчета по оптимальной скорости:
  - *Vopt\_pod* , *Оптимальная скорость в подающем (конструкторский)* , м/с– Задается оптимальная скорость для подающего трубопровода данного участка;
  - *Vopt\_obr* , *Оптимальная скорость в обратном (конструкторский)* , м/с– Задается оптимальная скорость для обратного трубопровода данного участка.
- Для выполнения расчета по удельным линейным потерям:
  - *dHud\_con\_pod* , *Удельные линейные потери подающего (конструкторский)* , мм/м– задаются удельные линейные потери для подающего трубопровода;
  - *dHud\_con\_obr* , *Удельные линейные потери обратного (конструкторский)* , мм/м– задаются удельные линейные потери для обратного трубопровода.

## 6.3. Исходные данные для построения температурного графика

Исходные данные по объектам сети для расчета температурного графика должны быть внесены такие же, как и для поверочного расчета

# Глава 7. Настройки расчетов

Основные настройки проводимых расчетов задаются во вкладках соответствующего диалогового окна. Чтобы открыть диалог настройки расчетов выполните следующие действия:

1. Выполните команду главного меню *Задачи\ZuluThermo*, либо нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется панель выполнения теплогидравлических расчетов (см. Рис.7.1).

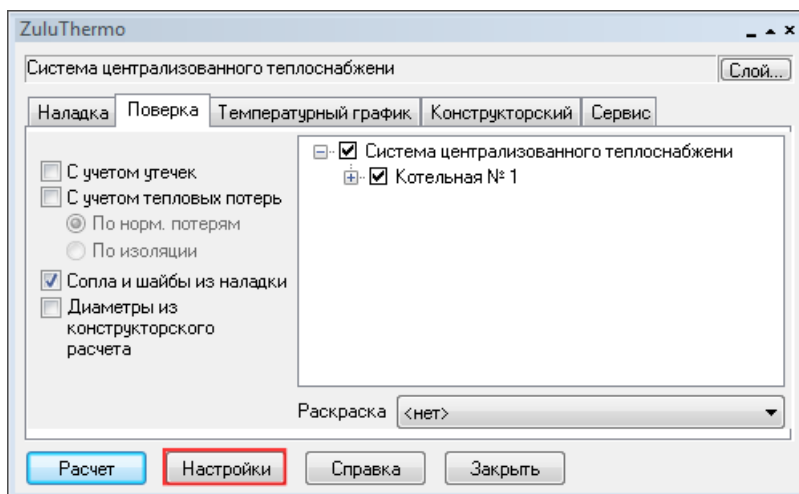


Рисунок 7.1. Панель теплогидравлических расчетов

2. Нажмите кнопку *Слой...*, выберите слой тепловой сети в открывшемся диалоге и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог;
3. Далее нажмите кнопку *Настройки*, откроется диалог настройки расчетов для выбранного слоя (см. Рис.7.2).

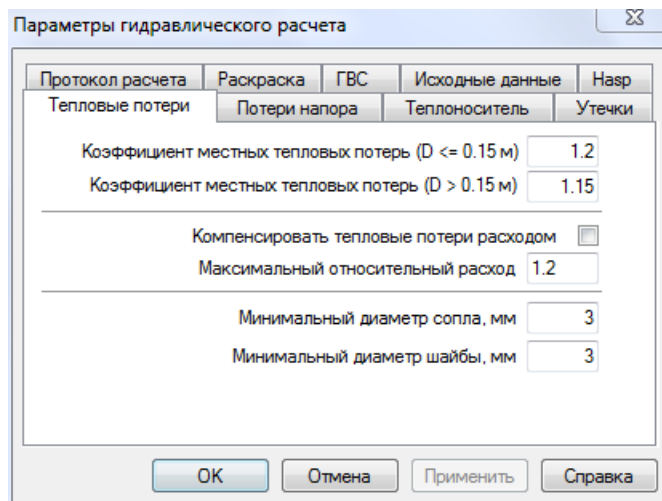


Рисунок 7.2. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Тепловые потери»

Настройка различных параметров расчетов подробно описывается в последующих подразделах.

## 7.1. Настройка расчета тепловых потерь

Параметры расчета тепловых потерь настраиваются во вкладке *Тепловые потери* диалога настройки расчетов (см. Рис.7.1):

- В полях **Коэффициент местных тепловых потерь** задаются коэффициенты местных тепловых потерь, учитывающие тепловые потери арматурой, компенсаторами, неподвижными опорами;
- При установленном флажке **Компенсировать тепловые потери расходом** тепловые потери компенсируются увеличением расхода теплоносителя. Максимальное увеличение расхода задается в поле;

Например, при значении 1.2 в поле **Максимальный относительный расход**, расход теплоносителя может быть увеличен не более чем на 20%;

- В поле **Минимальный диаметр сопла** задается минимальный диаметр подбираемого сопла элеватора;
- В поле **Минимальный диаметр шайбы** задается минимальный диаметр подбираемых дросселирующих шайб.

## 7.2. Настройка расчета потерь напора

Параметры расчета потерь напора теплоносителя задаются во вкладке **Потери напора** диалога настройки расчетов (см. Рис.7.3).

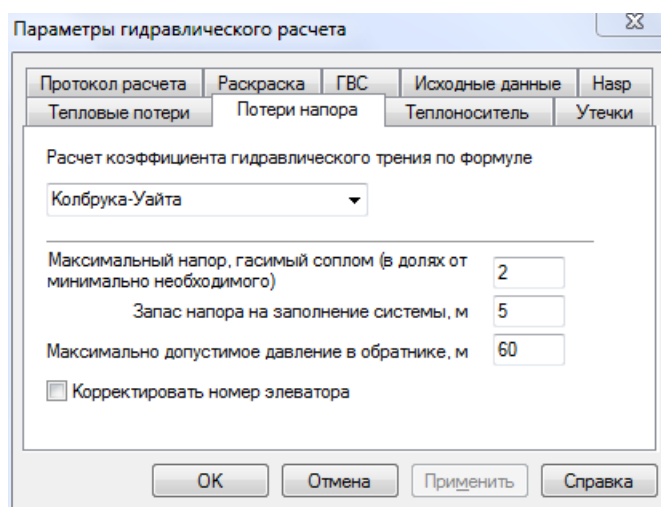


Рисунок 7.3. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Потери напора»

- Формула для расчета коэффициента гидравлического трения выбирается в поле с соответствующим названием. Возможен расчет коэффициента трения по формулам Альтшуля, Шифринсона, Никурадзе, Кульбрука-Уайта;
- В поле **Максимальный напор, гасимый соплом (в долях от минимально необходимого)** задается максимальный избыточный напор который может быть погашен соплом элеватора. По умолчанию установлено значение 2, это значит, что соплом элеватора будет погашен напор, в два раза превышающий минимально необходимый;
- В поле **Запас напора на заполнение системы, м** задается запас напора на заполнение системы;
- В поле **Максимально допустимое давление в обратнике, м** указывается максимально допустимое давление в обратном трубопроводе. При его превышении, в результате расчета отображается предупреждающее сообщение;
- При установленном флажке **Корректировать номер элеватора**, оптимальный номер элеватора подбирается по следующей номограмме. (Рис.7.4).

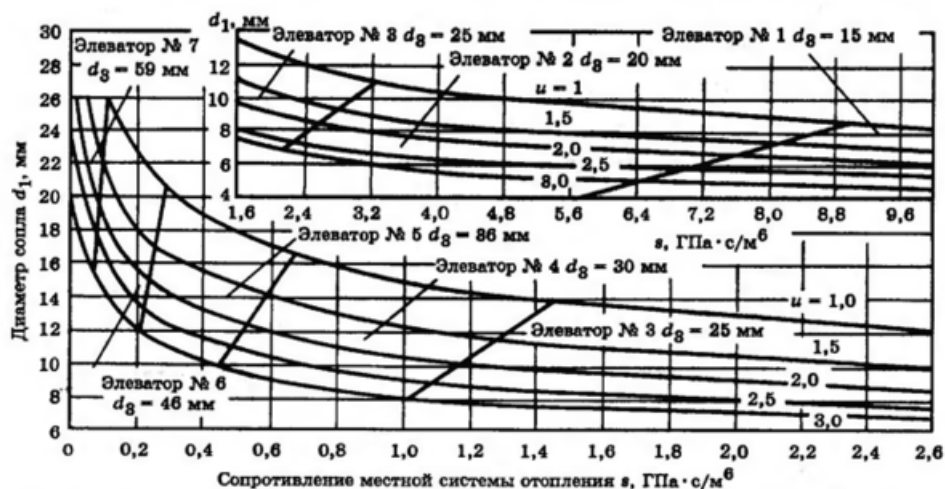


Рисунок 7.4. Номограмма для выбора элеватора

## 7.3. Выбор и настройка параметров теплоносителя

Тип используемого теплоносителя и его параметры задаются во вкладке **Теплоноситель** диалога настройки расчетов (см. Рис.7.5).

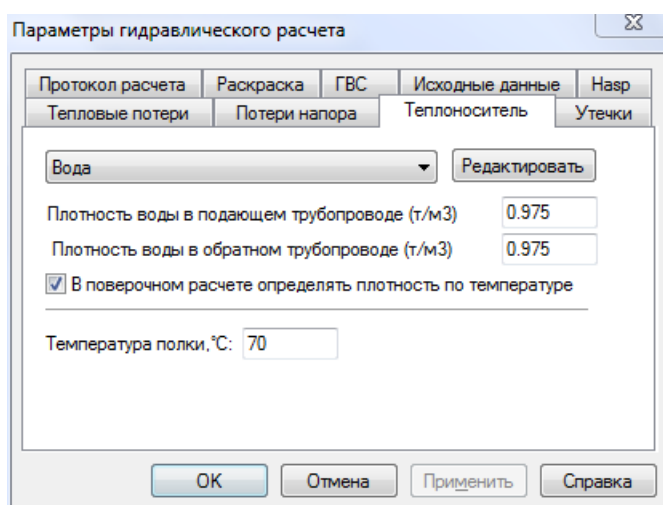


Рисунок 7.5. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Теплоноситель»

- В поле со списком в верхней части вкладки выбирается жидкость, которая является теплоносителем.

Параметры всех введенных в систему теплоносителей хранятся в справочнике по теплоносителям. В справочник можно добавлять и удалять теплоносители, редактировать параметры уже заданных теплоносителей. Для редактирования справочника теплоносителей нажмите кнопку **Редактировать** справа от поля. Подробнее о работе со справочником см. раздел 19.4 «Справочник по теплоносителям», стр.247;

- В полях **Плотность воды в подающем** и **Плотность воды в обратном** задается средняя плотность воды в подающем и обратном трубопроводах для наладочного расчета;
- При поверочном расчете программа сама может вычислить плотность теплоносителя в зависимости от температуры, для этого необходимо установить флажок **Определять плотность по температуре**;

- В поле **Температура полки** указывается минимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе. Для закрытых систем теплоснабжения – не менее 70°C, для открытых систем теплоснабжения – не менее 60°C.

## 7.4. Настройка расчета утечек

Параметры расчета утечек задаются во вкладке **Утечки** диалога настройки расчетов.

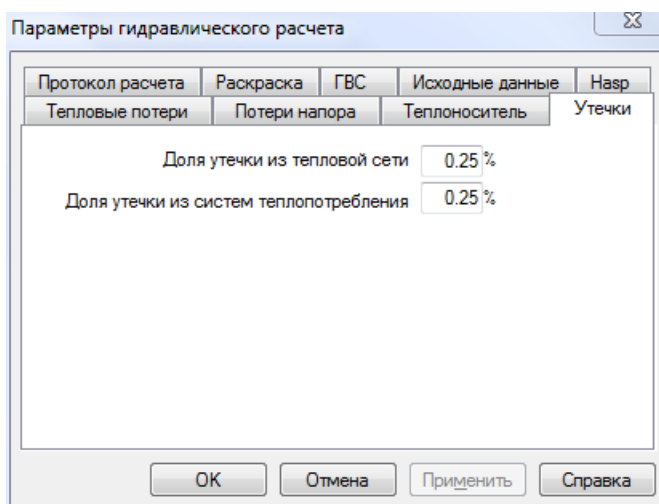


Рисунок 7.6. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Утечки»

В полях **Доля утечки из тепловой сети** и **Доля утечки из систем теплопотребления** задаются доли нормативных утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, соответственно.

По умолчанию установлены нормируемые утечки составляющие 0,25% от объема тепловых сетей или систем теплопотребления.

## 7.5. Настройка протоколирования отчета

Параметры ведения протокола расчетов задаются во вкладке **Протокол расчета** диалога настройки расчетов (см. Рис.7.7).

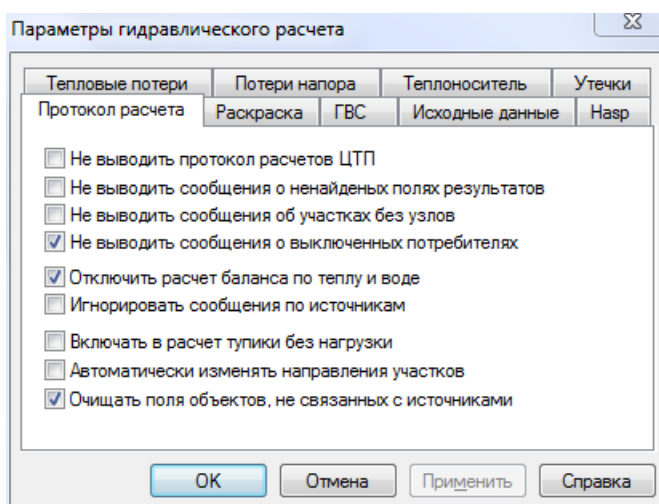


Рисунок 7.7. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Протокол расчета».

В закладке **Протокол расчета** можно задать опции протоколирования проведения расчетов.

- При установленном флажке **Не выводить протокол расчетов ЦТП**, в протоколе не выводятся данные расчета по всем ЦТП;

- При установленном флажке **Не выводить сообщения о не найденных полях результатов**, – в протоколе не выводятся сообщения об отсутствующих полях в таблицах и базах данных по объектам;
- При установленном флажке **Не выводить сообщения об участках без узлов**, – не выводятся предупреждения об участках не имеющих связи с объектом в начальном или конечном узле;
- При установленном флажке **Не выводить сообщения о выключенных потребителях**, – не отображаются предупреждения наличия в сети потребителей не связанных с источниками;
- При установленном флажке **Отключить расчет баланса по теплу и воде** выполняется проведение расчета баланса выработанного и затраченного количества тепла и теплоносителя;
- При установленном флажке **Игнорировать сообщения по источникам** расчет доводится до конца, вне зависимости от наличия неполадок на источнике;
- При установленном флажке **Включать в расчет тупики без нагрузки** выполняется расчет ветвей с участками, не оканчивающимися потребителями или перемычками. Определяются напоры в узлах этих ветвей. Если в кольце закрыта задвижка, то в результате записываются напоры с разных сторон задвижки. Температура в узлах тупиковых ветвей не определяется;
- При установленном флажке **Автоматически изменять направления участков** программа при завершении гидравлического расчета может автоматически изменять направления участков в соответствии с направлением движения теплоносителя по подающему трубопроводу;
- При установленном флажке **Очищать поля объектов, не связанных с источниками**, у объектов не участвовавших в расчетах, данные во всех полях результатов обнуляются.

## 7.6. Настройка раскраски

Параметры отображения тематической раскраски участков трубопроводов после проведения расчетов задаются во вкладке Раскраска диалога настройки расчетов (см. Рис.7.8). Подробнее о тематической раскраске см. главу 18 «Раскраска сети», стр.222.

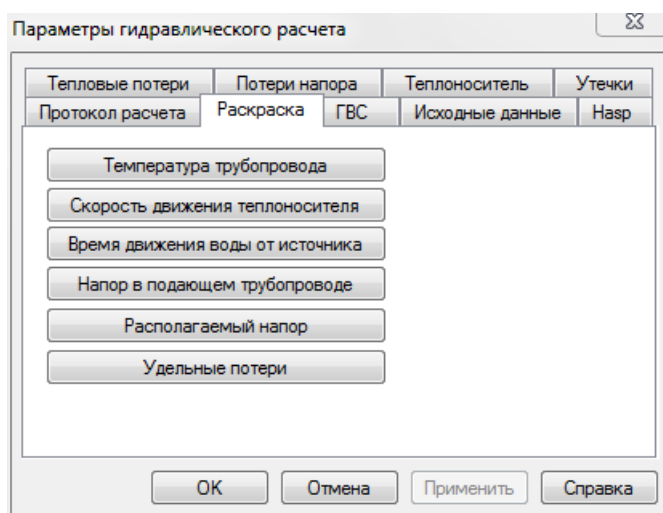


Рисунок 7.8. Диалог настройки расчетов. Вкладка «Раскраска»

## 7.7. Настройка расчета ГВС

Параметры расчетов потребления горячей воды задаются во вкладке **ГВС** диалога настройки расчетов (см. Рис.7.9).

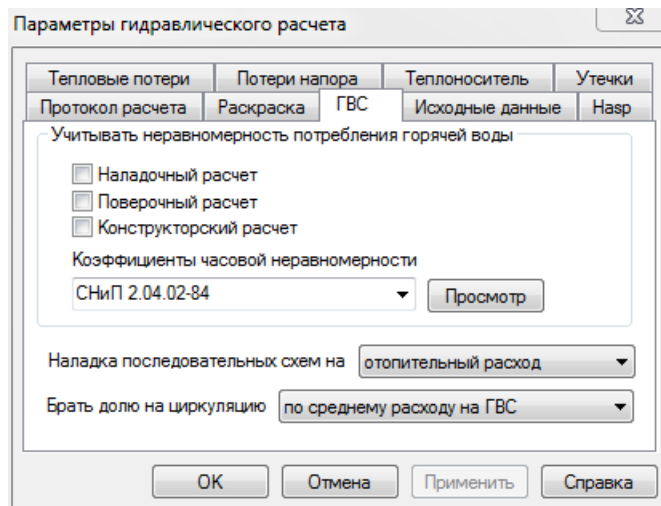


Рисунок 7.9. Диалог настройки расчета. Вкладка «ГВС».

- В группе настроек *Учитывать неравномерность потребления горячей воды* задаются параметры учета неравномерности потребления горячей воды. Коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды рассчитывается в зависимости от количества жителей, которое необходимо указать при заполнении исходной информации по потребителям тепловых сетей.

Флажками *Наладочный расчет*, *Поверочный расчет*, *Конструкторский расчет* указываются типы расчетов в которых учитывается неравномерность потребления.

В поле со списком *Коэффициенты часовой неравномерности* выбирается нормативный документ на основе которого рассчитывается коэффициент – СНиП 2.04.02-84, СП41-101-95, Вологодская РЭК. Графики зависимостей коэффициента от числа жителей можно просмотреть, нажав кнопку *Просмотр* справа от поля (см. Рис.7.10).

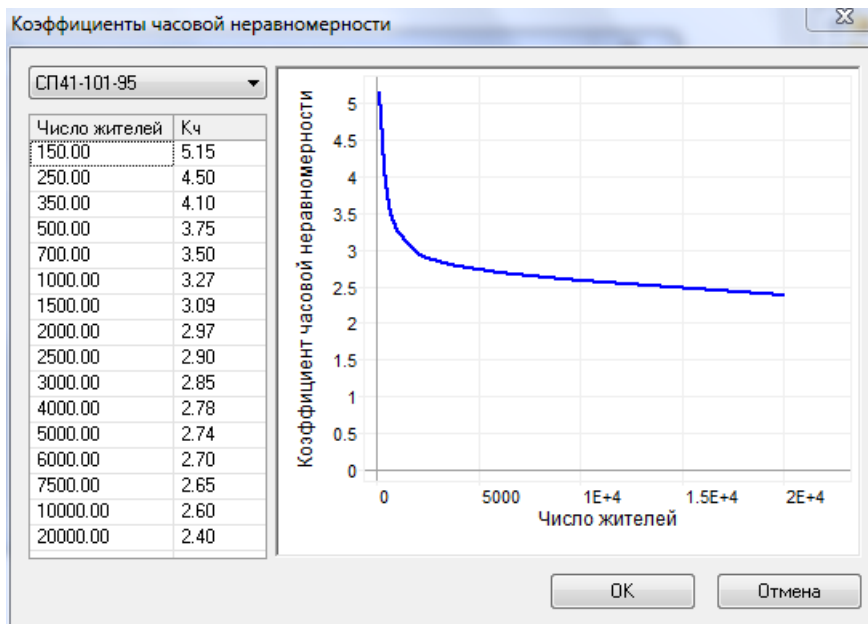


Рисунок 7.10. Коэффициенты часовой неравномерности

- В поле со списком *Наладка последовательных схем* выбирается способ проведения наладки: на отопительный расход, или на суммарный расход на СО и ГВС. Требуемый способ выбирается пользователем в зависимости от использованной методики подбора поверхности нагрева теплообменных аппаратов;
- В поле со списком *Брать долю на циркуляцию* выбирается величина, от которой рассчитывается доля циркуляция воды (от среднего расхода воды на ГВС, или от средней тепловой нагрузки на ГВС,



см. раздел 7.7.1 «Задание способа вычисления циркуляционного расхода воды на ГВС», стр.114).  
Выбранная величина вводится в поле *Kcirc* базы по потребителям.

## 7.7.1. Задание способа вычисления циркуляционного расхода воды на ГВС

В предыдущих версиях ZuluThermo™ доля циркуляции воды на ГВС задавалась как **доля от расчетного расхода воды на ГВС в процентах** (расчетный расход воды вводился в поле *Kcirc* базы по потребителям).

$$G_{\text{circ}} = 0.01 * K_g * Q_{\text{gv}} * C / (T_{\text{gv}} - T_{\text{hv}}), (1) \text{ где}$$

$K_g$  - доля от расхода на ГВС в процентах

$G_{\text{circ}}$  - расход на циркуляцию

$Q_{\text{gv}}$  - тепловая нагрузка на ГВС

$C$  - удельная теплоемкость

$T_{\text{gv}}$  - температура горячей воды

$T_{\text{hv}}$  - температура холодной воды

Пользователи, привыкшие брать долю воды на ГВС в **процентах от тепловой нагрузки на ГВС**, должны были перед занесением исходных данных в поле *Kcirc* делать несложный пересчет исходя из того, что

$$G_{\text{circ}} = 0.01 * K_q * Q_{\text{gv}} * C / (T_{\text{gv}} - T_{\text{circ}}), (2) \text{ где}$$

$K_q$  - доля от нагрузки на ГВС в процентах

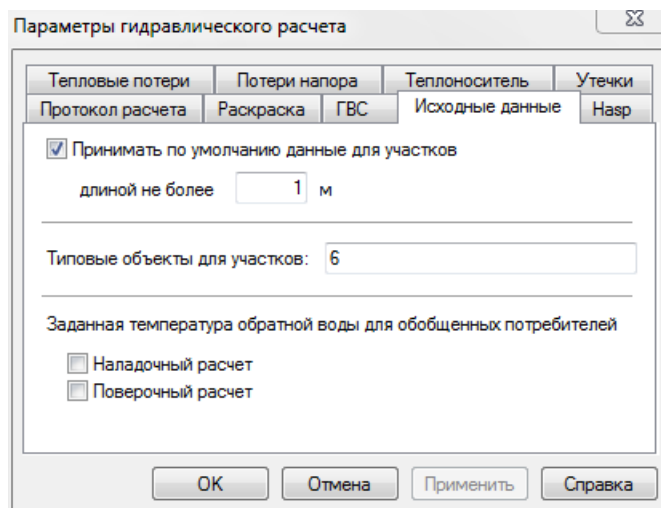
$T_{\text{circ}}$  - температура воды на выходе из циркуляционной линии

В ZuluThermo™ 7.0 пользователь сам может назначать, какая именно доля будет браться для вычисления циркуляционного расхода из поля *Kcirc*: доля расхода на ГВС (1) или доля от нагрузки на ГВС (2)

По умолчанию, для совместимости с предыдущими данными, программа ведет расчет по первой формуле.

## 7.8. Настройка использования исходных данных

Параметры исходных данных используемых для расчетов задаются во вкладке **Исходные данные** диалога настройки расчетов (см. Рис.7.11).

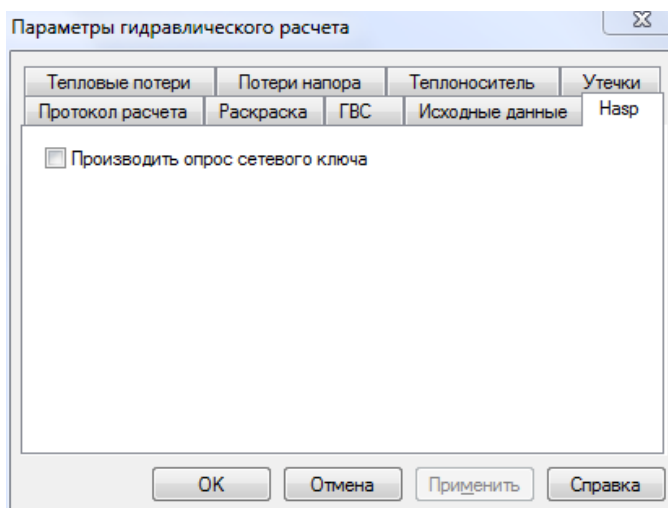


**Рисунок 7.11. Настройки расчета. Вкладка «Исходные данные»**

- При установленном флажке *Принимать по умолчанию данные для участков* в расчетах не учитываются участки, длина которых не превышает значение указанное в поле *длиной не более*. Кроме того, для таких участков не требуется заносить дополнительную информацию;
- В поле *Типовые объекты для участков* через точку с запятой указываются ID типов объектов структуры слоя, которые являются участками тепловой сети (например 6 ; 14 ; 25). Это позволяет разносить по типам трубопроводы разного назначения (участки магистралей, участки ГВС и т.д.);
- Для построения более адекватной модели при использовании обобщенных потребителей (ОП) доступна возможность задания пользователем температуры воды на выходе из обобщенного потребителя. Для учета фактической температуры воды в обратном трубопроводе в наладочном или поверочном расчетах, следует установить флажок напротив нужного пункта.

## 7.9. Настройка HASP

Настройка опроса сетевого ключа HASP выполняется во вкладке HASP диалога настройки расчетов (см. Рис.7.12). Функция включается/выключается установкой/снятием флажка *Производить опрос сетевого ключа*.




**Рисунок 7.12. Настройки расчета. Вкладка «HASP».**

Флажок обязательно должен быть установлен при использовании сетевого ключа (красного), в противном случае расчет производиться не будет. При использовании локального ключа (фиолетового), данный флажок обязательно должен быть снят.

## 7.10. Настройка используемых единиц измерения

Нагрузку можно заносить как в Гкал/ч, так и в МВт. Для выбора используемых единиц измерения нагрузок:

1. Откройте диалог ZuluThermo™, выполнив команду главного меню *Задачи|ZuluThermo* или нажав кнопку  панели инструментов;
2. Нажмите кнопку *Слой...*, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге и нажмите кнопку *ОК* чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог;
3. Откройте вкладку *Сервис* диалога ZuluThermo™ и нажмите кнопку *Единицы измерения*. Откроется диалог выбора единиц измерения (см. Рис.7.13);

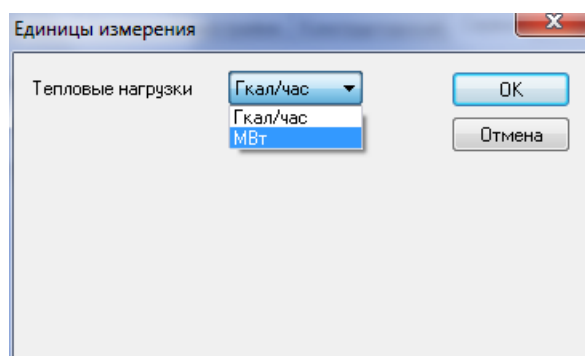


Рисунок 7.13. Окно переключения единиц измерения.

4. Выберите требуемые единицы измерения нагрузок в поле *Тепловые нагрузки* и нажмите кнопку *ОК*.

---

# Глава 8. Наладочный расчет

## 8.1. Цель расчета

Целью наладочного расчета является качественное обеспечение всех потребителей, подключенных к тепловой сети необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды, при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом.

В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств, а также места их установки.

Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. На тепловой сети могут быть установлены насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки.

Перед выполнением наладочного расчета рекомендуем ознакомиться с методикой выполнения наладочных расчетов (см. раздел 8.2 «Описание и методика выполнения наладочного расчета», стр.117).

Смотрите также:

- методика выполнения наладочных расчетов (см. раздел 8.2 «Описание и методика выполнения наладочного расчета», стр.117);
- исходные данные для наладочного расчета (см. раздел 6.1 «Исходные данные для выполнения наладочного и поверочного расчетов», стр.81);
- настройки расчета (см. главу 7 «Настройки расчетов», стр.108);
- запуск расчета (см. раздел 8.3 «Запуск расчета», стр.127);
- результаты наладочного расчета (см. раздел 8.4 «Результаты наладочного расчета», стр.128);
- пример проведения наладочного расчета (см. раздел 8.5 «Пример наладочного расчета», стр.136).

## 8.2. Описание и методика выполнения наладочного расчета

Наладочный расчет - это условный расчетный прием для подбора дросселирующих устройств и определения мест их установки.

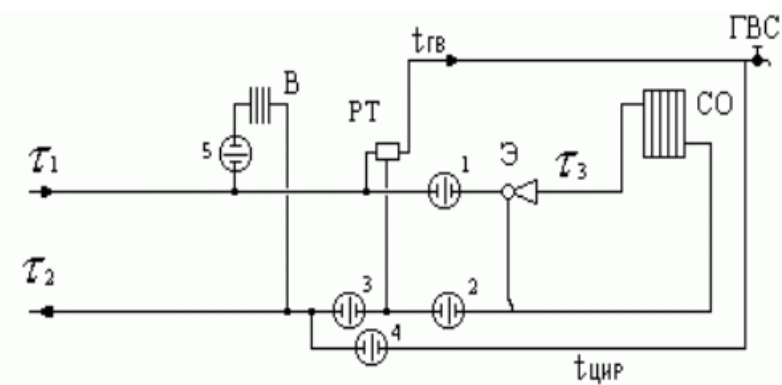
Далее рассматривается методика наладочного расчета для открытых и закрытых систем горячего водоснабжения, отдельно рассматриваются неавтоматизированные системы и системы с установленным на систему ГВС регулятором температуры.

Все приведенные расчеты и выводы применимы при центральном качественном регулировании по отопительной нагрузке.

### 8.2.1. Открытая система горячего водоснабжения

#### 8.2.1.1. Без регулятора температуры на систему ГВС

Рассмотрим неавтоматизированную систему централизованного теплоснабжения, то есть ни один вид подключенной нагрузки не имеет регулирующих устройств. Абонентский ввод подключен к тепловой сети по схеме представленной на рисунке 8.1. Здесь, система отопления подключена по зависимой схеме через элеваторный узел. Система горячего водоснабжения открытая. Места возможной установки дросселирующих устройств 1, 2, 3, 4 показаны на Рис.8.1.



**Рисунок 8.1. Схема подключения абонентского ввода к открытой неавтоматизированной системе ГВС**

Дросселирующие устройства 1, 2, устанавливаемые на систему отопления должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы. Самый неблагоприятный режим работы характеризуется следующими расчетными параметрами:  $t_{1.p.}$ ,  $t_{2.p.}$ ,  $t_{3.p.}$ ,  $t_{н.р.о.}$ .

- $t_{1.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, например, 150°C, 130°C;
- $t_{2.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, 70°C;
- $t_{3.p.}$  – расчетная температура теплоносителя на систему отопления, например, 95°C;
- $t_{н.р.о.}$  – температура наружного воздуха расчетная на отопление, например, -30°C.

При этом подающий трубопровод тепловой сети должен быть нагружен максимальным расходом сетевой воды. Максимальный расход сетевой воды при наличии вентиляционной нагрузки определяется по следующей формуле:

$$G_{нод.} = G_{о.п.} + G_{в.п.} + G_{в.п.}$$

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе соответствующей 60°C. Отбор воды осуществляется из подающего трубопровода. При загрузке подающего трубопровода максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор который должно погасить дросселирующее устройство тоже будет минимальным.

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора на систему отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

1. Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления);
2. Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство будет установлено на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства. Однако, при установке дросселирующего устройства на обратном трубопроводе напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности установленных приборов системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов, 60 м. вод. ст. Если это условие будет нарушено, программное обеспечение автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое на обратном (2). При этом все ограничения должны быть соблюдены.

При наличии циркуляционного трубопровода и отборе воды на ГВС из подающего трубопровода устанавливается дросселирующее устройство (4), ограничивающее расход воды на циркуляцию. В случае отбора воды из обратного трубопровода дросселирующее устройство (4) должно шунтироваться байпасом. Подбор дросселирующего устройства (4) проводится на циркуляционный расход и напор равный располагаемому напору перед системой ГВС минус потерям в системе ГВС, принимаемым 2-3 м. вод. ст.

При возможном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода подбирается дросселирующее устройство (3). Дросселирующее устройство (3) при центральном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке подбирается на расчетный расход воды на отопление и потери напора равные потерям в системе ГВС.

Необходимо удостовериться что напор в трубопроводе из которого происходит водоразбор больше чем сумма высоты здания и потерь напора в системе ГВС.

Подбор дросселирующих устройств можно производить как с учетом так и без учета тепловых потерь в тепловой сети. При этом расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств определяются по следующим зависимостям:

#### ■ Без учета тепловых потерь

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расчетный расход теплоносителя на систему отопления;}$$

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.}^{cp} \cdot 1000}{c \cdot (t_{зв.} - t_{хв.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расчетный расход теплоносителя на систему ГВС, где } t_{зв.} \text{ - температура горячей воды на систему ГВС; } t_{хв.} \text{ - температура холодной водопроводной воды;}$$

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.в.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.п.} - \tau_{2.в.п.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции, где } \tau_{2.в.п.} \text{ - расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;}$$

#### ■ С учетом тепловых потерь

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе абонентского ввода:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.ф.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах;}$$

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.}^{cp} \cdot 1000}{c \cdot (t_{зв.ф.} - t_{хв.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры горячей и холодной воды;}$$

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.в.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.в.ф.})}, \text{ т/ч} \quad \text{— расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера;}$$

Подобраны все дросселирующие устройства на абонентском вводе. Однако устанавливать эти дроссельные устройства пока нельзя. Необходимо выполнить два поверочных расчета, первый при максимальном отборе воды на ГВС из подающего трубопровода (текущая температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети 60-65°C и соответствующей ей температуре наружного воздуха), второй при максимальном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода (температура

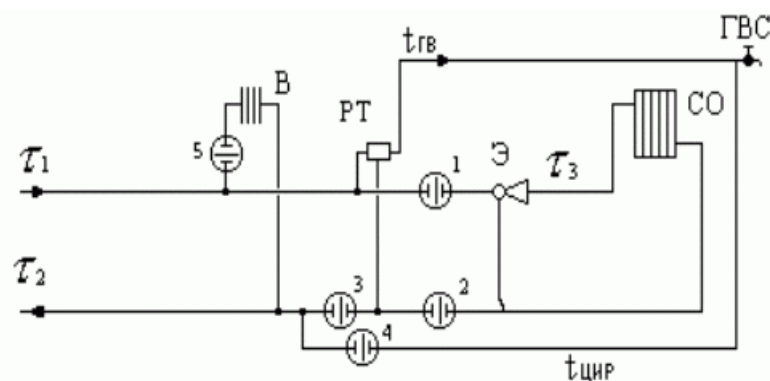
теплоносителя расчетная, например  $t_{1.p.} = 150^{\circ}\text{C}$  и  $t_{н.р.о.} = -30^{\circ}\text{C}$ ), при этом дросселирующие устройства должны быть взяты из наладки.

В первом случае располагаемые напоры на потребителях будут минимальными, необходимо проверить, как поведет себя система отопления. Во втором случае располагаемый напор на потребителе будет максимальным. Необходима проверка на возможность опорожнения системы отопления. В случае, когда система отопления какого либо потребителя будет опорожняться, необходимо шайбу, установленную на подающем трубопроводе, перенести на обратный. В данном случае она будет выполнять роль подпорной шайбы.

После перестановки шайбы необходимо снова проверить соблюдение всех условий приведенных выше.

### 8.2.1.2. С установленным регулятором температуры на систему ГВС

Рассмотрим абонентский ввод с частично автоматизированным ИТП, то есть без автоматических регулирующих устройств на отопление и с установленным на систему ГВС регулятором температуры. Регулятор температуры предназначен для автоматического регулирования температуры горячей воды отбираемой на систему ГВС, данное устройство будет учитываться при проведении поверочных расчетов, при проведении наладочного расчета регулятор температуры не рассматривается. Места возможной установки дросселирующих устройств показаны на рисунке.



**Рисунок 8.2. Схема подключения абонентского ввода к открытой системе ГВС с установленным регулятором температуры**

Дросселирующие устройства (1), (2), устанавливаемые на систему отопления должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы. Самый неблагоприятный режим работы характеризуется

следующими расчетными параметрами:  $t_{1.p.}$ ,  $t_{2.p.}$ ,  $t_{3.p.}$ ,  $t_{н.р.о.}$ .

- $t_{1.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, например,  $150^{\circ}\text{C}$ ,  $130^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_{2.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе,  $70^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_{3.p.}$  – расчетная температура теплоносителя на систему отопления, например,  $95^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_{н.р.о.}$  – температура наружного воздуха расчетная на отопление, например,  $-30^{\circ}\text{C}$ .

При этом подающий трубопровод тепловой сети должен быть нагружен максимальным расходом сетевой воды. Максимальный расход сетевой воды при наличии вентиляционной нагрузки определяется по следующей формуле:

$$G_{\text{нод.}} = G_{\text{о.п.}} + G_{\text{звс.}} + G_{\text{в.п.}}$$

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе соответствующей 60°C. Отбор воды осуществляется из подающего трубопровода. При загрузке подающего трубопровода максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор который должно погасить дросселирующее устройство тоже будет минимальным.

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора на систему отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

1. Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления);
2. Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство будет установлена на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства. Однако при установке дросселирующего устройства на обратном трубопроводе, напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности установленных приборов системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов 60 м. вод. ст. Если это условие будет нарушено, программное обеспечение автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое на обратном (2). При этом все ограничения должны быть соблюдены.

При наличии циркуляционного трубопровода и отборе воды на ГВС из подающего трубопровода устанавливается дросселирующее устройство (4), ограничивающее расход воды на циркуляцию. В случае отбора воды из обратного трубопровода дросселирующее устройство (4) должно шунтироваться байпасом. Подбор дросселирующего устройства (4) проводится на циркуляционный расход и напор равный располагаемому напору перед системой ГВС минус потерям в системе ГВС, принимаемым 2-3 м. вод. ст.

При возможном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода подбирается дросселирующее устройство (3) и устанавливается между местом отбора воды на систему ГВС и местом подключения циркуляционного трубопровода (см. рис.сверху). Дросселирующее устройство (3) при центральном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке подбирается на расчетный расход воды на отопление и потери напора равные потерям в системе ГВС.

Необходимо удостовериться что напор в трубопроводе из которого происходит водоразбор больше чем сумма высоты здания и потерь напора в системе ГВС.

Подбор дросселирующих устройств можно производить как с учетом, так и без учета тепловых потерь в тепловой сети. При этом расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств определяются по следующим зависимостям:

#### ■ Без учета тепловых потерь

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему отопления;

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.}^{cp} \cdot 1000}{c \cdot (t_{звс.} - t_{хс.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему ГВС, где  $t_{звс.}$  – температура горячей воды на систему ГВС;  $t_{хс.}$  – температура холодной водопроводной воды;

$$G_{с.с.} = \frac{Q_{с.п.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.с.п.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции,

где  $\tau_{2.с.п.}$  – расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;



### ■ С учетом тепловых потерь

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе абонентского ввода.

$$G_{с.п.} = \frac{Q_{с.п.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах;

$$G_{гвс.п.} = \frac{Q_{гвс.} \cdot 1000}{C \cdot (t_{гвс.ф.} - t_{хвс.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры горячей и холодной воды;

$$G_{с.в.} = \frac{Q_{с.в.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.с.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера;

Подобраны все дросселирующие устройства на абонентском вводе. Однако устанавливать эти дроссельные устройства пока нельзя. Необходимо выполнить два поверочных расчета, первый при максимальном отборе воды на ГВС из подающего трубопровода (текущая температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети 60-65°C и соответствующей ей температуре наружного воздуха), второй при максимальном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода (температура теплоносителя расчетная, например  $\tau_{1.п.} = 150^\circ\text{C}$  и  $t_{н.п.о.} = -30^\circ\text{C}$ ), при этом дросселирующие устройства должны быть взяты из наладки.

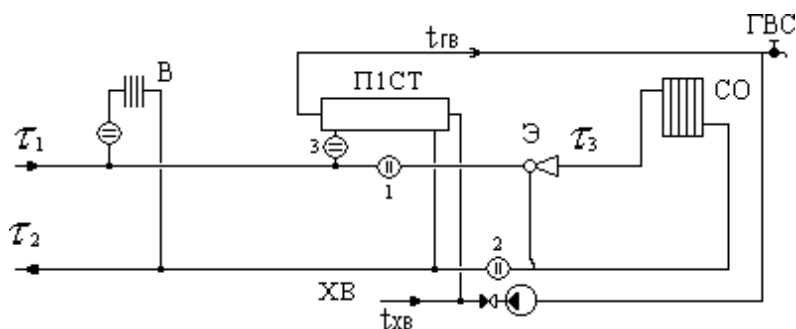
В первом случае располагаемые напоры на потребителях будут минимальными, необходимо проверить, как поведет себя система отопления. Во втором случае располагаемый напор на потребителе будет максимальным. Необходима проверка на возможность опорожнения системы отопления. В случае, когда система отопления какого либо потребителя будет опорожняться, необходимо шайбу, установленную на подающем трубопроводе, перенести на обратный. В данном случае она будет выполнять роль подпорной шайбы.

После перестановки шайбы необходимо снова проверить соблюдение всех условий приведенных выше.

## 8.2.2. Закрытая система горячего водоснабжения

### 8.2.2.1. Без регулятора температуры на систему ГВС

Рассмотрим неавтоматизированную систему централизованного теплоснабжения, то есть ни один вид подключенной нагрузки не имеет регулирующих устройств. Абонентский ввод подключен к тепловой сети по схеме, представленной на рисвниз. Здесь, система отопления подключена по зависимой схеме через элеваторный узел. Система горячего водоснабжения закрытая, одноступенчатая, с параллельным подключением теплообменного аппарата. Места возможной установки дросселирующих устройств 1, 2, 3 показаны на рисвниз.



**Рисунок 8.3. Схема подключения абонентского ввода к закрытой неавтоматизированной системе ГВС**

Дросселирующие устройства 1, 2, устанавливаемые на систему отопления должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы. Самый неблагоприятный режим работы характеризуется следующими расчетными параметрами:  $\tau_{1.p.}$ ,  $\tau_{2.p.}$ ,  $\tau_{3.p.}$ ,  $t_{н.р.o.}$ .

- $\tau_{1.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, например, 150°C, 130°C;
- $\tau_{2.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, 70°C;
- $\tau_{3.p.}$  – расчетная температура теплоносителя на систему отопления, например, 95°C;
- $t_{н.р.o.}$  – температура наружного воздуха расчетная на отопление, например, -30°C.

При этом подающий трубопровод тепловой сети должен быть нагружен максимальным расходом сетевой воды. Максимальный расход сетевой воды при наличии вентиляционной нагрузки определяется по следующей формуле:

$$G_{нод.} = G_{o.p.} + G_{гвс.} + G_{с.р.}$$

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе соответствующей 70°C.

При загрузке подающего трубопровода максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор который должно погасить дросселирующее устройство тоже будет минимальным.

Дросселирующее устройство 3 на систему горячего водоснабжения также подбирается на самый неблагоприятный режим работы системы, то есть при максимальном расходе теплоносителя в 1 контуре теплообменного аппарата на ГВС. Данный режим работы соответствует точке излома температурного графика, когда температура сетевой воды в подающем трубопроводе минимальная (для закрытых систем 70°C). Расход  $G_{гвс.}$  определен при  $Q_{гвс.}^{cp.}$ .

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора перед системой отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

1. Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления);
2. Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство будет установлена на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства.

Однако при установке дросселирующего устройства на обратном трубопроводе должно быть также соблюдено следующее условие: напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов 60 м. вод. ст. Если это условие будет нарушено, программное обеспечение автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое на обратном (2). При этом все ограничения должны быть соблюдены.

Подбор дросселирующих устройств можно производить как с учетом, так и без учета тепловых потерь в тепловой сети.

При этом расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств принимаются следующие:

#### ■ Без учета тепловых потерь

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему отопления;

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.н.} - \tau_{2.м.н.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему ГВС, где  $\tau_{1.н.}$  – температура сетевой воды в подающем трубопроводе, соответствующая точке излома температурного графика;  $\tau_{2.м.н.}$  – температура сетевой воды после подогревателя соответствующая точке излома температурного графика;

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.в.p.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции, где  $\tau_{2.в.p.}$  – расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;

#### ■ С учетом тепловых потерь

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе абонентского ввода:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах;

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.м.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

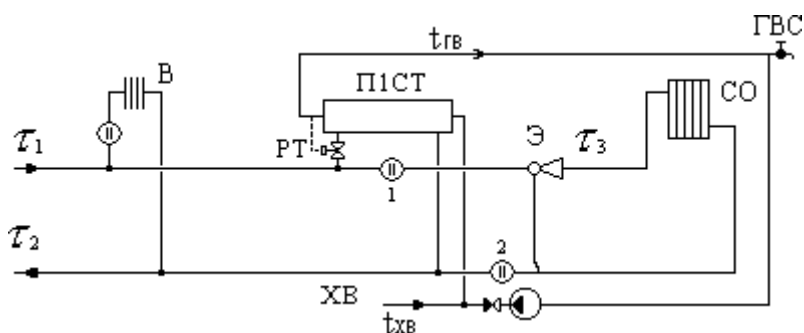
– расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры сетевой воды и воды на выходе из подогревателя;

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.p.} \cdot 1000}{C \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.в.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера.

### 8.2.2.2. С установленным регулятором температуры

Рассмотрим абонентский ввод с частично автоматизированным ИТП, то есть без автоматических регулирующих устройств на отопление и с установленным на систему ГВС регулятором температуры. Места возможной установки дросселирующих устройств показаны на рисунке.



**Рисунок 8.4. Схема подключения абонентского ввода к закрытой системе ГВС с установленным регулятором температуры**

Дросселирующие устройства 1, 2, устанавливаемые на систему отопления должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы. Самый неблагоприятный режим работы характеризуется следующими расчетными параметрами:  $\tau_{1.p.}$ ,  $\tau_{2.p.}$ ,  $\tau_{3.p.}$ ,  $t_{н.р.о.}$ .

- $\tau_{1.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, например 150°C, 130°C;
- $\tau_{2.p.}$  – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, 70°C;
- $\tau_{3.p.}$  – расчетная температура теплоносителя на систему отопления, например 95°C;
- $t_{н.р.о.}$  – температура наружного воздуха расчетная на отопление, например -30°C.

При этом подающий трубопровод тепловой сети должен быть нагружен максимальным расходом сетевой воды. Максимальный расход сетевой воды при наличии вентиляционной нагрузки определяется по следующей формуле:

$$G_{\text{ход.}} = G_{\text{о.п.}} + G_{\text{зас.}} + G_{\text{в.п.}}$$

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе соответствующей 70°C (при этом регулятор температуры на систему ГВС не рассматривается). При загрузке подающего трубопровода максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор который должно погасить дросселирующее устройство тоже будет минимальным.

Дросселирующее устройство на систему горячего водоснабжения не подбирается, так на систему установлен регулятор температуры.

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора перед системой отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

1. Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления);
2. Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство будет установлена на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства. Однако при установке дросселирующего устройства на обратном трубопроводе должно быть также соблюдено определенное условие:

Напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов 60 м. вод. ст. Если это условие будет нарушено, программное обеспечение автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое на обратном (2). При этом все ограничения должны быть соблюдены.

Подбор дросселирующих устройств можно производить как с учетом так и без учета тепловых потерь в тепловой сети. При этом расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств принимаются следующие:

#### ■ Без учета тепловых потерь

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему отопления;

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.н.} - \tau_{2.м.н.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему ГВС, где  $\tau_{1.н.}$  – температура сетевой воды в подающем трубопроводе соответствующая точке излома температурного графика;  $\tau_{2.м.н.}$  – температура сетевой воды после подогревателя соответствующая точке излома температурного графика;

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.в.p.})}, \text{ Т/ч}$$

– расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции, где  $\tau_{2.в.p.}$  – расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;

#### ■ С учетом тепловых потерь

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе абонентского ввода:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах;

$$G_{звс.p.} = \frac{Q_{звс.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.м.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры сетевой воды и воды на выходе из подогревателя;

$$G_{c.в.} = \frac{Q_{c.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.ф.} - \tau_{2.в.ф.})}, \text{ Т/ч}$$

– расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера.


## 8.3. Запуск расчета



### Важно

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте настройки расчетов (см. главу 7 «Настройки расчетов», стр.108).

Для запуска наладочного расчета:

1. Выполните команду главного меню *Задачи|ZuluThermo* или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется диалог теплогидравлических расчетов (см. Рис.8.5).

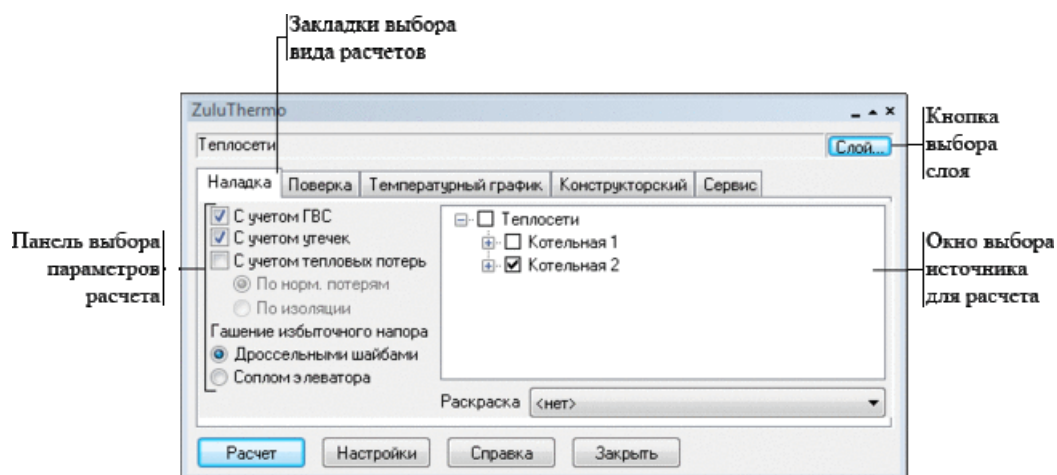


Рисунок 8.5. Вкладка «Наладка» диалога теплогидравлических расчетов

2. Перейдите на вкладку *Наладка* диалога;
3. Нажмите кнопку *Слой...*, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (см. Рис.8.6) и нажмите кнопку *ОК* чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог;

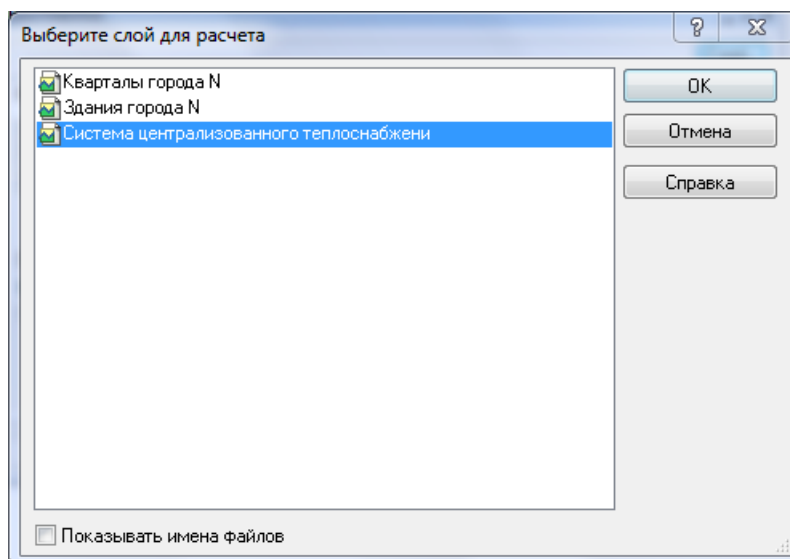


Рисунок 8.6. Окно выбора слоя

4. Отметьте источник, для которого будет производиться расчет и установите флажок напротив соответствующего названия. (см. Рис.8.7)

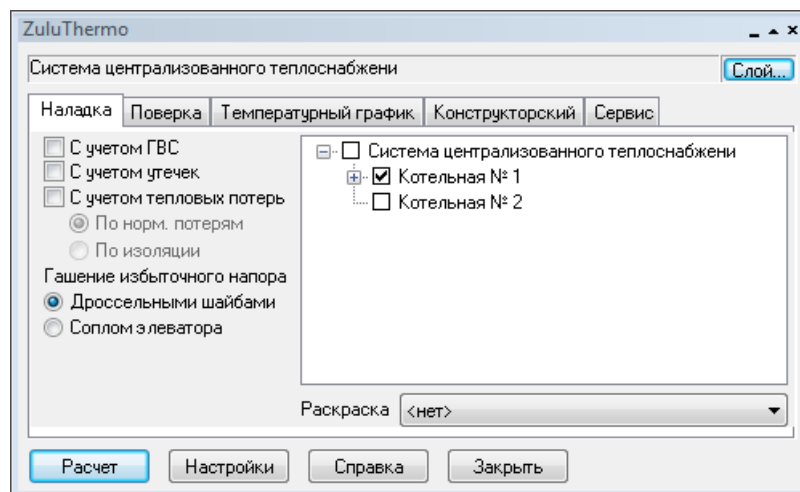


Рисунок 8.7. Выбор источника для расчета

5. В левой части диалогового окна задайте параметры проводимого расчета, установив флажки напротив необходимых параметров:
  - С учетом ГВС;
  - С учетом нормативных утечек в тепловой сети;
  - С учетом нормативных тепловых потерь или потерь через изоляцию;
  - Гашение избыточного напора с помощью дроссельных шайб или сопла элеватора.
6. Нажмите кнопку **Расчет**.

Если в ходе занесения исходной информации какие-либо данные необходимые для расчета не были внесены или внесены неверно, то при проведении расчетов в окне сообщений программа выдаст уведомление об ошибке (красным цветом). Программа следит не только за наличием необходимой информации, но и за ее логической верностью, то есть, если Вы впишете диаметр участка более 1.4 м, то программа выдаст ошибку.

При отсутствии ошибок в данных или конфигурации сети программа выполнит расчет выбранной сети и заполнит результаты расчета в таблицы для каждого типа объекта тепловой сети. Протокол расчета будет отображаться в нижней части экрана в панели Сообщения. В случае ошибок они в протоколе будут выделены красным цветом (более подробно о возможных ошибках см. главу 13 «Возможные ошибки расчетов», стр.177).

## 8.4. Результаты наладочного расчета

Всю информацию по объектам можно:

1. Отобразить на карте;
2. экспортировать в HTML или Excel (Подробнее о экспорте можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе «Семантические базы данных»);
3. распечатать (Подробнее о печати можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе «Печать»).

В результате наладочного расчета можно получить следующую информацию:

### 8.4.1. По всем объектам

1.  $T_{1\_t}$ , Температура сетевой воды в под. тр-де, °C- В результате расчета определяется температура воды в подающем трубопроводе (по участкам - в начале и конце трубопровода);

2.  $T2\_t$ , Температура сетевой воды в обр. тр-де, °C- В результате расчета определяется температура воды в обратном трубопроводе (по участкам - в начале и конце трубопровода);
3.  $Gsum\_pod$ , Суммарный расход сетевой воды, т/ч- В результате расчета определяется суммарный расход сетевой воды (по участкам - в подающем и обратном трубопроводах);
4.  $Hras$ , Располагаемый напор, м- В результате расчета определяется располагаемый напор в узле (кроме участков, по насосным станциям и дросселирующим узлам определяется до узла и после, по ЦТП для первого и второго контура);
5.  $H\_obr$ , Напор в обратном тр-де, м- В результате расчета определяется напор в обратном трубопроводе в узле (по насосным станциям и дросселирующим узлам определяется до узла и после, по ЦТП для первого и второго контура);
6.  $Ppod$ , Давление в подающем- В результате расчета определяется давление в подающем трубопроводе в узле (по насосным станциям и дросселирующим узлам определяется до узла и после);
7.  $Pobr$ , Давление в обратном- В результате расчета определяется давление в обратном трубопроводе в узле (по насосным станциям и дросселирующим узлам определяется до узла и после);
8.  $Time$ , Время прохождения воды от источника, мин- В результате расчета определяется время прохождения воды от источника до узла (кроме участков);
9.  $Dist$ , Путь, пройденный от источника, м- В результате расчета определяется протяженность пути пройденного теплоносителем от источника до узла (кроме участков);
10.  $Tb$ , Давление вскипания, м- В результате расчета определяется давление в узле, при котором может произойти вскипание теплоносителя (кроме участков);
11.  $Hstat$ , Статический напор, м- В результате расчета определяется значение статического напора в узле (кроме участков).

## 8.4.2. По источнику

1.  $Ht\_ras$ , Текущий располаг. напор на выходе из источника, м- В результате расчета определяется текущий располагаемый напор на выходе из источника, в зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины, в сети с несколькими источниками;
2.  $Ht\_obr$ , Текущий напор в обратн. тр-де на источнике, м- В результате расчета определяется текущий напор в обратном трубопроводе на источнике, в зависимости от режима работы источника может быть определено новое значение данной величины, в сети с несколькими источниками;
3.  $Qo\_r$ , Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется расчетная нагрузка на отопление, как сумма всех расчетных нагрузок на отопление подключенных к данному источнику;
4.  $Qsv\_r$ , Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется расчетная нагрузка на вентиляцию, как сумма всех расчетных нагрузок на вентиляцию подключенных к данному источнику;
5.  $Qgv\_r$ , Расчетная нагрузка на ГВС, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется расчетная нагрузка на горячее водоснабжение, как сумма всех расчетных нагрузок на системы горячего водоснабжения подключенных к данному источнику;
6.  $Qo\_t$ , Текущая нагрузка на отопление, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется текущая нагрузка на отопление, как сумма всех текущих нагрузок на отопление подключенных к данному источнику;



7.  $Q_{sv\_t}$ , Текущая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч (МВт) - В результате расчета определяется текущая нагрузка на вентиляцию, как сумма всех текущих нагрузок на вентиляцию подключенных к данному источнику;
8.  $Q_{gv\_t}$ , Текущая нагрузка на ГВС, Гкал/ч (МВт) - В результате расчета определяется текущая нагрузка на горячее водоснабжение, как сумма всех текущих нагрузок на системы горячего водоснабжения подключенных к данному источнику;
9.  $Q_{sum}$ , Суммарная тепловая нагрузка, Гкал/ч (МВт) - В результате расчета определяется суммарная тепловая нагрузка;
10.  $G_{so}$ , Расход сетевой воды на СО, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему отопления;
11.  $G_{sv}$ , Расход сетевой воды на СВ, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему вентиляции;
12.  $G_{gv}$ , Расход сетевой воды на ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему горячего водоснабжения;
13.  $G_{ut\_pot}$ , Расход воды на утечку из сис.теплопотреб., т/ч- В результате расчета определяется расход воды на утечки из систем теплопотребления;
14.  $G_{podpit}$ , Расход воды на подпитку, т/ч- В результате расчета определяется расход воды на подпитку;
15.  $G_{ut\_pod}$ , Расход сетевой воды на утечку из под.тр., т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на утечки из подающих трубопроводов;
16.  $G_{ut\_obr}$ , Расход сетевой воды на утечку из обр.тр., т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на утечки из обратных трубопроводов;
17.  $Q_{pot\_ts}$ , Тепловые потери в тепловых сетях, Гкал/ч (МВт) - В результате расчета определяется величина тепловых потерь в тепловых сетях.

### 8.4.3. По потребителям

1.  $N_{el\_r}$ , Рекомендуемый номер элеватора- В результате расчета определяется рекомендуемый номер элеватора;
2.  $D_{sop\_r}$ , Рекомендуемый диаметр сопла элеватора, мм- В результате расчета определяется рекомендуемый диаметр сопла элеватора;
3.  $U_{calc}$ , Расчетный коэффициент смешения- В результате расчета определяется расчетный коэффициент смешения;
4.  $G_{so}$ , Расход сетевой воды на СО, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему отопления;
5.  $G_{so\_otn}$ , Относительный расход воды на СО, т/ч- В результате расчета определяется относительный расход сетевой воды на систему отопления (отношение фактического расхода к расчетному);
6. Относительная нагрузка на систему отопления- В результате расчета определяется относительная нагрузка на систему отопления (отношение текущей нагрузки к расчетной);
7.  $T_{3so\_t}$ , Температура воды на входе в СО, °С- В результате расчета определяется фактическая температура воды на входе в систему отопления;
8.  $T_{2so\_t}$ , Температура воды на выходе из СО, °С- В результате расчета определяется фактическая температура воды на выходе из системы отопления;
9.  $T_{vso\_t}$ , Температура внутреннего воздуха СО, °С- В результате расчета определяется фактическая температура воздуха в помещении;

10. *Dshb\_so\_pod*, Диаметр шайбы на под. тр-де перед СО, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на подающем трубопроводе перед системой отопления;
11. *Nshb\_so\_pod*, Количество шайб на под. тр-де перед СО, шт. - В результате расчета определяется количество шайб на подающем трубопроводе перед системой отопления;
12. *Dshb\_so\_obr*, Диаметр шайбы на обр. тр-де после СО, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на обратном трубопроводе перед системой отопления;
13. *Nshb\_so\_obr*, Количество шайб на обр. тр-де после СО, шт- В результате расчета определяется количество шайб на обратном трубопроводе перед системой отопления;
14. *dHshb\_so\_pod*, Потери напора на шайбе под.тр-да перед СО, м- В результате расчета определяется значение потерь напора на шайбе на подающем трубопроводе перед системой отопления;
15. *dHshb\_so\_obr*, Потери напора на шайбе обр.тр-да после СО, м- В результате расчета определяется значение потерь напора на шайбе на обратном трубопроводе перед системой отопления;
16. *Dshb\_pod*, Диаметр шайбы на вводе на под.тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на вводе на подающем трубопроводе;
17. *Nshb\_pod*, Количество шайб на вводе на под. тр-де, шт- В результате расчета определяется количество шайб на вводе на подающем трубопроводе перед системой отопления;
18. *Dshb\_obr*, Диаметр шайбы на вводе на обр. тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на вводе на обратном трубопроводе;
19. *Nshb\_obr*, Количество шайб на вводе на обр. тр-де, шт- В результате расчета определяется количество шайб на вводе на обратном трубопроводе перед системой отопления;
20. *Gsv*, Расход сетевой воды на СВ, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему вентиляции;
21. *Gsv\_otn*, Относительный расход воды на СВ, т/ч- В результате расчета определяется относительный расход сетевой воды на систему вентиляции (отношение фактического расхода к расчетному);
22. *T2sv\_t*, Темп. воды после системы вентиляции, °С- В результате расчета определяется фактическая температура воды после системы вентиляции;
23. *Tvsv\_t*, Температура внутреннего воздуха СВ, °С- В результате расчета определяется фактическая температура внутреннего воздуха для системы вентиляции;
24. *Dshb\_sv*, Диаметр шайбы на систему вентиляции, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на систему вентиляции;
25. *Nshb\_sv*, Количество шайб на систему вентиляции, шт- В результате расчета определяется количество шайб на систему вентиляции;
26. *Ggv*, Расход сетевой воды на ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему горячего водоснабжения;
27. *Gcirc*, Расход сетевой воды в цирк.трубопроводе, т/ч- В результате расчета определяется расход воды в циркуляционном трубопроводе;
28. *Dshb\_gvs*, Диаметр шайбы на вводе ГВС, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на систему горячего водоснабжения;
29. *Nshb\_gvs*, Количество шайб на вводе ГВС, шт. - В результате расчета определяется количество шайб на систему горячего водоснабжения;
30. *Dshb\_circ*, Диаметр циркуляционной шайбы на ГВС, мм- В результате расчета определяется диаметр циркуляционной шайбы на систему горячего водоснабжения;

31. *Nshb\_circ*, Количество циркуляционных шайб на ГВС, шт.- В результате расчета определяется количество циркуляционных шайб на систему горячего водоснабжения;
32. *Gniz*, Расход 1 контура I ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сет.воды, затек. в первую ступень ТО ГВС;
33. *G2\_niz*, Расход 2 контура I ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход горячей воды во втором контуре;
34. *Q\_niz*, Тепловая нагрузка I ступени, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется тепловая нагрузка I ступени ТО на ГВС;
35. *T11\_niz*, Температура на входе 1 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 1 контура I ступени ТО на ГВС;
36. *T12\_niz*, Температура на выходе 1 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 1 контура I ступени ТО на ГВС;
37. *T21\_niz*, Температура на входе 2 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 2 контура I ступени ТО на ГВС;
38. *T22\_niz*, Температура на выходе 2 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 2 контура I ступени ТО на ГВС;
39. *T11\_verh*, Температура на входе 1 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 1 контура II ступени ТО на ГВС;
40. *T12\_verh*, Температура на выходе 1 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 1 контура II ступени ТО на ГВС;
41. *T21\_verh*, Температура на входе 2 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 2 контура II ступени ТО на ГВС;
42. *T22\_verh*, Температура на выходе 2 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 2 контура II ступени ТО на ГВС;
43. *Gverh*, Расход 1 контура II ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сет.воды, затек. во вторую ступень ТО ГВС;
44. *G2\_verh*, Расход 2 контура II ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход горячей воды во втором контуре II ступени;
45. *Q\_verh*, Тепловая нагрузка II ступени, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется тепловая нагрузка II ступени ТО на ГВС;
46. *Gset\_nal*, Расход сетевой воды на СО после наладки, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему отопления после наладки;
47. *Gut\_pot*, Утечка из системы теплопотребления, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из систем теплопотребления;
48. *Qut\_pot*, Потери тепла от утечки, Ккал- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек;
49. *Hset\_nal*, Необходимый располагаемый напор для СО, м- В результате расчета определяется необходимый располагаемый напор для системы отопления.

#### 8.4.4. По участкам

1. *dH\_pod*, Потери напора в подающем трубопроводе, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в подающем трубопроводе;
2. *dH\_obr*, Потери напора в обратном трубопроводе, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в обратном трубопроводе;

3.  $dHud\_pod$ , Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется величина удельных линейных потерь напора в подающем трубопроводе;
4.  $dHud\_obr$ , Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется величина удельных линейных потерь напора в обратном трубопроводе;
5.  $Vpod$ , Скорость движения воды в под.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в подающем трубопроводе;
6.  $Vobr$ , Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в обратном трубопроводе;
7.  $Gut\_pod$ , Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из подающего трубопровода;
8.  $Gut\_obr$ , Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из обратного трубопровода;
9.  $Qpot\_pod$ , Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч (Вт)- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в подающем трубопроводе;
10.  $Qpot\_obr$ , Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч (Вт) - В результате расчета определяется величина тепловых потерь в обратном трубопроводе.



### Примечание

Что означает отрицательное значение расхода в трубопроводе? Отрицательное значение расхода теплоносителя в трубопроводе означает, что направление движения воды не соответствует стрелке направления участка. Подробнее см. раздел *Направление движения воды в трубопроводах*.

## 8.4.5. По дросселирующим устройствам

Только для режима вычисляемой дроссельной шайбы

1.  $Dshb\_pod$ , Диаметр шайбы на байпасе в под. тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на байпасе в подающем трубопроводе;
2.  $Dshb\_pod$ , Количество шайб на байпасе в подающем тр-де, шт.- В результате расчета определяется количество шайб на байпасе в подающем трубопроводе;
3.  $Dshb\_obr$ , Диаметр шайбы на байпасе в обр. тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на байпасе в обратном трубопроводе;
4.  $Dshb\_obr$ , Количество шайб на байпасе в обратном тр-де, шт- В результате расчета определяется количество шайб на байпасе в обратном трубопроводе.

По ЦТП:

1.  $Qo\_t$ , Подключенная нагрузка на отопление. Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется подключенная нагрузка на отопление по подключенной нагрузке квартала;
2.  $Qsv\_t$ , Подключенная нагрузка на вентиляцию. Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется подключенная нагрузка на вентиляцию по подключенной нагрузке квартала;
3.  $Qgv\_t$ , Подключенная нагрузка на ГВС, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется подключенная нагрузка на горячее водоснабжение по подключенной нагрузке квартала;
4.  $Nel\_r$ , Рекомендуемый номер элеватора- В результате расчета определяется номер элеватора, рекомендуемый к установке;
5.  $Dsop\_r$ , Рекомендуемый диаметр сопла элеватора, мм- В результате расчета определяется рекомендуемый диаметр сопла элеватора;

6.  $U_{calc}$ , Расчетный коэффициент смешения- В результате расчета определяется расчетный коэффициент смешения;
7.  $dH_{soplo}$ , Потери напора в сопле элеватора, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в сопле элеватора;
8.  $T1_t$ , Температура на входе 1 контура, °C- В результате расчета определяется температура теплоносителя на входе первого контура ЦТП;
9.  $T2_t$ , Температура на выходе 1 контура, °C- В результате расчета определяется температура теплоносителя на выходе первого контура ЦТП;
10.  $T3so_t$ , Температура на выходе 2 контура, °C- В результате расчета определяется температура теплоносителя на выходе второго контура ЦТП;
11.  $T2so_t$ , Температура на входе 2 контура, °C- В результате расчета определяется температура теплоносителя на входе второго контура ЦТП;
12.  $Dshb_{pod}$ , Диаметр шайбы на под. тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на подающем трубопроводе;
13.  $Nshb_{pod}$ , Количество шайб на под. тр-де, шт.- В результате расчета определяется количество шайб на подающем трубопроводе;
14.  $Dshb_{obr}$ , Диаметр шайбы на обр. тр-де, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на обратном трубопроводе;
15.  $Nshb_{obr}$ , Количество шайб на обр. тр-де, шт- В результате расчета определяется количество шайб на обратном трубопроводе;
16.  $dHshb_{pod}$ , Потери напора на шайбе в под. тр-де, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на шайбе на подающем трубопроводе;
17.  $dHshb_{obr}$ , Потери напора на шайбе в обр. тр-де, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на шайбе на обратном трубопроводе;
18.  $Ggv$ , Расход сетевой воды на СВ, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему вентиляции;
19.  $Dshb_{gvs}$ , Диаметр шайбы на ГВС, мм- В результате расчета определяется диаметр шайбы на систему горячего водоснабжения;
20.  $Nshb_{gvs}$ , Количество шайб на ГВС, шт.- В результате расчета определяется количество шайб на систему горячего водоснабжения;
21.  $dHshb_{gvs}$ , Потери напора на шайбе ГВС, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на шайбе системы горячего водоснабжения;
22.  $G_{niz}$ , Расход сет. воды I ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды в первом контуре I ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
23.  $G2_{niz}$ , Расход 2 контура I ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход горячей воды во втором контуре;
24.  $Q_{niz}$ , Тепловая нагрузка I ступени, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется тепловая нагрузка I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета;
25.  $T11_{niz}$ , Температура на входе 1 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 1 контура I ступени ТО на ГВС, определяется в результате расчета;
26.  $T12_{niz}$ , Температура на выходе 1 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 1 контура I ступени ТО на ГВС;

27. *T21\_niz*, Температура на входе 2 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 2 контура I ступени ТО на ГВС;
28. *T22\_niz*, Температура на выходе 2 контура I ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 2 контура I ступени ТО на ГВС;
29. *T11\_verh*, Температура на входе 1 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 1 контура II ступени ТО на ГВС;
30. *T12\_verh*, Температура на выходе 1 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 1 контура II ступени ТО на ГВС;
31. *T21\_verh*, Температура на входе 2 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на входе 2 контура II ступени ТО на ГВС;
32. *T22\_verh*, Температура на выходе 2 контура II ступени, °C- В результате расчета определяется температура на выходе 2 контура II ступени ТО на ГВС;
33. *Gverh*, Расход сет. воды II ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды II ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
34. *G2\_verh*, Расход 2 контура II ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход горячей воды во втором контуре II ступени ТО на ГВС;
35. *Gperem*, Расход воды по перемычке, т/ч- В результате расчета определяется расход воды по перемычке;
36. *Gsum\_pod2*, Суммарный расход воды во 2 контуре ЦТП, т/ч- В результате расчета определяется суммарный расход во втором контуре ЦТП;
37. *Qverh*, Тепловая нагрузка верхней ступени ТО ГВС, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется тепловая нагрузка верхней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
38. *Qniz*, Тепловая нагрузка нижней ступени ТО ГВС, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется тепловая нагрузка нижней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
39. *Qut\_pod*, Потери тепла от утечек в подающем тр-де, Ккал/ч (МВт)- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек в подающем трубопроводе;
40. *Qut\_obr*, Потери тепла от утечек в обратном тр-де, Ккал/ч (МВт)- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек в обратном трубопроводе;
41. *Qut\_potr*, Потери тепла от утечек в сист. теплопотреб., Ккал/ч (МВт)- В результате расчета определяется величина тепловых потерь от утечек в системах теплопотребления;
42. *Qsum*, Суммарная тепловая нагрузка на ЦТП, Гкал/ч (МВт)- В результате расчета определяется суммарная тепловая нагрузка на ЦТП;
43. *Qts\_pod*, Тепловые потери в подающем тр-де, Ккал/ч (МВт)- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в подающем трубопроводе;
44. *Qts\_obr*, Тепловые потери в обратном тр-де, Ккал/ч (МВт)- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в обратном трубопроводе;
45. *Gut\_pod*, Расход воды на утечки из под. тр-да, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из подающего трубопровода;
46. *Gut\_obr*, Расход воды на утечки из обр. тр-да, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из обратного трубопровода;
47. *Gut\_potr*, Расход воды на утечки из систем теплопотреб., т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из систем теплопотребления.

## 8.5. Пример наладочного расчета

Рассмотрим простейший пример, схема рассчитываемой сети изображена на Рис.8.8.



Рисунок 8.8. Пример рассчитываемой сети

Исходные данные по источнику тепловой сети:

- Расчетный располагаемый напор на источнике  $H_{рас}=30$  м;
- Расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике  $H_o=20$  м;
- Расчетная температура в подающем трубопроводе  $t_{1.p.} = 130$  °С;
- Расчетная температура в обратном трубопроводе  $t_{2.p.} = 70$  °С..

Исходные данные по потребителю тепловой сети:

- Расчетная нагрузка на систему отопления  $Q_{o.p.} = 1$  Гкал/ч;
- Расчетная средняя нагрузка на систему горячего водоснабжения  $Q_{гвс.}^{ср.} = 0,4$  Гкал/ч;
- Расчетная температура горячей воды  $t_{гвс.} = 60$  °С;
- Расчетная температура теплоносителя на систему отопления  $t_{3.p.} = 95$  °С;
- Расчетные потери напора в системе отопления  $\Delta H_{co} = 1$  м;
- Схема присоединения системы отопления - элеваторная;
- Система горячего водоснабжения - открытая.

Исходные данные по участку тепловой сети:

- Длина трубопровода  $L = 50$  м;
- Диаметр подающего/обратного трубопровода  $D = 0,07$  м;
- Эквивалентная шероховатость трубопровода  $k_{экс} = 3$  мм;
- Коэффициент местного сопротивления трубопровода  $K^* = 1,2$ .

Расчетный расход теплоносителя на систему отопления:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (t_{1.p.} - t_{2.p.})} = \frac{1 \cdot 1000}{1 \cdot (130 - 70)} = 16,67 \text{ т/ч}$$

Расчетный расход теплоносителя на систему горячего водоснабжения:

$$G_{зес.р.} = \frac{Q_{зес.}^{ср.} \cdot 1000}{c \cdot (t_{зес.} - t_{хв.})} = \frac{0,4 \cdot 1000}{1 \cdot (60 - 5)} = 7,27 \text{ т/ч}$$

Суммарный расчетный расход теплоносителя на абонентский ввод:

$$G_{аб.в.р.} = G_{со.р.} + G_{зес.р.} = 16,67 + 7,27 = 23,94 \text{ т/ч}$$

Расчетный коэффициент смешения:

$$u = \frac{t_{1.р.} - t_{3.р.}}{t_{3.р.} - t_{2.р.}} = \frac{130 - 95}{95 - 70} = 1,4$$

Диаметр горловины элеватора:

$$d_z = 8,5 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_c^2 \cdot (1+u)^2}{\Delta H_{\infty}}} = 8,5 \cdot \sqrt[4]{\frac{16,67^2 \cdot (1+1,4)^2}{1}} = 53,76 \text{ мм}$$

При выборе элеватора принимается стандартный элеватор с ближайшим меньшим диаметром горловины. Номера элеваторов и диаметр горловины приведены в таблице:

№ элеватора	1	2	3	4	5	6	7
D горловины, мм	15	20	25	30	35	47	59

Следуя таблице принимаем номер элеватора  $N_{эл}=6$ , диаметр горловины  $D_{Г}=47 \text{ мм}$ .

Минимально необходимый перепад давления перед элеватором:

$$\Delta H_{эл.мин.} = 1,4 \cdot \Delta H_{со} \cdot (1+u)^2 = 1,4 \cdot 1 \cdot (1+1,4)^2 = 8,064 \text{ м}$$

Эквивалентная длина

$$l_{экс} = l \cdot k = 50 \cdot 1,2 = 60$$

Гидравлическое сопротивление участка трубопровода:

$$S_{уч.н} = \frac{0,089163 \cdot k_{экс}^{0,25} \cdot (l_{уч} + l_{экс})}{g \cdot d_{уч}^{5,25}} = \frac{0,089163 \cdot 0,003^{0,25} \cdot 60}{9,81 \cdot 0,07^{5,25}} = 147632,65$$

Потери напора в подающем трубопроводе:

$$\Delta H_{уч.н} = S_{уч.н} \cdot \frac{G_{аб.в.р.}^2}{1000 \cdot \rho} = 147632,65 \cdot \frac{6,65^2}{1000 \cdot 975} = 6,696 \text{ м}$$

Напор в подающем трубопроводе на вводе у потребителя:

$$H_{н.потр} = H_{н.ист} - \Delta H_{уч.н} = 50 - 6,696 = 43,304 \text{ м}$$

Потери напора в обратном трубопроводе:

$$\Delta H_{уч.о} = S_{уч.н} \cdot \frac{G_o^2}{1000 \cdot \rho} = 147632,65 \cdot \frac{4,631^2}{1000 \cdot 975} = 3,247 \text{ м}$$



Напор в обратном трубопроводе на вводе у потребителя:

$$H_{o.нотр} = H_{o.ист} + \Delta H_{уч.о} = 20 + 3,247 = 23,247 \text{ м}$$

Избыточный напор

$$\Delta H_{из.} = H_{н.нотр} - H_{o.нотр} - \Delta H_{эл.мин.} = 43,304 - 23,247 - 8,064 = 11,993$$

Диаметр дросселирующей диафрагмы

$$d_{др.} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_c^2}{\Delta H_{из.}}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{16,67^2}{11,993}} = 21,94$$

$$d_{др.} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_c^2}{\Delta H_{из.}}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{16,67^2}{11,993}} = 21,94$$

# Глава 9. Поверочный расчет

## 9.1. Цель расчета

Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе при аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д. В качестве теплоносителя может использоваться вода, антифриз или этиленгликоль.

Расчёт тепловых сетей можно проводить с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплоснабжения;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются зоны влияния источников на сеть

Смотрите также:

- исходные данные для поверочного расчета (см. раздел 6.1 «Исходные данные для выполнения наладочного и поверочного расчетов», стр.81);
- настройки расчета (см. главу 7 «Настройки расчетов», стр.108);
- запуск расчета (см. раздел 9.2 «Запуск расчета», стр.139);
- расчет аварийной ситуации (см. раздел 9.3 «Расчет аварийных ситуаций», стр.141);
- результаты поверочного расчета (см. раздел 9.4 «Результаты поверочного расчета», стр.142);
- пример поверочного расчета (см. раздел 9.5 «Пример поверочного расчета», стр.145).

## 9.2. Запуск расчета



### Примечание

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте *настройки расчетов*.

Для запуска поверочного расчета:

1. Выполните команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется окно теплогидравлических расчетов (см. Рис.9.1).

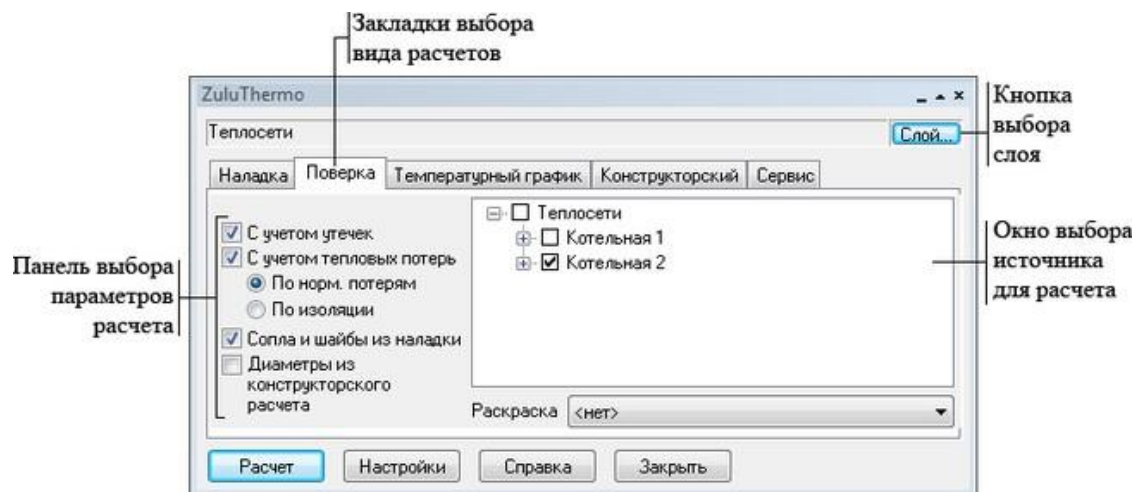


Рисунок 9.1. Вкладка «Проверка» диалога теплогидравлических расчетов

2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (см. Рис.9.2) и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

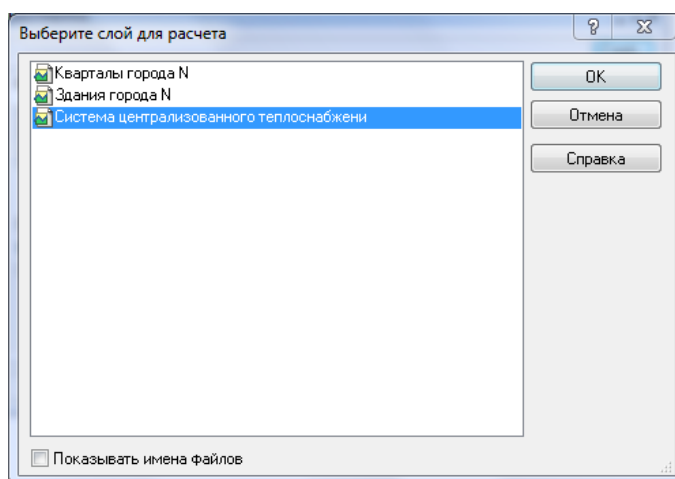


Рисунок 9.2. Окно выбора слоя

3. Откройте вкладку **Проверка**;
4. Отметьте источник, для которых будет производиться расчет, установив флажок рядом с названием источника;
5. В левой части диалогового окна задайте параметры проводимого расчета, установив требуемые флажки:

- **С учетом утечек** – проводить ли расчет с учетом нормативных утечек в тепловой сети;
- **С учетом тепловых потерь** – проводить ли расчет с учетом тепловых потерь. Дополнительно требуется выбрать способ учета: с учетом нормативных тепловых потерь или потерь через изоляцию;
- **Сопла и шайбы из наладки** – при включении данной опции, в расчете будут участвовать шайбы, подобранные в результате наладочного расчета;
- **Диаметры из конструкторского расчета** – при включении данной опции, в расчете будут использоваться диаметры, подобранные конструкторским расчетом.

6. Нажмите кнопку *Расчет*.

Если в ходе занесения исходной информации какие-либо данные необходимые для расчета не были внесены или были внесены неверно, то при проведении расчетов в окне сообщений программа выдаст уведомление об ошибке (красным цветом). Программа следит не только за наличием необходимой информации, но и за ее логической верностью, то есть, если Вы впишете диаметр участка более 1.4 м, то программа выдаст ошибку.

При отсутствии ошибок в данных или конфигурации сети программа выполнит расчет выбранной сети и заполнит результатами расчета таблицы для каждого типа объекта тепловой сети. Протокол расчета будет отображаться в нижней части экрана в панели Сообщения. В случае ошибок они в протоколе будут выделены красным цветом (более подробно о возможных ошибках см. главу 13 «Возможные ошибки расчетов», стр.177).

## 9.3. Расчет аварийных ситуаций

### 9.3.1. Расчет системы централизованного теплоснабжения при нехватке установленной мощности на источнике

Использование данной задачи:

- Авария на котельной, связанная с отключением одного из установленных котлов;
- При двух работающих источниках на сеть выход из строя одного из них.

В любом случае подключенная нагрузка превышает установленную мощность источника (котельной).

Цели задачи:

- В определении максимально возможной температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха;
- В определении температуры наружного воздуха, при которой не происходит нарушение режима работы потребителей.

При решении первой задачи известными являются:

- температура наружного воздуха;
- установленные регулирующие и дросселирующие устройства;
- установленная мощность источника;
- тепловая нагрузка, подключенная к тепловой сети.

Расчеты данного типа выполняются в поверочной задаче в автоматическом режиме. Для примера (Пример квартальной сети) включенного в комплект поставки ПО подключенная нагрузка составляет 9.628 Гкал/ч. В случае если установленная мощность источника будет равна 8 Гкал/ч, то при температуре наружного воздуха -34 °С и правильно подобранных дросселирующих устройствах максимально возможная температура теплоносителя будет составлять 116.65 °С, а температура воздуха внутри отапливаемых зданий не превышать 10 °С.

При решении второй задачи известными являются:

- установленная мощность источника;
- установленные регулирующие и дросселирующие устройства;
- тепловая нагрузка, подключенная к тепловой сети.

Задача решается методом подбора такой температуры наружного воздуха, при которой не будет происходить нарушение режима работы отапливаемых зданий.



Для нашего примера при установленной мощности источника в 8 Гкал/ч и подключенной нагрузке в 9,628 Гкал/ч минимальная температура наружного воздуха, до которой можно работать без нарушения режима работы потребителей,  $-23^{\circ}\text{C}$ . При этом температура воздуха внутри отапливаемых зданий отличается от расчетного значения не более чем на  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ . Температура воды в подающем трубопроводе  $126.2^{\circ}\text{C}$ .

## 9.4. Результаты поверочного расчета

Всю информацию по объектам можно:

1. Отобразить на карте;
2. экспортировать в HTML или Excel (Подробнее о экспорте можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе Семантические базы данных);
3. распечатать (Подробнее о печати можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе Печать).

В результате поверочного расчета можно получить следующую информацию:

### 9.4.1. По всем объектам

1. Суммарный расход сетевой воды;
2. Давление в подающем и обратном трубопроводах (кроме дросселирующих узлов у которых указаны давления до узла и после узла);
3. Температура воды в подающем и обратном трубопроводах (по участкам указаны температуры в начале и конце участка, по ЦТП температуры на входе и на выходе из первого и второго контуров);
4. Время прохождения воды от источника до узла (кроме участков);
5. Протяженность пути пройденного теплоносителем от источника до узла (кроме участков);
6. Давления вскипания и статические напоры (кроме участков).

### 9.4.2. По источнику

1.  $Q_{o\_t}$ , Текущая нагрузка на отопление, Гкал/ч- В результате расчета определяется текущая нагрузка на отопление, как сумма всех текущих нагрузок на отопление подключенных к данному источнику;
2.  $Q_{sv\_t}$ , Текущая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч- В результате расчета определяется текущая нагрузка на вентиляцию, как сумма всех текущих нагрузок на вентиляцию подключенных к данному источнику;
3.  $Q_{gv\_t}$ , Текущая нагрузка на ГВС, Гкал/ч- В результате расчета определяется текущая нагрузка на горячее водоснабжение, как сумма всех текущих нагрузок на системы горячего водоснабжения подключенных к данному источнику;
4.  $Q_{sum}$ , Суммарная тепловая нагрузка, Гкал/ч- В результате расчета определяется суммарная тепловая нагрузка;
5.  $T_{2\_t}$ , Текущая температура воды в обратном тр-де,  $^{\circ}\text{C}$ - В результате расчета определяется;
6.  $G_{so}$ , Расход сетевой воды на СО, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему отопления;
7.  $G_{sv}$ , Расход сетевой воды на СВ, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему вентиляции;
8.  $G_{gv}$ , Расход сетевой воды на ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на систему горячего водоснабжения;

9.  $G_{ut\_pot}$ , Расход воды на утечку из сис.теплопотреб., т/ч- В результате расчета определяется расход воды на утечки из систем теплопотребления;
10.  $G_{podpit}$ , Расход воды на подпитку, т/ч- В результате расчета определяется расход воды на подпитку;
11.  $G_{ut\_pod}$ , Расход сетевой воды на утечку из под.тр., т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на утечки из подающих трубопроводов;
12.  $G_{ut\_obr}$ , Расход сетевой воды на утечку из обр.тр., т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды на утечки из обратных трубопроводов;
13.  $Q_{pot\_ts}$ , Тепловые потери в тепловых сетях, Гкал/ч- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в тепловых сетях.

### 9.4.3. По потребителям

1.  $G_{so\_otn}$ , Относительный расход воды на СО- В результате расчета определяется относительный расход сетевой воды на систему отопления (отношение фактического расхода к расчетному);
2.  $Q_{so\_otn}$ , Относительное количество теплоты на СО- В результате расчета определяется относительное количество теплоты на систему отопления (отношение полученного количества к расчетному);
3.  $T_{3so\_t}$ , Температура воды на входе в СО, °C- В результате расчета определяется фактическая температура воды на входе в систему отопления;
4.  $T_{2so\_t}$ , Температура воды на выходе из СО, °C- В результате расчета определяется фактическая температура воды на выходе из системы отопления;
5.  $T_{vso\_t}$ , Температура внутреннего воздуха СО, °C- В результате расчета определяется фактическая температура воздуха в помещении;
6.  $T_{2sv\_t}$ , Темп. воды после системы вентиляции, °C- В результате расчета определяется фактическая температура воды после системы вентиляции;
7.  $T_{vsv\_t}$ , Температура внутреннего воздуха СВ, °C- В результате расчета определяется фактическая температура внутреннего воздуха для системы вентиляции;
8.  $H_{ras}$ , Располагаемый напор на вводе потребителя, м- В результате расчета определяется располагаемый напор на вводе потребителя;
9.  $G_{ut\_pot}$ , Утечка из системы теплопотребления, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из систем теплопотребления;
10.  $Q_{ut\_pot}$ , Потери тепла от утечки, Ккал- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек.

### 9.4.4. По ЦТП

1.  $dH_{soplo}$ , Потери напора в сопле элеватора, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в сопле установленного или рекомендованного к установке элеватора;
2.  $dH_{shb\_pod}$ , Потери напора на шайбе в под. тр-де, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на установленной или рекомендованной у установке шайбы в подающем трубопроводе;
3.  $dH_{shb\_obr}$ , Потери напора на шайбе в обр. тр-де, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на установленной или рекомендованной у установке шайбы в обратном трубопроводе;



4.  $dH_{shb\_gvs}$ , Потери напора на шайбе ГВС, м- В результате расчета определяется величина потерь напора на установленной или рекомендованной у установке шайбы системы горячего водоснабжения;
5.  $G_{niz}$ , Расход сет. воды нижней ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды нижней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
6.  $G_{verh}$ , Расход сет. воды верх. ступени ТО ГВС, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды верхней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
7.  $H_{ras}$ , Располагаемый напор на вводе ЦТП, м- В результате расчета определяется располагаемый напор на вводе в ЦТП;
8.  $G_{sum\_pod2}$ , Суммарный расход воды во 2 контуре ЦТП, т/ч- В результате расчета определяется суммарный расход воды во втором контуре ЦТП;
9.  $Q_{verh}$ , Тепловая нагрузка верхней ступени ТО ГВС, Гкал/ч- В результате расчета определяется тепловая нагрузка верхней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
10.  $Q_{niz}$ , Тепловая нагрузка нижней ступени ТО ГВС, Гкал/ч- В результате расчета определяется тепловая нагрузка нижней ступени теплообменного аппарата системы горячего водоснабжения;
11.  $Q_{ut\_pod}$ , Потери тепла от утечек в подающем тр-де, Ккал/ч- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек в подающем трубопроводе;
12.  $Q_{ut\_obr}$ , Потери тепла от утечек в обратном тр-де, Ккал/ч- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек в обратном трубопроводе;
13.  $Q_{ut\_potr}$ , Потери тепла от утечек в сист. теплопотреб., Ккал/ч- В результате расчета определяется величина потерь тепла от утечек в системах теплопотребления;
14.  $Q_{sum}$ , Суммарная тепловая нагрузка на ЦТП, Гкал/ч- В результате расчета определяется суммарная тепловая нагрузка на ЦТП;
15.  $Q_{ts\_pod}$ , Тепловые потери в подающем тр-де, Ккал/ч- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в подающем трубопроводе;
16.  $Q_{ts\_obr}$ , Тепловые потери в обратном тр-де, Ккал/ч- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в обратном трубопроводе;
17.  $G_{ut\_pod}$ , Расход воды на утечки из под. тр-да, т/ч- В результате расчета определяется расход воды на утечки из подающего трубопровода;
18.  $G_{ut\_obr}$ , Расход воды на утечки из обр. тр-да, т/ч- В результате расчета определяется расход воды на утечки из обратного трубопровода;
19.  $G_{ut\_potr}$ , Расход воды на утечки из систем теплопотреб., т/ч- В результате расчета определяется расход воды на утечки из систем теплопотребления.

## 9.4.5. По участкам

1.  $G_{pod}$ , Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды в подающем трубопроводе. Знак минус указывает на то, что направление движения воды в трубопроводе не совпадает с направлением стрелки указанной на схеме тепловой сети;
2.  $G_{obr}$ , Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч- В результате расчета определяется расход сетевой воды в обратном трубопроводе. Знак минус указывает на то, что направление движения воды в трубопроводе не совпадает с направлением стрелки указанной на схеме тепловой сети;
3.  $dH_{pod}$ , Потери напора в подающем трубопроводе, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в подающем трубопроводе;

4.  $dH_{obr}$ , Потери напора в обратном трубопроводе, м- В результате расчета определяется величина потерь напора в обратном трубопроводе;
5.  $dHud_{pod}$ , Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется величина удельных линейных потерь напора в подающем трубопроводе;
6.  $dHud_{obr}$ , Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется величина удельных линейных потерь напора в обратном трубопроводе;
7.  $V_{pod}$ , Скорость движения воды в под.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в подающем трубопроводе;
8.  $V_{obr}$ , Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в обратном трубопроводе;
9.  $G_{ut_{pod}}$ , Величина утечки из подающего трубопровода, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из подающего трубопровода;
10.  $G_{ut_{obr}}$ , Величина утечки из обратного трубопровода, т/ч- В результате расчета определяется величина утечек из обратного трубопровода;
11.  $Q_{pot_{pod}}$ , Тепловые потери в подающем трубопроводе, ккал/ч- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в подающем трубопроводе;
12.  $Q_{pot_{obr}}$ , Тепловые потери в обратном трубопроводе, ккал/ч- В результате расчета определяется величина тепловых потерь в обратном трубопроводе.



### Примечание

Отрицательное значение расхода теплоносителя в трубопроводе означает, что направление движения воды не соответствует стрелке направления участка.

## 9.5. Пример поверочного расчета

Для открытых систем теплоснабжения дополнительно разрабатываются два гидравлических режима: при максимальном водоразборе из подающего и обратного трубопроводов в отопительный период.

### 9.5.1. Максимальный водоразбор горячей воды из подающего трубопровода

При данном режиме работы сети система отопления оказывается в самом неблагоприятном режиме работы, так как располагаемые напоры на вводах у потребителей минимальны. Поэтому необходимо проверить хватит ли располагаемых напоров потребителям и у всех ли из них температура внутреннего воздуха будет соответствовать расчетной.

1. Задайте коэффициент изменения нагрузки ГВС, для этого откройте окно семантической информации по потребителям и введите значение коэффициента в правой части соответствующей строки.

Текущая запись	Запрос	База	Ответ
Номер схемы подключения потребителя			2
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C			150
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч			0.3
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч			
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч			0.12
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч			
Число жителей			
Коэффициент изменения нагрузки отопления			
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции			
Коэффициент изменения нагрузки ГВС			2.4
Балансовый коэффициент закр. ГВС			
Признак наличия регулятора на отопление			Без регулятора
Признак наличия регулирующего клапана на СВ			
Признак наличия регулятора температуры			Регулятор температуры
Расчетная темп. воды на выходе из СО, °C			70

Рисунок 9.3. Окно семантической информации по потребителям

2. Для того чтобы задать данный коэффициент для всех потребителей используйте вкладку **Запрос**.

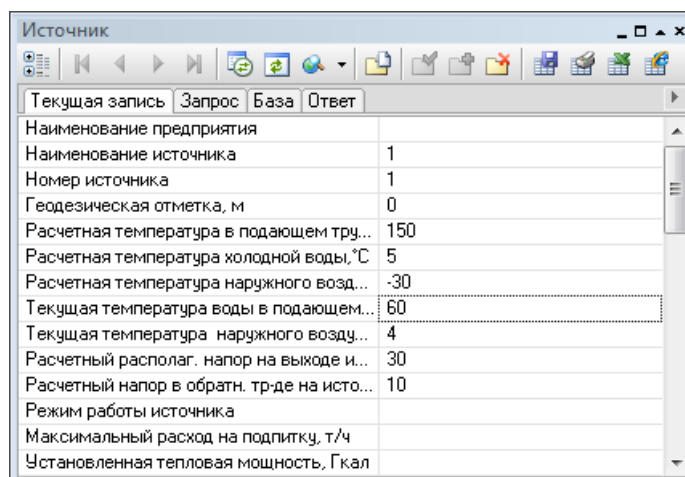
Введите запрос, для этого выберите правую часть необходимой строки и нажмите кнопку **Обзор** .... Из появившегося списка операторов выберите оператор **ИЗМЕНИТЬ** (**CHANGE TO**) и введите с клавиатуры требуемое значение коэффициента, например 2.4.

Текущая запись	Запрос	База	Ответ
Наименование узла			F2
Номер источника			F3
Геодезическая отметка, м			F4
Высота здания потребителя, м			F5
Номер схемы подключения потребителя			F6
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C			F7
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч			F8
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч			F9
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч			F10
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч			F11
Число жителей			F12
Коэффициент изменения нагрузки отопления			F13
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции			F14
Коэффициент изменения нагрузки ГВС			ИЗМЕНИТЬ 2.4
Балансовый коэффициент закр. ГВС			F16

3. В поле **Признак наличия регулятора температуры** укажите что разбор будет производиться из подающего трубопровода. Для этого выберите соответствующую строку и выберите значение водоразбор из подающего трубопровода. Для занесения данного значения всем потребителям выполните операцию аналогично приведенной в пункте 2 во вкладке **Запрос**.

Текущая запись	Запрос	База	Ответ
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C			150
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч			0.3
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч			
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч			0.12
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч			
Число жителей			
Коэффициент изменения нагрузки отопления			
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции			
Коэффициент изменения нагрузки ГВС			2.4
Балансовый коэффициент закр. ГВС			
Признак наличия регулятора на отопление			Без регулятора
Признак наличия регулирующего клапана на СВ			
Признак наличия регулятора температуры			Отбор воды из подающего
Расчетная темп. воды на выходе из СО, °C			70
Расчетная темп. воды на входе в СО, °C			95
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °C			20

4. Задайте текущую температуры воды в подающем трубопроводе и текущую температуру наружного воздуха, для этого откройте окно семантической информации по источнику тепловой сети и выбрав соответствующие строки введите значения температур. Текущая температура воды в подающем трубопроводе задается как минимально допустимая, для открытых систем не менее 60°C, для закрытых не менее 70°C. Текущая температура наружного воздуха определяется по температурному графику и соответствует точке излома графика. Для примера, зададим 4°C.



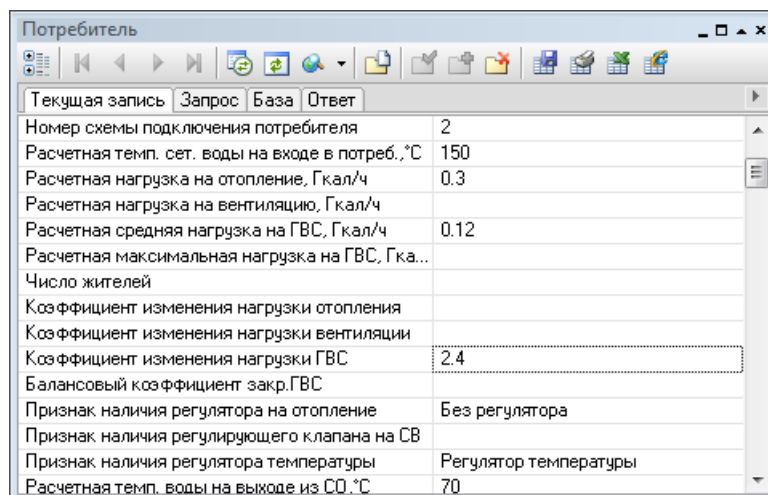
Наименование	Значение
Наименование предприятия	
Наименование источника	1
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	0
Расчетная температура в подающем тру...	150
Расчетная температура холодной воды, °C	5
Расчетная температура наружного возд...	-30
Текущая температура воды в подающем...	60
Текущая температура наружного возду...	4
Расчетный располага. напор на выходе и...	30
Расчетный напор в обратн. тр-де на исто...	10
Режим работы источника	
Максимальный расход на подпитку, т/ч	
Установленная тепловая мощность, Гкал	

5. Запустите расчет.


## 9.5.2. Максимальный водоразбор горячей воды из обратного трубопровода

При данном режиме работы сети располагаемые напоры на вводах у потребителей максимальные, а напоры в обратных трубопроводах минимальны. Поэтому необходимо проверить хватит ли напоров в обратных трубопроводах у потребителей для невозможности опорожнения системы отопления.

1. Задайте коэффициент изменения нагрузки ГВС, для этого откройте окно семантической информации по потребителям и введите значение коэффициента в правой части соответствующей строки.



Наименование	Значение
Номер схемы подключения потребителя	2
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	150
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.3
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.12
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гка...	
Число жителей	
Коэффициент изменения нагрузки отопления	
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	2.4
Балансовый коэффициент закр.ГВС	
Признак наличия регулятора на отопление	Без регулятора
Признак наличия регулирующего клапана на СВ	
Признак наличия регулятора температуры	Регулятор температуры
Расчетная темп. воды на выходе из СС, °C	70

2. Для того чтобы задать данный коэффициент для всех потребителей откройте вкладку **Запрос**. Введите запрос, для этого выберите правую часть необходимой строки и нажмите кнопку **Обзор** . Из появившегося списка операторов выберите оператор **ИЗМЕНИТЬ** (*CHANGE TO*) и введите с клавиатуры требуемое значение коэффициента, например 2,4.

Потребитель

Текущая запись Запрос База Ответ

Наименование узла	F2
Номер источника	F3
Геодезическая отметка, м	F4
Высота здания потребителя, м	F5
Номер схемы подключения потребителя	F6
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	F7
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	F8
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	F9
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	F10
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	F11
Число жителей	F12
Коэффициент изменения нагрузки отопления	F13
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	F14
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	F15
Балансовый коэффициент закр. ГВС	F16

3. В строке **Признак наличия регулятора температуры** укажите что разбор будет производиться из обратного трубопровода. Для этого выберите соответствующую строку и выберите значение водоразбор из обратного трубопровода. Для занесения данного значения всем потребителям во вкладке **Запрос** проведите операцию аналогично приведенной в пункте 2 .

Потребитель \*

Текущая запись Запрос База Ответ

Номер схемы подключения потребителя	2
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	150
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.3
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.12
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	
Число жителей	
Коэффициент изменения нагрузки отопления	
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	2.4
Балансовый коэффициент закр. ГВС	
Признак наличия регулятора на отопление	Без регулятора
Признак наличия регулирующего клапана на СВ	
Признак наличия регулятора температуры	Отбор воды из обратного
Расчетная темп. воды на выходе из ЦО, °C	70

4. Задайте текущую температуру воды в подающем трубопроводе и текущую температуру наружного воздуха. Для этого откройте окно семантической информации по источнику тепловой сети и выбрав соответствующие строки введите значения температур. Текущую температуру воды в подающем трубопроводе задайте как расчетную, то есть 150°C.

Источник

Текущая запись Запрос База Ответ

Наименование предприятия	
Наименование источника	1
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	0
Расчетная температура в подающем тру...	150
Расчетная температура холодной воды, °C	5
Расчетная температура наружного возду...	-30
Текущая температура воды в подающем...	150
Текущая температура наружного возду...	-30
Расчетный располагаем. напор на выходе и...	30
Расчетный напор в обратн. тр-де на исто...	10
Режим работы источника	
Максимальный расход на подпитку, т/ч	
Установленная тепловая мощность, Гкал	

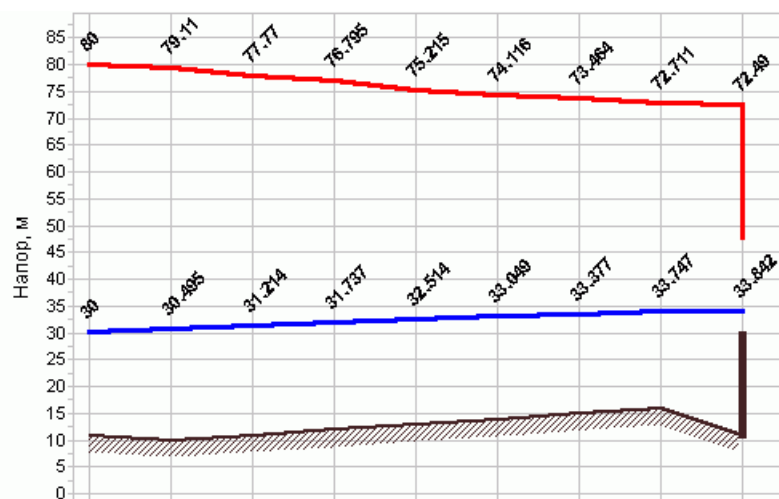
Текущая температура наружного воздуха задается равной расчетной, то есть, в нашем случае, -30°C.

5. Запустите расчет.

### 9.5.3. Анализ результатов поверочных расчетов

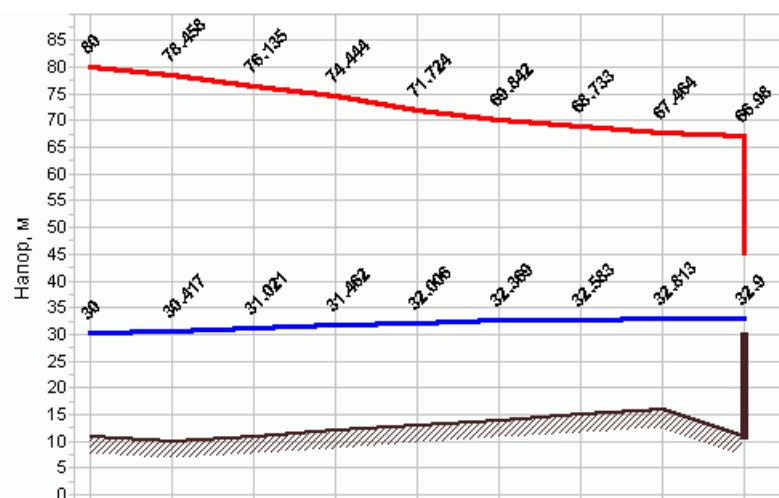
Рассмотрим пьезометрические графики построенные по результатам наладочного и двух поверочных расчетов.

График построенный после наладочного расчета:



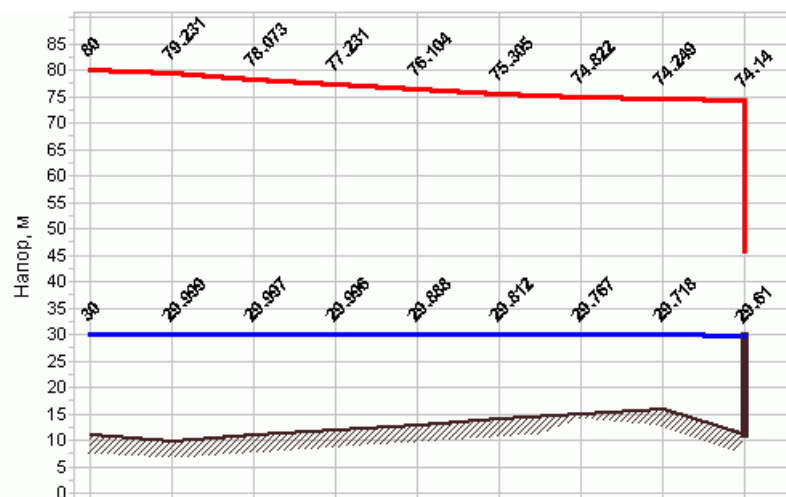
В результате наладочного расчета дроссельная шайба для гашения избыточного напора была установлена на подающем трубопроводе. Располагаемого напора хватает для элеваторного присоединения, опорожнения системы отопления не происходит. Теперь проведем первый поверочный расчет.

График построенный после поверочного расчета в режиме максимального водоразбора из подающего трубопровода:



После проведения расчета видно, что пьезометрический график «сузился», располагаемый напор упал с 38,65 до 34 метров. Данного располагаемого напора хватает для элеваторного присоединения. Теперь проведем второй поверочный расчет.

График построенный после поверочного расчета в режиме максимального водоразбора из обратного трубопровода:

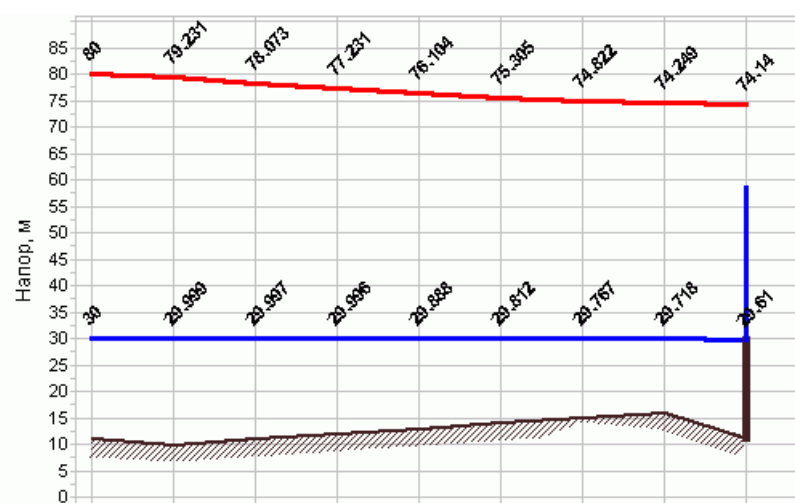


Как видно из графика располагаемый напор увеличился, а напор в обратном трубопроводе упал с 33,84 до 29,61 метра есть возможность опорожнения системы отопления. Для того чтобы предотвратить опорожнение СО необходимо шайбу рекомендованную наладочным расчетом перенести с подающего на обратный трубопровод. Для этого:

1. Откройте окно семантической информации по потребителю у которого происходит опорожнение СО и найдите строки с информацией о рекомендованных наладочным расчетом шайбах;
2. Занесите в строку *Диаметр шайбы на обр. тр-де после СО, мм* и строку *Количество шайб на обр. тр-де после СО, шт* точно такие же данные, записанные в поля относящиеся к подающему трубопроводу. 3. Удалите данные о шайбах, установленных на подающем трубопроводе.

Потребитель	
Текущая запись	Запрос
База	Ответ
Температура воды на входе в СО, °C	98.8
Температура воды на выходе из СО, °C	76
Температура внутреннего воздуха СО, °C	24.4
Диаметр шайбы на под. тр-де перед СО, мм	0
Количество шайб на под. тр-де перед СО, шт	0
Диаметр шайбы на обр. тр-де после СО, мм	5.802
Количество шайб на обр. тр-де после СО, шт	1
Потери напора на шайбе под.тр-да перед СО, м	28.461
Потери напора на шайбе обр.тр-да после СО, м	0

4. Проведите расчет.



**Рисунок 9.4. График построенный после поверочного расчета в режиме максимального водоразбора из обратного трубопровода, после перестановки шайбы**

Как мы видим, после перестановки шайбы мы создали подпор для системы отопления и обеспечили невозможность ее опорожнения.



---

# Глава 10. Конструкторский расчет

## 10.1. Цель расчета

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при:

1. Проектировании новых тепловых сетей;
2. При реконструкции существующих тепловых сетей;
3. При выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может выступать любой узел системы, например тепловая камера. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

Смотрите также:

1. Исходные данные конструкторского расчета (см. раздел 6.2 «Исходные данные для выполнения конструкторского расчета», стр.105);
2. Запуск конструкторского расчета (см. раздел 10.2 «Запуск расчета», стр.152);
3. Настройки конструкторского расчета (см. главу 7 «Настройки расчетов», стр.108);
4. Результаты конструкторского расчета (см. раздел 10.3 «Результаты конструкторского расчета», стр.155);
5. Пример конструкторского расчета (см. раздел 10.4 «Пример конструкторского расчета», стр.155).

## 10.2. Запуск расчета



### Примечание

Прежде чем запускать расчет, внимательно проверьте настройки расчетов (см. главу 7 «Настройки расчетов», стр.108).

Для запуска конструкторского расчета тепловой сети:

1. Выполните команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется диалоговое окно теплогидравлических расчетов (Рис.10.1).

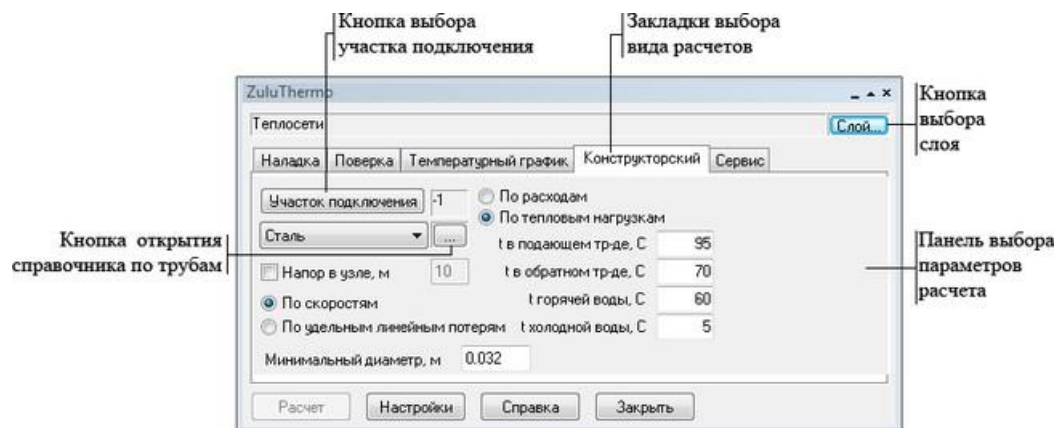


Рисунок 10.1. Вкладка «Конструкторский» диалога теплогидравлических расчетов

2. Перейдите на вкладку **Конструкторский**;
3. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (см. Рис.10.2) и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

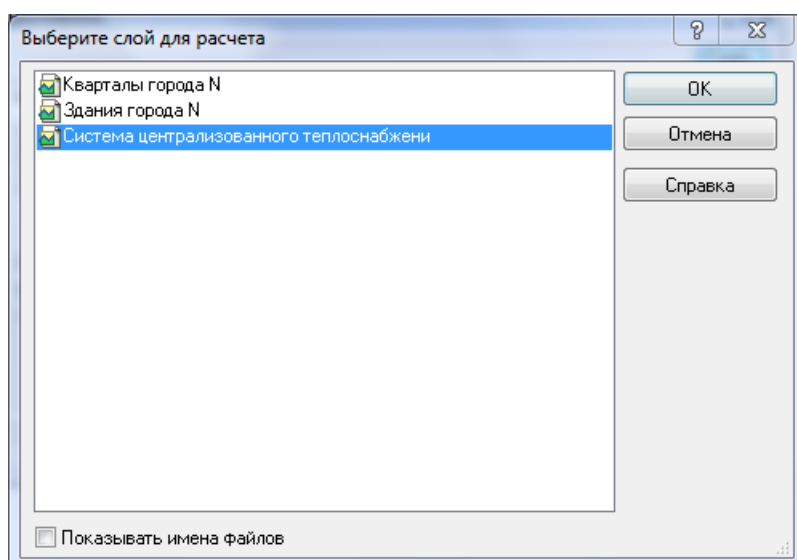


Рисунок 10.2. Окно выбора слоя

4. Выберите на основе каких данных как будет проводиться расчет установив переключатель **По расходам/По тепловым нагрузкам** (в правой части диалога) в требуемое положение.

Если расчет проводится на основе известных расчетных расходов, следует установить значение **По расходам**. В этом случае должны быть заданы расчетные расходы на потребителях.

Если же расчет проводится на основе известных тепловых нагрузок, (значение **По тепловым нагрузкам**) должны быть заданы нагрузки на потребителях. При расчете по тепловым нагрузкам необходимо ввести расчетные температуры воды в полях ввода под переключателем;




### Примечание

Подробнее об исходных данных см. раздел 6.2 «Исходные данные для выполнения конструкторского расчета», стр.105

5. Задайте минимальный диаметр в поле **Минимальный диаметр** в метрах. Подбираемые в процессе расчета диаметры обязательно будут не меньше указанного значения. Минимальный диаметр трубопровода задается на основании СНиП 41-02-2003 пункт 8.6., в котором говорится, что


наименьший внутренний диаметр труб должен приниматься в тепловых сетях не менее 32 мм, а для циркуляционных трубопроводов горячего водоснабжения – не менее 25 мм;

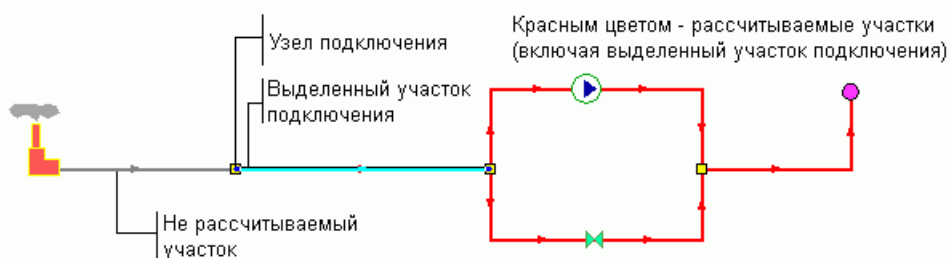
- Выберите сортамент (набор диаметров) из которого будут подбираться диаметры. Для выбора сортамента нажмите кнопку , откроется диалог выбора сортамента труб. По-умолчанию существует единственный сортамент *Сталь*. Подробнее о сортаменте см. раздел 19.1 «Справочник по трубам», стр.232;
- При известном располагаемом напоре в узле подключения его можно задать, установив флажок **Напор в узле, ми** задав значение напора в поле справа от флажка;
- Выберите способ подбора диаметров труб установив переключатель **По скоростям/По удельным линейным потерям** в требуемое положение.

В случае выбора варианта **По скоростям**, диаметры будут подбираться таким образом, чтобы вода двигалась с указанной скоростью. Скорость при этом должна быть указана на каждом участке в поле *Оптимальная скорость (конструкторский)*, м/с;

При выборе варианта **По линейным потерям** диаметры будут подбираться таким образом, чтобы линейные потери на участках не превышали указанные. Линейные потери при этом должны быть указаны на каждом участке в поле *Удельные линейные потери (конструкторский)*, мм/м.

Последовательность выполнения расчета:

- Нажмите кнопку **Выделить**  панели навигации;
- Выберите участок тепловой сети, для которого будет производиться конструкторский расчет, щелкнув по нему левой кнопкой мыши, при этом выделенный участок мигает. В случае если объект не выделяется следует производить щелчок мыши удерживая нажатыми клавиши Ctrl+Shift. Расчет будет производиться для всех участков тепловой сети следующих по направлению за выделенным;
- Нажмите кнопку **Участок подключения** панели теплогидравлических расчетов. При этом участки тепловой сети, для которых будет произведен конструкторский расчет, окрасятся в красный цвет, включая выбранный участок, а участки, которые не будут рассчитаны – в серый. (см. Рис.10.3).



**Рисунок 10.3. Выделение участка подключения**

- Нажмите кнопку **Расчет**.

Программа выполнит расчет выбранной сети. Результаты расчета будут записаны в базу данных по объектам. В окне сообщений будет выведена информация о необходимом располагаемом напоре в узле подключения.

**Минимально необходимый напор в узле подключения ID=18: 10.497 м**

**Рисунок 10.4. Сообщение об успешном конструкторском расчете**

## 10.3. Результаты конструкторского расчета

Всю информацию по объектам можно:


1. Отобразить на карте;
2. экспортировать в HTML или Excel (Подробнее об экспорте можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе Семантические базы данных);
3. распечатать (Подробнее о печати можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™, в разделе Печать).

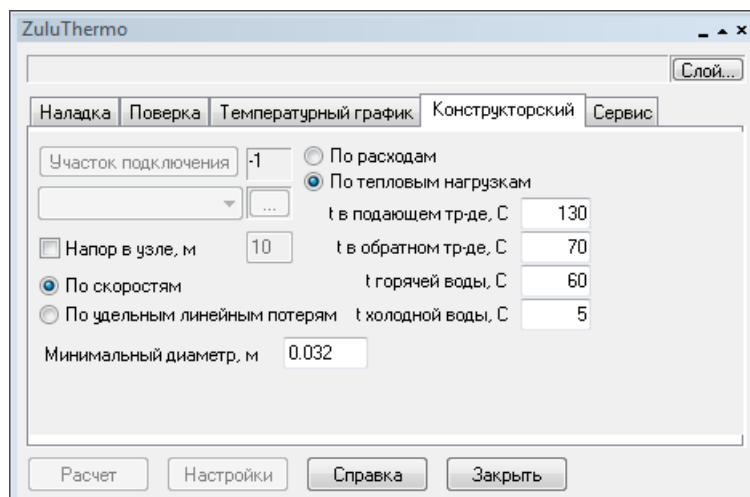
В результате поверочного расчета можно получить следующую информацию по участкам тепловой сети:

1. *Drek\_pod*, Конструкторский диаметр подающего тр-да, м- В результате расчета подбирается диаметр подающего трубопровода;
2. *Drek\_obr*, Конструкторский диаметр обратного тр-да, м- В результате расчета подбирается диаметр обратного трубопровода;
3. *Vpod*, Скорость движения воды в под.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в подобранном подающем трубопроводе;
4. *Vobr*, Скорость движения воды в обр.тр-де, м/с- В результате расчета определяется скорость движения воды в подобранном обратном трубопроводе;
5. *Gpod*, Расход воды в подающем трубопроводе, т/ч- В результате расчета определяется расход воды в подобранном подающем трубопроводе;
6. *Gobr*, Расход воды в обратном трубопроводе, т/ч- В результате расчета определяется расход воды в подобранном обратном трубопроводе;
7. *dH\_pod*, Потери напора в подающем трубопроводе, м- В результате расчета определяется значение потерь напора в подобранном подающем трубопроводе;
8. *dH\_obr*, Потери напора в обратном трубопроводе, м- В результате расчета определяется значение потерь напора в подобранном обратном трубопроводе;
9. *dHud\_pod*, Удельные линейные потери напора в под.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется значение удельных линейных потерь напора в подобранном подающем трубопроводе;
10. *dHud\_obr*, Удельные линейные потери напора в обр.тр-де, мм/м- В результате расчета определяется значение удельных линейных потерь напора в подобранном обратном трубопроводе.

## 10.4. Пример конструкторского расчета

Проведем конструкторский расчет трубопроводов тепловой сети. Для этого:

1. Выберите команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется диалог теплогидравлических расчетов. Выберите вкладку **Конструкторский**.



2. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (см. Рис.10.5) и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

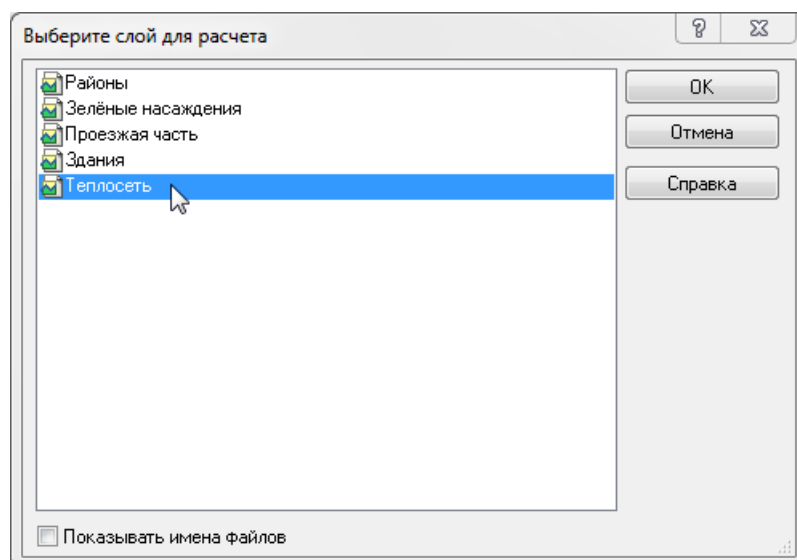
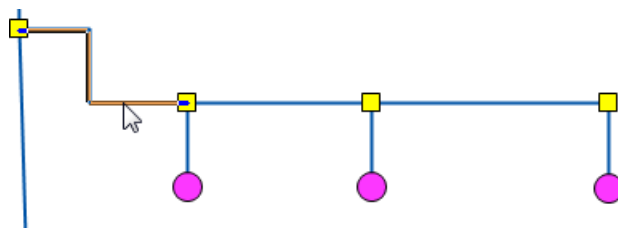


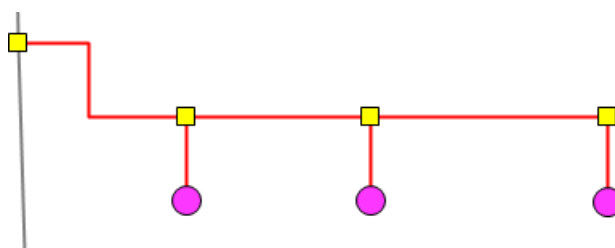
Рисунок 10.5. Диалог выбора слоя

3. В режиме Выделить выберите участок тепловой сети, для которого будет производиться конструкторский расчет, нажав на него левой кнопкой мыши, при этом выделенный участок мигает. В случае если объект не выделяется (слой не активный), следует повторить выделение удерживая нажатыми клавиши Ctrl+Shift. Расчет будет производиться для всех участков тепловой сети следующих по направлению за выделенным.



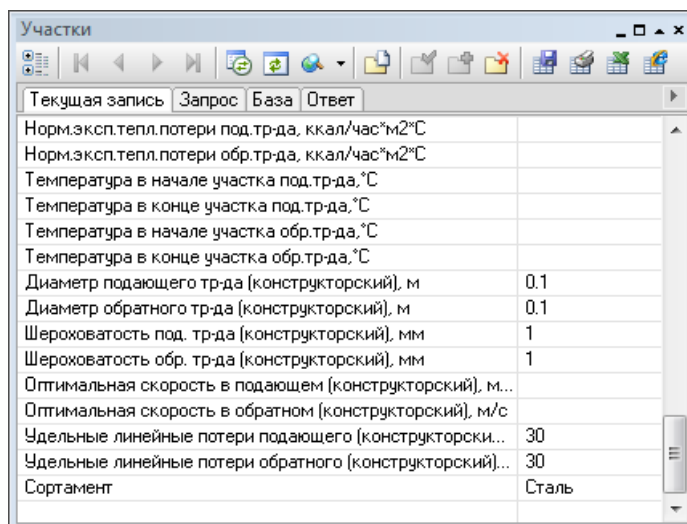
4. Нажмите кнопку **Участок подключения** панели теплогидравлических расчетов.

При этом участки тепловой сети, для которых будет произведен конструкторский расчет, окрасятся в красный цвет, включая выбранный участок, а участки, которые не будут рассчитаны – в серый.



5. Укажите, на основании каких данных будет производиться расчет: на основании известных расчетных расходов, либо на основании известных расчетных тепловых нагрузок. Выберите требуемый переключатель **По расходам** или **По тепловым нагрузкам**;
6. При расчете по тепловым нагрузкам необходимо ввести расчетные температуры воды в соответствующих полях.

7. Выберите как будет производиться расчет: по оптимальным скоростям движения воды в трубопроводах или по удельным линейным потерям, выбрав соответствующий переключатель **По скоростям** или **По удельным линейным потерям**;
8. Задайте, при необходимости, минимальный диаметр в поле **Минимальный диаметр, м**;
9. Нажмите кнопку **Расчет**. Результаты расчета можно просмотреть, открыв окно семантической информации по рассчитанным участкам трубопроводов в полях *Диаметр подающего тр-да (конструкторский)*, м и *Диаметр обратного тр-да (конструкторский)*, м.



Текущая запись	Запрос	База	Ответ
Норм.эсп.тепл.потери под.тр-да, ккал/час*м2*С			
Норм.эсп.тепл.потери обр.тр-да, ккал/час*м2*С			
Температура в начале участка под.тр-да, °С			
Температура в конце участка под.тр-да, °С			
Температура в начале участка обр.тр-да, °С			
Температура в конце участка обр.тр-да, °С			
Диаметр подающего тр-да (конструкторский), м		0.1	
Диаметр обратного тр-да (конструкторский), м		0.1	
Шероховатость под. тр-да (конструкторский), мм		1	
Шероховатость обр. тр-да (конструкторский), мм		1	
Оптимальная скорость в подающем (конструкторский), м...			
Оптимальная скорость в обратном (конструкторский), м/с			
Удельные линейные потери подающего (конструкторски...		30	
Удельные линейные потери обратного (конструкторский)...		30	
Сортамент			Сталь

Рисунок 10.6. Просмотр результатов конструкторского расчета

---

# Глава 11. Расчет температурного графика

## 11.1. Цель расчета

Целью расчета является определение минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом в 1 °С.

Предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

Смотрите также:

1. Описание и методика проведения расчета (см. раздел 11.2 «Описание и методика проведения расчета», стр.159);
2. Исходные данные (см. раздел 6.3 «Исходные данные для построения температурного графика», стр.107);
3. Запуск расчета температурного графика (см. раздел 11.3 «Запуск расчета», стр.160);
4. Просмотр результатов расчета (см. раздел 11.4 «Просмотр результатов расчета», стр.162);
5. Сохранение результатов расчета температурного графика (см. раздел 11.5 «Сохранение результатов расчета температурного графика», стр.163).

## 11.2. Описание и методика проведения расчета

В соответствии со СНиП 2.04.07-86\* регулирование отпуска теплоты предусматривается, как правило, качественное по нагрузке отопления или по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения согласно графику изменения температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

При центральном качественном регулировании в системах теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) жилищно-коммунальной нагрузкой следует принимать регулирование по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, а при тепловой нагрузке жилищно-коммунального сектора менее 65 % от суммарной тепловой нагрузки и доле средней нагрузки горячего водоснабжения менее 15 % от расчетной нагрузки отопления - регулирование по нагрузке отопления [1].

Однако выбор графика регулирования зачастую определяется целым рядом местных условий, а также сложившимися условиями проектирования системы теплоснабжения (схемами присоединения потребителей, диаметрами трубопроводов тепловой сети и т.д.).

В обоих случаях центральное качественное регулирование отпуска теплоты ограничивается наименьшими температурами воды в подающем трубопроводе тепловой сети, необходимыми для подогрева воды, поступающей в системы горячего водоснабжения потребителей:

- Для закрытых систем теплоснабжения - не менее 70°C;
- Для открытых систем теплоснабжения - не менее 60°C.

При расчете графиков температур принимается: начало и конец отопительного периода при температуре наружного воздуха 8 °С.

### 11.2.1. График качественного регулирования по отопительной нагрузке

При качественном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке графики температур до и после узла смешения и температуры воды поступающей в тепловую сеть определяются по результатам



расчета системы теплоснабжения. Расчет можно производить, как для открытых, так и для закрытых систем теплоснабжения с зависимым присоединением систем отопления. Выбор потребителя, на которого производится расчет температурного графика, осуществляется оператором. При выборе можно ориентироваться на самого плохого, с точки зрения теплогидравлического режима, потребителя или потребителя характеризующего основную массу зданий данного района теплоснабжения.

## 11.2.2. Без учета тепловых потерь в тепловых сетях

В этом случае на количество тепловой энергии получаемой потребителем будет оказывать влияние только гидравлический режим работы тепловой сети, т.е. чем больше располагаемый напор на потребителе (при отсутствии регуляторов) тем выше температура внутреннего воздуха отапливаемого здания. Температура сетевой воды в подающем трубопроводе перед отопительной установкой будет равна температуре воды после источника и в общем случае может быть определена по формуле:

$$\tau_{1.o.} = t_{e.p.} + \Delta t_{o.p.} \cdot \left( \overline{Q}_o^p \right)^{0.8} + \left( \delta \tau_{o.p.} - \frac{\theta^p}{2} \right) \cdot \overline{Q}_o^p, ^\circ\text{C} \quad (8.1)$$

где  $\theta^p$  - расчетный перепад температур теплоносителя в нагревательных приборах,  $^\circ\text{C}$ .

$$\theta^p = \frac{\delta \tau_{o.p.}}{1 + u}, \quad (8.2)$$

Температура воды после отопительной установки

$$\tau_{2.o.} = t_{e.p.} + \Delta t_{o.p.} \cdot \left( \overline{Q}_o^p \right)^{0.8} - \frac{\theta^p}{2} \cdot \overline{Q}_o^p, \quad (8.3)$$

Температура воды после смесительного устройства

$$\tau_{3.o.} = t_{e.p.} + \Delta t_{o.p.} \cdot \left( \overline{Q}_o^p \right)^{0.8} + \frac{\theta^p}{2} \cdot \overline{Q}_o^p, \quad (8.4)$$

## 11.2.3. С учетом тепловых потерь в тепловых сетях

В этом случае на количество тепла получаемого потребителем будет оказывать влияние не только гидравлический режим работы системы теплоснабжения, но и потери тепла от источника до выбранного объекта.

При этом если оператор ориентировался на потребителя, находящегося в наихудших условиях работы, то потребители находящиеся вблизи от источника и имеющие минимальные тепловые потери в тепловых сетях будут получать избыточное количество тепловой энергии. По результатам расчета можно построить температурный график.



### Примечание

Как запустить расчет и построить температурный график см. раздел 11.5 «Сохранение результатов расчета температурного графика», стр.163.

## 11.3. Запуск расчета

Для запуска расчета температурного графика тепловой сети:

1. Выполните команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. Откроется окно теплогидравлических расчетов.

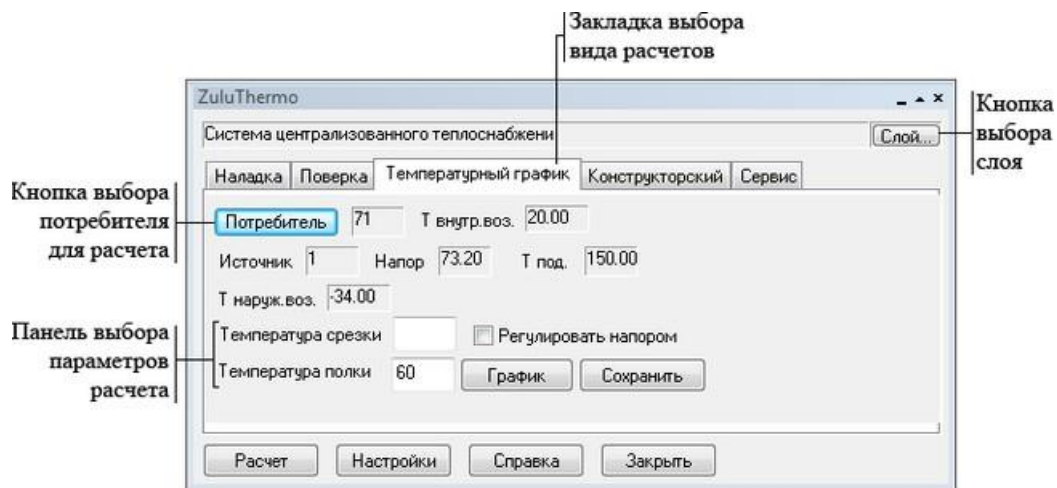


Рисунок 11.1. Вкладка «Температурный график» диалога теплогидравлических расчетов

1. Нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге (Рис.11.2) и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог.

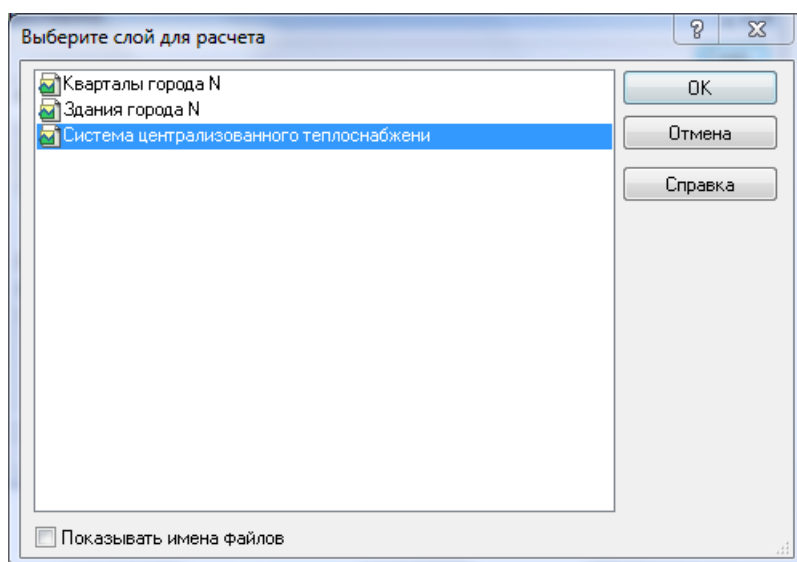



Рисунок 11.2. Диалог выбора слоя

2. Выберите вкладку **Температурный график**;
3. Нажмите кнопку **Выделить**  панели навигации и выберите потребителя тепловой сети для которого будет производиться расчет, щелкнув по нему левой кнопкой мыши (слой при этом должен быть активным, либо можно удерживать при щелчке Ctrl+Shift), при этом потребитель будет выделен мигающей рамкой;
4. Нажмите кнопку **Потребитель** (см. Рис.11.3) панели теплогидравлических расчетов.

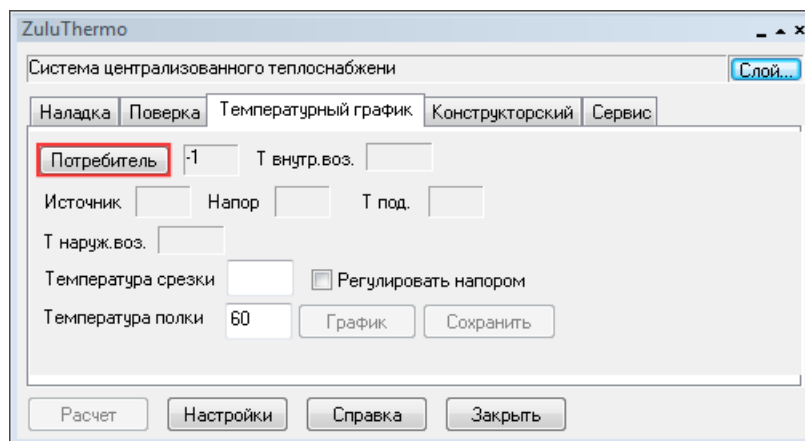


Рисунок 11.3. Выбор потребителя для расчета

5. Задайте необходимые параметры расчета:

- **Температура срезки** – указывается, если на источнике нет возможности обеспечивать расчетную температуру теплоносителя в подающем трубопроводе, например вместо расчетной 150°C максимальная, которую может обеспечить источник 130°C. При отсутствии температуры срезки данное поле не заполняется;
- **Регулировать напором** – при заданной температуре срезки и при установленном флажке **Регулировать напором**, недостаточная температура воды в подающем трубопроводе, будет компенсироваться увеличением располагаемого напора, для обеспечения расчетной температуры внутреннего воздуха у потребителя;
- **Температура полки** – указывается минимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе. Для закрытых систем теплоснабжения – не менее 70° С, для открытых систем теплоснабжения – не менее 60°C.

6. Нажмите кнопку **Расчет**. Для просмотра рассчитанного температурного графика нажмите кнопку **График**.

## 11.4. Просмотр результатов расчета

Рассчитанные данные выводятся в поле сообщений в виде ряда значений разделенных между собой запятой. Семь значений в следующей последовательности:

1. Температура наружного воздуха;
2. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе;
3. Температура теплоносителя в обратном трубопроводе;
4. Температура воздуха внутри помещения;
5. Располагаемый напор на источнике, м;
6. Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, т/ч;
7. Относительный расход воды на систему отопления.

Для того чтобы рассмотреть температурный график после расчета в виде диаграммы нажмите на панели теплогидравлических расчетов кнопку **График**. Диаграмму температурного графика можно распечатать, нажав кнопку **Печать**.

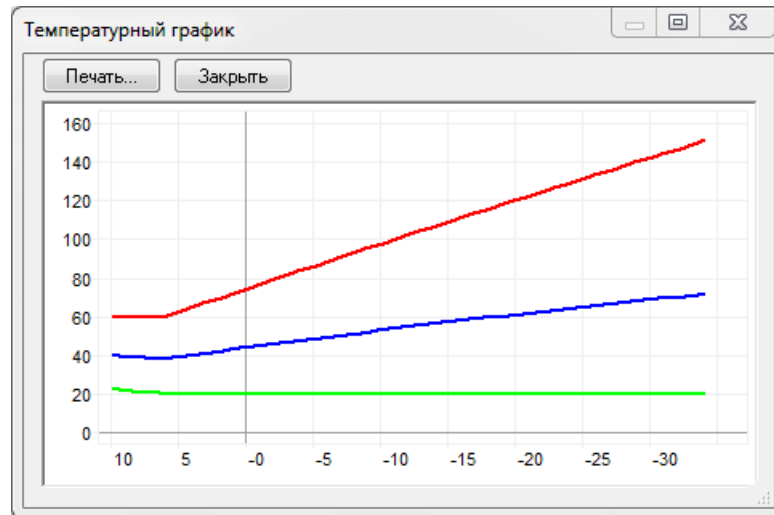


Рисунок 11.4. Температурный график в результате расчета

На температурном графике Рис.11.4 отображаются:

- ось абсцисс – температура наружного воздуха;
- ось ординат – температура теплоносителя;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе – линия красного цвета;
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе – линия синего цвета;
- температура воздуха в помещении – линия зеленого цвета.

## 11.5. Сохранение результатов расчета температурного графика

Для того чтобы сохранить результаты расчета температурного графика :

1. Нажмите правую кнопку мыши на поле сообщений и в появившемся меню выберите пункт **Сохранить**. (см. Рис.11.5)

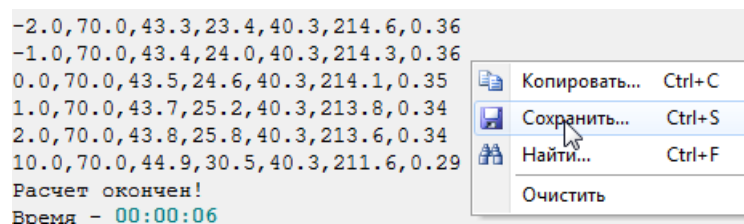


Рисунок 11.5. Сохранение температурного графика

2. В появившемся диалоговом окне сохранения файла выберите, каталог в котором будет сохранен файл, и задайте имя файла (латинскими буквами). Нажмите кнопку **Сохранить**. Сохраненный файл сводки с результатами расчетов можно просмотреть в любом текстовом редакторе.

# Глава 12. Расчет годовых нормируемых потерь через тепловую изоляцию

## 12.1. Цель расчета

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери 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 и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

Смотрите также:

1. Описание и методика проведения расчета (см. раздел 12.2 «Описание и методика проведения расчета», стр.164);
2. Исходные данные (см. главу 6 «Исходные данные для выполнения инженерных расчетов», стр.81);
3. Запуск расчета (см. раздел 12.3 «Запуск расчета», стр.173);
4. Экспорт результатов в EXCEL (см. раздел 12.4 «Экспорт в EXCEL», стр.176).

## 12.2. Описание и методика проведения расчета

### 12.2.1. Расчет нормируемых тепловых потерь

Определение нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь производится на основании данных о конструктивных характеристиках всех участков тепловой сети (типе прокладки, виде тепловой изоляции, диаметре и длине трубопроводов и т.п.) при среднегодовых условиях работы тепловой сети исходя из норм тепловых потерь приведенных в [5], [6] или [8].

Действующие нормы тепловых потерь приведены в приложении руководства (приложение 6 «Нормы тепловых потерь», стр. 293)

Определение часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях работы тепловой сети по нормам тепловых потерь осуществляется раздельно для подземной и надземной прокладок по формулам:

для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{\text{норм.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (9.1)$$

для надземной прокладки раздельно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{\text{норм.п.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.п.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (9.2)$$

$$Q_{\text{норм.о.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.о.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (9.3)$$

$q_{\text{норм.}}$ ,  $q_{\text{норм.п.}}$ ,  $q_{\text{норм.о.}}$  - удельные (на один метр длины) часовые тепловые потери, определенные по нормам тепловых потерь 1, 2 для каждого диаметра трубопровода при среднегодовых условиях работы тепловой сети, для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам и раздельно для надземной прокладки, ккал/(м\*ч);

$L$  - длина трубопроводов на участке тепловой сети с диаметром в двухтрубном исчислении при подземной прокладке и по подающей (обратной) линии при надземной прокладке, м;  $\beta$  - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери арматурой, компенсаторами, опорами. Принимается для подземной канальной и надземной прокладок равным 1,2 при диаметрах трубопроводов до 0,15 м и 1,15 при диаметрах 0,15 м и более, а также при всех диаметрах бесканальной прокладки.

Значения удельных часовых тепловых потерь принимаются по нормам тепловых потерь для тепловых сетей, тепловая изоляция которых выполнена в соответствии с [5], или по нормам тепловых потерь (нормы плотности теплового потока) для тепловых сетей с тепловой изоляцией, выполненной в соответствии с [6].

Значения удельных часовых тепловых потерь при среднегодовой разности температур сетевой воды и окружающей среды (грунта или воздуха), отличающейся от значений, приведенных в нормах [5] и [6], определяются путем линейной интерполяции или экстраполяции.

В математике интерполяцией называют всякий способ, с помощью которого по таблице, содержащей некоторые числовые данные, можно найти промежуточные значения, которые непосредственно в ней не даны.

Наиболее простой является линейная интерполяция, при которой допускается, что приращение функции пропорционально приращению аргумента. Если заданное значение  $X$  лежит между приведенными в таблице значениями  $X_0$  и  $X_1 = X_0 + h$  которым соответствуют значения функции  $y_0 = f(X_0)$  и  $y_1 = f(X_1) + D$ , то принимают

$$f(x) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{h} \cdot \Delta, \quad (9.4)$$

где  $\frac{x - x_0}{h} \cdot \Delta$  - интерполяционная поправка.

Интерполяцию проводят на среднегодовую температуру воды в соответствующем трубопроводе тепловой сети или на разность среднегодовых температур воды и грунта для данной тепловой сети (или на разность среднегодовых температур воды в соответствующих линиях и окружающего воздуха для данной тепловой сети).

Среднегодовую температуру окружающей среды определяют на основании средних за год температур наружного воздуха и грунта на уровне заложения трубопроводов, принимаемых по климатологическим справочникам или по данным метеорологической станции. Среднегодовые температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети находят как среднеарифметические из среднемесячных температур в соответствующих линиях за весь период работы сети в течение года. Среднемесячные температуры воды определяют по утвержденному эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха.

Для тепловых сетей с тепловой изоляцией, выполненной в соответствии с [7], табл.6, 7 удельные часовые тепловые потери определяются:

Для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам  $q_{\text{норм.}}$  ккал/(м\*ч) по формуле:

$$q_{\text{норм.}} = q_{\text{норм.}}^{T1} + (q_{\text{норм.}}^{T2} - q_{\text{норм.}}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{\text{ср.}}^{T1} - \Delta t_{\text{ср.}}^{T2}}{\Delta t_{\text{ср.}}^{T1} - \Delta t_{\text{ср.}}^{T2}} \quad (9.5)$$

где  $q_{\text{норм.}}^{T1}, q_{\text{норм.}}^{T2}$  - удельные часовые тепловые потери суммарно по подающему и обратному трубопроводам каждого диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем, чем для данной сети) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, ккал/(м\*ч);

$\Delta t_{cp}^{cp.z.}$  - значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта для данной тепловой сети, °C;

$\Delta t_{cp}^{T1}, \Delta t_{cp}^{T2}$  - смежные (соответственно меньшее и большее, чем для данной сети) табличные значения среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, °C.

Значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта  $\Delta t_{cp}^{cp.z.}$  (°C) определяются по формуле:

$$\Delta t_{cp}^{cp.z.} = \frac{t_{n.}^{cp.z.} - t_{o.}^{cp.z.}}{2} - t_{\varphi}^{cp.z.} \quad (9.6)$$

где  $t_{n.}^{cp.z.}, t_{o.}^{cp.z.}$  - среднегодовая температура сетевой воды соответственно в подающем и обратном трубопроводах данной тепловой сети, °C;

$t_{\varphi}^{cp.z.}$  - среднегодовая температура грунта на глубине заложения трубопроводов, °C;

Для надземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам  $q_{норм.п.}, q_{норм.о.}$ , ккал/(м\*ч), по формулам:

$$q_{норм.п.} = q_{норм.п.}^{T1} + (q_{норм.п.}^{T2} - q_{норм.п.}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{cp.п.}^{cp.z.} - \Delta t_{cp.п.}^{T1}}{\Delta t_{cp.п.}^{T2} - \Delta t_{cp.п.}^{T1}} \quad (9.7)$$

$$q_{норм.о.} = q_{норм.о.}^{T1} + (q_{норм.о.}^{T2} - q_{норм.о.}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{cp.о.}^{cp.z.} - \Delta t_{cp.о.}^{T1}}{\Delta t_{cp.о.}^{T2} - \Delta t_{cp.о.}^{T1}} \quad (9.8)$$

где  $q_{норм.п.}^{T1}, q_{норм.п.}^{T2}$  - удельные часовые тепловые потери по подающему трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и наружного воздуха, ккал/(м\*ч);

$q_{норм.о.}^{T1}, q_{норм.о.}^{T2}$  - удельные часовые тепловые потери по обратному трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и наружного воздуха, ккал/(м\*ч);

$\Delta t_{cp.п.}^{cp.z.}, \Delta t_{cp.о.}^{cp.z.}$  - среднегодовая разность температур соответственно сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах и наружного воздуха для данной тепловой сети, °C;

$\Delta t_{cp.п.}^{T1}, \Delta t_{cp.п.}^{T2}$  - смежные табличные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур сетевой воды в подающем трубопроводе и наружного воздуха, °C;

$\Delta t_{cp.о.}^{T1}, \Delta t_{cp.о.}^{T2}$  - смежные табличные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур сетевой воды в обратном трубопроводе и наружного воздуха, °C;

Среднегодовые значения разности температур для подающего  $\Delta t_{cp.n.}^{cp.z.}$  и обратного  $\Delta t_{cp.o.}^{cp.z.}$  трубопроводов определяется как разность соответствующих среднегодовых температур сетевой воды  $t_{n.}^{cp.z.}$ ,  $t_{o.}^{cp.z.}$  и среднегодовой температуры наружного воздуха  $t_{в.}^{cp.z.}$ .

Определение часовых тепловых потерь тепловыми сетями, теплоизоляционные конструкции которых выполнены в соответствии с нормами [6], принципиально не отличается от вышеприведенного. В то же время при работе с [6] необходимо учитывать следующее:

Нормы приведены раздельно для тепловых сетей с числом часов работы в год более 5000, а также 5000 и менее;

Для подземной прокладки тепловых сетей нормы приведены раздельно для канальной и бесканальной прокладок;

Нормы приведены для абсолютных значений среднегодовых температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах, а не для разности среднегодовых температур сетевой воды и окружающей среды;

Удельные тепловые потери для участков подземной канальной и бесканальной прокладок для каждого диаметра трубопровода находятся путем суммирования тепловых потерь, определенных по нормам раздельно для подающего и обратного трубопроводов.

Среднегодовое значение температуры сетевой воды  $t_{n.}^{cp.z.}$ ,  $t_{o.}^{cp.z.}$  определяется как среднее значение из ожидаемых среднемесячных значений температуры воды по принятому температурному графику регулирования отпуска теплоты, соответствующих ожидаемым значениям температуры наружного воздуха за весь период работы тепловой сети в течение года.

Ожидаемые среднемесячные значения температуры наружного воздуха и грунта определяются как средние значения из соответствующих статистических климатологических значений за последние 5 лет по данным местной метеорологической станции или по климатологическим справочникам.

Среднегодовое значение температуры грунта  $t_{гр.}^{cp.z.}$  определяется как среднее значение из ожидаемых среднемесячных значений температуры грунта на глубине залегания трубопроводов.

### 12.2.1.1. Пример 1

Найти норму плотности теплового потока через поверхность изоляции подающего трубопровода при надземной прокладке на открытом воздухе при числе часов работы в год более 5000 ч. Условный диаметр подающего трубопровода 200 мм. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети  $\Delta t_{cp.n.}^{cp.z.} = 70^\circ\text{C}$ .

Значение нормы плотности теплового потока  $q_{норм.п.}$  определяем путем интерполяции между табличными значениями норм плотности теплового потока для подающего трубопровода при разностях температур 50 и 100 °C. В таблице (см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290)

находим для трубопровода диаметром 200 мм  $q_{норм.п.}^{T1} = 25,8 \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м})$  при  $\Delta t_{cp.n.}^{T1} = 50^\circ\text{C}$  и  $q_{норм.п.}^{T2} = 45,58 \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м})$  при  $\Delta t_{cp.n.}^{T2} = 100^\circ\text{C}$ .

Подставляя в формулу (9.7) соответствующие значения среднегодовых температур теплоносителя и норм плотности теплового потока получим:

$$q_{норм.п.} = 25,8 + (45,58 - 25,8) \cdot \frac{70 - 50}{100 - 50} = 33,712, \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м})$$



где  $q_{\text{норм.н.}}$  - норма плотности теплового потока для трубопровода диаметром 200 мм при среднегодовой температуре теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{\text{ср.г.}} = 70^\circ\text{C}$ ;

$q_{\text{норм.н.}}^{T2}$  - норма плотности теплового потока для подающего трубопровода диаметром 200 мм при среднегодовой температуре теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T2} = 100^\circ\text{C}$ ;

$q_{\text{норм.н.}}^{T1}$  - норма плотности теплового потока для подающего трубопровода диаметром 200 мм при среднегодовой температуре теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T1} = 50^\circ\text{C}$ ;

$\Delta t_{\text{ср.н.}}^{\text{ср.г.}}$  - среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе данной тепловой сети  $^\circ\text{C}$ .

## 12.2.1.2. Пример 2

Найти суммарную норму плотности теплового потока через поверхность изоляции двух-трубной тепловой сети при подземной бесканальной прокладке и числе часов работы в год более 5000 ч. Условный диаметр подающего и обратного трубопровода 200 мм. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{\text{ср.г.}} = 70^\circ\text{C}$ , в обратном трубопроводе  $\Delta t_{\text{ср.о.}}^{\text{ср.г.}} = 40^\circ\text{C}$ . Суммарная норма плотности для подающего и обратного трубопровода тепловой сети со среднегодовыми температурами теплоносителя  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T1} = 65^\circ\text{C}$  и  $\Delta t_{\text{ср.о.}}^{T1} = 50^\circ\text{C}$

$$q_{\text{норм.сум.}}^{T1} = q_{\text{норм.н.}} + q_{\text{норм.о.}} = 28,38 + 19,78 = 48,16 \text{ ккал/(ч*м)} \quad (\text{см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр. 290})$$

Суммарная норма плотности для подающего и обратного трубопровода тепловой сети со среднегодовыми температурами теплоносителя  $\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T2} = 90^\circ\text{C}$  и  $\Delta t_{\text{ср.о.}}^{T2} = 50^\circ\text{C}$

$$q_{\text{норм.сум.}}^{T2} = q_{\text{норм.н.}} + q_{\text{норм.о.}} = 42,14 + 16,34 = 58,48 \text{ ккал/(ч*м)}.$$

Интерполяционная формула для определения суммарной нормы плотности теплового потока

$q_{\text{норм.сум.}}$  будет иметь вид:

$$q_{\text{норм.сум.}} = q_{\text{норм.сум.}}^{T1} + (q_{\text{норм.сум.}}^{T2} - q_{\text{норм.сум.}}^{T1}) \cdot \frac{\frac{\Delta t_{\text{ср.н.}}^{\text{ср.г.}} + \Delta t_{\text{ср.о.}}^{\text{ср.г.}}}{2} - \frac{\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T1} + \Delta t_{\text{ср.о.}}^{T1}}{2}}{\frac{\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T2} + \Delta t_{\text{ср.о.}}^{T2}}{2} - \frac{\Delta t_{\text{ср.н.}}^{T1} + \Delta t_{\text{ср.о.}}^{T1}}{2}}, \quad (9.9)$$

Подставляя в формулу (9.9) соответствующие значения среднегодовых температур теплоносителя и норм плотности теплового потока получим:

$$q_{\text{норм.сум.}} = 48,16 + (58,48 - 48,16) \cdot \frac{\frac{70+40}{2} - \frac{65+50}{2}}{\frac{90+50}{2} - \frac{65+50}{2}} = 46,096, \text{ ккал/}(\text{ч}\cdot\text{м})$$

Нормируемые эксплуатационные часовые тепловые потери при среднемесячных условиях работы тепловой сети (или средних условиях работы за период) определяются для участков подземной

прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам  $Q_{\text{под.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$ , Гкал/ч по формуле

$$Q_{\text{под.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} = Q_{\text{норм.}}^{\text{ср.з.}} \cdot \frac{t_{\text{н.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} + t_{\text{о.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} - 2 \cdot t_{\text{гр.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}}{t_{\text{н.}}^{\text{ср.з.}} + t_{\text{о.}}^{\text{ср.з.}} - 2 \cdot t_{\text{гр.}}^{\text{ср.з.}}}, \text{ Гкал/ч} \quad (9.10)$$

Нормативное, часовое значение тепловых потерь через теплоизоляционную конструкцию подающих

$Q_{\text{под.н.}}$  и обратных  $Q_{\text{под.о.}}$  трубопроводов тепловой сети при подземной прокладке допускается определять по формулам приведенным в [9]:

$$Q_{\text{под.н.}} = 0,7 \cdot Q_{\text{под.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}, \text{ Гкал/ч} \quad (9.11)$$

$$Q_{\text{под.о.}} = 0,3 \cdot Q_{\text{под.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}, \text{ Гкал/ч} \quad (9.12)$$

для участков надземной прокладки отдельно по подающему  $Q_{\text{над.н.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$  и обратному трубопроводам  $Q_{\text{над.о.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$  Гкал/ч по формулам:

$$Q_{\text{над.н.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} = Q_{\text{норм.н.}}^{\text{ср.з.}} \cdot \frac{t_{\text{н.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} - t_{\text{в.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}}{t_{\text{н.}}^{\text{ср.з.}} - t_{\text{в.}}^{\text{ср.з.}}}, \text{ Гкал/ч} \quad (9.13)$$

$$Q_{\text{над.о.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} = Q_{\text{норм.о.}}^{\text{ср.з.}} \cdot \frac{t_{\text{о.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})} - t_{\text{в.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}}{t_{\text{о.}}^{\text{ср.з.}} - t_{\text{в.}}^{\text{ср.з.}}}, \text{ Гкал/ч} \quad (9.14)$$

$t_{\text{н.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$ ,  $t_{\text{о.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$  - ожидаемые среднемесячные (или средние за период) значения температур сетевой воды соответственно в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику, °С;

$t_{\text{гр.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$ ,  $t_{\text{в.}}^{\text{ср.м.}(\text{период})}$  - ожидаемые среднемесячные (или средние за период) температуры соответственно грунта на глубине заложения трубопроводов и наружного воздуха, °С.

## 12.2.2. Определение часовых удельных тепловых потерь на основании расчета

### 12.2.2.1. Расчет для подземной канальной прокладки

Термическое сопротивление изоляции подающего  $R_{\text{из.н.}}$  и обратного  $R_{\text{из.о.}}$  трубопровода определяется по формулам:

$$R_{uz.n.} = \frac{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{n.}}{d_{n.}})}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz.n.} \cdot k_{\lambda.n.}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.1)$$

$$R_{uz.o.} = \frac{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{o.}}{d_{o.}})}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz.o.} \cdot k_{\lambda.o.}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.2)$$

где  $d_{n.}, d_{o.}$  - наружные диаметры подающего и обратного трубопроводов, м;

$\delta_{n.}, \delta_{o.}$  - толщина изоляции подающего и обратного трубопроводов, м;

$\lambda_{uz.n.}, \lambda_{uz.o.}$  - коэффициент теплопроводности изоляции подающего и обратного трубопроводов, Вт/(м $^{\circ}$ C), (см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290).

$k_{\lambda.n.}, k_{\lambda.o.}$  - поправочный коэффициент характеризующий состояние изоляции для подающего и обратного трубопроводов (см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290).

Термическое сопротивление теплоотдаче от поверхности изолированного трубопровода в воздушное пространство канала от подающего  $R_{\text{воз.н.}}$  и обратного  $R_{\text{воз.о.}}$  трубопроводов определяется по формулам:

$$R_{\text{воз.н.}} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha \cdot (d_{n.} + 2 \cdot \delta_{n.})}, \quad \text{(м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.3)$$

$$R_{\text{воз.о.}} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha \cdot (d_{o.} + 2 \cdot \delta_{o.})}, \quad \text{(м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.4)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции трубопровода к воздуху канала, принимается равным 8 Вт/(м $^2$  $^{\circ}$ C).

Термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха в канале к грунту определяется по формуле:

$$R_{\text{воз.}}^{\text{кан.}} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{\text{г.}} \cdot d_{\text{экв.}}}, \quad \text{(м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.5)$$

где  $\alpha_{\text{г.}}$  - коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале к грунту, принимается согласно [6] равным 8 Вт/(м $^2$  $^{\circ}$ C).

$d_{\text{экв.}}$  - эквивалентный диаметр сечения канала в свету (м), определяемый по формуле:

$$d_{\text{экв.}} = \frac{2 \cdot b \cdot h}{b + h}, \quad (10.6)$$

где  $b$  - ширина канала, м;

$h$  - высота канала, м.

Для справки по основным типам сборных железобетонных каналов для тепловой сети и их технические характеристики см. приложение 5 «Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети», стр.292.

Термическое сопротивление массива грунта  $R_{\text{гр}}$  определяется по формуле:

$$R_{\text{гр}} = \frac{\ln \left( 3,5 \cdot \frac{H}{b} \cdot \left( \frac{h}{b} \right)^2 \right)}{\lambda_{\text{гр}} \cdot (5,7 + 0,5 \cdot \frac{b}{h})}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.7)$$

$\lambda_{\text{гр}}$  - коэффициент теплопроводности грунта, Вт / (м $^{\circ}$ С) определяемый по таблице 3 Приложения 3.

$H$  - глубина заложения до оси трубопроводов, м.

Температура воздуха в канале определяется по формуле:

$$t_{\text{кан.}} = \frac{\frac{t_{\text{н.}}^{\text{ср.з.}}}{R_{\text{усл.н.}} + R_{\text{воз.н.}}} + \frac{t_{\text{о.}}^{\text{ср.з.}}}{R_{\text{усл.о.}} + R_{\text{воз.о.}}} + \frac{t_{\text{гр.}}^{\text{ср.з.}}}{R_{\text{воз.г.}} + R_{\text{гр.}}}}{\frac{1}{R_{\text{усл.н.}} + R_{\text{воз.н.}}} + \frac{1}{R_{\text{усл.о.}} + R_{\text{воз.о.}}} + \frac{1}{R_{\text{воз.г.}} + R_{\text{гр.}}}}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (10.8)$$

Среднегодовые часовые удельные тепловые потери  $q_{\text{рас}}$  определяются по формуле:

$$q_{\text{рас.}} = 0,86 \cdot \frac{t_{\text{кан.}} - t_{\text{гр.}}^{\text{ср.з.}}}{R_{\text{воз.г.}} + R_{\text{гр.}}}, \text{ ккал/(м}^{\circ}\text{ч)} \quad (10.9)$$

Среднегодовые часовые тепловые потери по подающему трубопроводу определяются по формуле:

$$Q_{\text{рас.н.}}^{\text{ср.з.}} = 0,7 \cdot \sum (q_{\text{рас.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.10)$$

Среднегодовые часовые тепловые потери по обратному трубопроводу определяются по формуле:

$$Q_{\text{рас.о.}}^{\text{ср.з.}} = 0,3 \cdot \sum (q_{\text{рас.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.11)$$

## 12.2.2.2. Расчет для подземной бесканальной прокладки

Термическое сопротивление массива грунта для подающего и обратного трубопроводов определяется по формулам:

$$R_{\text{гр.н.}} = \frac{\ln \left( \frac{4 \cdot H}{d_{\text{н.}} + 2 \cdot \delta_{\text{н.}}} \right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{гр}}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.12)$$

$$R_{\text{гр.о.}} = \frac{\ln \left( \frac{4 \cdot H}{d_{\text{о.}} + 2 \cdot \delta_{\text{о.}}} \right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{гр}}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.13)$$

$H$  - глубина заложения до оси трубопроводов, м.

Термическое сопротивление, учитывающее взаимное влияние подающего и обратного трубопроводов определяется по формулам:

$$R_{\text{взаим.}} = \frac{\ln \sqrt{1 + \left( \frac{2 \cdot H}{S} \right)^2}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{сп.}}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.14)$$

где  $S$  - расстояние между осями трубопроводов, м.

Термическое сопротивление изоляции подающего  $R_{\text{из.п.}}$  и обратного  $R_{\text{из.о.}}$  трубопровода определяется по формулам:

$$R_{\text{из.п.}} = \frac{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{\text{п.}}}{d_{\text{п.}}})}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из.п.}} \cdot k_{\lambda.\text{п.}}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.15)$$

$$R_{\text{из.о.}} = \frac{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{\text{о.}}}{d_{\text{о.}}})}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из.о.}} \cdot k_{\lambda.\text{о.}}}, \text{ (м}^{\circ}\text{C)/Вт} \quad (10.16)$$

где  $d_{\text{п.}}$ ,  $d_{\text{о.}}$  - наружные диаметры подающего и обратного трубопроводов, м;

$\delta_{\text{п.}}$ ,  $\delta_{\text{о.}}$  - толщина изоляции подающего и обратного трубопроводов, м;

$\lambda_{\text{из.п.}}$ ,  $\lambda_{\text{из.о.}}$  - коэффициент теплопроводности подающего и обратного трубопроводов, Вт/(м $^{\circ}$ C).

$k_{\lambda.\text{п.}}$ ,  $k_{\lambda.\text{о.}}$  - поправочный коэффициент, характеризующий состояние изоляции для подающего и обратного трубопроводов, принимается по таблице *Приложения 3*.

Среднегодовые часовые удельные тепловые потери подающего и обратного трубопроводов определяются по формулам:

$$q_{\text{рас.п.}} = 0,86 \cdot \frac{(t_{\text{п.}}^{\text{сп.з.}} - t_{\text{сп.}}^{\text{сп.з.}}) \cdot (R_{\text{из.о.}} + R_{\text{сп.о.}}) - (t_{\text{о.}}^{\text{сп.з.}} - t_{\text{сп.}}^{\text{сп.з.}}) \cdot R_{\text{взаим.}}}{(R_{\text{из.п.}} + R_{\text{сп.п.}}) \cdot (R_{\text{из.о.}} + R_{\text{сп.о.}}) - R_{\text{взаим.}}^2}, \text{ ккал/(м}^{\circ}\text{ч)} \quad (10.17)$$

$$q_{\text{рас.о.}} = 0,86 \cdot \frac{(t_{\text{о.}}^{\text{сп.з.}} - t_{\text{сп.}}^{\text{сп.з.}}) \cdot (R_{\text{из.п.}} + R_{\text{сп.п.}}) - (t_{\text{п.}}^{\text{сп.з.}} - t_{\text{сп.}}^{\text{сп.з.}}) \cdot R_{\text{взаим.}}}{(R_{\text{из.п.}} + R_{\text{сп.п.}}) \cdot (R_{\text{из.о.}} + R_{\text{сп.о.}}) - R_{\text{взаим.}}^2}, \text{ ккал/(м}^{\circ}\text{ч)} \quad (10.18)$$

Среднегодовые часовые тепловые потери по подающему трубопроводу определяются по формуле:

$$Q_{\text{рас.п.}}^{\text{сп.з.}} = \sum (q_{\text{рас.п.}} \cdot L_{\text{п.}} \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.19)$$

Среднегодовые часовые тепловые потери по обратному трубопроводу определяются по формуле:

$$Q_{\text{рас.о.}}^{\text{сп.з.}} = \sum (q_{\text{рас.о.}} \cdot L_{\text{о.}} \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.20)$$

где  $L_{\text{п.}}$ ,  $L_{\text{о.}}$  - длина подающего и обратного трубопровода, м.

### 12.2.2.3. Расчет для надземной прокладки

Среднегодовые часовые удельные тепловые потери подающего и обратного трубопровода определяются по формуле:

$$q_{рас.н.} = 0,86 \cdot \frac{\pi \cdot (t_{н.}^{cp.з.} - t_{воз.}^{cp.з.})}{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{н.}}{d_{н.}}) + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{уз.н.} \cdot k_{\lambda.н.} \cdot \alpha_{узн.} \cdot (d_{н.} + 2 \cdot \delta_{н.})}}, \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч)} \quad (10.21)$$

$$q_{рас.о.} = 0,86 \cdot \frac{\pi \cdot (t_{о.}^{cp.з.} - t_{воз.}^{cp.з.})}{\ln(1 + \frac{2 \cdot \delta_{о.}}{d_{о.}}) + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{уз.о.} \cdot k_{\lambda.о.} \cdot \alpha_{узн.} \cdot (d_{о.} + 2 \cdot \delta_{о.})}}, \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч)} \quad (10.22)$$

$t_{воз.}^{cp.з.}$  - среднегодовая температура наружного воздуха, °С;

$\alpha_{узн.}$  - коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху, может приниматься от 6 Вт/(м<sup>2</sup>·°С) при малых значениях скорости ветра и коэффициента излучения покровного слоя изоляции до 29 Вт/(м<sup>2</sup>·°С) при высоких значениях этих показателей согласно приложения 9 [6].

Среднегодовые часовые тепловые потери по подающему трубопроводу определяются по формуле:


$$Q_{рас.н.}^{cp.з.} = \sum (q_{рас.н.} \cdot L_{н.} \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.23)$$

Среднегодовые часовые тепловые потери по обратному трубопроводу определяются по формуле:

$$Q_{рас.о.}^{cp.з.} = \sum (q_{рас.о.} \cdot L_{о.} \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (10.24)$$

## 12.3. Запуск расчета

Для запуска расчета годовых потерь по нормативам:

1. Выполните команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов;
2. В открывшемся окне нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой рассчитываемой тепловой сети в открывшемся диалоге и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог;
3. Перейдите на вкладку **Сервис** и нажмите кнопку **Расчет тепловых потерь**. Откроется диалог выбора источников для расчетов (см. Рис.12.1);

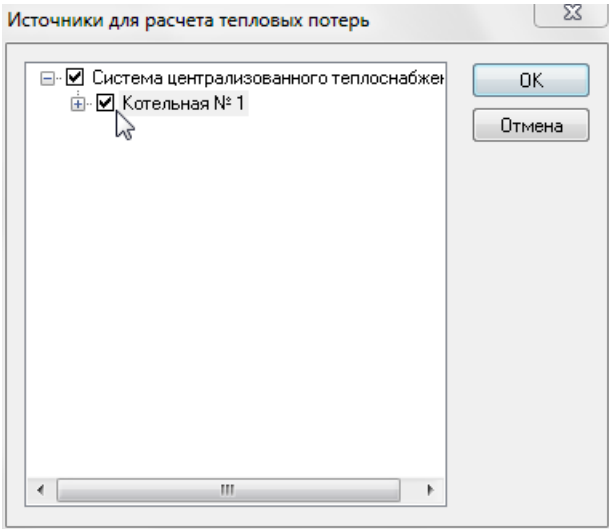


Рисунок 12.1. Выбор источника для расчета

4. Оставьте флажки на источниках, участвующих в расчете и нажмите кнопку **ОК**. Откроется диалог расчета тепловых потерь (см. Рис.12.2).

В левом верхнем углу диалога располагается древовидный список источников тепловой сети. При выборе конкретного источника, данный источник становится текущим, в других полях диалога отображаются данные по этому источнику и расчет (в случае расчета от конкретного источника) выполняется по этому источнику.

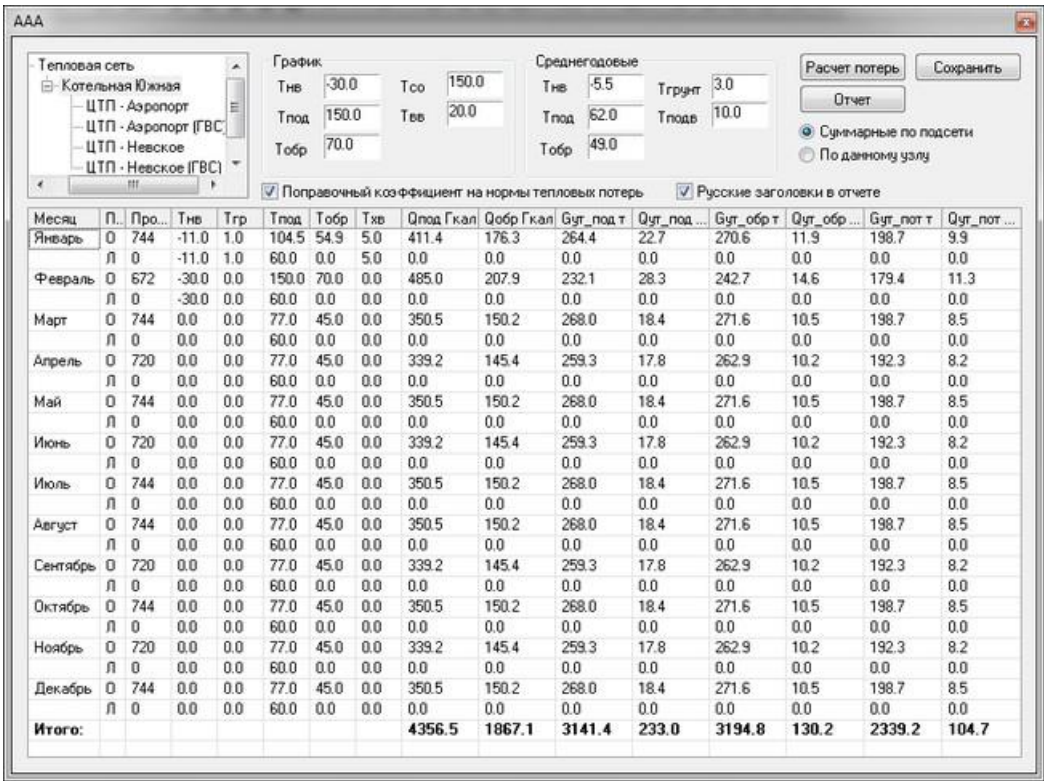


Рисунок 12.2. Расчет нормативных тепловых потерь за год

5. Введите исходные данные.

Расчеты годовых нормативных тепловых потерь выполняются по занесенной информации о тепловых сетях системы теплоснабжения. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Для определения месячных и годовых тепловых потерь, нужна следующая информация :

- Среднегодовая температура наружного воздуха (*T<sub>нв</sub>*);
- Среднегодовая температура воды в подающем и обратном трубопроводе (*T<sub>под</sub>* и *T<sub>обр</sub>*);
- Среднегодовая температура грунта (*T<sub>грунт</sub>*);
- Среднегодовая температура в подвальных помещениях (*T<sub>подв</sub>*).

Среднегодовые температуры и температуры графика берутся автоматически из базы данных объектов (источника или ЦТП). Среднегодовые температуры и температуры графика для текущего источника отображаются в полях в верхней части диалога расчета нормативных тепловых потерь.

Дополнительно следует занести среднемесячные температуры для выбранного в списке источника, которые задаются в первых колонках таблицы в нижней части диалога расчета тепловых потерь. В строках таблицы месяцы, в колонках - значения. Строки таблицы разбиты на две: О - отопительный период, Л - неотопительный (летний).

- Продолжительность отопительного и неотопительного (летнего) периода в течение каждого месяца;
- Среднемесячная температура наружного воздуха;
- Среднемесячная температура грунта;
- Среднемесячная температура теплоносителя в подающем трубопроводе;
- Среднемесячная температура теплоносителя обратном трубопроводе;
- Средняя за месяц температура холодной воды.

6. После ввода исходных данных Нажмите кнопку **Сохранить** чтобы сохранить внесенные изменения;

7. Задайте параметры расчета:

- Если в расчете требуется учитывать поправочный коэффициент на нормативные тепловые потери установите флажок **Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь**. Данный коэффициент вносится в качестве исходных данных в базу по участкам тепловой сети;
- В зависимости от того, требуется проводить расчет по системе в целом (от источника до конечных потребителей), или от выбранного источника, установите переключатель **Суммарные по подсети/По данному узлу в требуемое положение**.

Чтобы провести расчет по системе в целом (от источника до конечных потребителей), установите флажок **Суммарные по подсети**. В результате этой операции будет выполнен расчет нормированных потерь тепла и воды от источника до потребителя, включая и трубопроводы ГВС при четырехтрубной прокладке. При этом нормированные потери тепла на участках будут определены с учетом поправочных коэффициентов внесенных в базу данных по участкам сети;

В случае если необходимо провести расчет от источника (котельная Южная) до ЦТП, – установите флажок **По данному узлу**. В результате этой операции будет выполнен расчет нормированных потерь от источника и до ЦТП;

- Для того чтобы в экспортированном в Excel были русские заголовки столбцов отчета, установите флажок **Русские заголовки в отчете**.

8. Нажмите кнопку **Расчет потерь**. Результаты расчета отобразятся в полях таблицы диалога расчета нормативных тепловых потерь рис.176. Полученные результаты можно экспортировать в Excel (см. раздел 12.4 «Экспорт в EXCEL», стр.176).



## Примечание

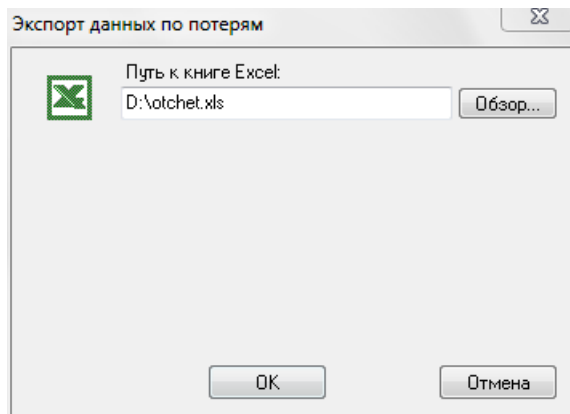
При наличии после ЦТП четырехтрубной тепловой сети, два трубопровода на систему отопления и вентиляции и два трубопровода, подающий и циркуляционный, на систему горячего водоснабжения и выделения ЦТП можно определить тепловые потери и утечки по каждой группе трубопроводов отдельно.



## 12.4. Экспорт в EXCEL

Результаты выполненных расчетов могут экспортироваться в MS Excel для этого:

1. Нажмите кнопку **Отчет** диалога расчета нормативных тепловых потерь;
2. В появившемся окне, (Рис. 12.3) нажмите кнопку **Обзор...** и укажите в открывшемся диалоге выбора файла каталог и название файла для сохранения книги Excel.



**Рисунок 12.3. Экспорт результатов в Excel**

3. Нажмите кнопку **ОК**, для выполнения операции.

# Глава 13. Возможные ошибки расчетов

После запуска расчета система может выдать ряд ошибок, ошибки бывают нескольких типов:

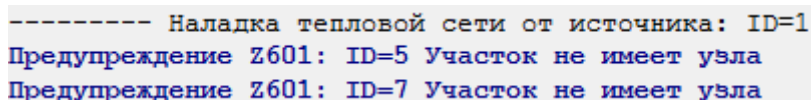
- ошибки по топологии сети;
- ошибки по семантической информации;
- ошибки по результатам расчета;
- остальные ошибки.

При этом, пока не будут устранены ошибки первых двух типов, расчет не запустится. Для того чтобы определить по какому объекту выдана ошибка, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке с ошибкой, после чего объект, по которому выдана ошибка, замигает. Если ошибка связана с семантикой, то откроется окно семантической информации и курсор встанет на строку, в которой необходимо внести или исправить информацию.

Далее, для исправления ошибки, необходимо (в зависимости от ее типа) либо исправить графическую информацию (отредактировать сеть), либо семантическую (внести или исправить данные в базе).

## 13.1. Ошибки по топологии сети

1. Ошибка Z001: ID=XX Участок не имеет узла



```
----- Наладка тепловой сети от источника: ID=1
Предупреждение Z601: ID=5 Участок не имеет узла
Предупреждение Z601: ID=7 Участок не имеет узла
```

**Рисунок 13.1. Ошибка Участок не имеет узла**

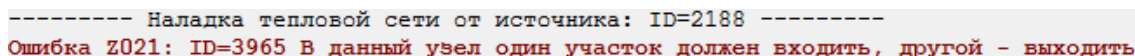
Данная ошибка скорее является не ошибкой, а предупреждением, поэтому она выводится синим цветом и не является причиной остановки расчета.

Такое предупреждение будет выведено при неправильном нанесении сети, когда начальный или конечный узел участка не связан с каким-либо объектом, хотя при этом визуально может казаться, что участок связан с точечным объектом.

Для проверки связности всей сети воспользуйтесь разделом Контроль ошибок при вводе. Для исправления ошибки воспользуйтесь разделом Редактирование объектов сети/Перепривязка участка.

XX - индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый при прорисовке сети;

2. Ошибка Z021: ID=XX В данный узел один участок должен входить, другой-выходить



```
----- Наладка тепловой сети от источника: ID=2188 -----
Ошибка Z021: ID=3965 В данный узел один участок должен входить, другой - выходить
```

**Рисунок 13.2. Ошибка Z021**

Данная ошибка выводится при неправильном нанесении сети, в том случае, когда к объекту присоединено недопустимое количество участков.

Например, потребитель – это узловый элемент, который может быть связан только с одним участком. Задвижка, насосная станция, могут быть соединены только с двумя участками, один входящий, другой выходящий из объекта. Четырехтрубная тепловая сеть после ЦТП изображается с использованием вспомогательного участка. Подробнее о правильном изображении объектов тепловой сети см. раздел *Элементы тепловой сети*;

3. Ошибка Z011: ID=XX Потребитель отключен по обратному

Данная ошибка выводится, когда к потребителю подходит подающий трубопровод, но отсутствует обратный. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

#### 4. Ошибка Z012: ID=XX Потребитель отключен по подающему

Данная ошибка выводится, когда к потребителю подходит обратный трубопровод, но отсутствует подающий. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

#### 5. Ошибка Z018: ID=XX Потребитель отключен

Данная ошибка выводится, когда теплоноситель не попадает к потребителю ни по подающему, ни по обратному трубопроводу. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков;

#### 6. Ошибка Z019: ID=XX Узел отключен

Данная ошибка выводится, когда к узлу сети теплоноситель не попадает ни по подающему, ни по обратному трубопроводу. Для исправления данной ошибки необходимо проверить правильность нанесения схемы сети и проверить правильность установки режимов работы участков.

## 13.2. Ошибки по семантической информации

Ошибка Z004: Неверное значение поля.

Чтение данных по участкам...  
Ошибка ZD004: ID=3964 Неверное значение поля 'Dpod' - 'Внутренний диаметр подающего трубопровода, м'

Рисунок 13.3. Ошибка неверное значение поля

На рисунке выведена ошибка, связанная с неверным значением поля *Диаметр* подающего трубопровода, м., где XX – индивидуальный номер объекта (ID или Sys), автоматически присваиваемый объекту при прорисовке сети.

Данная ошибка выводится при наличии некорректных данных или при отсутствии исходной информации хотя бы в одной строке необходимой для расчетов. Для устранения ошибки необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по сообщению, после чего откроется окно семантической информации по объекту с неверными или отсутствующими данными, и курсор встанет на поле, где необходимо ввести или исправить информацию. (рисунки)

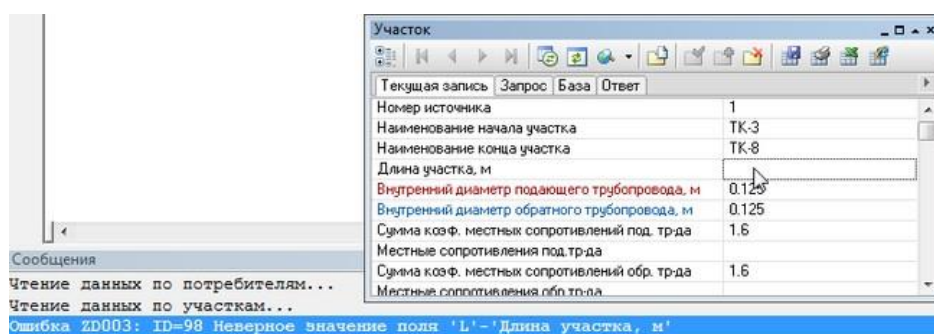


Рисунок 13.4. Исправление ошибки с неверным значением поля

## 13.3. Ошибки по результатам расчета

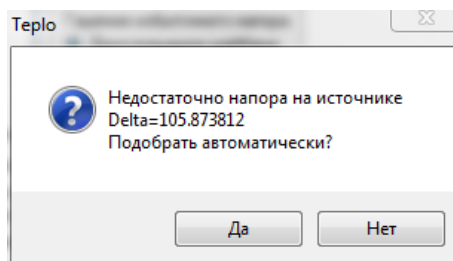
#### 1. Предупреждение Недостаточно напора на источнике Delta=X м. Где Delta необходимый напор.

САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=XX.

Контроль напора...  
 Недостаточно напора  $\Delta H=105.873812$   
 САМЫЙ ПЛОХОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=53

**Рисунок 13.5. Сообщение о самом плохом потребителе**

Данное сообщение выводится при нехватке располагаемого напора на потребителе, где  $\Delta H$  – значение напора которого не хватает, а ID (XX) – индивидуальный номер потребителя для которого нехватка напора максимальна.



**Рисунок 13.6. Сообщение о недостаточном напоре**

Дважды щелкните левой кнопкой мыши по сообщению о самом плохом потребителе: соответствующий потребитель замигает на экране.

Данная ошибка может вызвана несколькими причинами:

а. Некорректными данными. Если величина нехватки напора выходит за рамки реальных значений для данной сети, то имеет место ошибка при вводе исходных данных или ошибка при нанесении схемы сети на карту. Следует проверить правильно ли были занесены следующие данные:

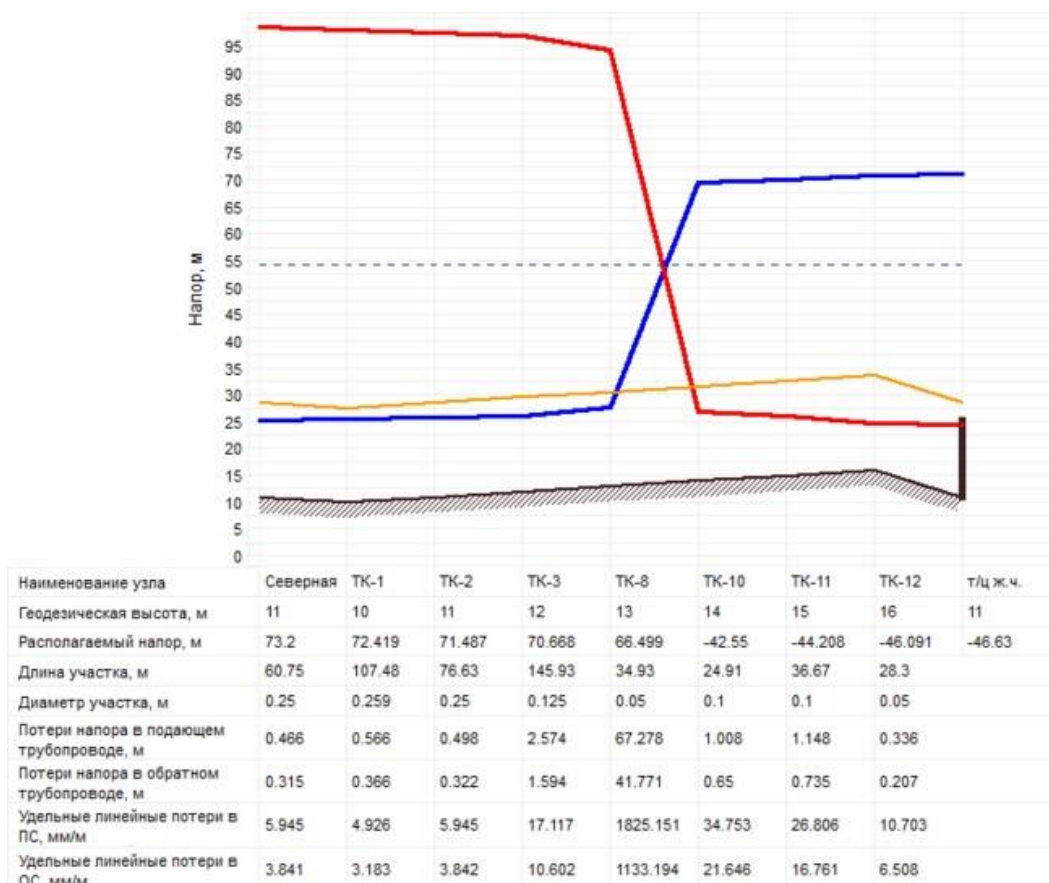
■ По источнику тепловой сети:

- Располагаемый напор - проверить значение величины расчетного располагаемого напора на источнике.

■ Параметры трубопроводов:

- Диаметры трубопроводов - проверить правильность занесения диаметров трубопроводов, например, был введен диаметр 0.05 м вместо 0.5 метра;
- Заращение трубопроводов - проверить значение заращения трубопроводов, данная величина сильно влияет на гидравлический режим сети, так как уменьшает диаметр трубопровода. Например, если диаметр 0.032 м, а заращение задано 5 мм, то фактический диаметр трубопровода будет  $32 - (5+5) = 22$  мм. Если заращение неизвестно, то данное значение задается равным 0;
- Сопротивление трубопроводов - при наличии сопротивления участков трубопроводов, которые получают в результате замеров, программа не учитывает значения диаметров, шероховатостей, заращений и местные сопротивления трубопроводов. Задавать сопротивления следует только при наличии результатов произведенных замеров.

Данные ошибки можно обнаружить с помощью построения пьезометрических графиков, например:



**Рисунок 13.7. Обнаружение ошибки с помощью пьезометрического графика**

На данном графике видно, что на одном из участков сети имеет место большое падение напора, очень высокие удельные линейные потери в трубопроводе. Причину можно обнаружить, если взглянуть на диаметры трубопроводов – после диаметра 125 мм установлен трубопровод диаметром 50 мм, а после него 100мм – нарушение телескопичности налицо;

■ По потребителям тепловой сети:

- Расчетные нагрузки на потребителях – проверить правильно ли были заданы расчетные нагрузки на потребителе. При введенной ошибочно большой нагрузки на потребителе соответственно ей возрастает расход теплоносителя протекающего по трубопроводам сети, как следствие возрастают потери напора;
- Расчетная схема присоединения – проверить соответствует ли заданная схема подключения действительности, то есть например если температура теплоносителя в подающем трубопроводе 110°C и расчетная температура воды на отопление 95°C, то схема подключения должна соответствовать данной температуре, то есть это должна быть схема со смешением (элеваторным или насосным), но ни в коем случае с прямым присоединением. В схемах со смешением часть расчетного расхода отбирается из подающей линии и часть из обратной линии, а в схемах с прямым присоединением весь расчетный расход доставляется по подающему трубопроводу, поэтому при неправильном задании схемы подключения (вместо смешения прямое присоединение) весь расчетный расход протекающий по подающему трубопроводу повлечет за собой большие потери напора;
- Расчетный располагаемый напор в СО – проверить заданную величину потерь напора в системе отопления, например при элеваторном присоединении СО минимально необходимый напор перед элеватором для преодоления гидравлического сопротивления элеватора и присоединенной к нему системы отопления (без учета гидравлического сопротивления трубопроводов, оборудования, приборов и арматуры до места присоединения элеватора) определяется по формуле:

$$\Delta H_{\text{эл. мин}} = 1.4 * \Delta H_{\text{СО}} * (1 + U)^2$$

где  $U$  - расчетный коэффициент смешения. При температурном графике  $150^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент смешения ( $U$ ) = 2.2 и введенном значении потерь напора в СО 1 м, минимальный напор перед элеватором будет составлять около 15 метров. При потерях напора в СО 3 м, минимальный напор уже 44 метра!

в. Гидравлическим режимом сети.

Если ошибки при вводе исходных данных отсутствуют, но нехватка напора существует и имеет реальное для данной сети значение, то в этой ситуации определение причины нехватки и способ ее устранения осуществляет сам специалист, работающий с данной тепловой сетью.

2. ID=XX 'Наименование потребителя' Опорожнение системы отопления (Н, м)

Данное сообщение выводится при недостаточном напоре в обратном трубопроводе для предотвращения опорожнения системы отопления верхних этажей здания, полный напор в обратном трубопроводе должен быть не менее суммы геодезической отметки, высоты здания плюс 5 метров на заполнение системы. Запас напора на заполнение системы может быть изменён в *настройках расчетов*.

XX – индивидуальный номер потребителя, у которого происходит опорожнение системы отопления, Н- напор, в метрах которого недостаточно;

3. ID=XX 'Наименование потребителя' Напор в обратном трубопроводе выше геодезической отметки на Н, м

Данное сообщение выдается при давлении в обратном трубопроводе выше допустимого по условиям прочности чугунных радиаторов (более 60 м. вод. ст.), где XX - индивидуальный номер потребителя и Н - превышающее геодезическую отметку значение напора в обратном трубопроводе.

Максимальный напор в обратном трубопроводе можно задать самостоятельно в *настройках расчетов*;

4. ID=XX 'Наименование потребителя' Не подобрать сопло элеватора. Ставим максимальный

Данное сообщение может появиться при наличии больших нагрузок на отопление или при неверном выборе схемы подключения, которая не соответствует расчетным параметрам. XX- индивидуальный номер потребителя, для которого не подобрать сопло элеватора;

5. ID=XX 'Наименование потребителя' Не подобрать сопло элеватора. Ставим минимальный

Данное сообщение может появиться при наличии очень малых нагрузок на отопление или при неверном выборе схемы подключения, которая не соответствует расчетным параметрам. XX- индивидуальный номер потребителя, для которого не подобрать сопло элеватора.

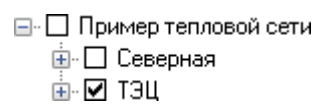
## 13.4. Остальные ошибки

1. Ошибка Z044: Не выбран ни один источник для расчета.

Анализ топологии...  
Ошибка Z044: Не выбран ни один источник для расчета  
Расчет окончен!

### Рисунок 13.8. Ошибка, не выбран источник для расчета

Данная ошибка появляется, если в панели гидравлических расчетов ZuluThermo™ не был отмечен ни один источник. Чтобы отметить источник рассчитываемой сети нужно левой клавишей мыши установить галочку в окне напротив наименования источника. Если в слое несколько источников тепла, не связанных между собой, то можно выделить только нужные:



**Рисунок 13.9. Выбор источника для расчета**

---

# Глава 14. Коммутационные задачи

## 14.1. Цель расчета

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений 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.

Смотрите также:

- Описание и методика расчета итоговых значений (см. раздел 14.2 «Описание и методика расчета итоговых значений», стр.183);
- запуск расчета (см. раздел 14.3 «Запуск расчета», стр.184);
- анализ переключений (см. раздел 14.4 «Анализ переключений», стр.185);
- поиск в слое подложке (см. раздел 14.5 «Поиск в слое-подложке», стр.188);
- настройки (см. раздел 14.6 «Настройки», стр.188);
- работа со списком объектов (см. раздел 14.7 «Работа со списком объектов», стр.193);
- работа с браузером результатов расчета (см. раздел 14.8 «Просмотр результатов расчета», стр.194).

## 14.2. Описание и методика расчета итоговых значений

### 14.2.1. Объем воды в подающем и обратном трубопроводе

Суммируются объемы воды во всех попавших под отключение участках сети. Объем каждого участка вычисляется по формуле:

$$V_i = L_i \cdot D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4}, \text{ м}^3$$

где,  $L_i$  - длина участка, м;  $D_i$  - диаметр подающего (обратного) трубопровода, м.

### 14.2.2. Расчетная нагрузка на отопление

Суммируются расчетные нагрузки на отопление по каждому потребителю

### 14.2.3. Расчетная нагрузка на вентиляцию

Суммируются расчетные нагрузки на вентиляцию по каждому потребителю

### 14.2.4. Расчетная средняя нагрузка на ГВС

Суммируются расчетные средние нагрузки на ГВС по каждому потребителю

### 14.2.5. Объем внутренних систем теплоснабжения

Рассчитывается исходя из следующей зависимости:



$$V_{\text{сист}} = Q_{\text{сист}} \cdot v, \text{ м}^3$$

$Q_{\text{сист}}$  - расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Гкал/ч;

$v$  - удельный объем воды, принимаемый в зависимости от вида основного теплопотребляющего оборудования, (м³\*ч)/Гкал.

## 14.2.6. Объем воды в системе отопления

Значения удельного объема воды ( $v$ ) в системе отопления с радиаторами высотой 1000 мм при различных перепадах температур:

	Перепад температур воды в системе теплоснабжения, °C					
	95-70	110-70	130-70	140-70	150-70	180-70
$v$	31	28.2	24.2	23.2	21.6	18.2

## 14.2.7. Объем воды в системе вентиляции

Значения удельного объема воды ( $v$ ) в системе вентиляции при различных перепадах температур:

	Перепад температур воды в системе теплоснабжения, °C					
	95-70	110-70	130-70	140-70	150-70	180-70
$v$	8.5	7.5	6.5	6	5.5	4.4

## 14.2.8. Объем воды в системе ГВС


Удельный объем воды ( $v$ ) на заполнение местных систем горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения определяется из расчета 6 (м³\*ч)/Гкал.

## 14.2.9. Суммарный объем воды

Суммируются объем воды в подающем, обратном трубопроводе и объем воды внутренних систем теплоснабжения.

## 14.3. Запуск расчета

Для запуска коммутационных задач:

1. Выполните команду главного меню *Задачи|Коммутационные задачи* или нажмите кнопку  панели инструментов. Появится диалоговое окно *Коммутационные задачи*, (Рис.14.1).

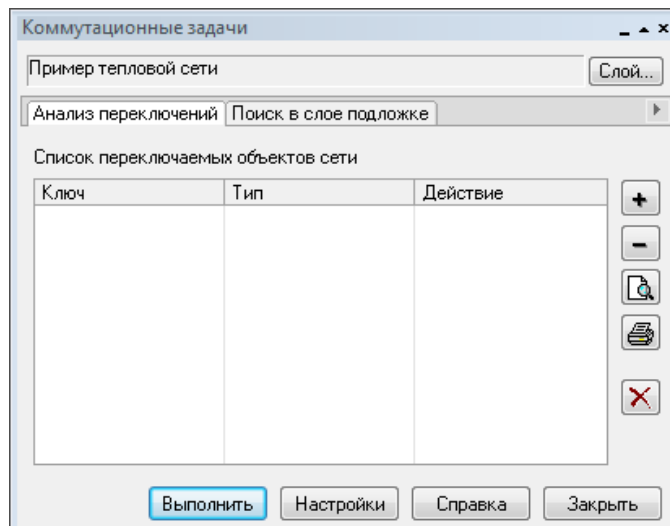


Рисунок 14.1. Диалог «Коммутационные задачи»

2. Нажмите кнопку **Слой...** и в появившемся диалоговом окне (Рис.14.2) с помощью левой кнопки мыши выберите слой тепловой сети. Нажмите кнопку **ОК**.

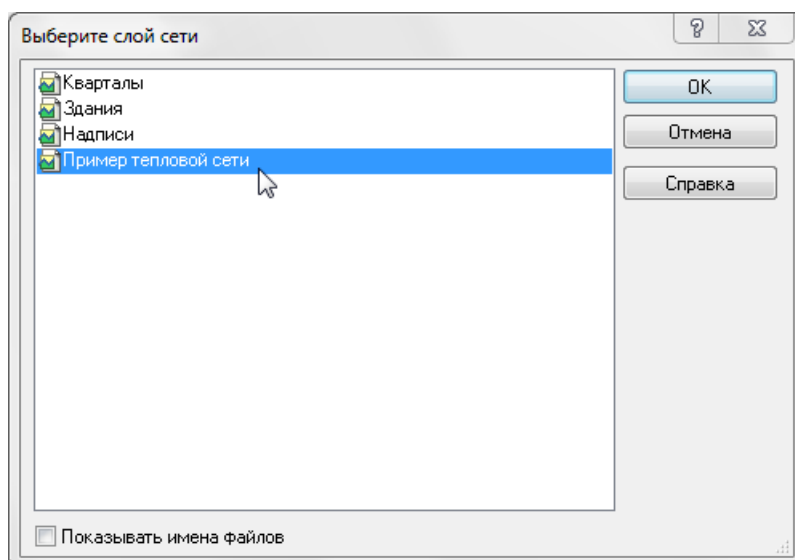


Рисунок 14.2. Диалог выбора слоя

3. Нажмите кнопку **ОК**. Далее можно провести анализ переключений (см. раздел 14.4 «Анализ переключений», стр.185) или поиск в слое-подложке (см. раздел 14.5 «Поиск в слое-подложке», стр.188).


## 14.4. Анализ переключений

При анализе переключений определяется, 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.

## 14.4.1. Запуск анализа переключений

Для запуска Анализа переключений:

1. Запустите Коммутационные задачи (см. раздел 14.3 «Запуск расчета», стр.184);
2. Выберите вкладку *Анализ переключений*;
3. Нажмите кнопку **Настройки** для вызова диалога настроек программы (Подробнее о настройке см. раздел 14.6 «Настройки», стр.188);
4. В режиме Выделить выберите на карте запорное устройство (участок), для которого будет производиться отключение (слой при этом должен быть активным, либо удерживайте при выделении объекта клавиши Ctrl+Shift);
5. Нажмите кнопку  панели. Выбранный объект добавится в список переключаемых объектов сети в диалоговом окне. (Рис.14.3).

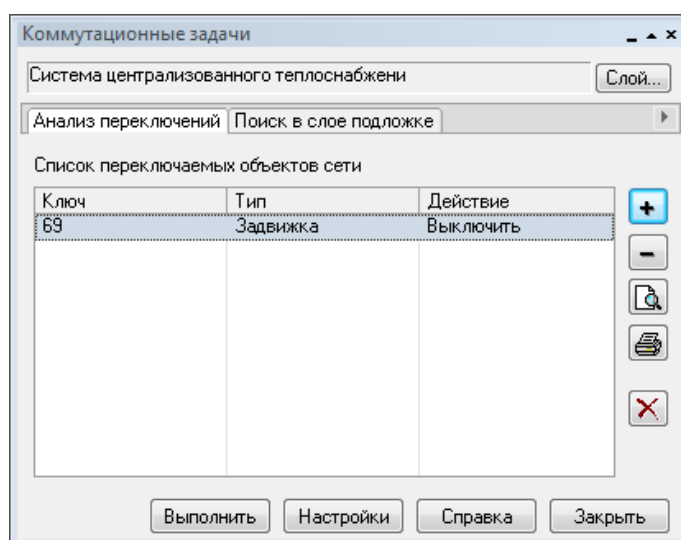


Рисунок 14.3. Список переключаемых объектов

После выбора на карте автоматически отобразится в виде расцветки расчетная зона отключенных участков сети. (Рис.14.4).

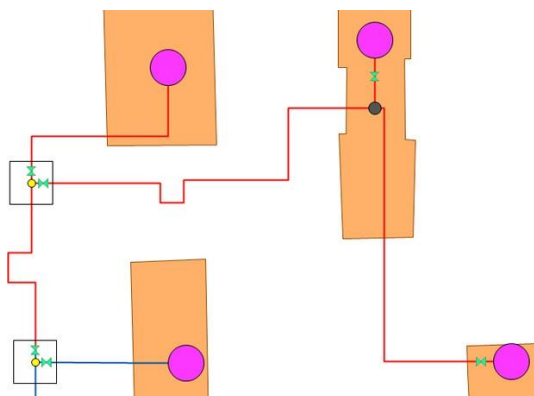



Рисунок 14.4. Отображение отключений на карте

Для удаления объекта из списка выделить его в списке и нажать кнопку . При передвижении по списку, на карте автоматически выделяется соответствующий объект;

6. Выберите в поле *Действие* необходимый вид переключения (Рис.14.5). Этот пункт выполнять при необходимости.

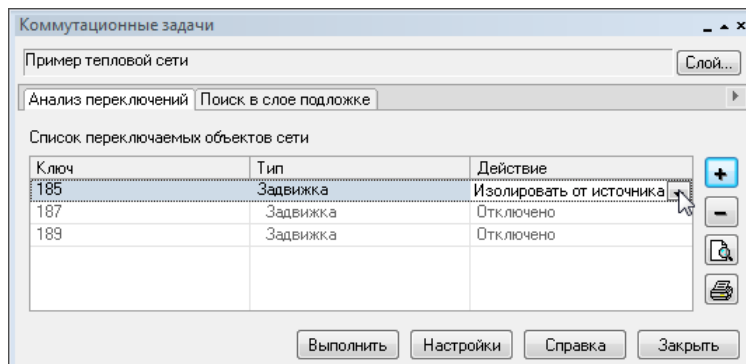



Рисунок 14.5. Работа в окне Коммутационные задачи

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.
7. Нажмите кнопку **Выполнить**. В результате выполнения задачи появится браузер *Просмотр результата*, содержащий табличные данные результатов расчета (Рис.14.6). Подробнее о работе с браузером результатов расчета см. раздел 14.8 «Просмотр результатов расчета», стр.194. Вкладки браузера содержат таблицы попавших под отключение объектов сети и итоговые значения результатов расчета.

Потребитель - Здания	Тепловая камера	Потребитель	Итоговые значения
Параметр	Значение		
Объем воды в подающем тр., куб.м	0.160339		
Объем воды в обратном тр., куб.м	0.160339		
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.916000		
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.000000		
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.190100		
Объем воды в системе отопления, куб.м	19.785600		
Объем воды в системе вентиляции, куб.м	0.000000		
Объем воды в системе ГВС, куб.м	1.140600		
Суммарный объем воды, куб. м	21.246878		

Рисунок 14.6. Окно результатов расчета

При необходимости можно удалить раскраску с карты с помощью кнопки .

## 14.5. Поиск в слое-подложке

Позволяет осуществить поиск в заданном слое (обычно слой зданий) - подложке объектов, местоположение которых совпадает с местоположением потребителей в слое сети. Результаты поиска отображаются на карте в виде тематической раскраски объектов слоя-подложки и выводятся в отчет.

1. Выберите вкладку **Поиск в слое подложке**.

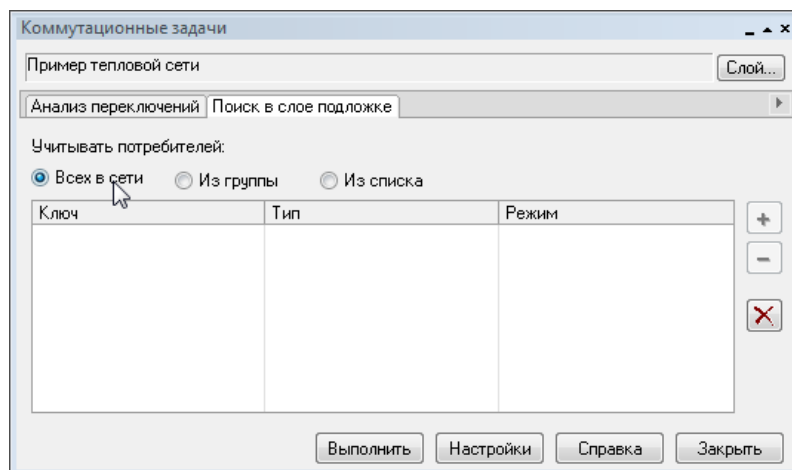




Рисунок 14.7. Окно поиска слоя в подложке


2. Выберите с помощью переключателей **Учитывать потребителей** необходимые условия поиска.

- **Всех в сети** – поиск будет осуществляться для всех потребителей в слое сети, дополнительных настроек производить не надо, и можно сразу производить поиск;
- **Из группы** – поиск будет осуществляться для потребителей, входящих в текущую группу в слое сети;
- **Из списка** – поиск будет осуществляться для потребителей, которых пользователь добавит в список. Для этого следует выделить в режиме  на карте потребителя, для которого необходимо произвести поиск. Нажать кнопку  на панели диалога. Выбранный потребитель добавится в список в диалоговом окне. Таким же образом добавьте в список всех необходимых для поиска потребителей (Подробнее о работе со списком см. раздел 14.7 «Работа со списком объектов», стр.193).

3. Нажмите кнопку **Выполнить**.

## 14.6. Настройки

Для вызова диалога **Настройки**:

- Запустите Коммутационные задачи (, см. раздел 14.3 «Запуск расчета», стр.184);
- Нажмите кнопку **Настройка** (Рис.14.8).

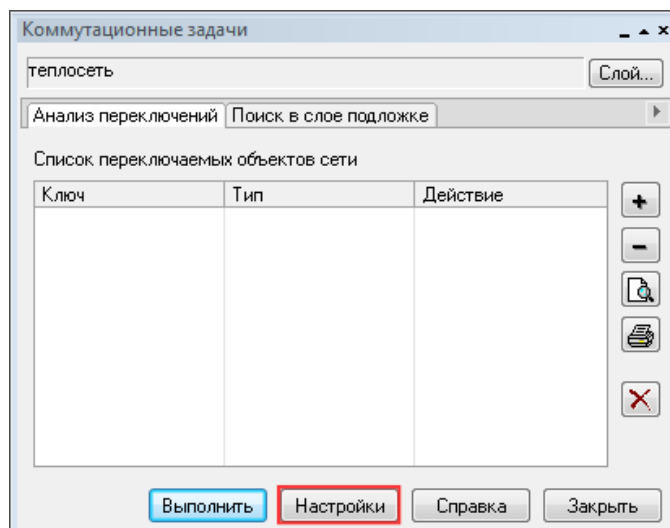


Рисунок 14.8. Настройки коммутационных задач

Открывшийся диалог настроек имеет следующие вкладки:

### 14.6.1. Слой сети

В списке **Выберите слой сети** выберите нужный слой сети и укажите вид сети (Тепловая сеть) в списке **Выберите вид сети** для правильного расчета итоговых значений, (Рис.14.9).

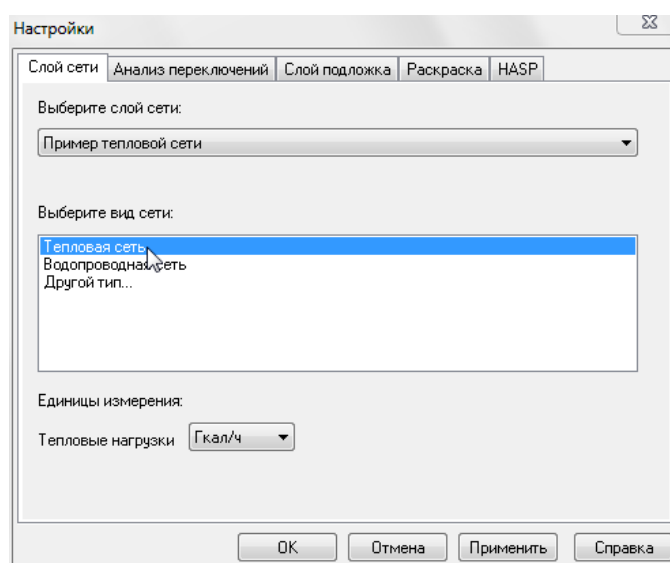
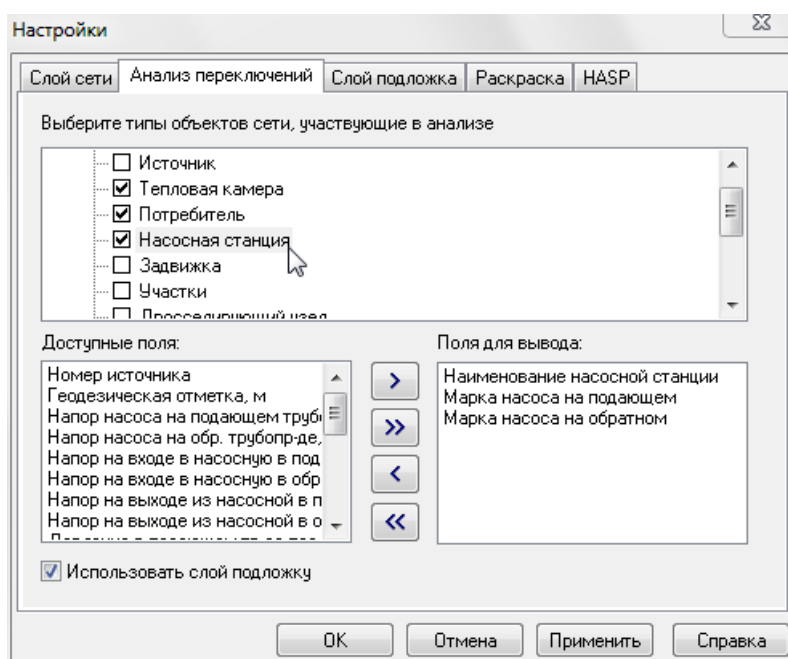


Рисунок 14.9. Вкладка «Слой сети» диалога «Настройки»

## 14.6.2. Анализ переключений







**Рисунок 14.10. Настройка анализа переключений**

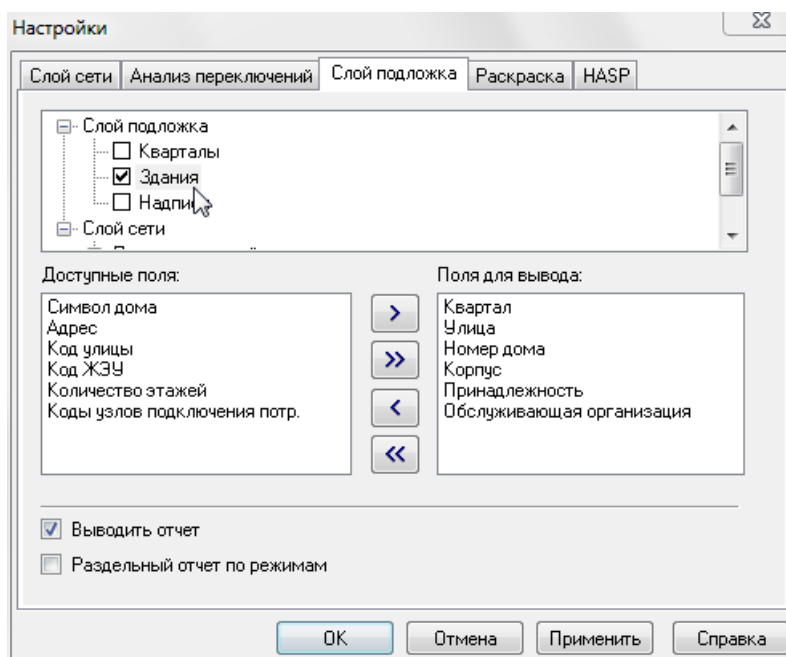
В списке *Выберите типы объектов сети, участвующие в анализе* отображается перечень всех типов для выбранного слоя сети. Для того чтобы определенный тип элементов сети вошел в отчет по поиску изменений в сети, необходимо включить его в списке типов и выбрать нужные поля для вывода в отчет.

Для включения типа в отчет с помощью левой кнопки мыши установите флажок рядом с нужным объектом (Рис.14.10).

При выделении названия объекта в верхней части окна, в списке *Доступные поля* отобразится список всех полей базы данных выбранного объекта, которые могут быть включены в отчет. В списке *Поля для вывода* отобразится список полей, которые были выбраны для включения в отчет.

Для включения нужных полей в отчет следует выделить необходимые поля в левом списке, и нажать кнопку . Выбранные поля перейдут в правый список. Для того чтобы добавить сразу все поля нужно нажать кнопку . И наоборот, с помощью кнопок  и  поля удаляются из правого списка.

### 14.6.3. Слой подложка

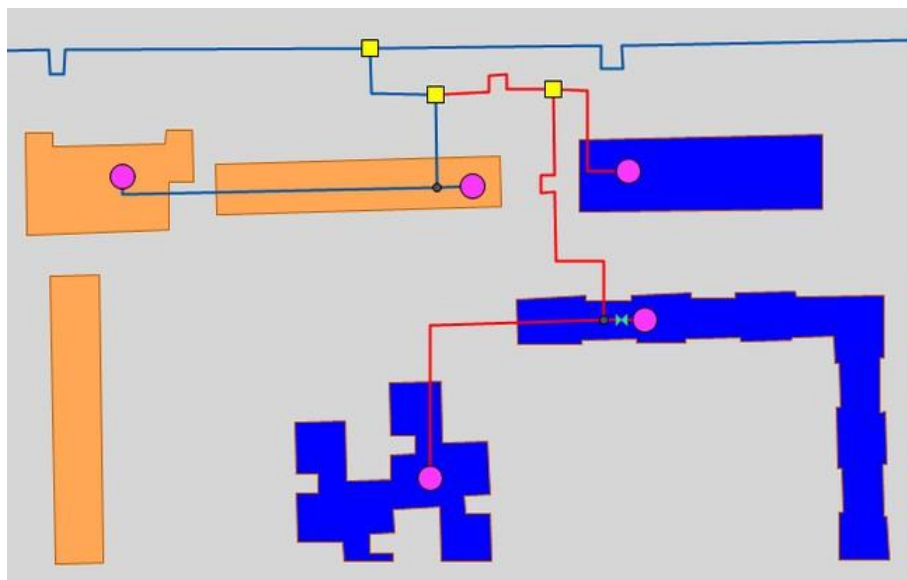


**Рисунок 14.11. Настройка слоя-подложки**

Слой-подложка – это слой, в котором будет осуществляться поиск и раскраска объектов, попадающих под потребителей сети. (Обычно слой зданий).

Для выбора слоя подложки следует установить флажок рядом с требуемым слоем в верхнем списке вкладки.

Объекты выбранного слоя подложки будут раскрашены в зависимости от состояния потребителя изображенного на этом объекте, например, здания будут окрашены под выключенными потребителями (см. Рис.14.12).







**Рисунок 14.12. Отображение отключений на тематической раскраске**

Для того чтобы получить информацию о зданиях, попавших под отключение следует установить флажок **Выводить отчет**.

Для того чтобы получить информацию по объектам из слоя подложки следует выделить курсором название слоя подложки, в списке **Доступные поля** вкладки отобразятся поля, которые могут быть



добавлены в отчет. В списке **Поля для вывода** отобразится список полей, которые были выбраны для включения в отчет.

Для включения нужных полей в отчет выделите поля в списке **Доступные поля** и нажмите кнопку . Выбранные поля перейдут в список **Поля для вывода**. Для того чтобы добавить сразу все поля нажмите кнопку . И наоборот, вы можете с помощью кнопок  и  удалять поля из правого списка.

При установленном флажке **Раздельный отчет по режимам** в броузере **Просмотр результата** результаты поиска группируются в отдельные таблицы, в зависимости от режимов потребителей.

## 14.6.4. Раскраска

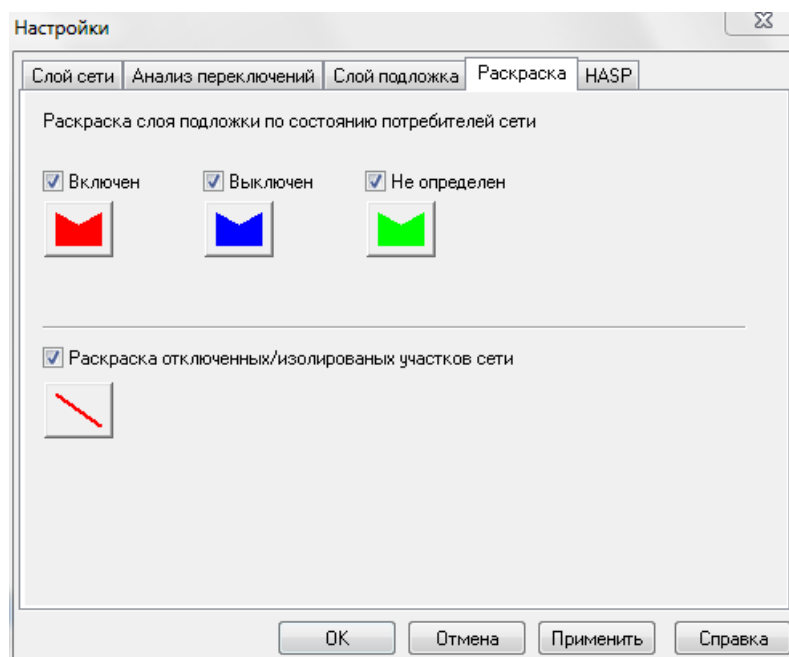


Рисунок 14.13. Настройка раскраски слоя подложки

В верхней части диалога под строкой **Раскраска слоя подложки по состоянию потребителей сети** задаются стили и цвета заливки площадных объектов слоя подложки в зависимости от режима соответствующих потребителей. Заданный стиль для состояния используется только при установке соответствующего флажка. Для задания стиля и цвета заливки нужного режима нажмите кнопку под названием состояния. В открывшемся диалоге (см. Рис.14.14) выберите нужные параметры.

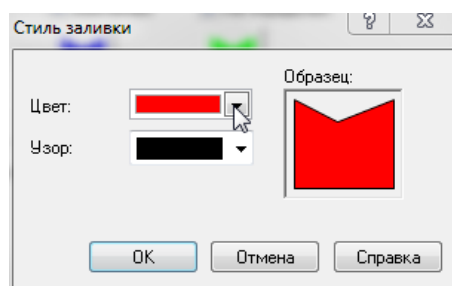


Рисунок 14.14. Настройка раскраски площадных объектов

Режим **Не определен** соответствует ситуации, когда на один объект слоя подложки попадает несколько потребителей с разными режимами.

При установке флажка **Раскраска отключенных/изолированных участков сети** также задается задать стиль и цвет участков сети отключенных/изолированных от источников. Для задания нужного стиля и цвета нажмите кнопку под флажком. В появившемся диалоге выберите нужные параметры.

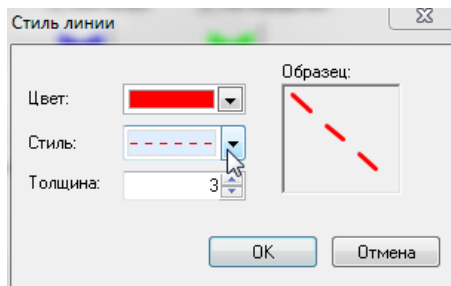




Рисунок 14.15. Раскраска отключенных/изолированных участков сети

## 14.7. Работа со списком объектов



В список объектов вы можете добавлять необходимые объекты из активного слоя карты. Для этого надо:

1. В режиме Выделить выберите на карте запорное устройство (участок), для которого будет производиться отключение (слой при этом должен быть активным, в противном случае требуется удерживать при выделении объекта Ctrl+Shift);
2. Нажмите кнопку . Объект добавится в список.

Для удаления объекта из списка:

1. Выберите его в списке;
2. Нажать кнопку .

При передвижении по списку, на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.

При выбранной вкладке *Анализ переключений*, с помощью кнопок  и  вы можете просмотреть и распечатать отчет по списку объектов. Поля для подготовки отчета берутся из настроек соответствующего типа объекта сети (Подробнее о настройке анализа переключений см. раздел 14.4 «Анализ переключений», стр.185).

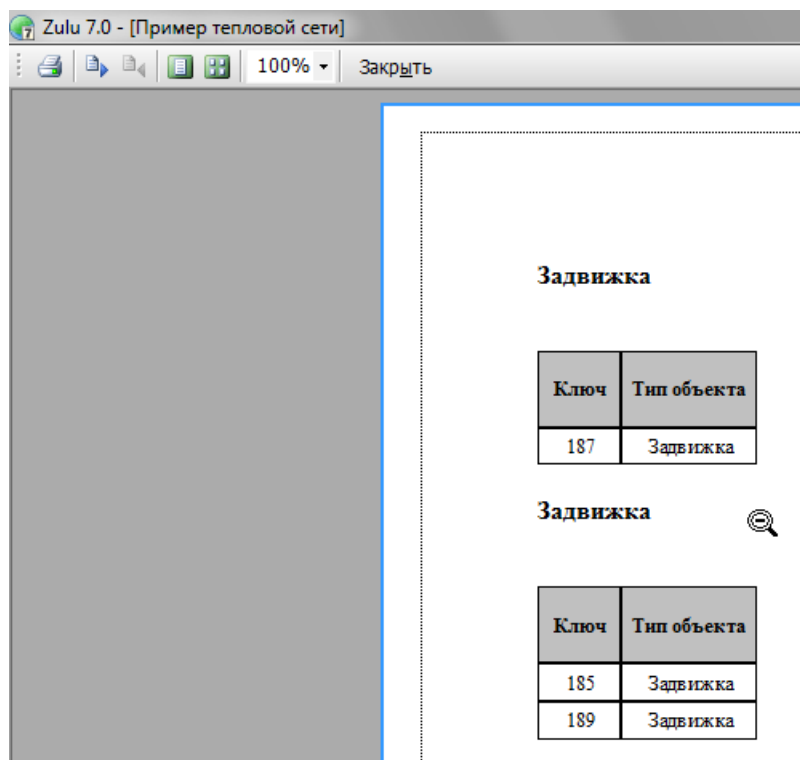


Рисунок 14.16. Отчет по списку отключаемых объектов

## 14.8. Просмотр результатов расчета

После запуска анализа переключений на экране сразу появляется окно с результатами расчета, показанное на Рис.14.17. Вкладки окна содержат таблицы попавших под отключение объектов сети (если указано в настройках) и итоговые значения результатов расчета.

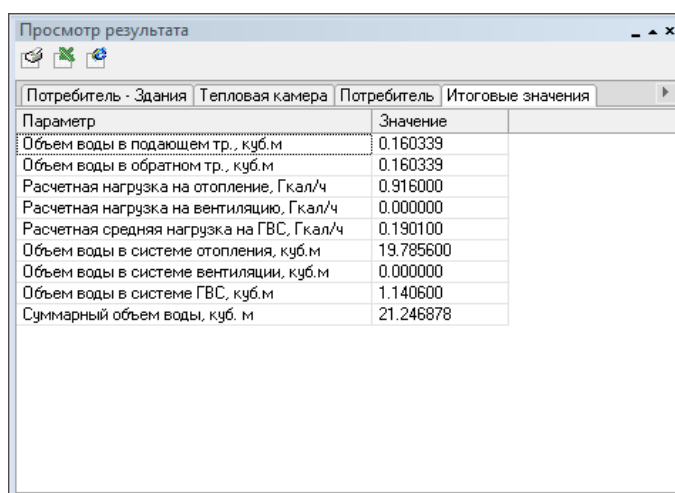
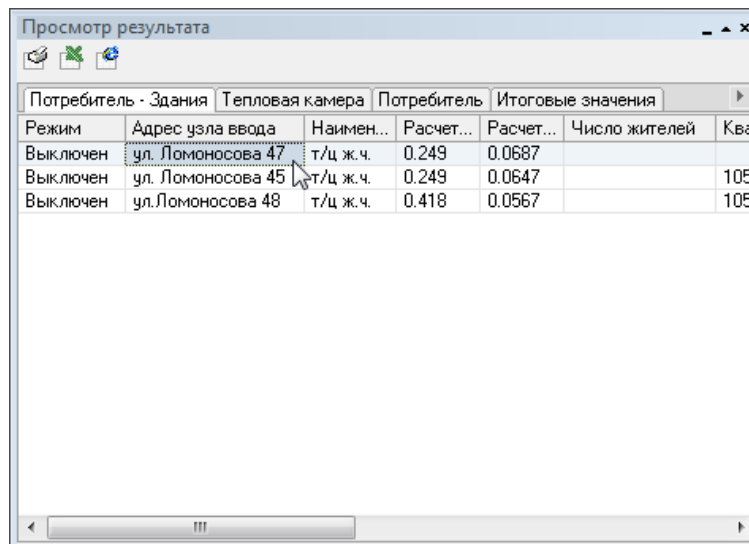


Рисунок 14.17. Окно результатов расчета

### 14.8.1. Навигация

Окно *Просмотр результата* содержит табличные данные результатов расчета, а также таблицы попавших под отключения объектов. Для того, чтобы сделать активной нужную таблицу щелчком левой кнопкой мыши выберите соответствующую вкладку, например, *Потребитель*, как показано на Рис.14.18.



Режим	Адрес узла ввода	Наимен...	Расчет...	Расчет...	Число жителей	Ква
Выключен	ул. Ломоносова 47	т/ц ж.ч.	0.249	0.0687		
Выключен	ул. Ломоносова 45	т/ц ж.ч.	0.249	0.0647		105
Выключен	ул. Ломоносова 48	т/ц ж.ч.	0.418	0.0567		105

Рисунок 14.18. Поиск выключенного объекта на карте


При выделении записи в таблице, на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.

## 14.8.2. Печать отчета

Для создания отчета по табличным данным результатов расчета :

1. Перейдите на нужную вкладку. (*Потребитель, Итоговые значения* и т.д.);

2.

Нажмите кнопку . Появится диалог создания отчета. (см. Рис.14.19).

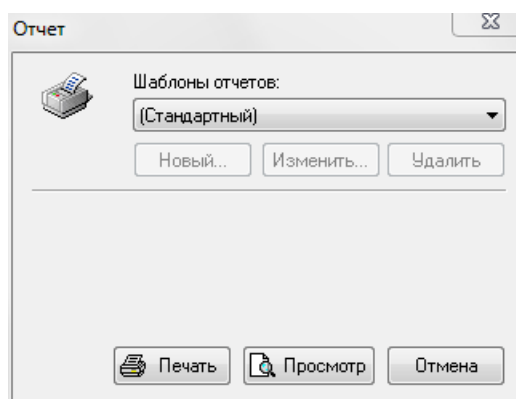


Рисунок 14.19. Диалог создания отчета

3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку *Просмотр*. Для печати отчета нажмите кнопку *Печать*.

## 14.8.3. Экспорт в MS Excel

Для экспорта в электронную таблицу MS Excel табличных данных результатов расчета:

1.

Нажмите кнопку . Появится диалог экспорта в MS Excel. (см. Рис.14.20).

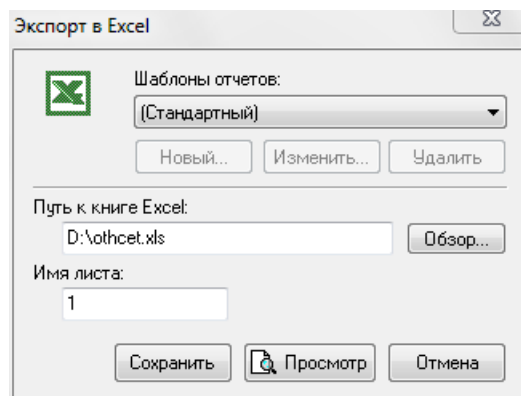


Рисунок 14.20. Диалог экспорта в Excel

2. В строке *Путь к книге Excel* нажмите кнопку *Обзор* и укажите путь и имя сохраняемого файла. В поле *Имя листа* введите имя листа, в который будут сохранены данные;
3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку *Просмотр*;
4. Нажмите кнопку *Сохранить*.

## 14.8.4. Экспорт в HTML

Для экспорта в HTML страницу табличных данных результатов расчета:

1. Нажмите кнопку . Появится диалог экспорта в HTML. (см. Рис.14.21).

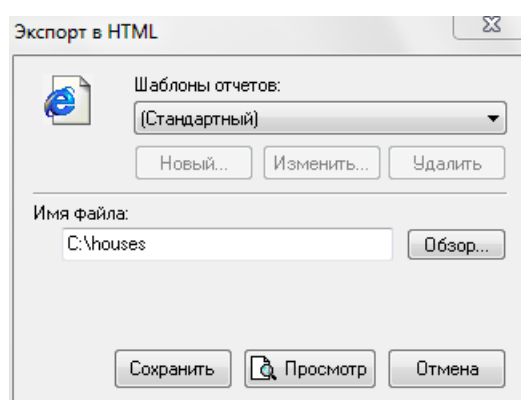


Рисунок 14.21. Диалог экспорта в Html

2. В строке *Имя файла* нажмите кнопку *Обзор* и укажите путь и имя создаваемого HTML-файла;
3. Для предварительного просмотра отчета нажмите кнопку *Просмотр*;
4. Нажмите кнопку *Сохранить*.


# Глава 15. Пьезометрический график

Одним из основных инструментов анализа результатов расчетов для тепловых сетей является пьезометрический график. Этот график изображает линии изменения давления в узлах сети по выбранному маршруту, например, от источника до одного из потребителей.

Пьезометрический график строится по указанному пути. Путь указывается автоматически, достаточно определить его начальный и конечный узлы. Если путей от одного узла до другого может быть несколько, то по умолчанию путь выбирается самый короткий, в том случае если нужен другой путь, то надо указать промежуточные узлы.

## 15.1. Построение пьезометрического графика

Для того чтобы построить пьезометрический график:

1. Нажмите на панели навигации кнопку **Поиск** пути  ;
2. Подведите курсор мыши к начальному объекту (например, к насосу) и нажмите левую кнопку мыши, после чего на выбранном объекте будет установлен красный флажок (см. Рис.15.1a);
3. Щелчком левой кнопкой мыши поставьте флажок на конечном объекте (например, проблемном потребителе). При существовании нескольких маршрутов до конечного узла (в кольцевых сетях) установите флажки на промежуточных узлах сети (см. Рис.15.1b). Также можно указать участки, по которым не будет проходить маршрут. Для этого, удерживая клавишу Ctrl, щелкните левой кнопкой мыши по тем участкам, по которым не будет проходить маршрут, они отметятся красным крестиком;
4. Подведите курсор к конечному узлу и установите флажок двойным нажатием левой кнопки мыши, в результате на конечном узле будет установлен флажок, а выбранный маршрут для построения графика высветится красным цветом (см. Рис.15.1 c);

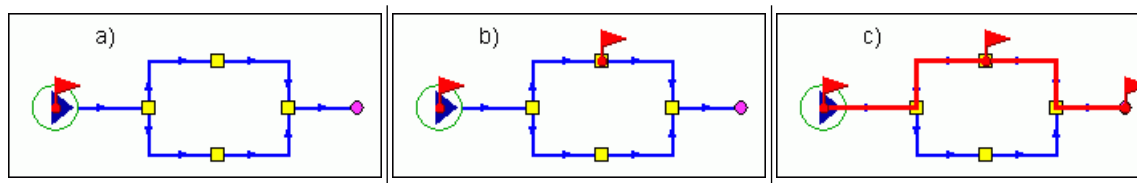


Рисунок 15.1. Построение пьезометрического графика

5. Нажмите кнопку **Пьезометрический график**  для построения графика и открытия окна пьезометрического графика (см. Рис.15.2).

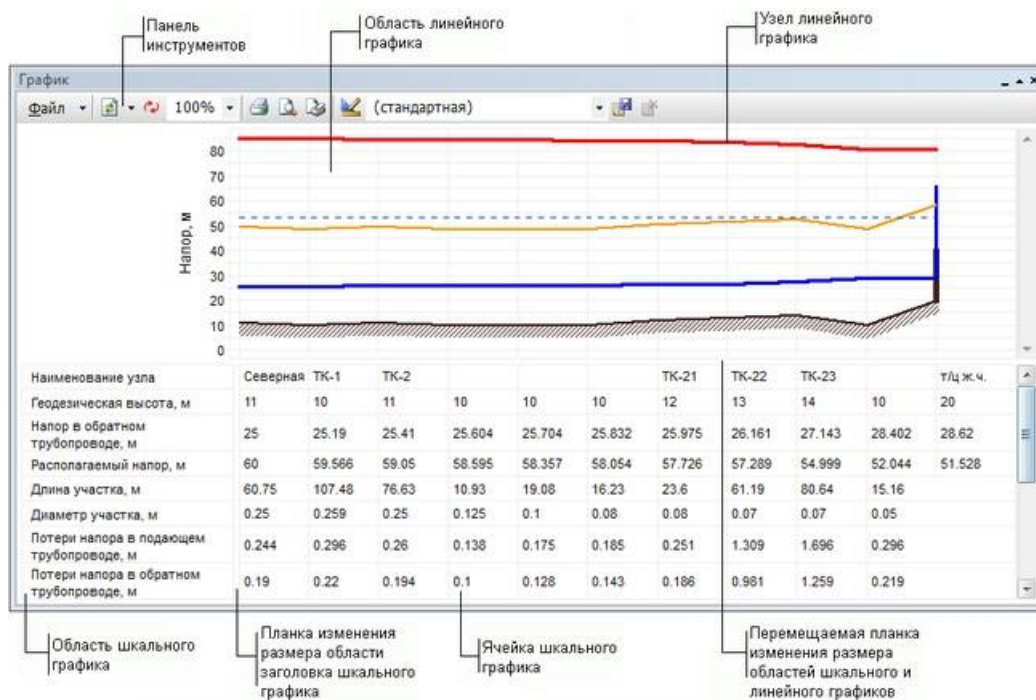


Рисунок 15.2. Окно пьезометрического графика

На пьезометрическом графике отображаются:

- линия давления в подающем трубопроводе красным цветом;
- линия давления в обратном трубопроводе синим цветом;
- линия поверхности земли пунктиром;
- линия статического напора голубым пунктиром;
- линия давления вскипания оранжевым цветом.

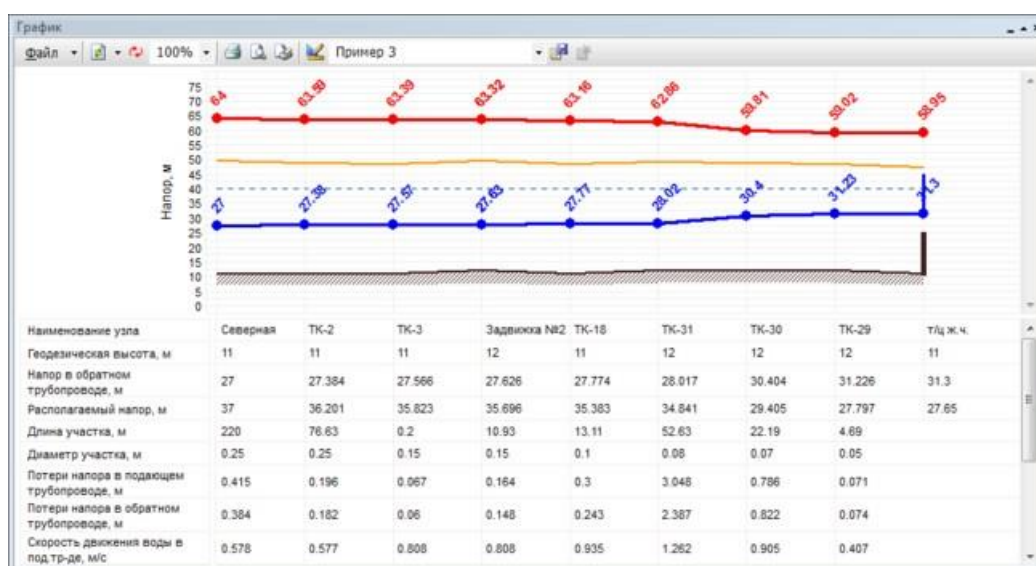

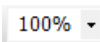









Рисунок 15.3. Пример пьезометрического графика

## 15.1.1. Панель инструментов пьезометрического графика

- - кнопка обновления или добавления графика. Для выбора нажмите и в открывшемся меню выберите требуемый пункт:

- **Обновить** для перестроения графика после изменения пути или после изменения параметров;
- **Добавить** для добавления нового графика к существующему, при этом первый график будет отображаться затененным цветом.
-  - кнопка разворота пьезометрического графика. Меняются местами начало и конец пути графика;
-  - изменение размера графика. Для выбора размера нажать ▼ и выбрать желаемый размер в процентах от исходного;
-  - кнопка выбора принтера и запуска печати пьезометрического графика;
-  - кнопка предварительного просмотра страницы распечатываемого пьезометрического графика;
-  - кнопка редактирования макета страницы, изменение ориентации листа, изменения размера полей страницы;
-  - кнопка изменения или создания шаблона графика;
-  - окно выбора шаблона пьезометрического графика, для выбора нажмите ▼ и в открывшемся меню выберите требуемый шаблон, по умолчанию используется стандартный;
-  - кнопка сохранения нового шаблона пьезометрического графика;
-  - кнопка удаления шаблона пьезометрического графика. Маршрут строится автоматически, достаточно указать его начальный и конечный узлы. Если путей от одного узла до другого может быть несколько, то достаточно указать ряд промежуточных узлов.

## 15.2. Сохранение пьезометрического графика

Для того чтобы определенный пьезометрический график всегда можно было открыть и просмотреть, график можно сохранить в файл.

Для сохранения графика:

1. После построения пьезометрического графика выберите в диалоговом окне **График** меню **Файл|Сохранить** (для сохранения копии графика **Файл|Сохранить как**);
2. В появившемся диалоговом окне укажите путь и в строке **Имя файла** задать имя для сохраняемого графика;
3. Нажмите кнопку **Сохранить**.

Для открытия ранее сохраненного графика:

1. В диалоговом окне **График** выберите пункт меню **Файл|Открыть**;
2. В появившемся окне укажите файл для открытия и нажмите кнопку **Открыть**.

К сохраняемому графику можно добавить комментарий или примечание, для этого:

1. В диалоговом окне **График** выберите пункт меню **Файл|Варианты**;
2. В появившемся окне **Варианты графика** нажмите кнопку **Добавить**, после чего появится окно, в котором будет предложено внести комментарий к графику;
3. Введите комментарий, нажмите кнопку **ОК**;



4. Нажмите кнопку **Заккрыть** для окончания ввода комментариев.

После добавления комментариев пьезографик обязательно надо сохранить.

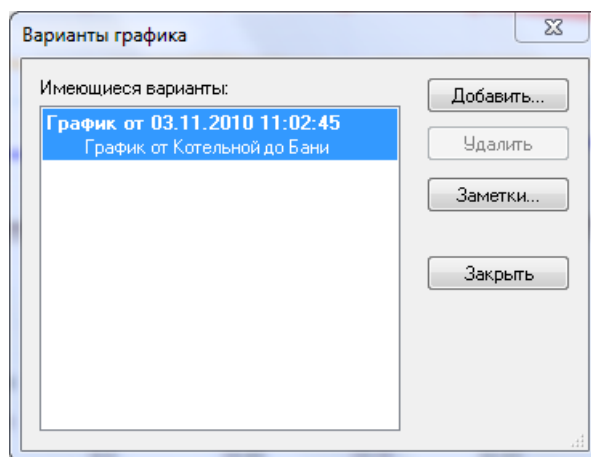


Рисунок 15.4. Варианты графика

## 15.3. Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel

Для сохранения пьезометрического графика в Microsoft Word™ или Excel™:

1. Чтобы скопировать весь пьезографик, в любом месте пьезометрического графика нажмите правую клавишу мыши, после чего в открывшемся контекстном меню выберите пункт **Выделить все** (см. Рис.15.5). В результате весь график выделится рамкой.

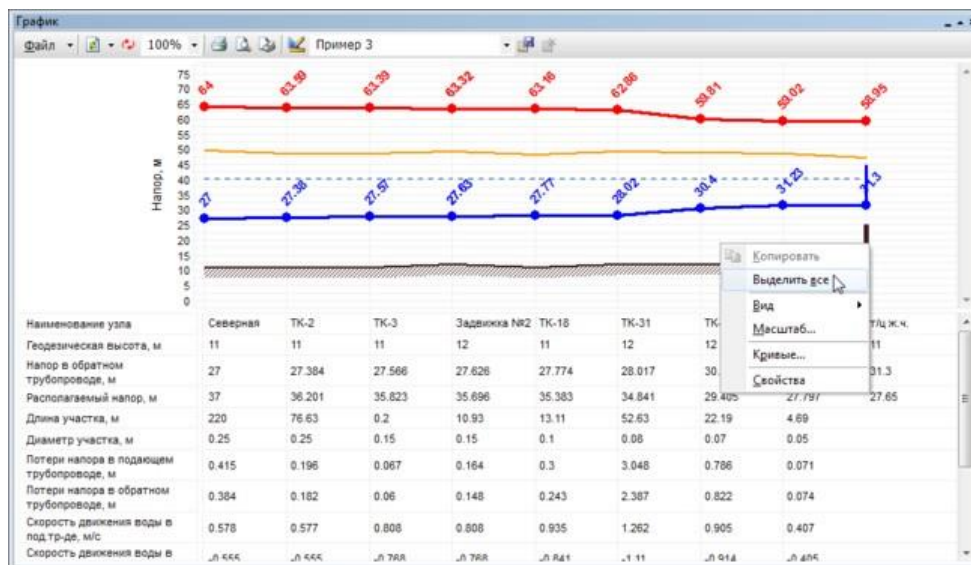


Рисунок 15.5. Выделение всего пьезометрического графика

Если нужно копировать только шкальную часть пьезометрического графика то для этого выделите область таблицы графика, которую необходимо перенести, нажав на левую клавишу мыши и удерживая ее растяните область копирования до необходимых размеров, (см. Рис.15.6).

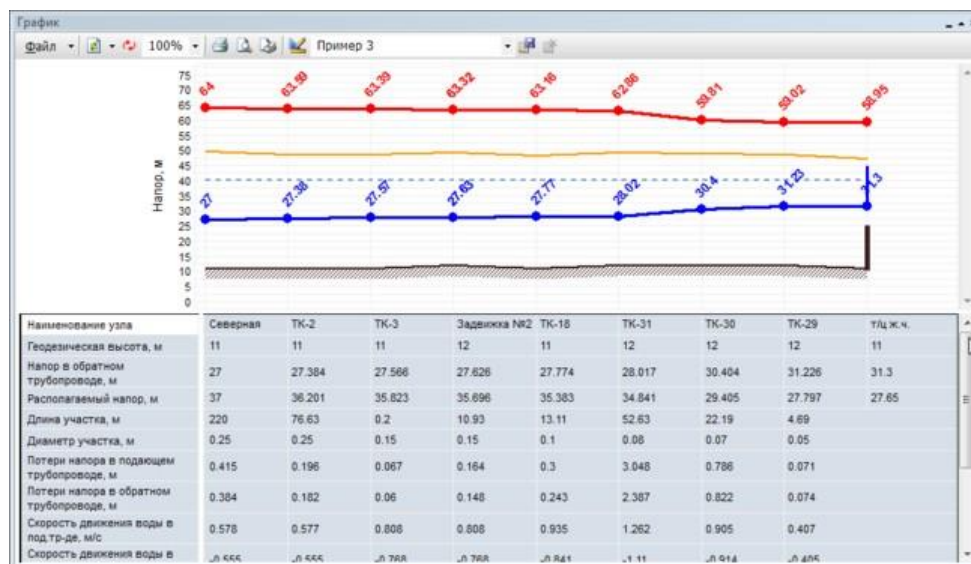


Рисунок 15.6. Выделение графика под таблицей

2. При копировании всего пьезографика нажмите правую кнопку мыши в любом месте графика, а при копировании только шкальной части щелкните правой кнопкой в выделенной области и в появившемся контекстном меню выберите пункт **Копировать**;
3. Для того чтобы вставить скопированный график откройте программу, например Word или Excel, установите курсор в необходимое место документа, нажмите правую кнопку мыши и в открывшемся контекстном меню выберите пункт **Вставить**.

## 15.4. Экспорт пьезометрического графика

Система позволяет экспортировать пьезометрический график в форматы BMP (\*.bmp) и Enhanced Metafile (\*.emf).

Для экспорта пьезометрического графика:

1. В окне **График** выберите пункт меню **Файл|Экспорт...**;
2. В появившемся диалоговом окне в строке **Имя файла** задайте имя и путь для нового файла;
3. В строке **Тип файла** выберите тип файла, который нужно получить в результате экспорта;
4. Нажмите кнопку **Сохранить**;
5. При экспорте в формат bmp можно дополнительно изменить параметры экспортируемого файла:

При экспорте в формат emf можно изменить только размеры документа;


6. Нажмите кнопку **ОК**.

## 15.5. Совмещение пьезометрических графиков

Пьезометрические графики можно совмещать (накладывать друг на друга), для этого:

1. Постройте первый пьезографик (см. раздел 15.1 «Построение пьезометрического графика», стр.197) или откройте ранее сохраненный график (см. раздел см. раздел 15.2 «Сохранение пьезометрического графика», стр.199);
2. Отметьте новый путь для построения второго графика или используйте оставшийся;

3.

В окне График нажать на  кнопки и в открывшемся меню выбрать пункт Добавить. После чего новый график будет наложен на предыдущий. При этом первый график будет прорисован более тусклым цветом, а второй график более ярким. (см. Рис.15.7).

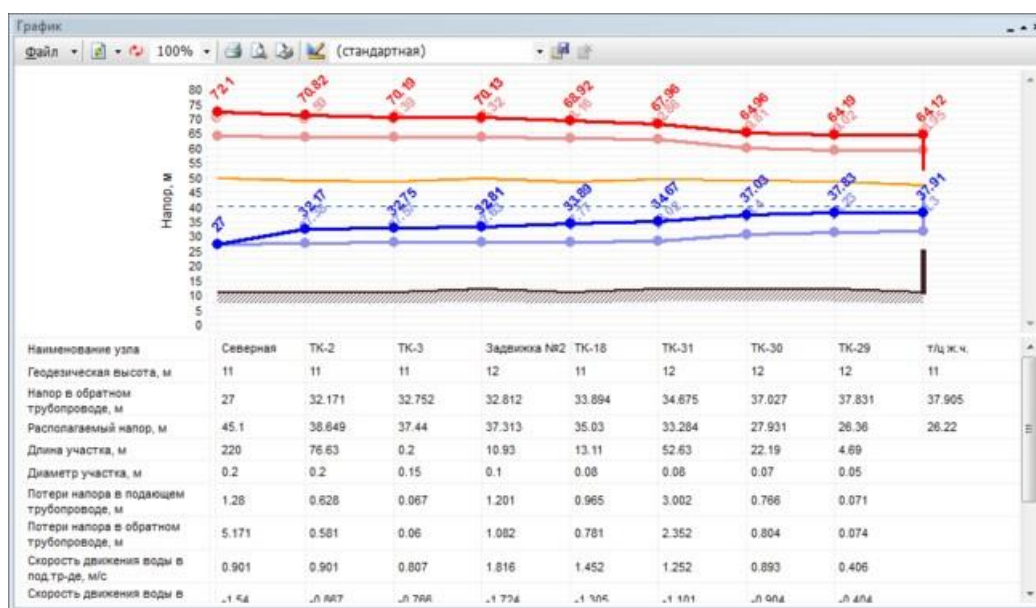


Рисунок 15.7. Совмещение пьезометрических графиков

## 15.6. Быстрая настройка пьезометрического графика

Наиболее часто используемые настройки пьезометрического графика можно задать с помощью контекстного меню, открывающегося щелчком правой кнопки мыши в области окна **График**.

Быстрая настройка графика с помощью контекстного меню позволяет:

1. Выделить пьезографик или табличную часть;
2. Изменить внешний вид пьезографика;
3. Настроить масштаб пьезографика;
4. Настроить кривые пьезографика и ячейки таблицы;
5. Изменить свойства пьезографика.

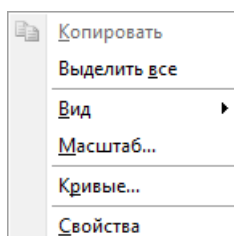


Рисунок 15.8. Быстрые настройки графика

### 15.6.1. Выделение пьезографика

Выделить всю область пьезографика можно с помощью пункта **Выделить все** контекстного меню. Выделение может понадобиться для дальнейшего копирования и вставки пьезографика в какую либо

программу, например в Microsoft Word™ или Microsoft Excel™ (см. раздел см. раздел 15.3 «Сохранение пьезометрического графика в Ms Word и Excel», стр.200).

## 15.6.2. Изменение внешнего вида пьезографика

При выборе пункта **Вид** контекстного меню откроется дополнительное меню со следующими опциями:

1. **Затенять при наложении** - при совмещении нескольких пьезометрических графиков можно выбрать будет ли построенный ранее график затеняться или нет (см. раздел **Совмещение пьезометрических графиков**);
2. **Таблица**- с помощью данной опции можно включать и выключать отображение табличной (или шкальной) области графика;
3. **Скрывать ячейки**- с помощью данной опции можно скрыть частично видимые ячейки таблицы (в случае их наложения друг на друга).

## 15.6.3. Изменение масштаба пьезографика

При выборе пункта **Масштаб** контекстного меню откроется дополнительное окно настройки масштаба графика, в котором можно определить масштаб для осей X и Y:

1. без масштаба (равномерные отсчеты);
2. подбирать масштаб автоматически;
3. соблюдать определенный масштаб (в окошке справа необходимо указать этот масштаб).

Помимо настройки осей имеется возможность включения или отключения отображения нулевой геодезической отметки на графике. Для ее отключения надо снять флажок **Всегда включать ноль в диапазон шкалы**, для включения нуля наоборот установить флажок.

## 15.6.4. Настройка кривых пьезографика

При выборе опции **Кривые** откроется дополнительное окно со списком всех кривых графика:

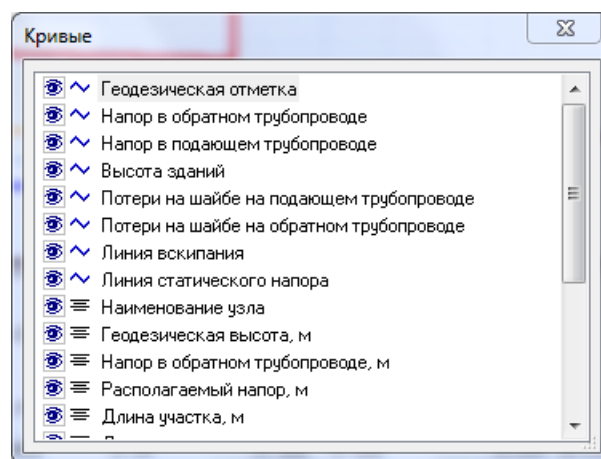


Рисунок 15.9. Список кривых пьезометрического графика

Для того чтобы скрыть или отобразить ранее скрытую кривую надо сделать щелчок левой кнопкой мыши слева от названия кривой на значке «глаза».

Двойной щелчок левой кнопкой мыши на названии кривой откроет диалоговое окно по настройке кривой (см. раздел 15.7 «Создание нового шаблона пьезометрического графика», стр.204).


## 15.6.5. Изменение свойств пьезографика

Свойства пьезографика можно изменить, выбрав пункт контекстного меню **Свойства**.

## 15.7. Создание нового шаблона пьезометрического графика

По умолчанию пьезографик строится по стандартному шаблону, со стандартными настройками, но в системе имеется возможность создать новый шаблон с необходимыми параметрами.

Для создания нового шаблона:

1. Установите курсор в окне выбора шаблона графика и задать новое имя шаблона (стандартная). Нажмите кнопку для сохранения нового шаблона;
2. Нажмите кнопку редактора шаблона  и выберите слой редактируемого пьезометрического графика (см. Рис.15.10).

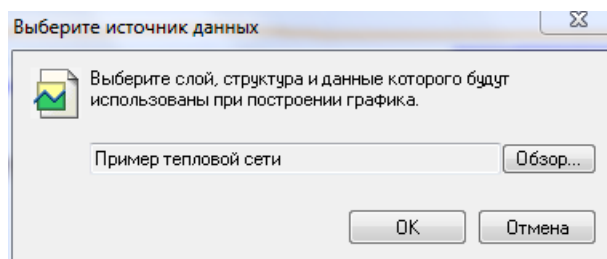


Рисунок 15.10. Окно выбора слоя

3. После выбора слоя нажмите **ОК**.



### Примечание

По умолчанию указывается тот слой, который является активным в загруженной карте.

После нажатия **ОК** появится следующее окно:

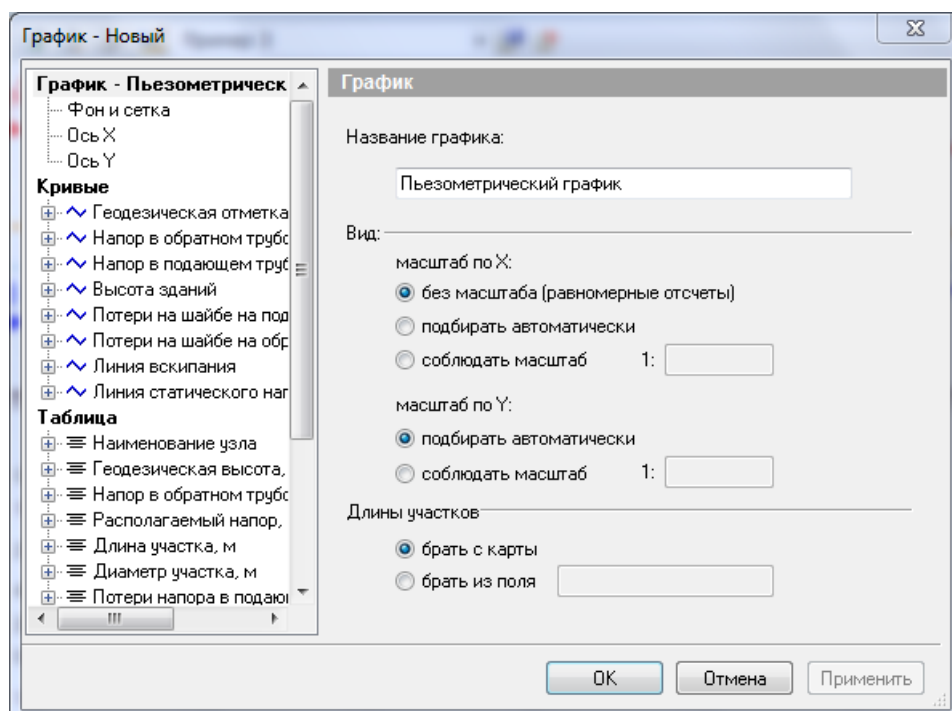


Рисунок 15.11. Конструктор пьезометрического графика

В левой части диалогового окна располагается дерево настроек, которое состоит из трех разделов:

1. График;
2. Кривые;
3. Таблица.

### 15.7.1. Раздел «График»

Установив курсор на заголовок *График* можно настроить масштабирование графика: масштабировать вручную, автоматически по оси X и Y или вообще не придерживаться масштаба, а использовать равномерные отсчеты. При масштабировании графика выбирается способ определения длины участка - по масштабу с карты или по значению, записанному в поле базы данных по участкам сети. Ниже показан пример графика использующего автоматический подбор масштаба по оси X и Y.

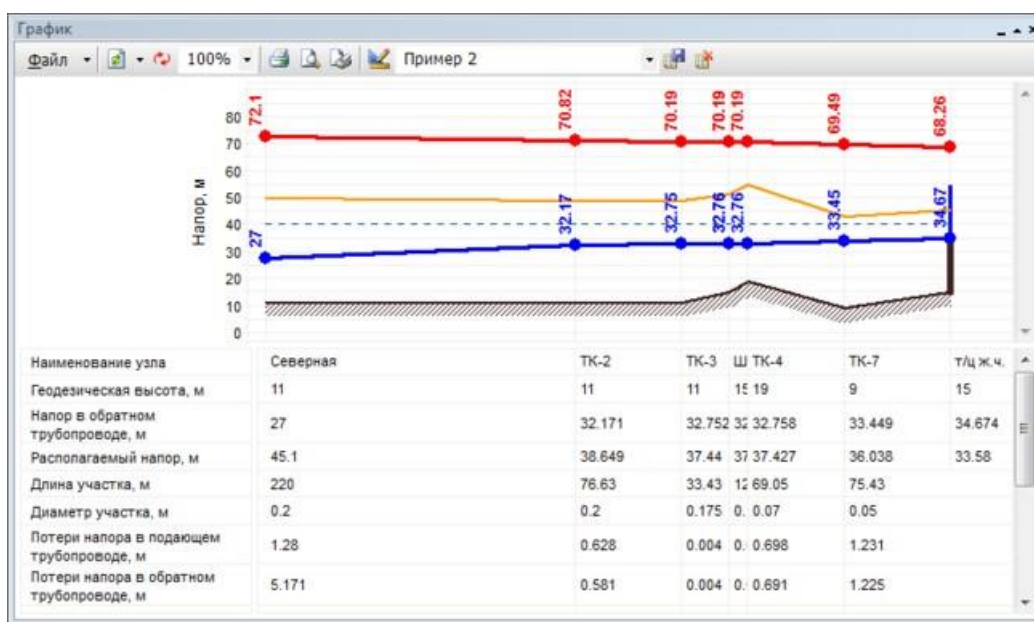


Рисунок 15.12. Пример автоматического масштаба графика

При желании задать масштаб графика вручную необходимо установить маркер напротив строки *Соблюдать масштаб* и в поле справа ввести с клавиатуры требуемый масштаб, после чего нажать кнопку *Применить*.

Установив курсор на подзаголовок *Фон и сетка*, можно задать параметры отображения фона и сетки графика.

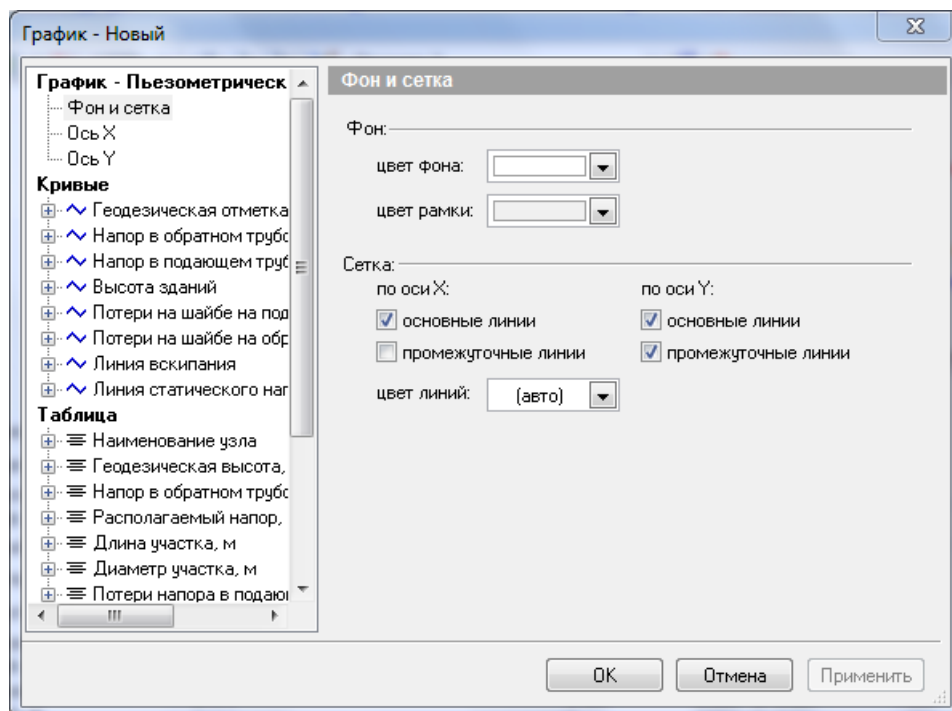


Рисунок 15.13. Настройка фона и сетки

Установив курсор мыши на подзаголовок **Ось X** или **Ось Y** можно изменить параметры отображения осей X и Y, такие как: стиль линии отображающей ось, количество и внешний вид делений оси, внешний вид заголовка шкалы.

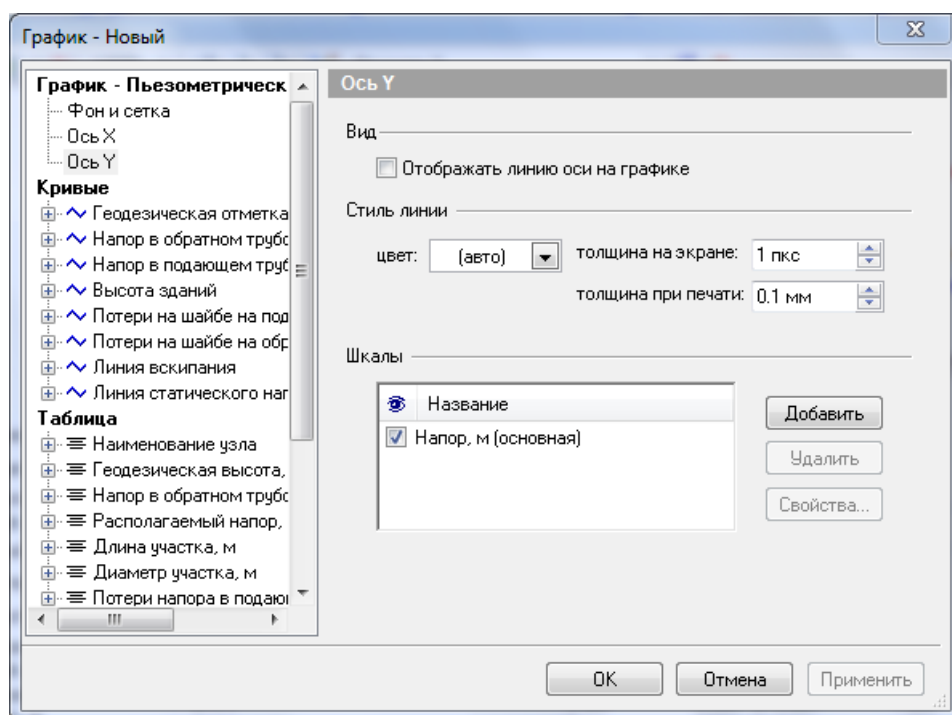


Рисунок 15.14. Настройка оси Y

### 15.7.1.1. Шкала

Для оси Y можно провести дополнительные настройки шкалы. Для этого следует в окне **Ось Y** в правой нижней части окна сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши по шкале **Напор, м (основная)**. Откроется окно настроек шкалы.



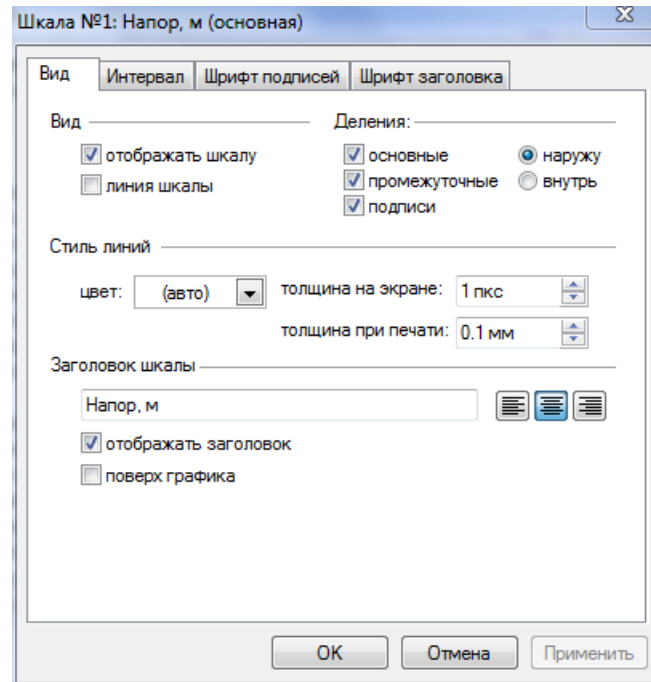


Рисунок 15.15. Настройка шкалы пьезографика

Окно настроек шкалы имеет следующие вкладки:

- **Вид** – в этой вкладке настраивается внешний вид шкалы (цвет линии, толщина, деления шкалы), а также задается заголовок шкалы;
- **Интервал** – позволяет настроить интервал значений (максимальное, минимальное значение, цена промежуточных делений), а также выбрать размерность шкалы.

Интервал значений по оси X нельзя изменить при выбранном режиме *без масштаба (равномерные отсчеты)*. При выборе подзаголовка *Интервал для оси Y* в разделе *Дополнительно* можно включить\отключить функцию *Всегда отображать ноль в диапазоне шкалы*. При убранном флажке ноль отображаться не будет, при этом минимальное значение шкалы Y будет подобрано автоматически. Данная функция удобна при больших значениях геодезических отметок;

- **Шрифт подписей** – в этой вкладке настраивается внешний вид подписей шкалы (шрифт, начертание, размер, цвет);
- **Шрифт заголовка** – в этой вкладке настраивается внешний вид заголовка шкалы (шрифт, начертание, размер, цвет).

## 15.7.2. Раздел «Кривые»

При установке курсора на заголовок **Кривые** можно выбрать состав отображаемых кривых на пьезометрическом графике. При желании скрыть какую либо кривую необходимо убрать флажок слева от наименования требуемой кривой.



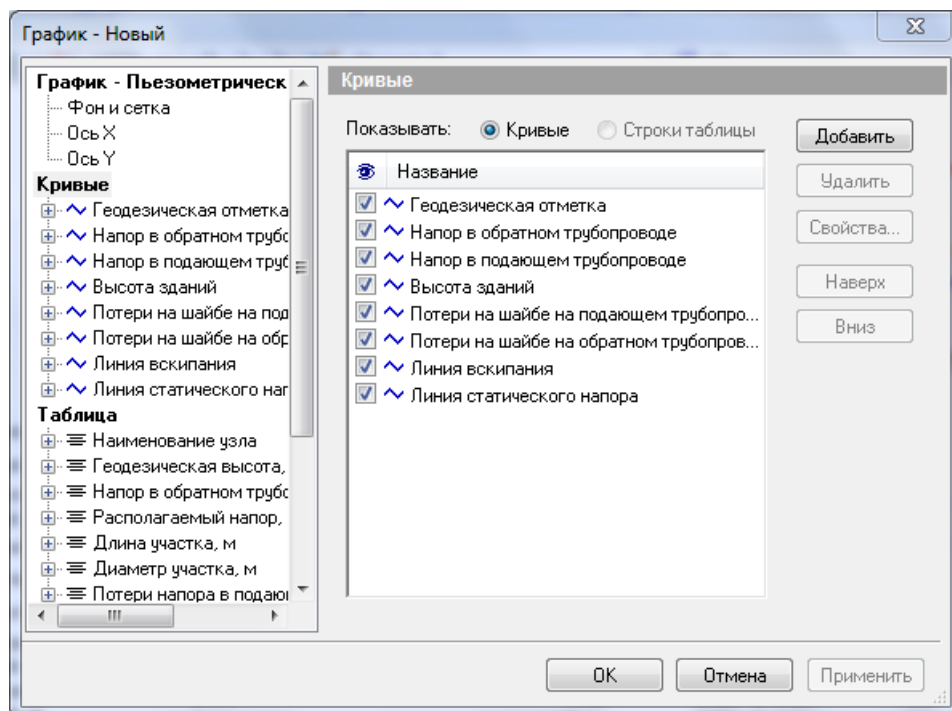


Рисунок 15.16. Настройка кривых пьезометрического графика

При установке курсора на подзаголовок с наименованием кривой, например *Напор в подающем трубопроводе*, можно отредактировать вид, название кривой и выбрать шкалу к которой привязана данная кривая.

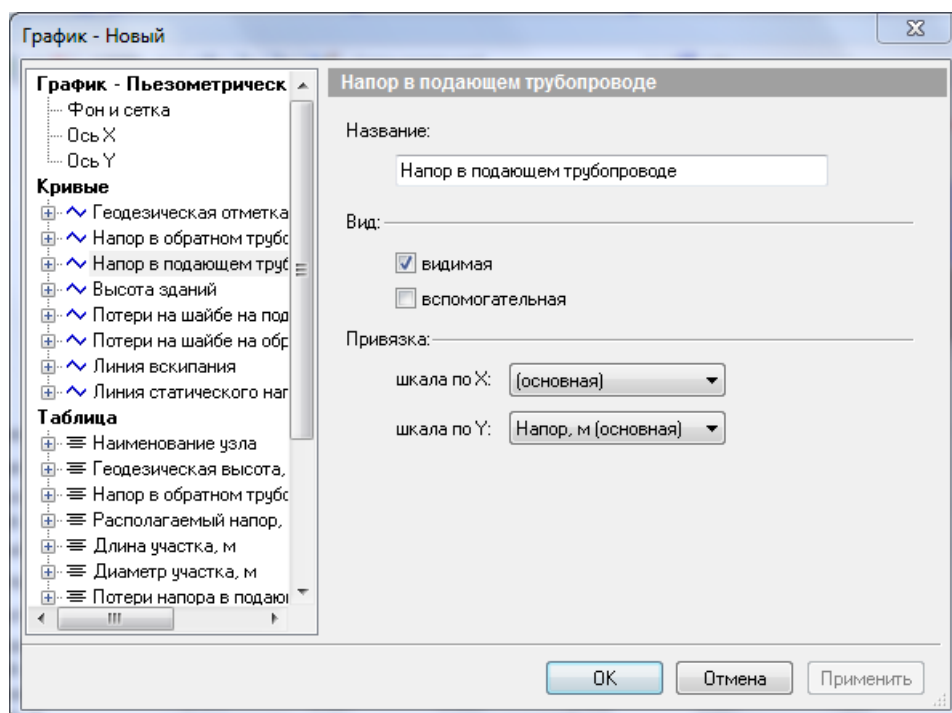


Рисунок 15.17. Настройка кривой

При установке курсора на подзаголовок *Объекты* можно выбрать объекты тепловой сети, для которых будут отображаться точки кривой.

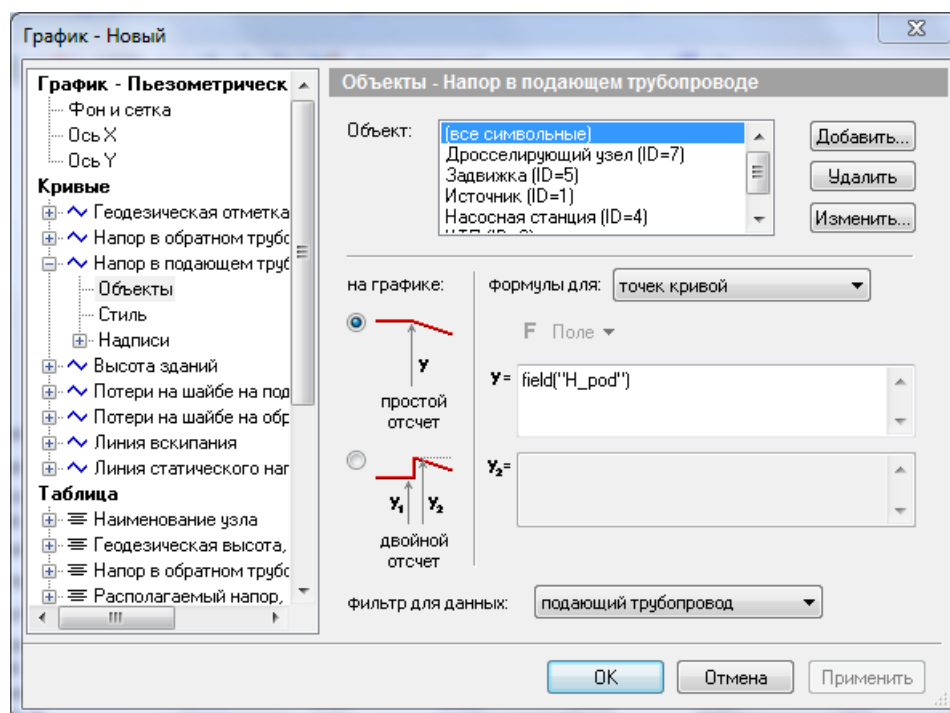


Рисунок 15.18. Подраздел «Объекты»

При установке курсора на подзаголовок **Стиль** имеется возможность определить внешний вид выбранной кривой. Можно настроить цвет, толщину кривой, а также отображение узлов кривой.

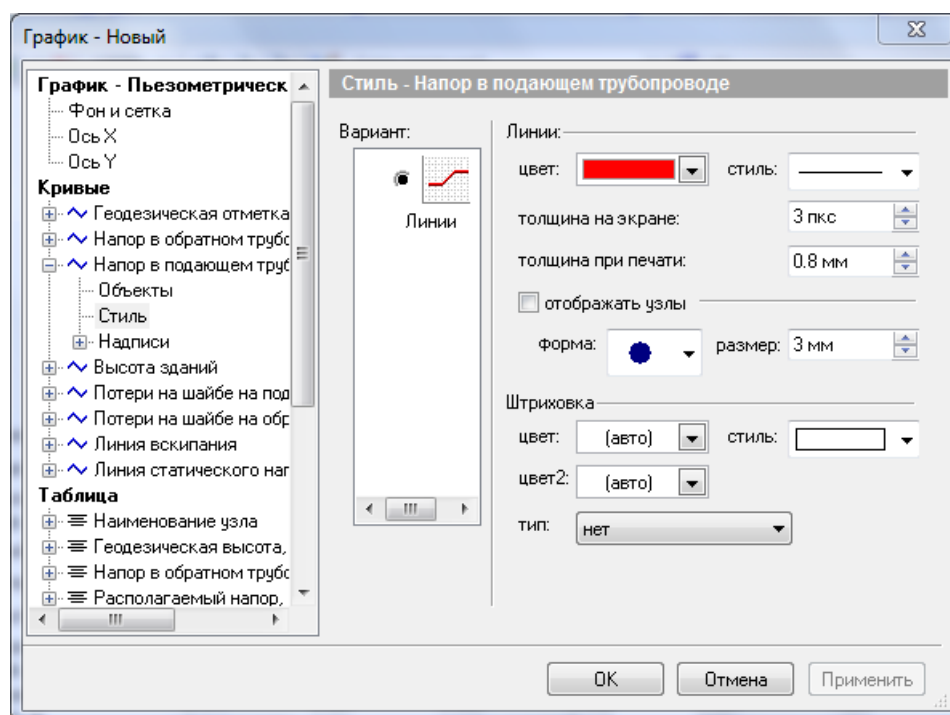


Рисунок 15.19. Подраздел «Стиль кривой»

### 15.7.2.1. Отображение узлов

Для отображения узлов на пьезографике необходимо установить флажок **Отображать узлы**. Можно указать форму узла (выбрать в выпадающем окошке **форма**), и в окошке **размер** задать размеры выбранного символа.

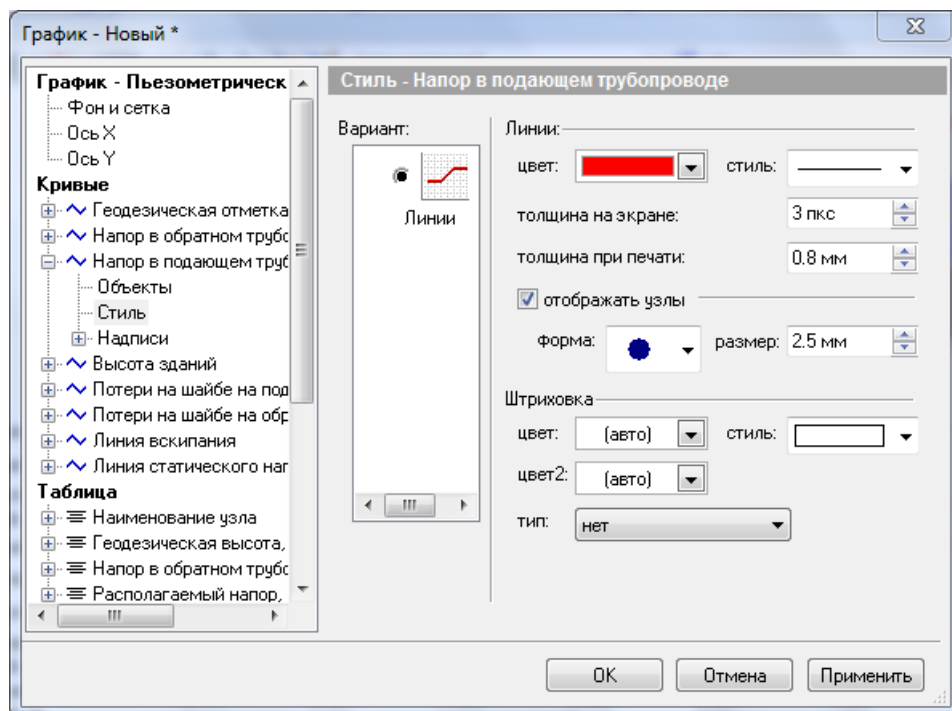


Рисунок 15.20. Включение отображения узлов на кривой

## 15.7.2.2. Штриховка

В разделе Штриховка можно указать область и внешний вид штриховки, для этого выбрать тип штриховки:

- нет;
- до оси X;
- до другой кривой;
- на заданную ширину.

При выборе типа на заданную ширину ниже необходимо указать в миллиметрах ширину штриховки, а при выборе типа до другой кривой необходимо указать кривую, до которой будет осуществляться штриховка. В окошке **цвет** можно выбрать - цвет штриховки, в окошке **стиль** - стиль отображения штриховки.

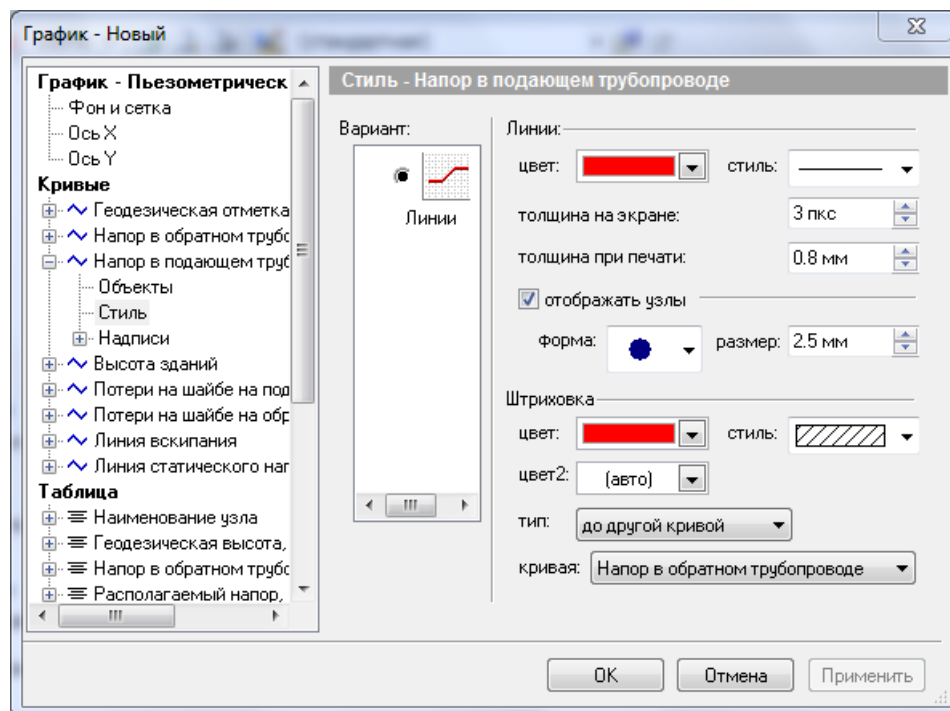


Рисунок 15.21. Настройка штриховки

Ниже на рисунке можно увидеть результат штриховки от кривой *Напор в подающем трубопроводе* до кривой *Напор в обратном трубопроводе*. А также штриховка от кривой *Геодезическая отметка* до кривой *X*.

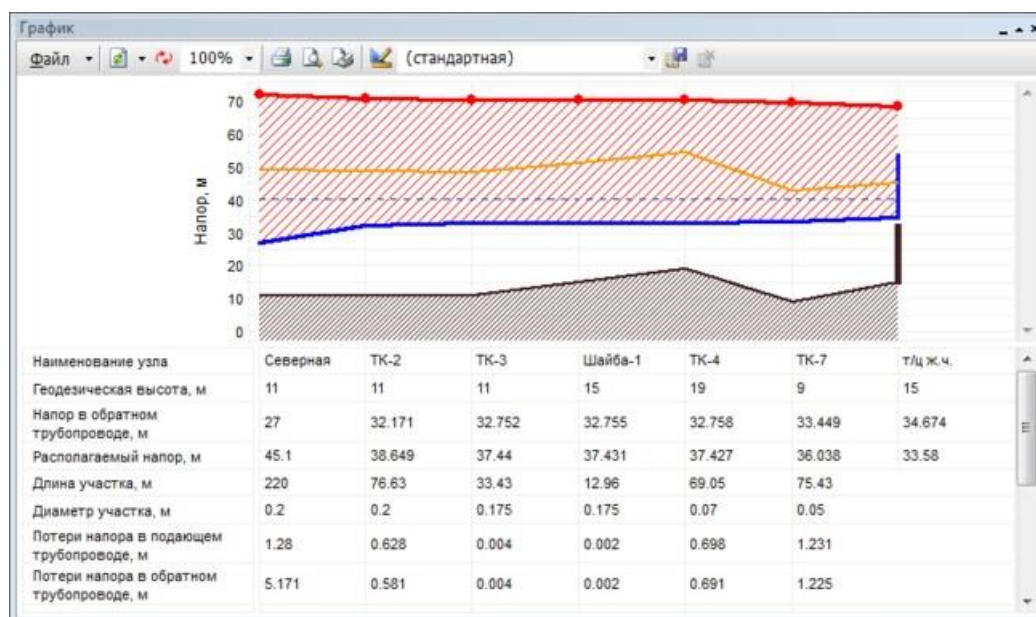


Рисунок 15.22. Пример графика со штриховкой

### 15.7.2.3. Надписи на пьезометрическом графике

При установке курсора на подзаголовок *Надписи* можно включить и настроить отображение надписей на пьезометрическом графике. В строке вариант выбирается тип надписи:

- нет надписей;
- простые бирки;
- бирки с тенью.

В строке цвет фона и цвет рамки выбирается цвет фона и рамки надписи. В окне наклон выбирается ориентация надписи относительно точки на графике, т.е. указывается на сколько градусов необходимо повернуть надпись. Значение вводится либо с клавиатуры либо задается с помощью левой кнопки мыши путем перемещения красной точки на шкале. Опция Округлять значения позволяет округлять выводимые значения до указанных знаков после запятой.

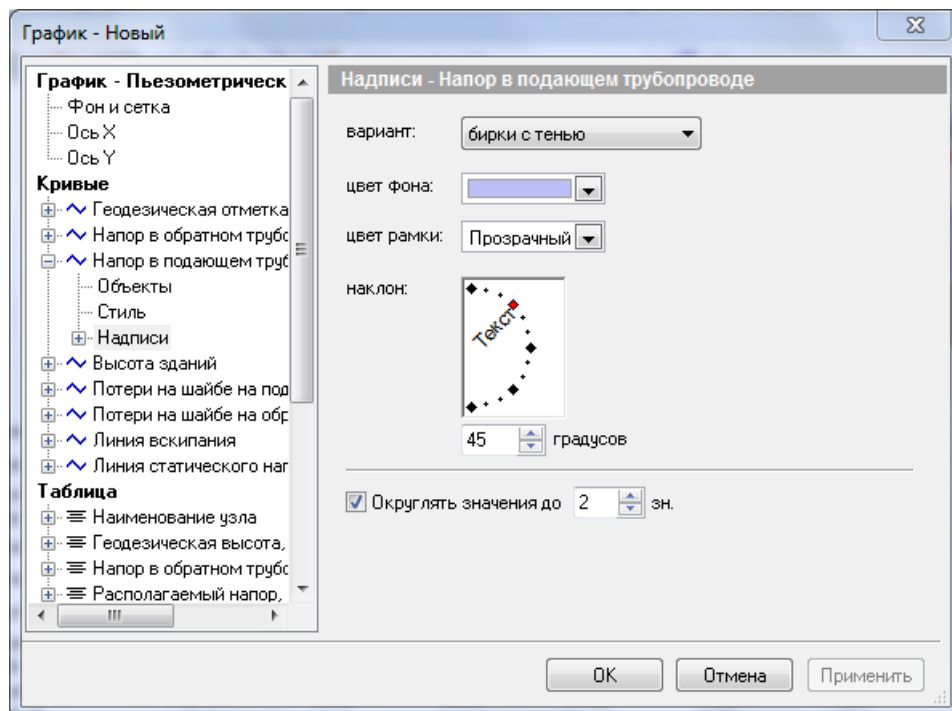


Рисунок 15.23. Настройка подписей кривой

На рисунке, приведенном ниже можно увидеть результат включения режима отображения надписей на графике. На график были вынесены значения напора в подающем трубопроводе в узловых точках сети.

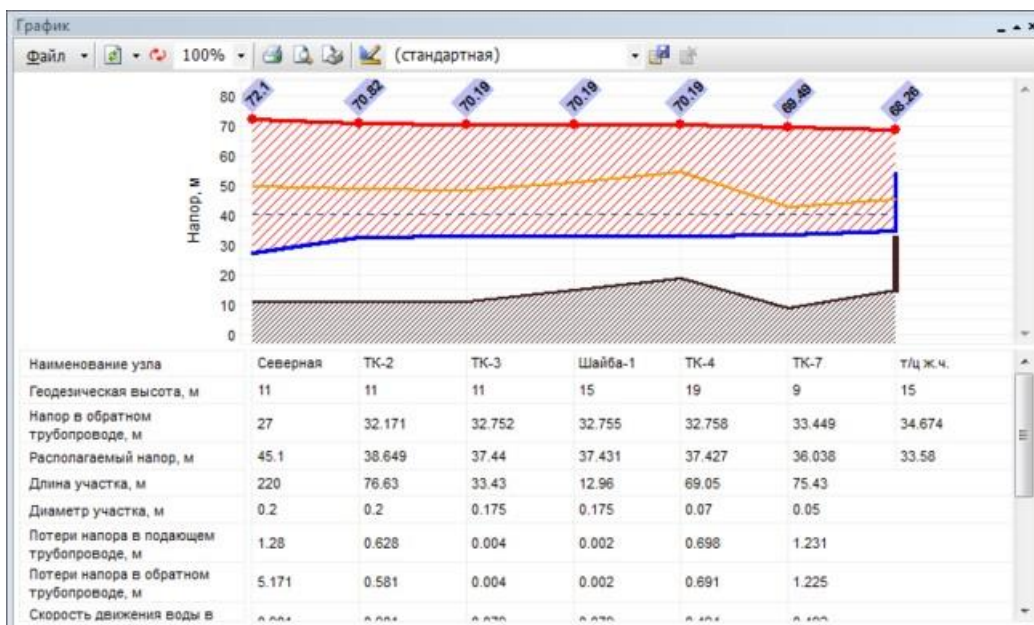


Рисунок 15.24. Пример графика с надписями

Установив курсор на подзаголовок Шрифт можно настроить параметры шрифта выводимых на график надписей.

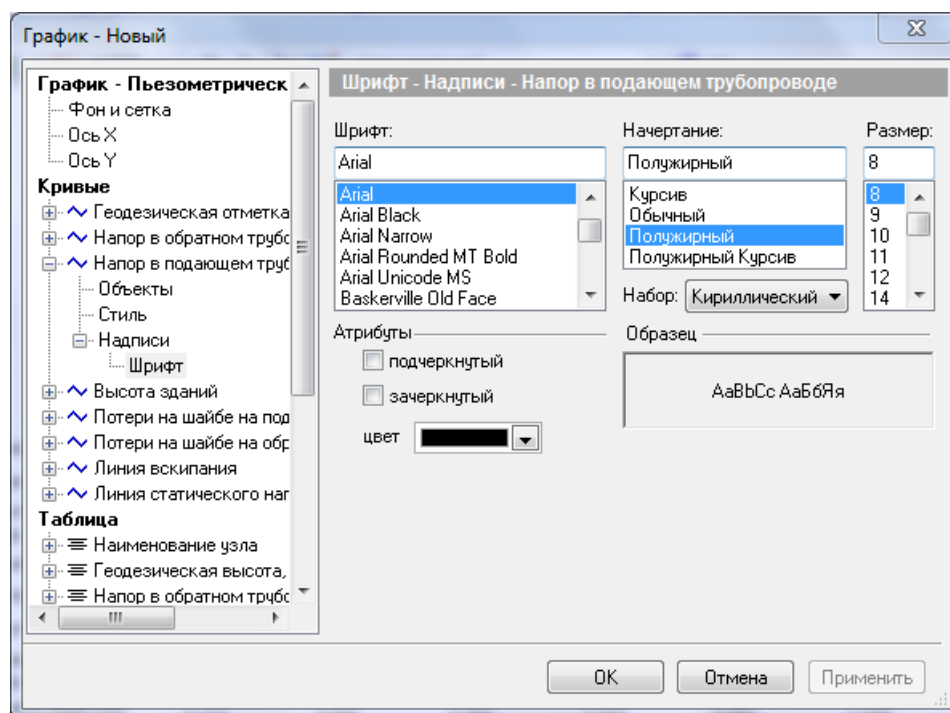


Рисунок 15.25. Настройка шрифта надписей

### 15.7.3. Раздел таблица

При установке курсора на заголовок **Таблица** можно настроить отображаемые значения в табличной части пьезометрического графика. При желании скрыть какое-либо значение необходимо убрать галочку слева от наименования требуемого значения.

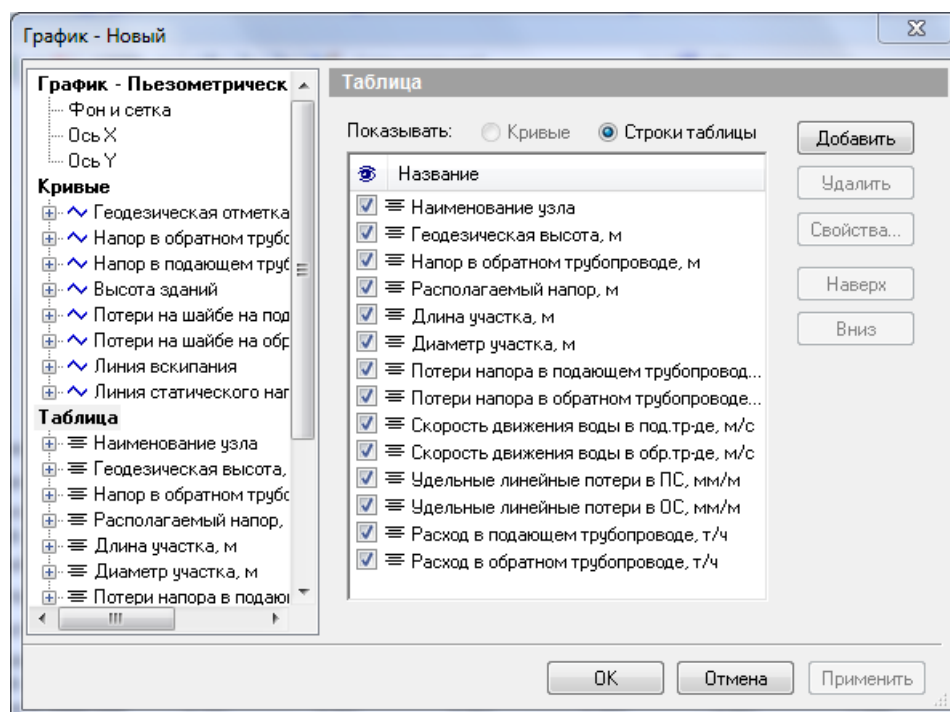


Рисунок 15.26. Настройка табличных данных графика

При установке курсора на подзаголовок с наименованием кривой, например Наименование узла, можно отредактировать вид (видимая или невидимая) и название значений в табличной части графика.

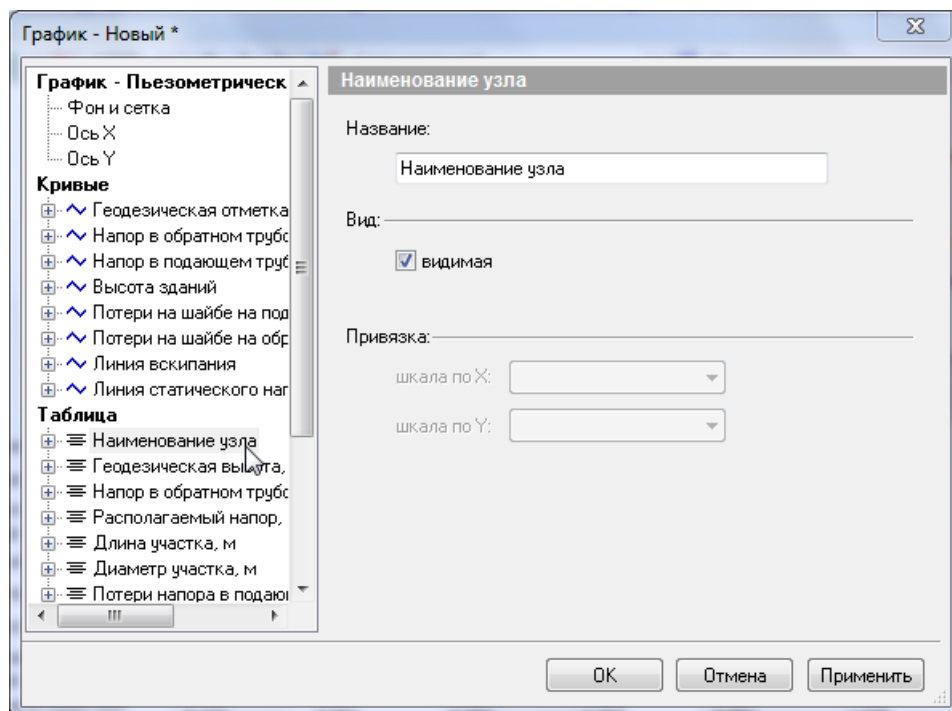


Рисунок 15.27. Настройка Таблицы. Вкладка «Общие»

При установке курсора на подзаголовок **Объекты** можно выбрать объекты сети, для которых будут отображаться значения полей баз данных в шкальной части графика.

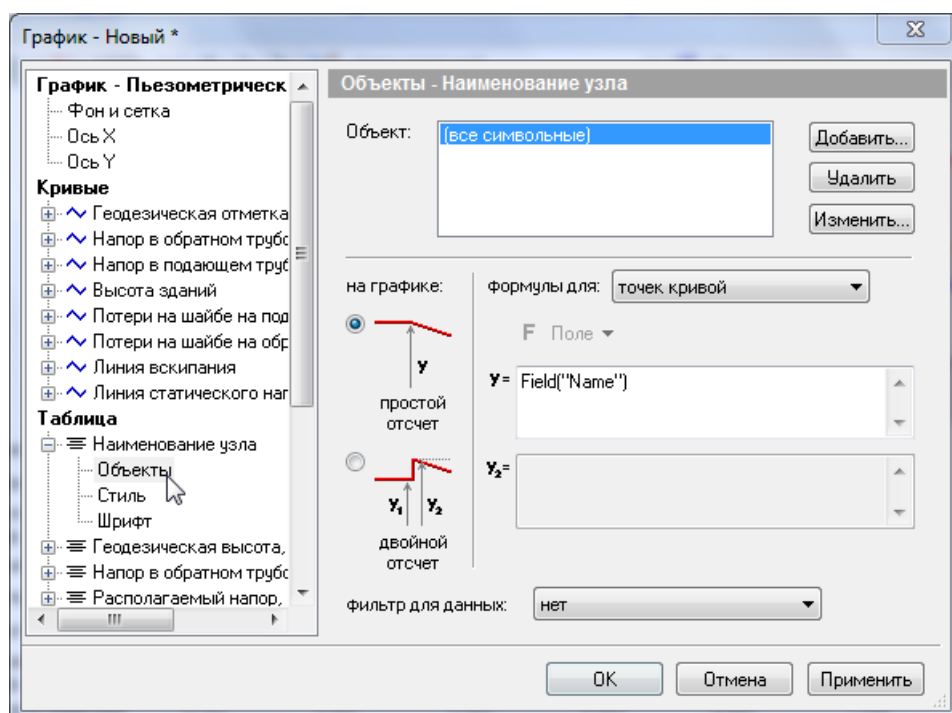


Рисунок 15.28. Настройка Таблицы. Вкладка «Объекты».

Установив курсор на подзаголовок **Стиль** можно настроить ориентацию значений в ячейках, количество знаков после запятой для значений, выводимых в таблицу значений. А также задать цвет фона для строки, содержащей определенные значения.



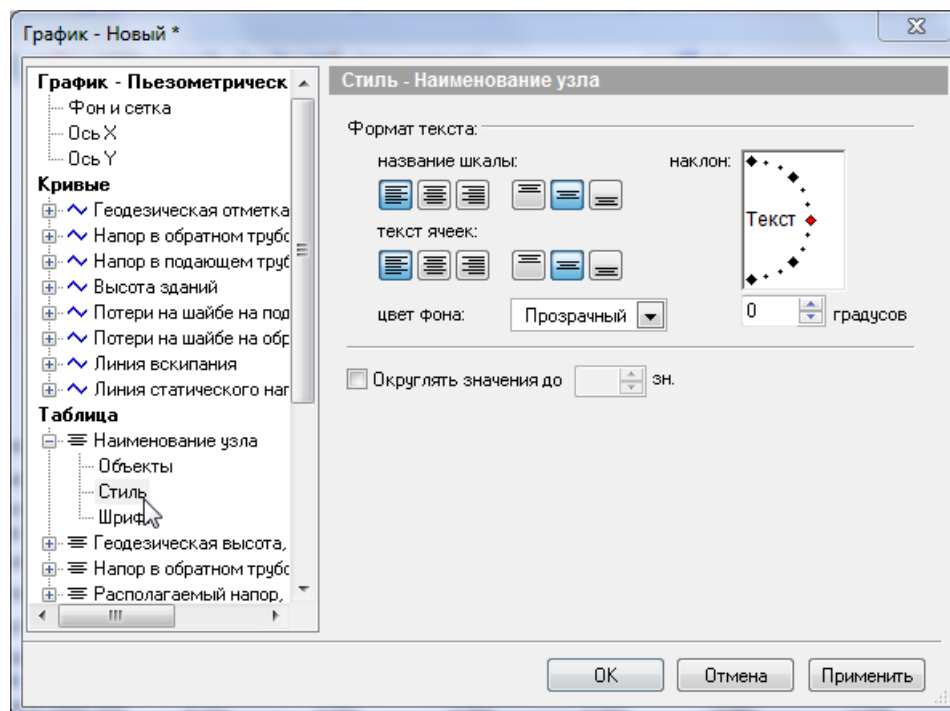


Рисунок 15.29. Настройка Таблицы. Вкладка «Стиль»

На рисунке, приведенном ниже можно увидеть результат настройки стиля ячеек для всех значений и цвета фона для строки *Располагаемый напор*.

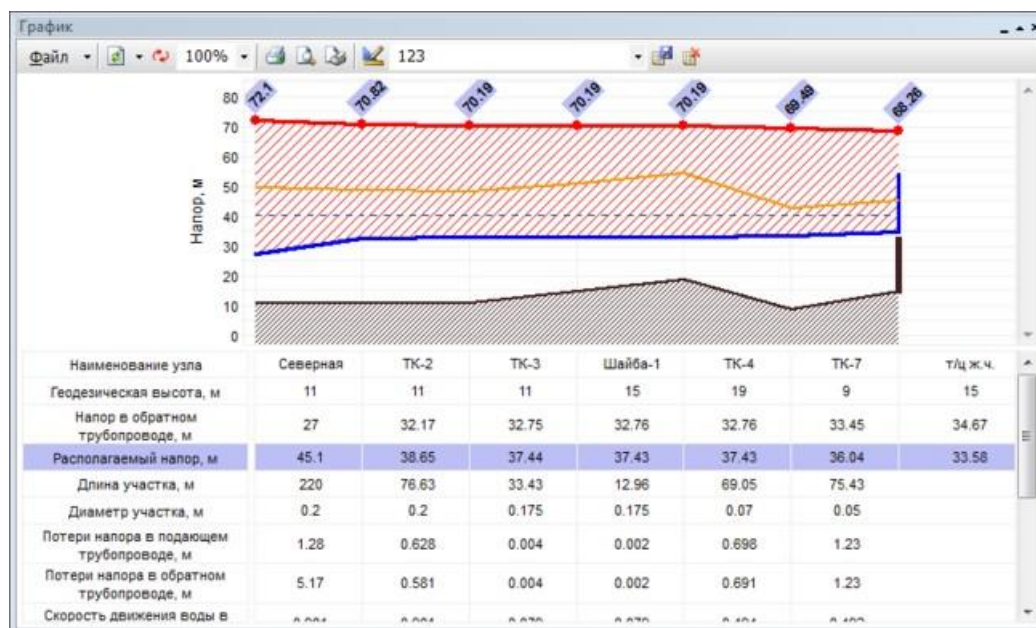
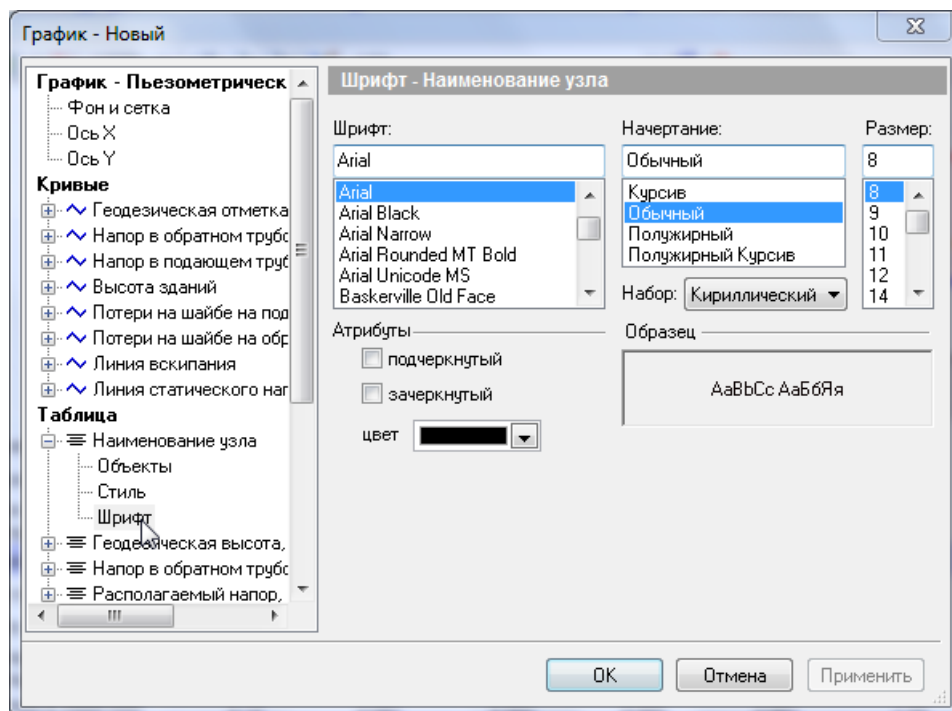



Рисунок 15.30. Пример настройки табличных данных

Установив курсор на подзаголовок *Шрифт* можно настроить параметры шрифта выводимых в таблицу значений. Данные параметры можно изменять для всех значений таблицы.





**Рисунок 15.31. Настройка таблицы. Вкладка Шрифт**

После редактирования шаблона пьезометрического графика нажать **OK** для выхода из редактора шаблона и нажать  для сохранения изменений.

---

# Глава 16. Отображение семантической информации на карте

Для удобства анализа результатов расчета можно выводить атрибутивные данные по объектам на карту. Одновременно на карту можно выводить надписи по всем объектам, для каждого типа по своему шаблону. Надпись может быть по-разному расположена относительно объекта, сориентирована под произвольным углом и иметь различные стили.

В надписи по одному объекту могут участвовать значения разных его полей, которые можно выводить в одну или несколько строк, сопровождая каждое из полей своим шрифтом, цветом, префиксом и постфиксом. Можно выводить надписи по всем объектам, для каждого типа по своему варианту. Также имеется возможность одновременно подключать к каждому типу объектов слоя сразу несколько вариантов надписей.

Подробнее о работе в редакторе можно узнать в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе «Вывод семантических данных на карту».


# Глава 17. Автоматическое занесение исходных данных

## 17.1. Автоматическое занесение длины с карты

При нанесении тепловой сети на карту в масштабе, поле Длина участка можно заполнить автоматически для всех участков тепловой сети. Длины участков можно определять как с учетом, так и без учета геодезических отметок начального и конечного узла. При запуске операции автоматического определения длин участков пользователю будет предложено стоит ли учитывать геодезические отметки.

Данная операция выполняется только для тех участков, у которых не введена длина. Если же в поле Длина участка стоит какое-либо число, то никаких изменений для этого участка не произойдет. Т.е. введенные значения (или первоначально считанные с карты) перезаписываться не будут.

Для занесения длины с карты:

1. Выберите команду главного меню *Задачи|ZuluThermo* или нажмите кнопку  панели инструментов. На экране появится окно теплогидравлических расчетов (см. Рис.17.1).

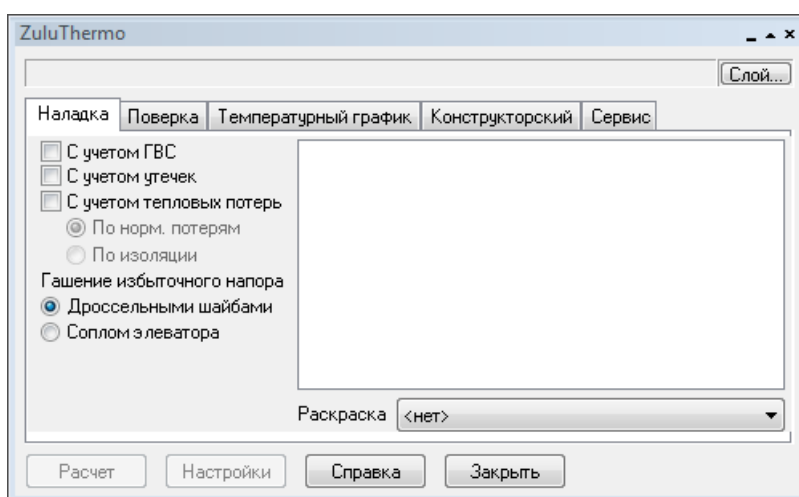


Рисунок 17.1. Окно теплогидравлических расчетов ZuluThermo

2. Нажмите кнопку *Слой...* и выберите из списка слой тепловой сети;
3. Перейдите на вкладку *Сервис*. Появится окно, показанное на Рис.17.2.

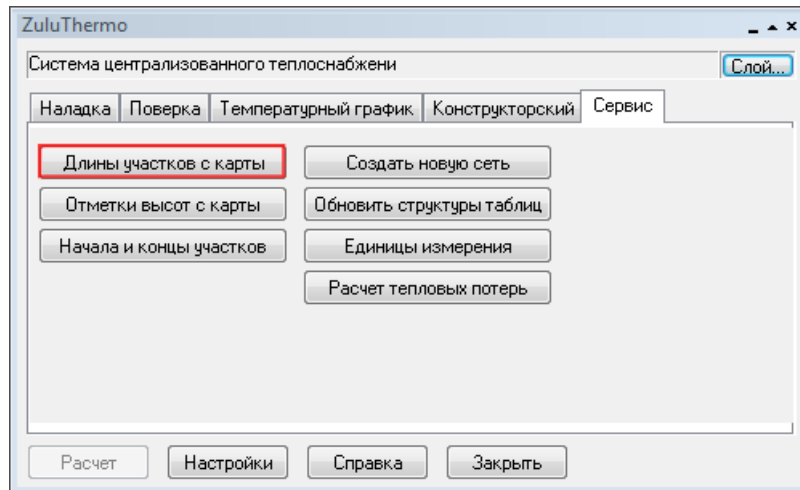


Рисунок 17.2. Вкладка Сервис

4. Нажмите кнопку *Длины участков с карты*;
5. В открывшемся окне выберите, следует ли учитывать геодезические отметки объектов тепловой сети. Программа считает длины участков с нанесенной на карту расчетной схемы в соответствии с масштабом и запишет данные в базу данных по участкам в поле Длина участка.


**Важно**

Данная операция выполняется только для тех участков, у которых не введена длина.

## 17.2. Автоматическое занесение начала и конца участков

Если заданы наименования узловых объектов сети (камер, потребителей, насосных станций и др.), то для участков тепловой сети можно автоматически заполнить поля Наименование начала участка и Наименование конца участка. Имя начального узла будет наименованием начала участка, а имя конечного узла – наименованием конца участка.

Для проведения данной операции:

1. Выберите команду главного меню *Задачи/ZuluThermo* или нажмите кнопку  панели инструментов. На экране появится окно теплогидравлических расчетов (Рис.17.3).

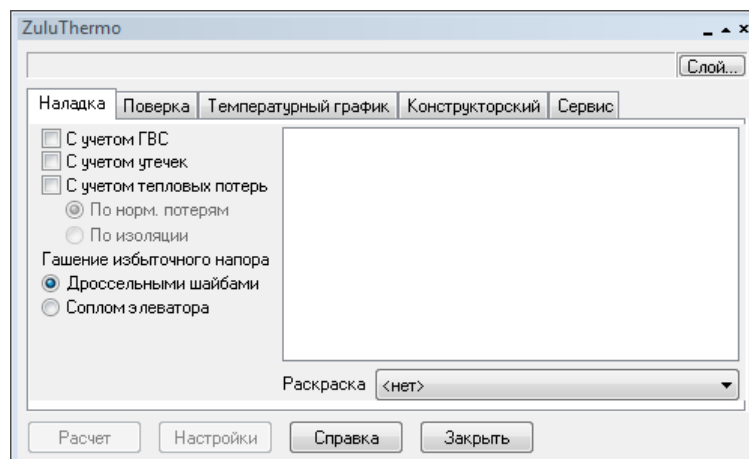


Рисунок 17.3. Окно теплогидравлических расчетов ZuluThermo

2. Выберите слой тепловой сети из списка, нажав кнопку **Слой...**;
3. Перейдите на вкладку **Сервис**. Появится окно, показанное на Рис.17.4.

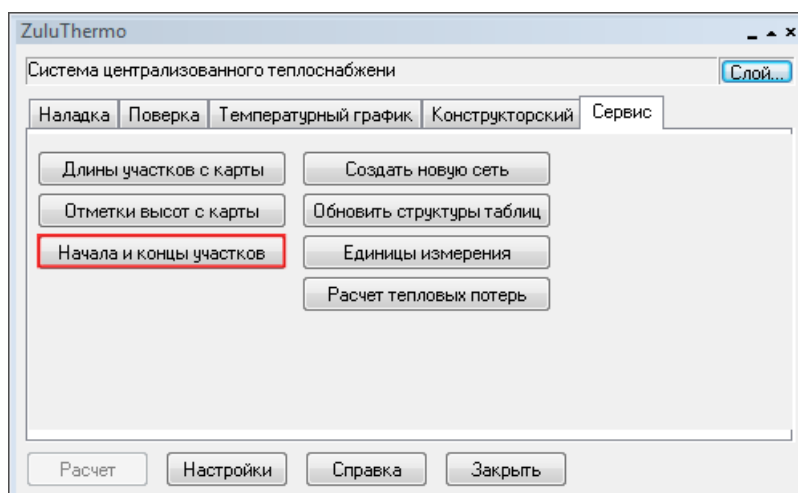


Рисунок 17.4. Вкладка «Сервис»


4. Нажмите кнопку **Начала и концы участков**. Программа автоматически заполнит поля *Наименование начала участка* и *Наименование конца участка для всех участков*.

**Важно**

При повторном использовании данной операции, происходит перезапись полей *Наименование начала участка* и *Наименование конца участка*.

## 17.3. Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа

При наличии слоя рельефа, геодезические отметки всех объектов тепловой сети можно автоматически считать с карты. Для этого:

1. Выберите команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажмите кнопку  панели инструментов. На экране появится окно теплогидравлических расчетов (Рис.17.5).

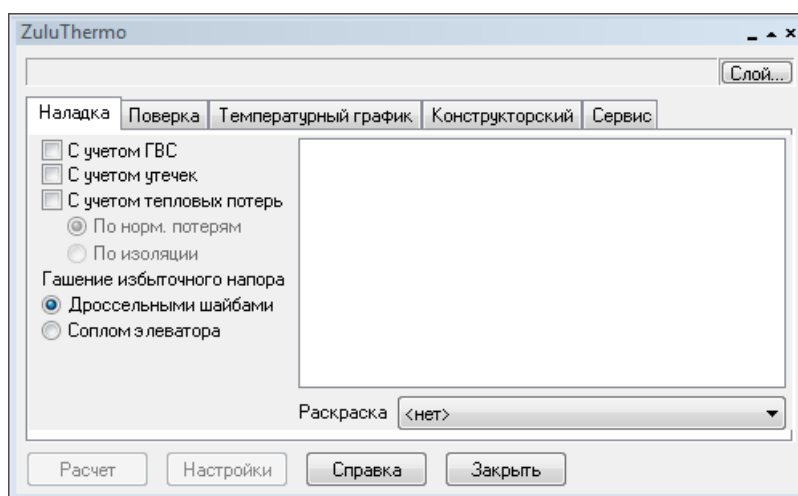


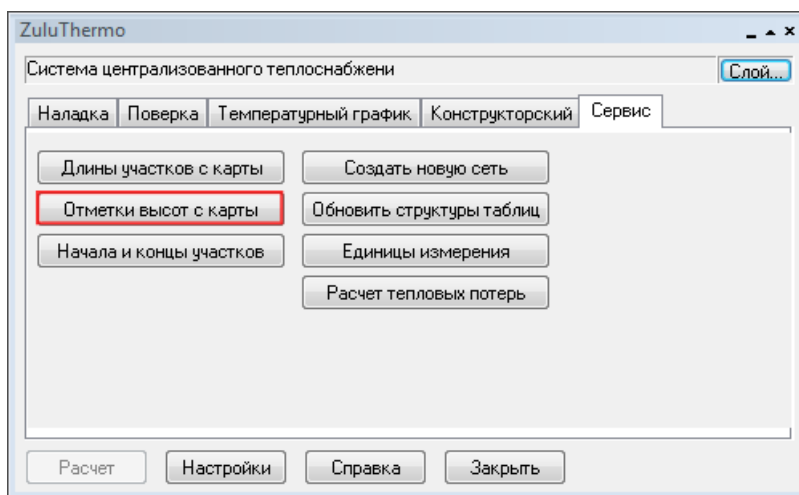
Рисунок 17.5. Окно теплогидравлических расчетов ZuluThermo

2. Нажмите кнопку **Слой...** и выберите слой тепловой сети;





3. Перейдите на вкладку **Сервис**. Появится окно, показанное на Рис.17.6.



**Рисунок 17.6. Вкладка «Сервис»**

4. Нажмите кнопку **Отметки высот с карты**. В результате автоматически заполнится поле геодезическая отметка для всех объектов сети.



---

# Глава 18. Раскраска сети

Информация, внесенная в семантические базы данных, а также полученная в результате расчетов, может использоваться для тематической раскраски сети (изменения внешнего вида объектов). Раскраска позволяет проанализировать результаты расчета, а также наглядно выделить определенные объекты на карте.

Раскраску сети можно произвести двумя способами:

1. Окраска с помощью встроенных фильтров - позволяет окрасить тепловую сеть с помощью встроенных тематических фильтров после проведения наладочного или поверочного расчета в зависимости от:

- температуры теплоносителя в подающем трубопроводе;
- скорости движения воды в трубопроводе;
- влияния источников на сеть (если количество источников больше 1);
- времени прохождения теплоносителя от источника до узла;
- величины напора в подающем трубопроводе;
- величины располагаемого напора;
- величины удельных линейных потерь напора.

2. Раскраска с помощью собственного фильтра - позволяет окрасить любые объекты сети с помощью самостоятельно созданного нового тематического фильтра. Например, задать цвет всем трубопроводам с подземной бесканальной прокладкой - желтый, подземной канальной прокладкой - красный, подвальной прокладкой - голубой, а также задать стиль и толщину линии.

С помощью тематической окраски можно:

- Выделить цветом магистральные и квартальные сети;
- Выделить цветом тепловые сети в зависимости от их владельца;
- Выделить цветом участки с разным видом прокладки или типом изоляции.


Смотрите также:

- Запуск раскраски с помощью встроенных фильтров (см. раздел 18.1.1 «Запуск раскраски», стр.223);
- настройки встроенных фильтров (см. раздел 18.1.2 «Настройки раскраски», стр.223);
- создание нового тематического файла (см. раздел 18.2.1 «Создание нового тематического файла», стр.225);
- редактирование тематического файла (см. раздел 18.2.2 «Редактирование тематического файла», стр.227);
- подключение\отключение тематической окраски (см. раздел 18.3 «Подключение тематической окраски», стр.228);
- обновление тематической окраски (см. раздел 18.3.1 «Обновление тематической окраски», стр.228);
- пример создания тематического фильтра (см. раздел 18.4 «Пример создания тематического фильтра», стр.229).

# 18.1. Раскраска с помощью встроенных фильтров

## 18.1.1. Запуск раскраски

Для того чтобы раскрасить сеть нужно:

1. После успешного проведения расчета, в окне *Теплогидравлические расчеты* в строке *Раскраска* нажать кнопку . В выпавшем меню выбрать параметр, в зависимости от которого нужно произвести раскраску сети. (см. Рис.18.1)

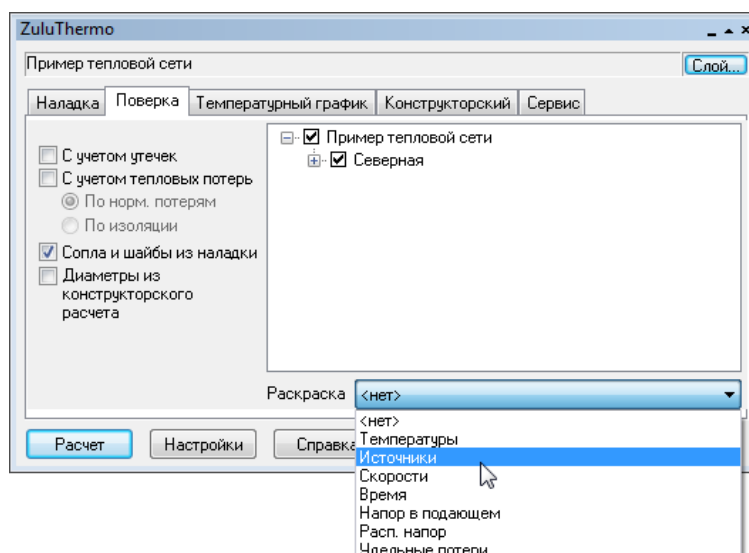


Рисунок 18.1. Раскраска с помощью встроенных фильтров

2. После выбора параметра левой клавишей мыши, сеть окрасится в соответствии с заданными настройками (см. Рис.18.2.) (Подробнее см. раздел 18.1.2 «Настройки раскраски», стр.223).



### Важно

Окрасить сеть с помощью встроенных фильтров можно только после успешного проведения наладочного и поверочного расчетов.

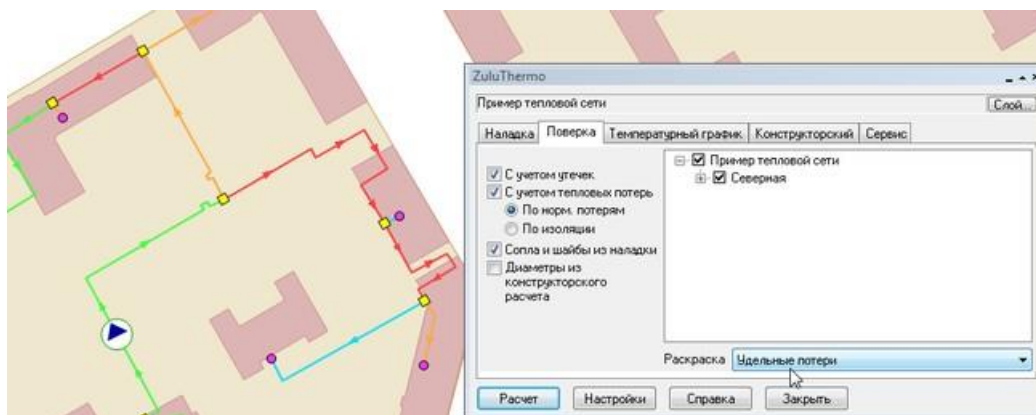

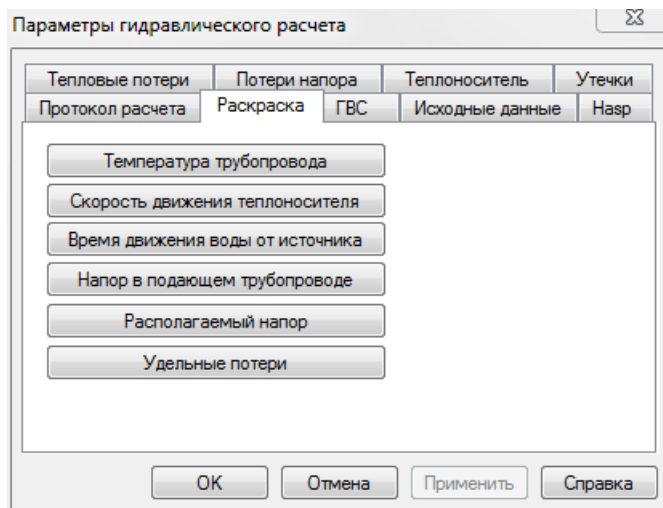


Рисунок 18.2. Окраска сети с помощью встроенных фильтров

## 18.1.2. Настройки раскраски

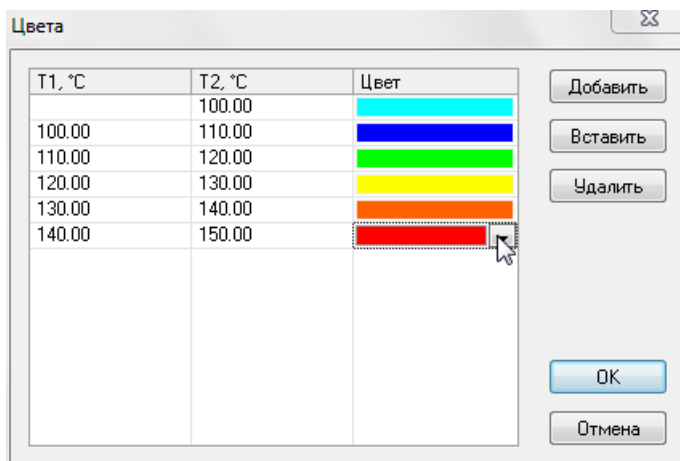
Для того чтобы настроить тематический фильтр раскраски сети нужно:

1. Выбрать команду главного меню **Задачи|ZuluThermo** или нажать кнопку  панели инструментов;
2. Нажать кнопку **Слой...** и выбрать слой рассчитываемой тепловой сети;
3. Нажать кнопку **Настройки**;
4. Выбрать закладку **Раскраска**, (см. Рис.18.3);
5. Выбрать тип настраиваемого параметра, нажав на соответствующую кнопку, например **Температура трубопровода**.



**Рисунок 18.3. Настройки раскраски**

6. В появившемся окне задать значения параметров  $T_2$ , ( $T_1$  заполняется автоматически) и указать соответствующий этому диапазону значений цвет окраски, (см. Рис.18.4).



**Рисунок 18.4. Настройка цветов для окраски**

Кнопка **Добавить** служит для добавления пункта в конец списка. Для того чтобы вставить строчку перед определенным полем, необходимо выделить это поле, и нажать кнопку **Вставить**, перед выделенным полем появится новая строка;

7. Нажать кнопку **OK** для сохранения настроек.

## 18.2. Раскраска с помощью собственного фильтра

### 18.2.1. Создание нового тематического файла

Программа предусматривает возможность создания своего собственного фильтра по окраске объектов сети в зависимости от любого параметра семантической базы данных этих объектов. Создать, записать и отредактировать тематический фильтр можно в редакторе фильтров. Для вызова редактора следует выбрать пункт меню системы **Карта|Тема|Редактор фильтра**. На экране появится диалог редактора.

Зададим тематическую раскраску для участков, длина которых больше и меньше 50 метров.

Сначала необходимо создать тематический фильтр, для этого следует:

1. В меню Карта выбрать команду **Тема|Редактор фильтра**;
2. Нажать кнопку **Слой**, и в появившемся окне выбора файла указать слой тепловой сети;
3. В строке **Шаблон** ввести имя шаблона. (Например, Окраска по длине, см. Рис.18.5);
4. Из выпадающего списка **База** выбрать базу данных Участки;
5. В строке **Имя** задать название первого условия. (Например, Длина меньше 50 метров).

В разделе набора условий в строке Длина участка, м ввести: <50;



#### Примечание

Синтаксис условий запроса аналогичен синтаксису в окне запросов по семантической базе данных.

6. Указать тип объекта, выбрав вкладку **Линейные**.

В разделе Линии задать цвет, стиль и толщину линий трубопровода.(см. Рис.18.5).

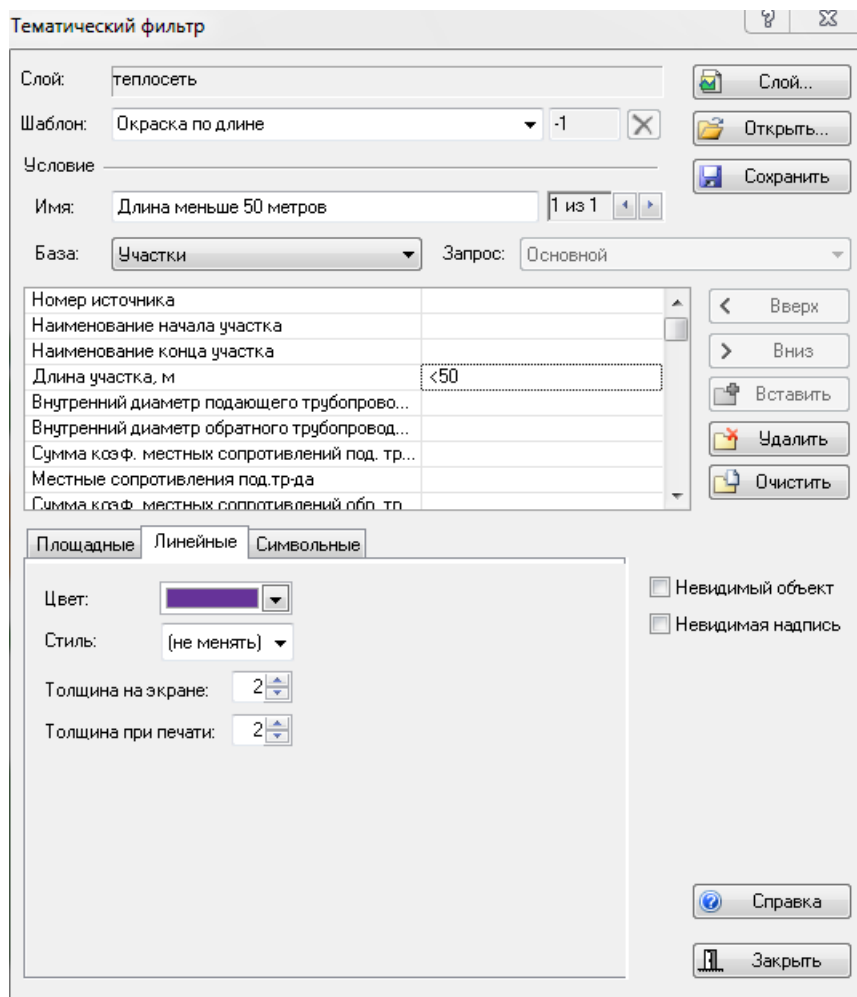





Рисунок 18.5. Создание тематического фильтра

7. Для ввода следующего запроса нажать стрелку  в разделе **1 из 1**  ;
8. В строке **Имя** задать название второго условия. (см. Рис.18.6);
9. В строке **Длина участка, м** ввести: >50. (см. Рис.18.6);
10. В разделе **Линии** задать стиль, цвет и толщину трубопровода;
11. Сохранить шаблон (кнопка **Сохранить**).

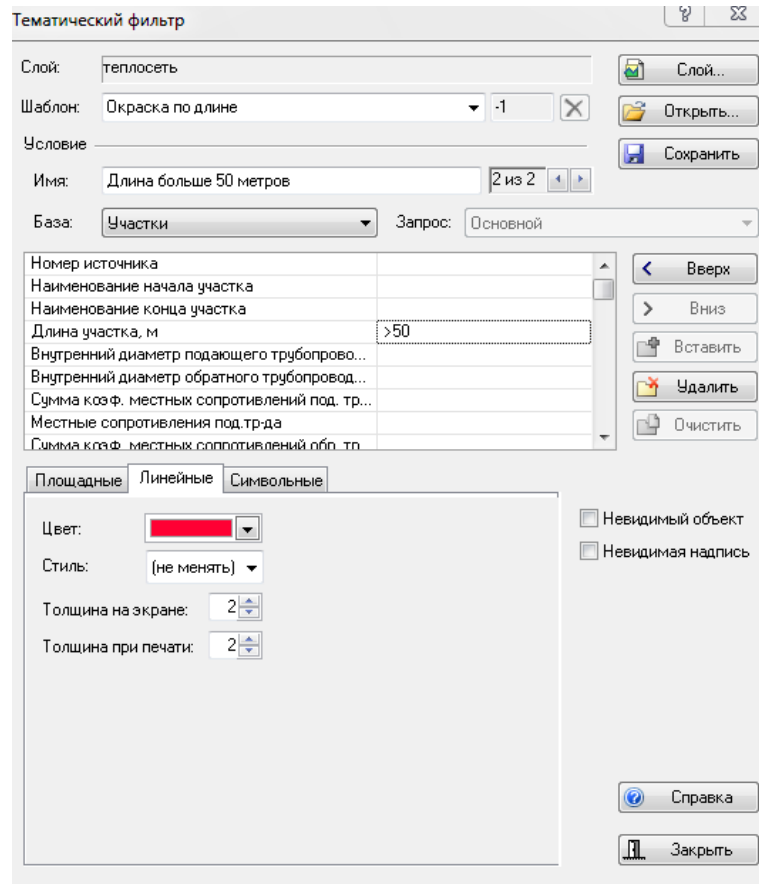
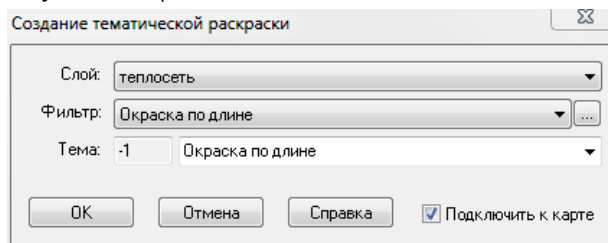


Рисунок 18.6. Создание тематического фильтра, 2-ое условие

Теперь на основе тематического фильтра создаётся тематический файл:

1. В меню **Карта** выбрать пункт **Тема|Создать**.



2. В выпадающем списке **Слой** нажать на стрелку (▼) и выбрать слой тепловой сети;
3. В строке **Фильтр** нажать стрелку ▼ и выбрать фильтр, созданный на предыдущем этапе (Окраска по сети);
4. В строке **Тема** стереть надпись <Новая> и написать пользовательское название темы, например, также Окраска по сети;
5. Отметить опцию **Подключить к карте**, нажать кнопку **OK**. На экране отобразится созданная тематическая раскраска.

## 18.2.2. Редактирование тематического файла

Для редактирования тематической окраски надо:

1. В меню **Карта** выбрать команду **Тема/Редактор фильтра**;
2. Нажать на кнопку **Слой**, и в появившемся окне выбора файла указать слой тепловой сети;

3. В строке **Шаблон** выбрать имя шаблона, который нужно отредактировать (Например, окраска по сети);
4. Изменить необходимые параметры;
5. Нажать кнопку **ОК** для сохранения изменений.



### Важно

После редактирования тематического фильтра, тематический файл надо обновить. Как это сделать см. раздел 18.3 «Подключение тематической окраски», стр.228

## 18.3. Подключение тематической окраски

Для подключения тематической окраски необходимо:

1. Выбрать пункт меню **Карта|Тема|Подключить**. Откроется окно **Тематические раскраски**, (Рис.18.7);
2. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по раскраске. Двойной щелчок устанавливает (снимает) галочку с раскраски. Галочка означает, что окраска будет подключена к карте;
3. После выбора необходимой раскраски и её подключения (отключения) нажмите кнопку **ОК** для сохранения.

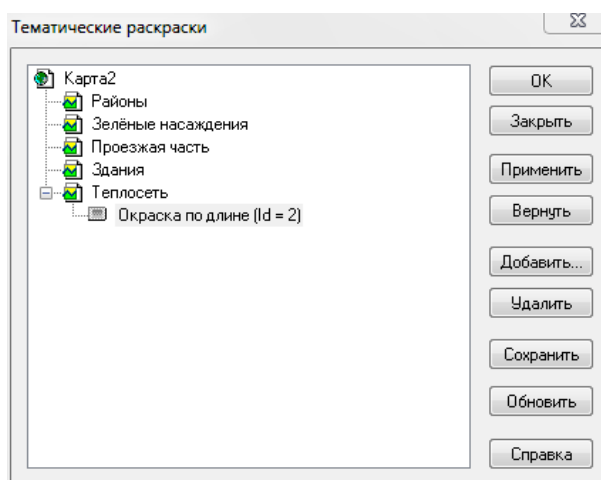


Рисунок 18.7. Подключение тематической раскраски

### 18.3.1. Обновление тематической окраски

После расчета или после изменения исходных данных необходимо окрасить сеть повторно, для этого нужно:

1. Выбрать пункт меню **Карта|Тема|Подключить**. Откроется окно **Тематические раскраски**;
2. Выделить раскраску левой кнопкой мыши;
3. Нажать кнопку **Обновить**;
4. Нажать кнопку **ОК** для закрытия окна.

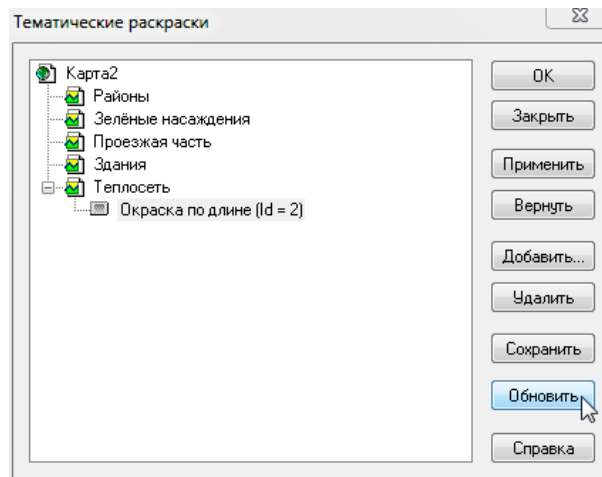


Рисунок 18.8. Обновление тематической окраски

## 18.4. Пример создания тематического фильтра

Создать, записать и отредактировать тематический фильтр можно в редакторе фильтров. Для вызова редактора следует выбрать пункт меню системы **Карта|Тема|Редактор фильтра**. На экране появится диалог редактора.

Зададим тематическую раскраску для потребителей, у которых расчетная нагрузка на отопление меньше 0.2 Гкал/ч, для этого надо следует сначала создать тематический фильтр:

1. В меню **Карта** выбрать команду **Тема|Редактор фильтра**;
2. Нажать кнопку **Слойи** в появившемся окне выбрать слой тепловой сети;
3. В строке **Шаблон** ввести: Нагрузка меньше 0.2;
4. В строке **Условие** задать название условия условия, например Нагр. меньше 0.2;
5. В строке **База** выбрать объект сети, в данном случае Потребитель;
6. В разделе набора условий в строке **Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч** ввести: <0.2;
7. Выбрать снизу вкладку **Символьные**;
8. Нажать **Новый символ** и нарисовать символ в редакторе. Более подробное описание работы в графическом редакторе символов можно рассмотреть в справочном пособии по работе с ГИС Zulu™ в разделе Работа с векторными слоями|Редактор структуры слоя|Редактор символов;
9. Выбрать нарисованный символ в выпадающем списке;
10. В строке **Размер** установить значение 40.



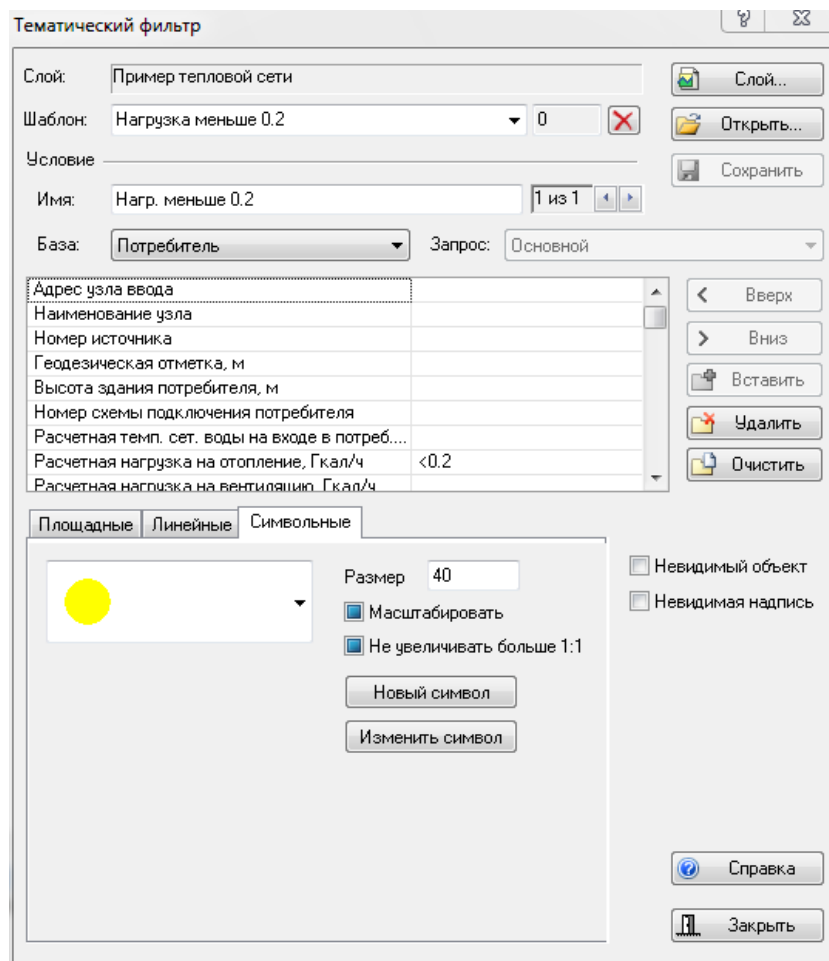


Рисунок 18.9. Пример создания тематического фильтра

11. Сохранить шаблон (кнопка **Сохранить**);

12. Закреть окно создания тематического фильтра (кнопка **Закреть**).

Теперь следует на основе выбранного фильтра **создать тематический файл**, для этого надо:

1. В меню **Карта** выбрать пункт **Тема|Создать**;
2. В выпадающем списке **Слой** нажать на стрелку (▼) и выбрать слой **Пример тепловой сети**;
3. В строке **Фильтр** нажать на стрелку (▼) и выбрать файл фильтра (**Нагрузка меньше 0.2**);
4. В строке **Тема** стереть надпись <Новая> и ввести пользовательское название темы, например **Потребители**;
5. Включить опцию **Подключить к слою**.

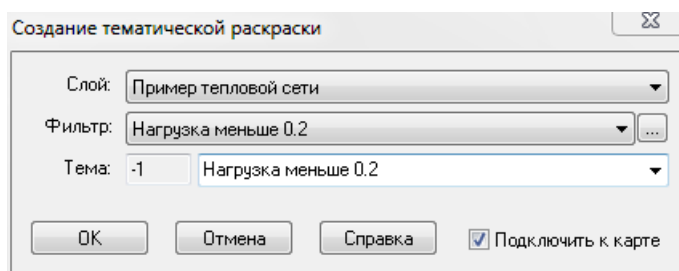
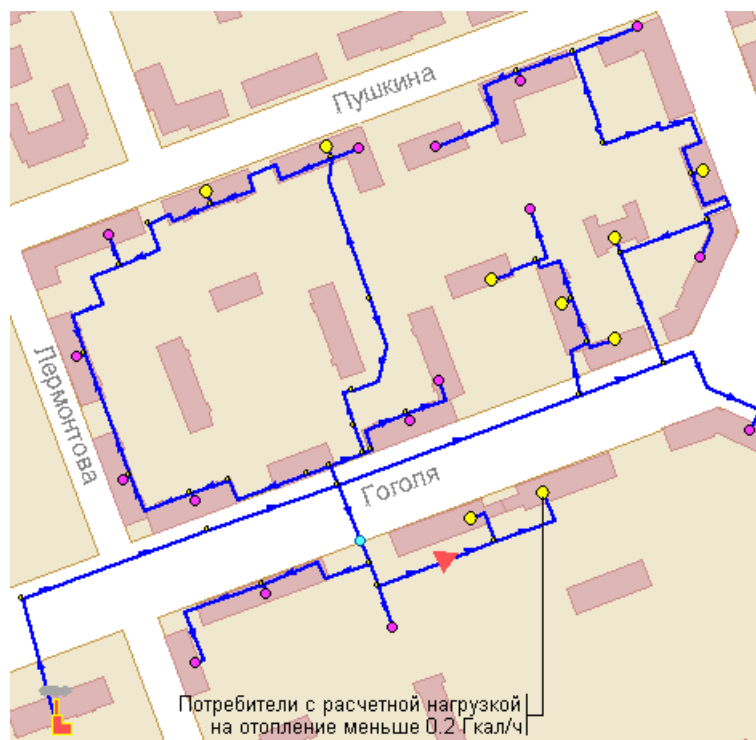


Рисунок 18.10. Пример создания тематического файла

6. Нажать кнопку ОК, после чего на экране отобразится тематическая раскраска для потребителей. (Рис.18.11).



**Рисунок 18.11. Пример подключенной тематической раскраски**

# Глава 19. Справочники

## 19.1. Справочник по трубам

Для выполнения конструкторского расчета пользователь может самостоятельно создавать различные наборы диаметров (сортаменты), по которым программа будет выбирать нужный диаметр для каждого участка. Для добавления и редактирования сортаментов используется *Справочник по трубам*.

По умолчанию для каждой сети всегда существует сортамент под именем *Сталь*, он является основным. Если при подборе диаметров необходимо для разных участков использовать разные сортаменты, то имя нужного сортамента можно задать для каждого участка персонально поле *Tubes*, *Сортамент* в базе данных по участкам (см. Рис.19.1). Если это поле для участка пусто, то расчет для подбора диаметров для данного участка будет использовать основной сортамент.

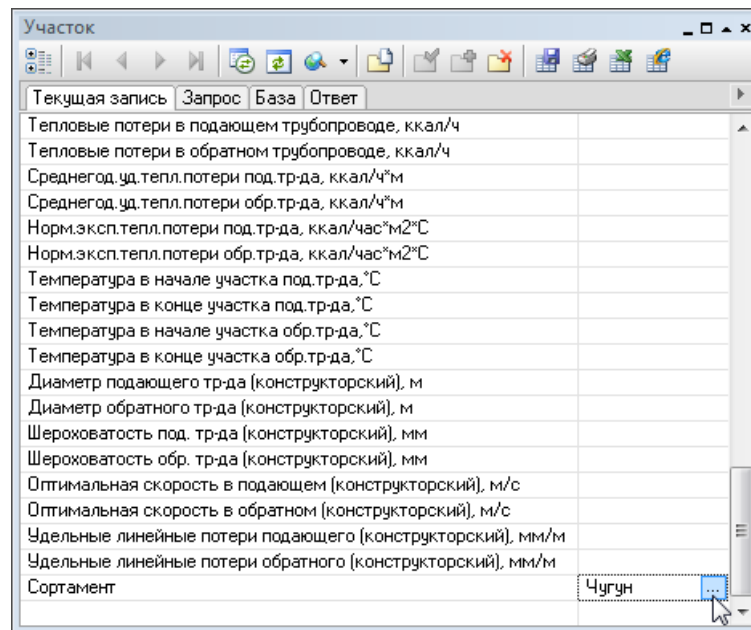




Рисунок 19.1. Выбор материала трубопровода

- Открытие справочника по трубам;
- выбор материала трубопровода; добавление диаметра к существующему материалу;
- удаление диаметра;
- добавление нового материала в справочник;
- удаление материала из справочника.

### 19.1.1. Открытие справочника по трубам

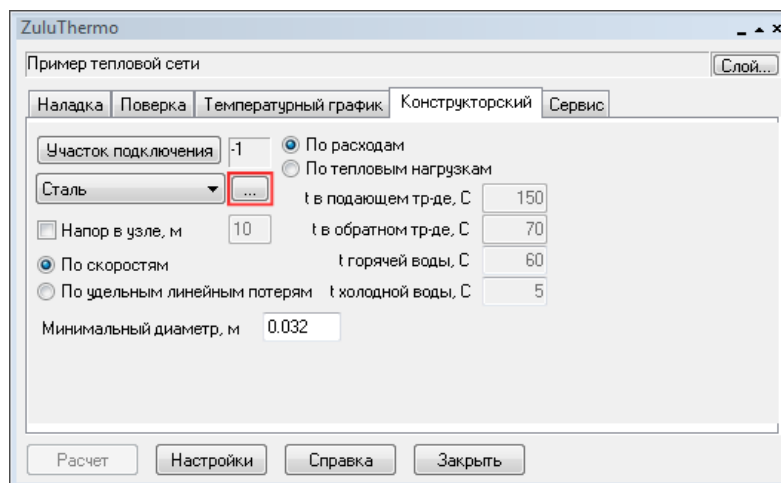
Открыть справочник можно двумя способами.

Первый способ:

1. Выбрать команду главного меню *Задачи|ZuluThermo* или нажать кнопку  на панели инструментов;
2. Перейти на вкладку *Конструкторский*;
3. Нажать кнопку *Слой...* и выбрать слой тепловой сети из списка;
4. На панели *ZuluThermo* нажать кнопку . (см. Рис.19.2).

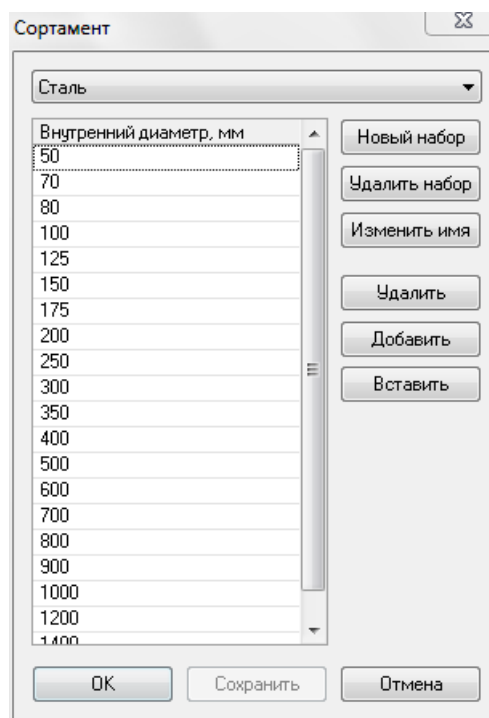







**Рисунок 19.2. Открытие справочника по трубам**

Откроется окно справочника по трубам (*Сортамент*), в котором указаны диаметры трубопроводов в зависимости от их материала. (см. Рис.19.3)



**Рисунок 19.3. Окно «Сортамент»**

Второй способ:

1. Открыть окно семантической информации по конкретному участку (  ),;
2. Установить курсор с правой стороны от строки *Сортамент* (см. Рис.19.4);.

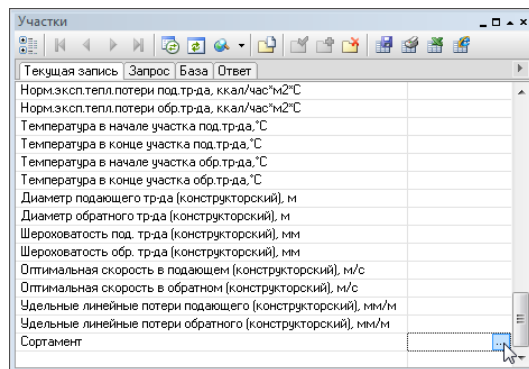


Рисунок 19.4. Открытие справочника по трубам

3. Нажать кнопку . Откроется окно справочника по трубам (*Сортамент*).

## 19.1.2. Выбор материала трубопровода

Для того чтобы выбрать материал из справочника по трубам надо:

1. Открыть окно семантической информации по участку, на котором надо выбрать материал ();
2. Установить курсор с правой стороны от строки *Сортамент*.

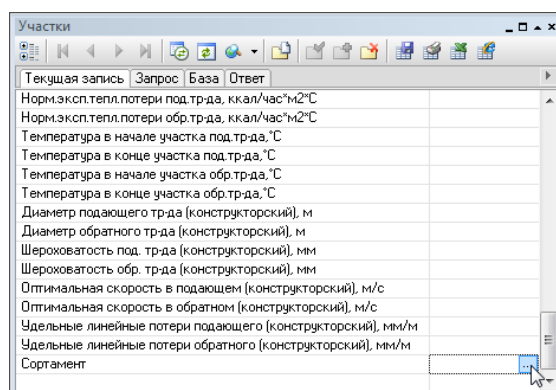


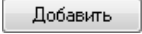
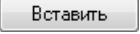
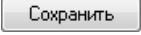
Рисунок 19.5. Окно семантической информации по участку

3. Нажать кнопку ;
4. В появившемся окне *Сортамент* выбрать необходимый материал, или добавить новый;
5. Нажать кнопку .

## 19.1.3. Добавление нового диаметра к существующему материалу

Если в справочник по диаметрам к существующему материалу нужно добавить новый диаметр, то в этом случае следует:

1. Открыть справочник по трубам;
2. Выбрать материал в списке. При необходимости добавить новый;

3. Нажать кнопку  для добавления строки в конец списка. Для добавления в определенном месте списка следует встать на определенную строку и нажать кнопку . Перед выделенной строкой добавится новая строка;
4. Ввести внутренний диаметр;
5. После ввода всех диаметров нажать кнопку  (см. Рис.19.6).

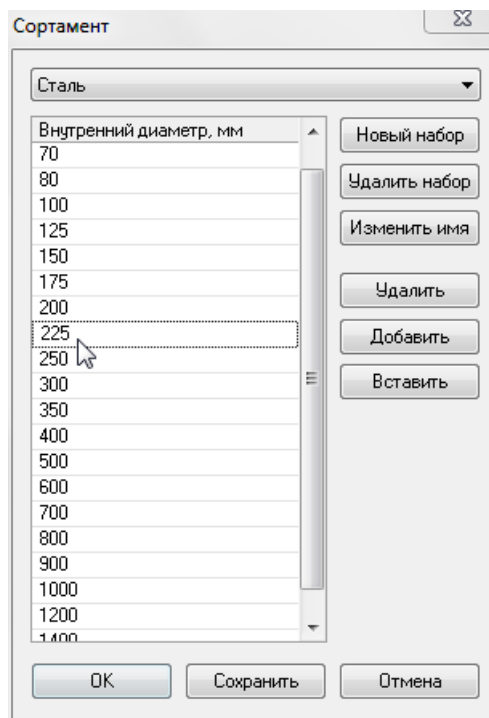
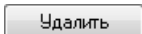
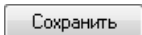


Рисунок 19.6. Добавления диаметра к существующему набору

6. После сохранения изменений нажать кнопку **OK**.

### 19.1.4. Удаление диаметра

Чтобы удалить диаметр из справочника надо:

1. Выделить левой кнопкой мыши строку, которую необходимо удалить;
2. Нажать кнопку ;
3. Нажать кнопку . После сохранения изменений нажать кнопку **OK**.

### 19.1.5. Добавление нового материала в справочник

В справочник по диаметрам трубопроводов можно добавлять новые материалы. Указание материала необходимо для того, чтобы при проведении конструкторского расчета программа «знала» какой набор диаметров существует для каждого материала.

Для того, чтобы добавить новый материал в справочник, следует:

1. Нажать кнопку .



**Рисунок 19.7. Добавление нового материала**

2. Ввести название материала (например, Чугун), и нажать кнопку **ОК**;
3. Занести необходимые диаметры, нажимая на кнопку **Добавить**;
4. Нажать на кнопку **Сохранить** после ввода всех необходимых значений;
5. Для выхода из окна **Сортамент** нажать на кнопку **ОК**.

### 19.1.6. Удаление материала из справочника

Для того чтобы удалить материал из справочника надо:

1. Выбрать материал в справочнике;
2. Нажать на кнопку **Удалить набор**;
3. Нажать на кнопку **Сохранить**.

Для выхода из окна **Сортамент** нажать на кнопку **ОК**.


## 19.2. Справочник по насосам

Для вычисления напора воды, создаваемого насосом, используется расход воды, проходящий через насос. В данном справочнике заносится характеристика насоса (зависимость расхода воды от напора), для дальнейшего использования в модели.

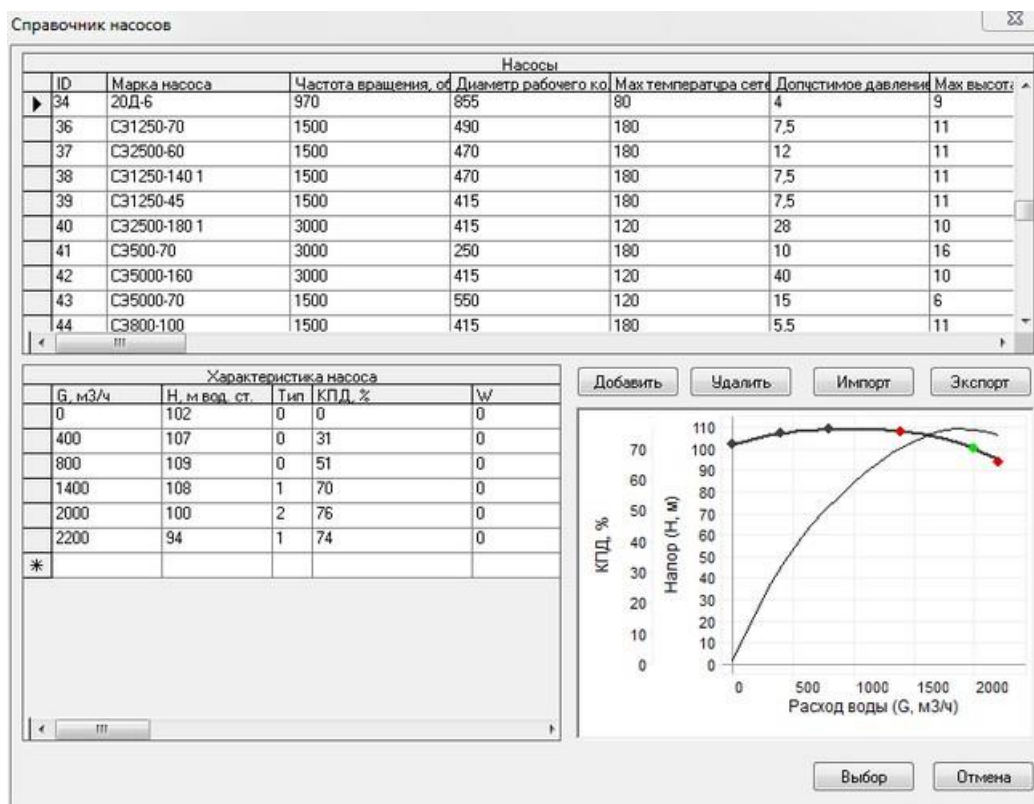


### Важно

При задании насоса с помощью справочника величину напора, развиваемого насосом, задавать не нужно, так как значение напора программа самостоятельно будет брать из справочника.

Справочник по запорной арматуре можно открыть через базу данных по насосам в поле *Марка насоса на под. (обр.) тр-де*, либо нажав кнопку  панели инструментов.

После нажатия появляется окно **Справочника насосов**, в которой приведены характеристики в зависимости от расхода воды ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) и напора (м вод.ст.), создаваемого насосом, а также приведен график этой зависимости.



**Рисунок 19.8. Окно Справочника насосов**

Помимо этого в таблице насосов отображены: частота вращения (об/мин) и диаметр рабочего колеса (мм), максимальная температура сетевой воды (град. Цельсия), допустимое давление на всасывании ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ), максимальная высота всасывания (м вод.ст.), КПД (%).

На графике красными точками обозначены границы рабочей зоны насосов, а зеленой - рабочая точка.

В таблице характеристик в колонке тип каждой точке соответствует значение 0, 1 или 2:

- 0- точки, лежащие вне рабочей зоны (на графике они изображены черным цветом);
- 1- точки, обозначающие границы рабочей зоны (на графике они красные);
- 2- рабочая точка насоса (на графике она зеленая).

Для просмотра характеристики по интересующей марке насоса необходимо, наведя курсор на эту марку, нажать левую кнопку мыши.

ID	Марка насоса	Частота вращения, об/мин	Диаметр рабочего кол	Мак температура сети	Допустимое давление	Мак высот
34	20Д-6	970	855	80	4	9
36	С31250-70	1500	490	180	7,5	11

**Рисунок 19.9. Просмотр марки насоса**

Сразу же в нижней части диалогового окна отобразятся характеристики соответствующие данному насосу, а также график зависимости расхода воды от напора. (см. Рис.19.10).

Если в таблице характеристик в нижней левой части окна выделить интересующую строку, нажав на значение расхода, напора, типа и т.д. левой клавишей мыши, то выделенная точка будет показана на графике (обведена в черный кружок, см. Рис.19.10).

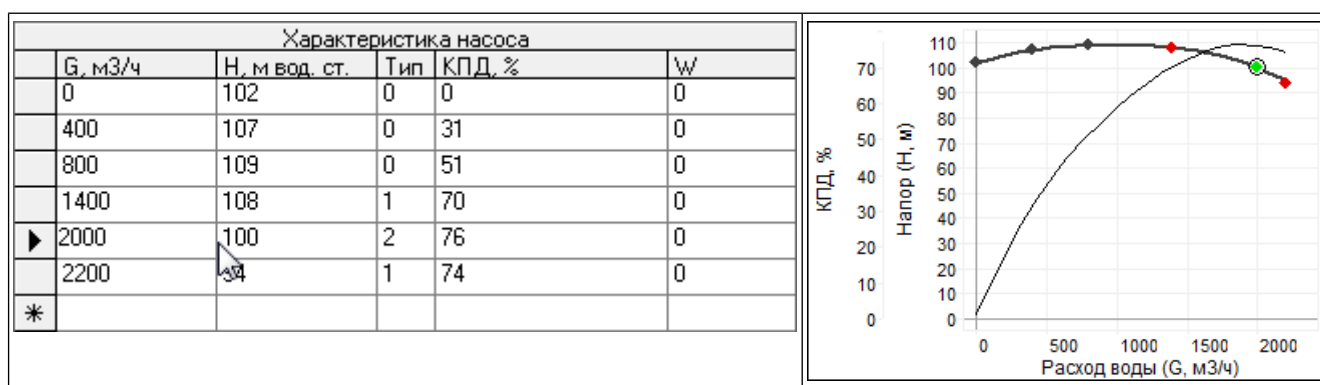



Рисунок 19.10. Просмотр характеристики насоса

- Открытие справочника по насосам;
- Выбор марки насоса из справочника;
- Добавление марки в справочник;
- Импорт данных по насосам;
- Экспорт данных по насосам;
- Удаление насоса.


## 19.2.1. Открытие справочника по насосам

Открыть справочник можно двумя способами.

Первый способ:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для просмотра или редактирования справочника.

Второй способ:

1. Открыть окно семантической информации по насосу ();
2. Установить курсор с правой стороны от поля **Марка насоса на подающем тр-де**. В случае если насос установлен на обратном трубопроводе, использовать поле в строке **Марка насоса на обратном** (Mark\_obr).

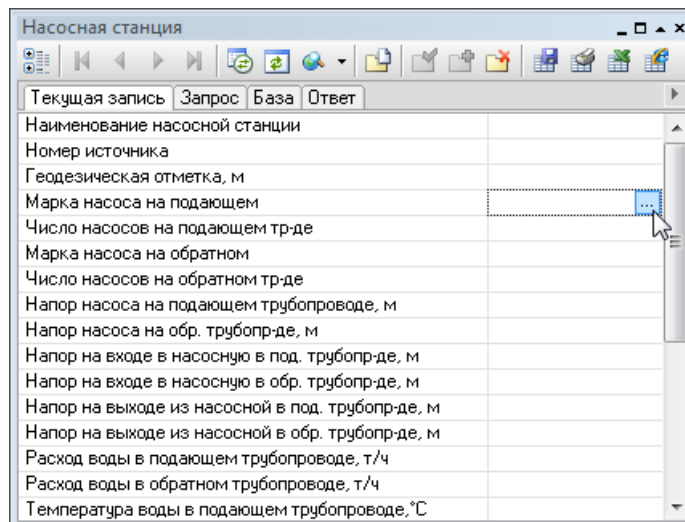



Рисунок 19.11. Выбор марки насоса

3. Нажать кнопку . Откроется окно справочника по насосам.




### Важно

Кнопка  будет видна только когда активна правая часть строки.

## 19.2.2. Выбор марки насоса из справочника

Для ввода конкретной марки насоса нужно:

1. Открыть окно семантической информации по конкретному насосу ();
2. Установить курсор с правой стороны от поля **Марка насоса на подающем тр-де**. В случае если насос установлен на обратном трубопроводе, использовать поле строки **Марка насоса на обратном** (*Mark\_obr*).

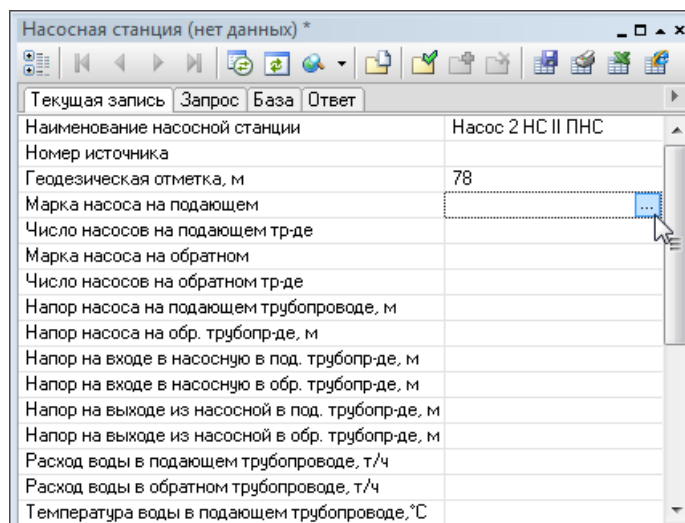




Рисунок 19.12. Выбор марки насоса

3. Нажать кнопку  ;
4. В открывшемся окне **Справочника насосов** с помощью левой кнопки мыши выделить необходимую марку (для поиска нужной марки можете воспользоваться полосой прокрутки);

5. Нажать кнопку . Марка насоса автоматически будет занесена в таблицу исходных данных, а вы вернетесь в таблицу исходных данных.



### Важно

Кнопка  будет видна только, когда активна правая часть строки.



### Важно

Если вы впишете марку в таблицу исходных данных с клавиатуры, не занеся предварительно эти данные в справочник насосов, то расчет выдаст ошибку в строке Марка насоса, в связи с тем, что в справочнике эта информация отсутствует.

## 19.2.3. Добавление марки в справочник

Если в справочнике насосов необходимая вам марка отсутствует, то нужно занести новую марку в справочник самостоятельно, для этого следует:


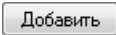

1. Нажать кнопку  на панели инструментов. Откроется справочник по насосам;
2. В появившемся окне, нажмите кнопку . В таблицах насосы и характеристики насосов появится новая строка.

Рисунок 19.13. Добавление марки насоса в справочник

3. В верхнюю часть таблицы **Насосы** внести марку насоса, частоту вращения (об/мин), диаметр рабочего колеса (мм), максимальную температуру сетевой воды (С), допустимое давление на всасе (кгс/см<sup>2</sup>) и максимальную высоту всасывания (м. вод.ст.);
4. После занесения названия марки насоса, необходимо, также задать в таблице характеристик насоса:
  - Расход, G (м<sup>3</sup>/ч);
  - Напор, H (м вод.ст.) воды;

- Указать тип, вводимой точки (0,1 или 2);
  - КПД, %.
5. В таблице характеристик после ввода первой строки нажать  для добавления следующей.



Характеристика насоса					
	G, м <sup>3</sup> /ч	H, м вод. ст.	Тип	КПД, %	W
*	100	50	0	58	

**Рисунок 19.14. Добавление характеристики насоса**

При вводе значений автоматически в правой части окна будет выстраиваться график зависимости расхода воды от напора.



## 19.2.4. Импорт данных по насосам

Импортировать, возможно, исходные данные, полученные в результате экспорта. Для этого надо:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по насосам;
2. Нажать на кнопку  в диалоговом окне *Справочник насосов*;
3. В раскрывшемся окне указать файл, из которого будет производиться импорт.


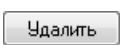
## 19.2.5. Экспорт данных по насосам

Для того чтобы экспортировать данные по насосам в текстовый файл, надо:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по насосам;
2. Выделить строку с определенной маркой насоса;
3. Нажать кнопку ;
4. В появившемся диалоговом окне *Сохранить как*, выбрать директорию и ввести имя текстового файла, с которым он будет сохранен;
5. Нажать кнопку *Сохранить*.

## 19.2.6. Удаление насоса


Если появилась необходимость какой-то насос удалить, надо:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по насосам;
2. Выделить строку с маркой насоса, который необходимо удалить;
3. Нажать кнопку  и при заданном вопросе: «Вы действительно хотите удалить насос?», нажать - *Да*.

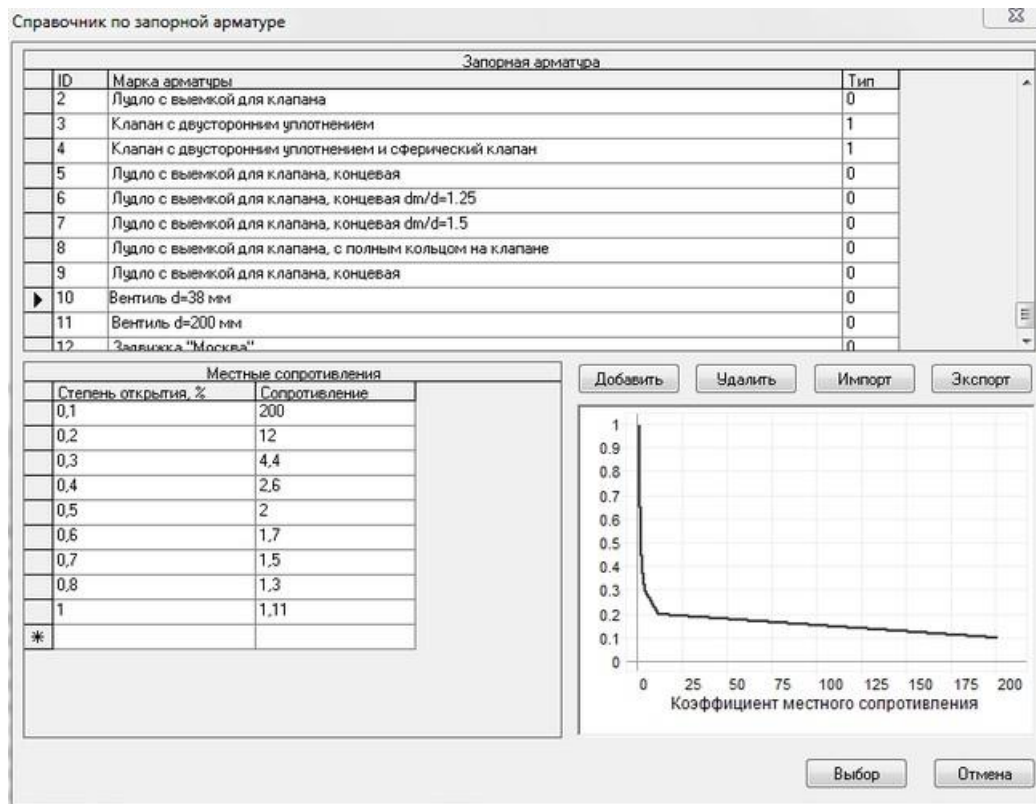
## 19.3. Справочник по запорной арматуре

Для вычисления сопротивления запорного устройства используется коэффициент гидравлического сопротивления (безразмерная величина) и условный диаметр. В данном справочнике для ряда запорных устройств, приводятся зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от степени открытия

запорного устройства (либо от угла закрытия поворотного устройства), для дальнейшего использования в модели.

Справочник по запорной арматуре можно открыть через базу данных по запорным устройствам в поле **Марка** либо нажав кнопку  на панели инструментов.

После нажатия появляется таблица справочника по запорной арматуре, в которой приведены значения коэффициентов местного сопротивления в зависимости от степени открытия (в %) или от угла поворота задвижки (в град.), а также приведен график этой зависимости. (см. Рис.19.15)



**Рисунок 19.15. Окно Справочника по запорной арматуре**

В столбец **ID** автоматически заносится порядковый номер запорного устройства в справочнике.

В столбце **Марка арматуры** указывается название запорного устройства.

Столбец **Тип** обозначает:

- Если в поле тип - 0, то в таблице местных сопротивлений указывается степень открытия (в %);
- Если в поле тип - 1, то в таблице указывается угол поворота закрытия задвижки (в град.).

Для просмотра данных по интересующей марке арматуры необходимо, наведя курсор на эту марку, нажать левую клавишу мыши. (Рис.19.16).

9	Лудло с выемкой для клапана, концевая	0
10	Вентиль d=38 мм	0
11	Вентиль d=200 мм	0

**Рисунок 19.16. Просмотр марки запорного устройства**

Сразу же в нижней части диалогового окна отобразятся местные сопротивления соответствующие данному запорному устройству, а также график зависимости коэффициента местного сопротивления от степени открытия или от угла поворота задвижки. (Рис.19.17).

Если в таблице местных сопротивлений выделить интересующую строку, нажав на любое значение степени открытия/угла поворота либо сопротивления левой клавишей мыши, то выделенная точка будет показана на графике. (см. Рис.19.17).






**Рисунок 19.17. Просмотр характеристики запорного устройства**

- Открытие справочника по запорной арматуре;
- Выбор марки запорной арматуры из справочника;
- Добавление марки в справочник;
- Импорт данных по запорным устройствам;
- Экспорт данных по запорным устройствам;
- Удаление запорного устройства из справочника.



### 19.3.1. Открытие справочника по запорной арматуре

Открыть справочник можно двумя способами.

Первый способ:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для просмотра или редактирования справочника.

Второй способ:

1. Открыть окно семантической информации по конкретной задвижке ();
2. Установить курсор с правой стороны от строки **Марка задвижки** на подающем или Марка задвижки на обратном и нажать кнопку . Откроется справочник по запорной арматуре.

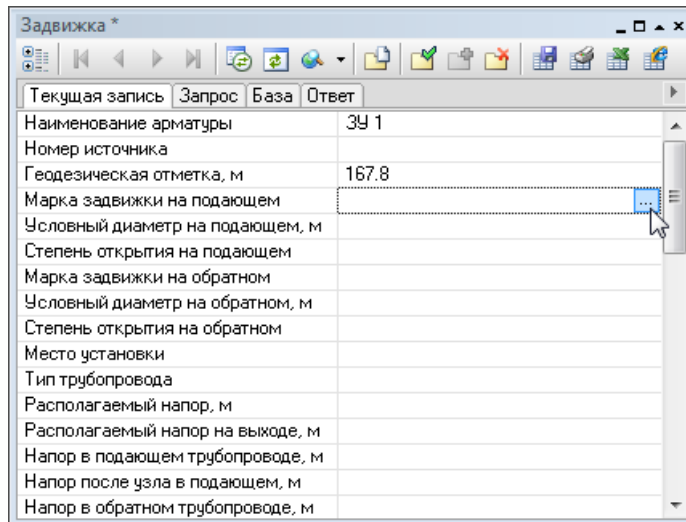



Рисунок 19.18. Открытие справочника по запорной арматуре



### Примечание

Кнопка  будет видна только, когда активна правая часть строки *Марка*.



## 19.3.2. Выбор марки запорной арматуры из справочника

Запорная арматура это объект сети, который характеризуется двумя режимами: открыта и закрыта. Причем открыта - это режим, зависящий от степени открытия (в %) либо от угла поворота задвижки (в град.).

При заполнении таблицы исходных данных по запорной арматуре возможно два варианта:

- Не задавать марку запорной арматуры. В этом случае устройство будет считаться полностью открытым и не создавать никакого гидравлического сопротивления. Исходной информацией в этом случае является только геодезическая отметка;
- Задавать марку запорной арматуры. Если задавать конкретную марку запорного устройства, то дополнительно необходимо указать Условный диаметр и Степень открытия каждого устройства.

Для выбора марки запорной арматуры следует:

1. Открыть окно семантической информации по конкретной задвижке (  );
2. Установить курсор с правой стороны от строки *Марка задвижки на подающем* или *Марка задвижки на обратном* и нажать кнопку .

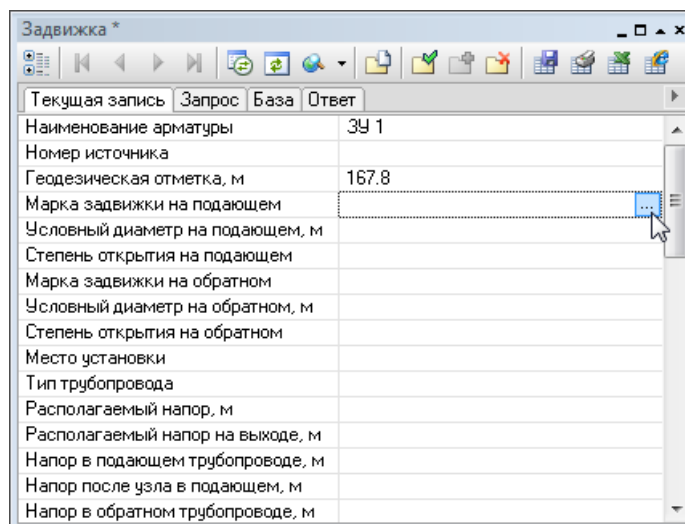




Рисунок 19.19. Выбор марки запорной арматуры

3. В отрывшемся окне *Справочник по запорной арматуре* помощью левой кнопки мыши выделить необходимую марку (для поиска нужной марки можете воспользоваться полосой прокрутки);
4. Нажать кнопку .



### Примечание

Кнопка  будет видна только, когда активна правая часть строки *Марка*.


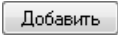


### Внимание

Если вы впишете марку в таблицу исходных данных с клавиатуры, не занеся предварительно эти данные в справочник запорной арматуры, то расчет выдаст ошибку в строке *Марка*, в связи с тем, что в справочнике эта информация отсутствует.

## 19.3.3. Добавление марки в справочник

Если в справочнике запорной арматуры необходимая вам марка отсутствует, то нужно занести новую марку в справочник самостоятельно. Для этого следует:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов. Откроется справочник по запорным устройствам;
2. В появившемся окне, нажать кнопку . В справочнике запорной арматуры в конец списка добавится новая строка.

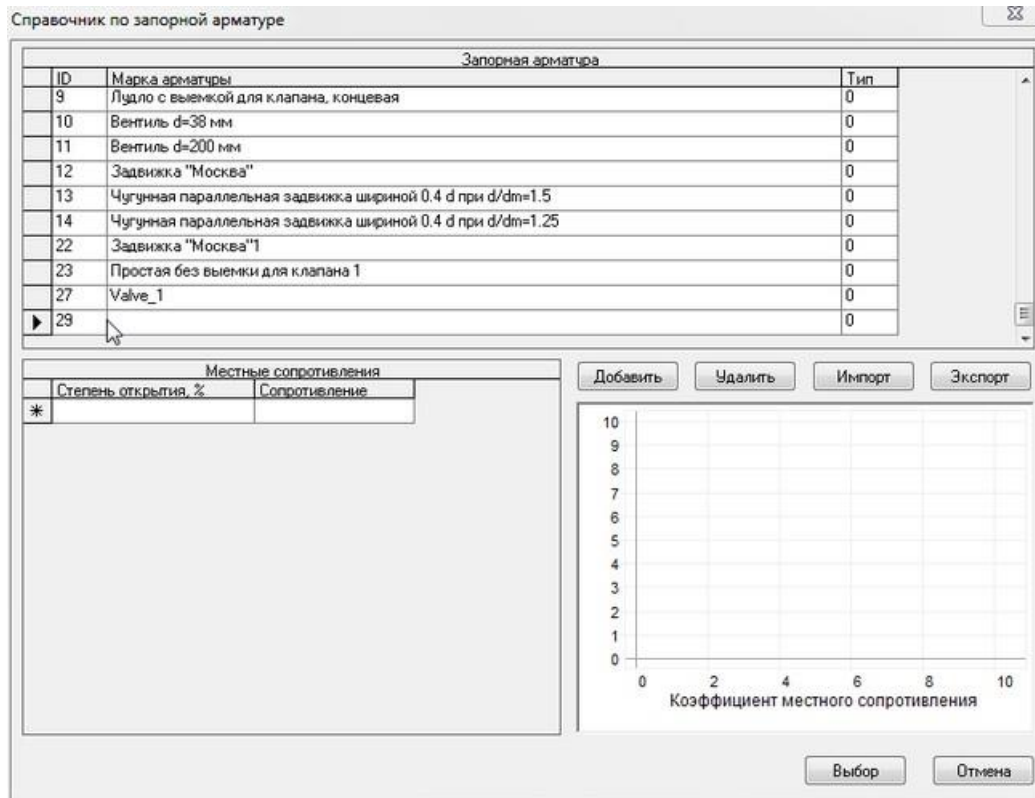


Рисунок 19.20. Добавление марки запорной арматуры

1. Занести в поле **Марка арматуры** название арматуры;
2. Указать в поле **Тип**, тип запорного устройства.
  - Если в поле тип - 0, то в таблице местных сопротивлений указаны: степень открытия (в %);
  - Если в поле тип - 1, то в таблице: угол поворота закрытия задвижки (в град.).
3. В таблице местных сопротивлений задать степень открытия задвижки (в %) или угол поворота (в град.) и соответствующее сопротивление. После ввода первой строки нажать \* для добавления следующей строки.



Местные сопротивления		
	Угол поворота, град	Сопротивление
*	10	180

Рисунок 19.21. Добавление характеристики запорной арматуры

При вводе значений автоматически в правой части окна будет выстраиваться график зависимости коэффициента местного сопротивления от степени открытия.

### 19.3.4. Импорт данных по запорным устройствам


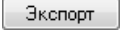
Импортировать, возможно, исходные данные, полученные в результате экспорта. Для этого надо:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по запорным устройствам;
2. Нажать на кнопку  в диалоговом окне *Справочник по запорной арматуре*;
3. В раскрывшемся окне указать файл, из которого будет производиться импорт.




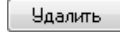
### 19.3.5. Экспорт данных по запорным устройствам

Система позволяет экспортировать данные по запорной арматуре в текстовый файл. Для экспорта надо:

1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по запорным устройствам;
2. Выделить строку с необходимой маркой арматуры;
3. Нажать кнопку ;
4. В строке *Имя файла* задать имя для экспортируемого текстового файла;
5. Нажать кнопку *Сохранить*.

### 19.3.6. Удаление запорного устройства из справочника

Если будет необходимость какое-то запорное устройство удалить, то для этого надо:


1. Нажать кнопку  на панели инструментов для открытия справочника по запорным устройствам;
2. Выделить строку с маркой запорной арматуры, которую необходимо удалить;
3. Нажать кнопку  и при заданном вопросе: «Вы действительно хотите удалить запорное устройство?», нажать - *Да*.

## 19.4. Справочник по теплоносителям

Справочник по теплоносителю позволяет отредактировать и занести новые виды теплоносителя, такие как этиленгликоль, пропиленгликоль и другие. В дальнейшем внесенные характеристики жидкости могут участвовать в расчетах.

### 19.4.1. Открытие справочника

Для того чтобы открыть справочник по теплоносителям следует:

1. Выбрать команду главного меню *Задачи|ZuluThermo* или нажать кнопку  панели инструментов. На экране появится окно теплогидравлических расчетов (см. Рис.19.22).

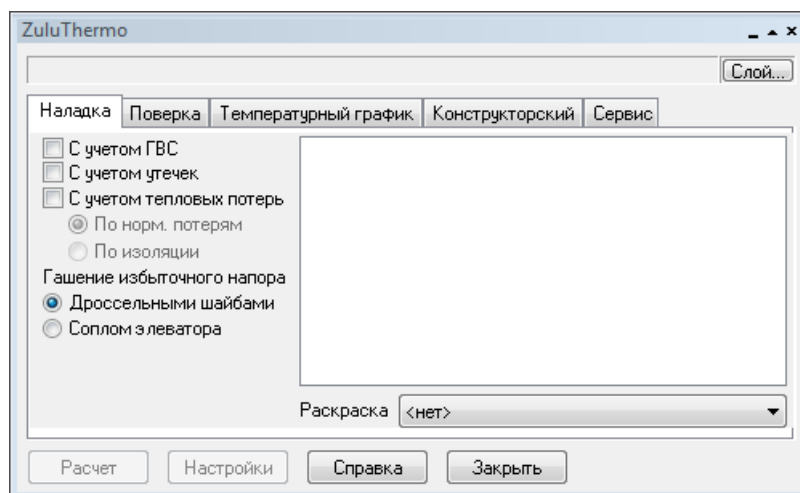


Рисунок 19.22. Окно теплогидравлических расчетов ZuluThermo

2. Нажать кнопку *Слой...* и выбрать слой тепловой сети;



4. Перейти во вкладку **Теплоноситель**;
5. Нажать кнопку **Редактировать**. Откроется окно справочника по теплоносителям, показанное на Рис.19.23.

Т, °C	Плотность, кг/м³	Динамическая вязкость, Н*с/м²*10 <sup>-3</sup>	Теплоёмкость, КДж/кг*К
0.0	999.8255	1.7895386710	4.217
5.0	1000.0171	1.5172659448	4.204
10.0	999.7918	1.3053261745	4.193
15.0	999.2104	1.1371943618	4.186
20.0	998.3197	1.0013745583	4.182
25.0	997.1563	0.8899313851	4.181
30.0	995.7484	0.7972466535	4.179
35.0	994.1188	0.7192514136	4.178
40.0	992.2854	0.6529377844	4.179
45.0	990.2629	0.5960427054	4.181
50.0	988.0633	0.5468348396	4.182
55.0	985.6972	0.5039702215	4.183
60.0	983.1735	0.4663915526	4.185
65.0	980.5004	0.4332568493	4.188
70.0	977.6850	0.4038877351	4.190
75.0	974.7337	0.3777327024	4.194

**Рисунок 19.23. Окно справочника по теплоносителям**

В строке **Название теплоносителя** выбирается теплоноситель для редактирования.

Каждая кнопка выполняет соответствующее ей действие:

- **Добавить теплоноситель**- добавляет новый теплоноситель в справочник;
- **Удалить теплоноситель**- удаляет теплоноситель из справочника;
- **Переименовать**- меняет имя для выбранного теплоносителя;
- **Добавить строку**— добавляет новую строку в конец списка;
- **Вставить строку**— вставляет пустую строку, перед выделенной строкой;
- **Удалить строку** - удаляет выделенную строчку из списка.

## 19.4.2. Добавление нового теплоносителя в справочник

Для того чтобы добавить новый теплоноситель следует:

1. Открыть справочник по теплоносителям;
2. Нажать кнопку **Добавить теплоноситель**. Ввести имя нового теплоносителя;
3. В появившейся таблице ввести температуру, плотность, динамическую вязкость и теплоёмкость теплоносителя, как показано на Рис.19.24. Для добавления новой строки использовать кнопку **Добавить строку**;
4. Нажать кнопку **Сохранить** для сохранения теплоносителя.





Теплоноситель

Название теплоносителя: Этиленгликоль 52% (-40) Добавить теплоноситель

Удалить теплоноситель

Переименовать

T, °C	Плотность, кг/м3	Дин. вязкость, Н*с/м2*10-3	Теплоемкость, КДж/кг*К
-40.0	1108.0000	110.8000000000	3.040
-20.0	1100.0000	27.5000000000	3.110
0.0	1092.0000	10.3700000000	3.190
20.0	1082.0000	4.8700000000	3.260
40.0	1069.0000	2.5700000000	3.340
60.0	1057.0000	1.5900000000	3.410
80.0	1045.0000	1.0500000000	3.490
100.0	1032.0000	0.7220000000	3.560

Добавить строку

Вставить строку

Удалить строку

Сохранить

Выход

Рисунок 19.24. Пример добавления теплоносителя

### 19.4.3. Редактирование существующего теплоносителя

Для изменения существующего теплоносителя надо:

1. В строке **Название теплоносителя** выбрать теплоноситель;
2. Внести изменения. Чтобы вставить строчку в определенном месте, следует выделить строчку и нажать **Вставить строку**, перед выделенной строкой вставиться пустая строка. Кнопка **Добавить строку** служит для добавления новой строки в конец списка;
3. Нажать кнопку **Сохранить** для сохранения изменений.

### 19.4.4. Удаление теплоносителя из справочника

Для удаления теплоносителя из справочника

1. В строке **Название теплоносителя** выбрать теплоноситель;
2. Нажать кнопку **Удалить теплоноситель**;
3. Нажать кнопку **Сохранить** для сохранения изменений.

### 19.4.5. Переименование теплоносителя

Для того, чтобы переименовать теплоноситель следует:

1. В строке **Название теплоносителя** выбрать теплоноситель;
2. Нажать кнопку **Переименовать**;
3. Ввести новое название теплоносителя и нажать **ОК**;
4. Нажать кнопку **Сохранить** для сохранения изменений.



## 19.5. Справочник по местным сопротивлениям

Учет местных сопротивлений, установленных на участках тепловой вети, осуществляется с помощью справочника по местным сопротивлениям. Он позволяет рассчитать сумму коэффициентов, если известно количество и виды сопротивлений (задвижки, компенсаторы и т.д.). С его помощью вносится информация о местных сопротивлениях по каждому участку сети.

### 19.5.1. Открытие справочника по местным

## **сопротивлениям**

Для открытия справочника местных сопротивлений следует:

1. На панели Навигация нажать кнопку ;
2. Подвести курсор мыши к участку тепловой сети и щелкнуть левой клавишей мыши (слой при этом должен быть активным или удерживать при щелчке Ctrl+Shift). Откроется окно с семантической информацией по данному участку;
3. Установить курсор на поле **Местные сопротивления под. тр-да (Местные сопротивления обр. тр-да)** и нажать кнопку . Откроется окно справочника местных сопротивлений. (см. Рис.19.25). О занесении местных сопротивлений смотрите следующий раздел *Занесение местных сопротивлений*

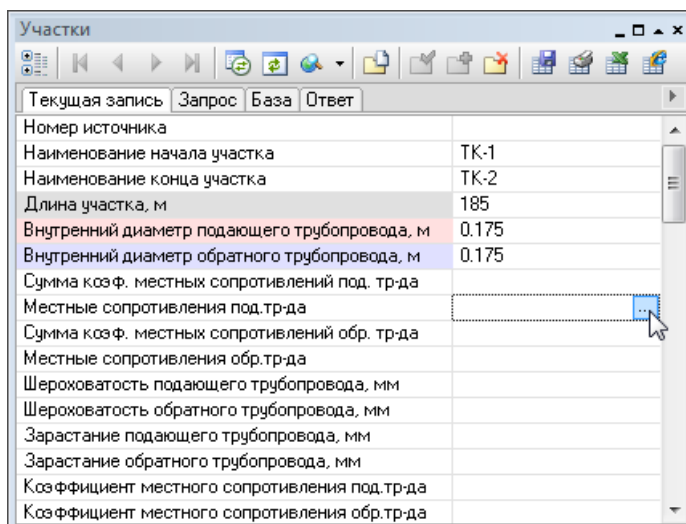


Рисунок 19.25. Открытие справочника по местным сопротивлениям

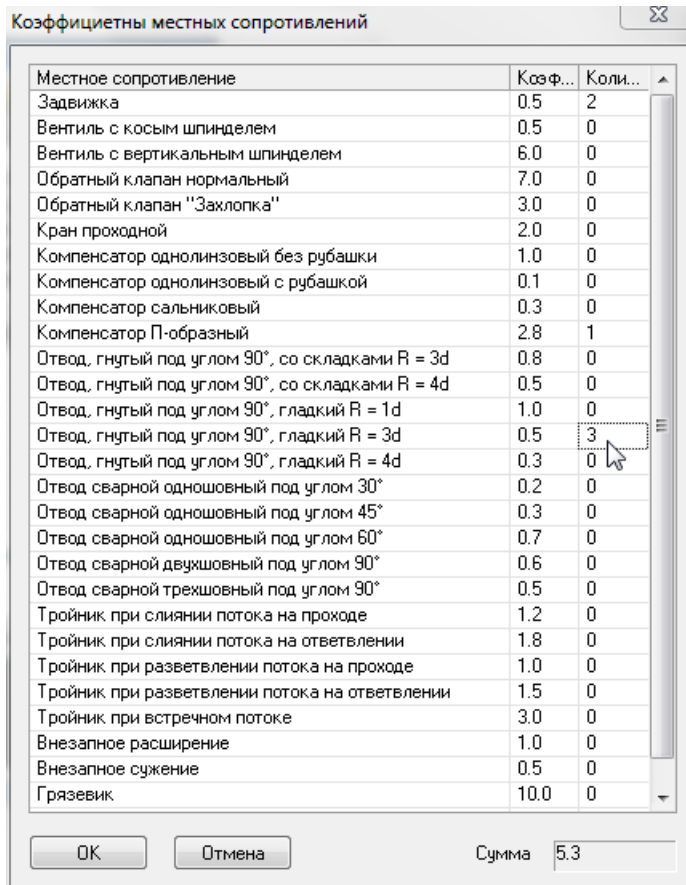


Рисунок 19.26. Справочник по местным сопротивлениям

## 19.5.2. Занесение местных сопротивлений

Для занесения местных сопротивлений следует указать количество объектов в столбце Количество. Для этого следует:

1. Открыть справочник по местным сопротивлениям;
2. Указать в столбце **Количество** напротив нужного местного сопротивления их количество. В случае, если в справочнике не оказалось нужного нам объекта, установленного на участке, следует занести его коэффициент местного сопротивления в строку **Прочие**.

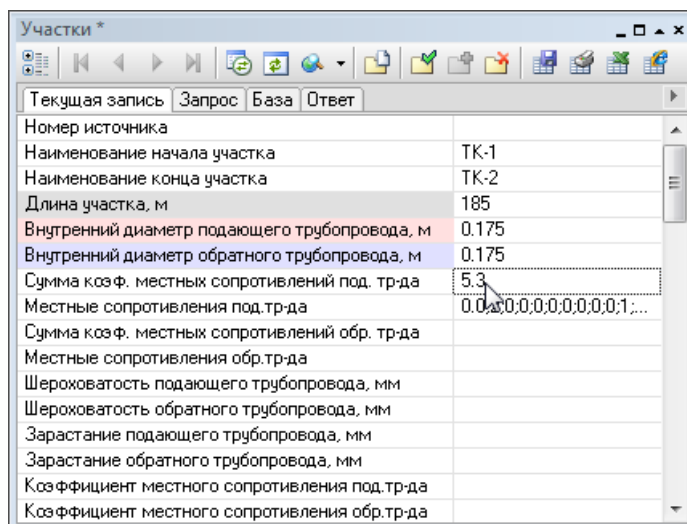
Местное сопротивление	Козф...	Коли...
Задвижка	0.5	2
Вентиль с косым шпинделем	0.5	0
Вентиль с вертикальным шпинделем	6.0	0
Обратный клапан нормальный	7.0	0
Обратный клапан "Захлопка"	3.0	0
Кран проходной	2.0	0
Компенсатор однолинзовый без рубашки	1.0	0
Компенсатор однолинзовый с рубашкой	0.1	0
Компенсатор сальниковый	0.3	0
Компенсатор П-образный	2.8	1
Отвод, гнутый под углом 90°, со складками R = 3d	0.8	0
Отвод, гнутый под углом 90°, со складками R = 4d	0.5	0
Отвод, гнутый под углом 90°, гладкий R = 1d	1.0	0
Отвод, гнутый под углом 90°, гладкий R = 3d	0.5	3
Отвод, гнутый под углом 90°, гладкий R = 4d	0.3	0
Отвод сварной одношовный под углом 30°	0.2	0
Отвод сварной одношовный под углом 45°	0.3	0
Отвод сварной одношовный под углом 60°	0.7	0
Отвод сварной двухшовный под углом 90°	0.6	0
Отвод сварной трехшовный под углом 90°	0.5	0
Тройник при слиянии потока на проходе	1.2	0
Тройник при слиянии потока на ответвлении	1.8	0
Тройник при разветвлении потока на проходе	1.0	0
Тройник при разветвлении потока на ответвлении	1.5	0
Тройник при встречном потоке	3.0	0
Внезапное расширение	1.0	0
Внезапное сужение	0.5	0
Грязевик	10.0	0

OK Отмена Сумма 5.3

Рисунок 19.27. Внесение местных сопротивлений

3. Ввести с клавиатуры количество объектов. Общая сумма всех коэффициентов будет автоматически указана ниже в строке **Сумма**;
4. Нажать кнопку **OK**.

После занесения информации в справочник местных сопротивлений, в строке базы данных *Местные сопротивления под. (обр.)* тр-да появится информация о коде местного сопротивления и количестве этих сопротивлений, например, 0.0; 2; 0; 0; 0; 0; 3. Коэффициенты просуммируются и итоговое значение суммы местных сопротивлений запишется в поле *Сумма коэф. местных сопротивлений под. (обр.) тр-да*. (см. Рис.19.28).



Участки *	
Текущая запись    Запрос    База    Ответ	
Номер источника	
Наименование начала участка	TK-1
Наименование конца участка	TK-2
Длина участка, м	185
Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	0.175
Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	0.175
Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да	5.3
Местные сопротивления под. тр-да	0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;0.0;1;...
Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да	
Местные сопротивления обр.тр-да	
Шероховатость подающего трубопровода, мм	
Шероховатость обратного трубопровода, мм	
Заращение подающего трубопровода, мм	
Заращение обратного трубопровода, мм	
Коэффициент местного сопротивления под.тр-да	
Коэффициент местного сопротивления обр.тр-да	

**Рисунок 19.28. Сумма коэффициентов местных сопротивлений**



# Глава 20. Таблицы баз данных элементов тепловой сети

В таблицах используются следующие сокращенные обозначения

Поле	Значение	Обозначение
Тип данных:	Исходные данные;	И
	Обязательные;	О
	Необязательные, информативные;	Н
	Результаты расчета.	Р
Тип поля	Числовой	Ч
	Текстовый	Т
	Дата	Д



## Примечание

Например **ИН** - означает что данное поле содержит исходную информацию, которая задается пользователем, данная информация не является обязательной для проведения расчетов, а является дополнительной информацией для пользователя. **ИО** - означает что данное поле содержит исходную информацию, которая задается пользователем и является обязательной для проведения расчетов. Помимо этого могут встречаться следующие обозначения: **ИО\*** - означает, что данное поле должно быть обязательно заполнено только для проведения поверочного расчета. **ИО\*\*** - означает что данное поле должно быть обязательно заполнено для проведения расчета с учетом тепловых потерь. **ИО\*\*\*** - означает что данное поле должно быть обязательно заполнено только для проведения конструкторского расчета.

## 20.1. Источник тепловой сети

Наименование предприятия	Задается пользователем, например МУП Тепловые сети
Наименование источника	Задается пользователем, например Котельная Северная
Номер источника	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
Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, выходящей из данного источника. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Расчетная температура в подающем трубопроводе, °С	Задается расчетное значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе, на которое было выполнено проектирование системы централизованного теплоснабжения, например 150, 130, 110 или 95 °С
Расчетная температура холодной воды, °С	Задается расчетная температура холодной водопроводной воды, например 5, 8 °С. Максимальное значение 20 °С. Минимальное значение 1 °С.
Расчетная температура наружного воздуха, °С	Задается расчетное значение температуры наружного воздуха (например -25, -30, -50 и т.д. °С), которое принимается в соответствии со СНиП. Минимальное значение -60 °С.
Текущая температура воды в подающем тру-де, °С	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.
Текущая температура наружного воздуха, °С	Задается текущая температура наружного воздуха, например +8, -5, -10, -20 и т.д. °С. Данное значение должно обязательно задаваться при выполнении поверочного расчета.



Расчетный располага. напор на выходе из источника, м	Задается расчетный располагаемый напор на выходе из источника (разность между давлением в подающем и давлением в обратном трубопроводах), например 30, 40, 70, 100 м. При выполнении наладки расчетный располагаемый напор на выходе из источника можно задать заведомо очень маленьким 5–10 м, в этом случае располагаемый напор на источнике будет подобран автоматически. Максимальное значение 250 м. Минимальное значение 1 м
Расчетный напор в обратн. тр-де на источнике, м	Задается расчетное значение напора в обратном трубопроводе на источнике, например 20, 50, 100 и т.д. метров. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки расположения источника, например геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике равен $50 + 20 = 70$ метров. Минимальное значение 0 м.
Режим работы источника	Выбирается из списка режим работы источника. Подробнее о режимах работы источника см. главу 6 «Исходные данные для выполнения инженерных расчетов», стр.81.
Максимальный расход на подпитку, т/ч	Задается максимальный расход воды на подпитку, например 20, 40 т/ч. Используется только в том случае, когда режим работы источника Подпитка ограничена заданным значением
Установленная тепловая мощность, Гкал	Данное поле используется для расчета аварийной ситуации, когда подключенная нагрузка больше установленной на источнике. При достижении предельного значения подключенной нагрузки в процессе расчета, будет соответственно снижена текущая температура на выходе из источника. В остальных расчетах следует оставлять пустым, тогда установленная тепловая мощность будет равняться подключенной нагрузке.
Продолжительность работы системы теплоснабжения (1-2)	Выбирается из списка число часов работы системы теплоснабжения в год: менее 5000 или более 5000 часов
Среднегодовая температура воды в под. тр-де, °C	Задается среднегодовая температура воды в под. тр-де, например 75 °C
Среднегодовая температура воды в обр. тр-де, °C	Задается среднегодовая температура воды в обр. тр-де, например 50 °C
Среднегодовая температура грунта, °C	Задается среднегодовая температура грунта, например +5 °C
Среднегодовая температура наружного воздуха, °C	Задается среднегодовая температура наружного воздуха, например +3 °C
Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °C	Задается среднегодовая температура воздуха в подвалах, например +10 °C
Текущая температура грунта, °C	Задается текущая температура грунта, например +2 °C
Текущая температура воздуха в подвалах, °C	Задается текущая температура воздуха в подвалах, например +12 °C

## 20.2. Участок тепловой сети

Наименование начала участка	Задается наименование начала участка (наименование узла, тепловой камеры, с которой данный участок начинается), например ТК-15. После наличия наименований узловых объектов, возможно автоматическое заполнение названия начала и конца участка. Подробнее об этом см. раздел 17.2 «Автоматическое занесение начала и конца участков», стр.219
Наименование конца участка	Задается наименование конца участка (наименование узла, тепловой камеры, с которой данный участок начинается), например ТК-15. После наличия наименований узловых объектов, возможно автоматическое заполнение названия начала и конца участка. Подробнее об этом см. раздел 17.2 «Автоматическое занесение начала и конца участков», стр.219
Длина участка, м	Задается длина участка в плане с учетом длины П-образных компенсаторов, например 100, 150 м. Данное поле можно заполнить автоматически, взяв длину участка с карты в масштабе. см. раздел 17.1 «Автоматическое занесение длины с карты», стр.218
Внутренний диаметр подающего трубопровода, м	Задается внутренний диаметр подающего трубопровода, например 0.05, 0.1, 0.15, 1,2 м
Внутренний диаметр обратного трубопровода, м	Задается внутренний диаметр обратного трубопровода, например 0.05, 0.1, 0.15, 1,2 м
Сумма коэф. местных сопротивлений под. тр-да	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода, например 4, 8. Может быть автоматически записана при работе со справочником по местным сопротивлениям.

Местные сопротивления под.тр-да	В случае, если сумма коэффициентов местных сопротивлений на подающем трубопроводе неизвестна, а известны количество и виды местных сопротивлений, то с помощью данного поля можно рассчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений. Подробнее см. раздел см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249
Сумма коэф. местных сопротивлений обр. тр-да	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений обратного трубопровода, например 4, 8. Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода, например 4, 8. Может быть автоматически записана при работе со справочником по местным сопротивлениям.
Местные сопротивления обр.тр-да	В случае, если сумма коэффициентов местных сопротивлений на обратном трубопроводе неизвестна, а известны количество и виды местных сопротивлений, то с помощью данного поля можно рассчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений. Подробнее см. раздел 19.5 «Справочник по местным сопротивлениям», стр.249
Шероховатость подающего трубопровода, мм	Задается значение шероховатости подающего трубопровода, например 0.5, 1, 2, 3, 4 мм и т.д. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм
Шероховатость обратного трубопровода, мм	Задается значение шероховатости обратного трубопровода, например 0.5, 1, 2, 3, 4 мм и т.д. Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм.
Зарастание подающего трубопровода, мм	Задается пользователем величина зарастания подающего трубопровода, например 5, 10, 15 мм. Зарастание трубопровода приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубопровода и резкому увеличению гидравлических потерь
Зарастание обратного трубопровода, мм	Задается пользователем величина зарастания подающего трубопровода, например 5, 10, 15 мм. Зарастание трубопровода приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубопровода и резкому увеличению гидравлических потерь
Коэффициент местного сопротивления под.тр-да	Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Задается коэффициент местного сопротивления для подающего трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно.
Коэффициент местного сопротивления обр.тр-да	Если местные сопротивления неизвестны, то в этом случае пользователь может увеличить действительную длину трубопровода добавлением эквивалентной длины, характеризующей потери в местных сопротивлениях. Задается коэффициент местного сопротивления для обратного трубопровода, например 1.1 или 1.2. В этом случае действительная длина участка трубопровода будет увеличена на 10 или 20 % соответственно.
Сопротивление подающего тр-да, $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$	Задается пользователем величина сопротивления подающего трубопровода. Данная величина задается для уточнения математической модели в случае, если были проведены замеры расхода теплоносителя и давления в начале и конце участка сети.
Сопротивление обратного тр-да, $\text{м}/(\text{т}/\text{ч})^2$	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.
Разделитель зон статического напора	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.
Вид прокладки тепловой сети	Вид прокладки тепловой сети выбирается из выпадающего списка.
Нормативные потери в тепловой сети (1-4)	Выбирается из списка, по нормативам какого года следует считать нормативные тепловые потери
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для подающего тр-да	Задается пользователем по результатам температурных испытаний, если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0
Поправочный коэфф. на нормы тепловых потерь для обратного тр-да	Задается пользователем по результатам температурных испытаний, если температурные испытания не проводились, поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь принимается равным 1.0
Вид грунта	Выбирается из списка вид грунта. см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290
Глубина заложения трубопровода, м	Глубина заложения трубопровода от оси до поверхности земли задается пользователем, например 0.8, 1.0, 1.2 м
Теплоизоляционный материал под.тр-да (1-39)	Выбирается из списка теплоизоляционный материал подающего трубопровода. см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290

Теплоизоляционный материал обр.тр-да (1-39)	Выбирается из списка теплоизоляционный материал обратного трубопровода. см. приложение 4 «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр.290
Толщина изоляции подающего тр-да, м	Толщина изоляции подающего трубопровода задается пользователем, например 0.07, 0.1 м
Толщина изоляции обратного тр-да, м	Толщина изоляции обратного трубопровода задается пользователем, например 0.07, 0.1 м
Техническое состояние изоляции под.тр-да (1-8)	Выбирается из выпадающего списка состояние теплоизоляционного материала подающего трубопровода. При выполнении расчетов принимаются средние значения поправок к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов приведенных в приложении 4: «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр. 290
Техническое состояние изоляции обр.тр-да (1-8)	Выбирается из выпадающего списка состояние теплоизоляционного материала обратного трубопровода. При выполнении расчетов принимаются средние значения поправок к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов приведенных в приложении 4: «Коэффициенты теплопроводности изоляции», стр. 290.
Расстояние между осями трубопроводов, м	Задается пользователем расстояние между осями трубопроводов, например 0.5, 1.0 м
Высота канала, м	Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб, например, для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м высота канала 0.63 м (см. приложение 5 «Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети», стр.292)
Ширина канала, м	Задается пользователем в зависимости от марки канала и условного диаметра труб в соответствии с (см. приложение 5 «Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети», стр.292), например, для канала марки КЛ 90-45 при условном диаметре подающей и обратной трубы 0.1 м ширина канала 1.15 м
Дополнительные потери тепла под.тр-да, ккал	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
Дополнительные потери тепла обр.тр-да, ккал	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
Шероховатость под. тр-да (конструкторский), мм	Задается коэффициент шероховатости подающего трубопровода (только при выполнении Конструкторского расчета тепловой сети). Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм
Шероховатость обр. тр-да (конструкторский), мм	Задается коэффициент шероховатости обратного трубопровода (только при выполнении Конструкторского расчета тепловой сети). Для новых стальных труб коэффициент шероховатости принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм
Оптимальная скорость в подающем (конструкторский), м/с	Задается, при проведении конструкторского расчета по скоростям, оптимальная скорость для подающего трубопровода данного участка
Оптимальная скорость в обратном (конструкторский), м/с	Задается, при проведении конструкторского расчета по скоростям, оптимальная скорость для обратного трубопровода данного участка
Удельные линейные потери подающего (конструкторский), мм/м	Задается, при проведении конструкторского расчета по удельным потерям, удельные линейные потери для подающего трубопровода данного участка
Удельные линейные потери обратного (конструкторский), мм/м	Задается, при проведении конструкторского расчета по удельным потерям, удельные линейные потери для обратного трубопровода данного участка
Сортамент	Указывается набор диаметров, которые будут подбираться при проведении конструкторского расчета. Подробнее см. раздел 19.1 «Справочник по трубам», стр.232

## 20.3. Центральный тепловой пункт

Адрес	Задается пользователем, например ул. Федосеенко д.14
Наименование узла	Задается пользователем, например ЦТП-23, и т.д.
Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на котором находится данный узел. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Номер схемы подключения ЦТП	Выбирается схема присоединения узла ввода. Схемы приведены в приложении приложение 1 «Схемы подключения», стр. 268.

Способ дросселирования на ЦТП	Указывается способ дросселирования на ЦТП цифрой от 0 до 6. 0 - дросселирование на ЦТП не производится, если это не является обязательным; 1 - дросселируется выход из ЦТП на отопление, шайба устанавливается всегда на подающем трубопроводе; 2 - дросселируется выход из ЦТП на отопление, шайба устанавливается всегда на обратном трубопроводе; 3 - дросселируется выход из ЦТП на отопление, места установки шайб определяются автоматически; 4 - устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), места установки шайб определяются автоматически; 5 - устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), шайба устанавливается всегда на подающем трубопроводе; 6 - устанавливаются шайбы на вводе в ЦТП (общие на отопление и ГВС), шайба устанавливается всегда на обратном трубопроводе
Запас напора при дросселировании, м	Задается пользователем запас напора при дросселировании, например 1, 2 м.
Среднегодовая температура воды в под. тр-де, °C	Задается пользователем среднегодовая температура воды в под. тр-де после ЦТП
Среднегодовая температура воды в обр. тр-де, °C	Задается пользователем среднегодовая температура воды в обр. тр-де после ЦТП
Среднегодовая температура грунта, °C	Задается пользователем среднегодовая температура грунта
Среднегодовая температура наружного воздуха, °C	Задается пользователем среднегодовая температура наружного воздуха
Среднегодовая температура воздуха в подвалах, °C	Задается пользователем среднегодовая температура воздуха в подвалах
Текущая температура грунта, °C	Задается пользователем значение текущей температуры грунта
Текущая температура воздуха в подвалах, °C	Задается пользователем значение текущей температуры воздуха в подвалах
Расчетная температура на входе 1 контура, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе в первый контур, например 150, 130, 110 или 95°C
Расчетная температура на выходе 1 контура, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из первого контура, например 75, 80 °C
Расчетная температура на входе 2 контура, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе во второй контур, например 70°C
Расчетная температура на выходе 2 контура, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из второго контура, например 95°C
Располагаемый напор второго контура, м	При независимом подключении системы отопления задается располагаемый напор второго контура
Напор в обратнике второго контура, м	При независимом подключении системы отопления задается напор в обратном трубопроводе второго контура. Расчетный напор в обратном трубопроводе задается с учетом геодезической отметки расположения ЦТП, например геодезическая отметка 50 метров, напор в обратном трубопроводе 20 метров, тогда расчетный напор в обратном трубопроводе равен $50 + 20 = 70$ метров.
Расчетная температура внутр. воздуха для СО, °C	Задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы отопления, например 20, 18, 16 или 10°C
Расчетная температура наружного воздуха, °C	Задается расчетное значение температуры наружного воздуха, которое принимается в соответствии со СНиП, например -30, - 35°C
Текущая температура наружного воздуха, °C	Задается пользователем текущая температура наружного воздуха, например 8,0,-10,-26 °C
Количество секций ТО на СО	Задается пользователем количество секций ТО, например, 1, 2, 3 и т.д.
Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м	Задаются пользователем потери напора в теплообменном аппарате, например, 0.1, 0.2, 0.3, м.
Количество параллельных групп ТО на СО	Задается количество параллельных групп ТО, например, 1, 2, 3 и т.д.
Исп. температура воды на входе 1 контура, °C	Задается температура воды на входе 1 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100 .
Исп. температура воды на выходе 1 контура, °C	Задается температура воды на выходе 1 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100.

Исп. температура воды на входе 2 контура, °C	Задается температура воды на входе 2 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100.
Исп. температура воды на выходе 2 контура, °C	Задается температура воды на выходе 2 контура по результатам испытаний, если испытания не проводились, задается проектное значение. Подробнее об испытательных параметрах см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100.
Исп. расход 1 контура, т/ч	Задается пользователем испытательный расход 1 контура по результатам испытаний. Если испытания не проводились, то для наладочного расчета задается равным 0. Для поверочного расчета можно задать проектное значение.
Исп. расход 2 контура, т/ч	Задается пользователем испытательный расход 2 контура по результатам испытаний. Если испытания не проводились, то для наладочного расчета задается равным 0. Для поверочного расчета можно задать проектное значение.
Номер установленного группового элеватора	Задается номер установленного группового элеватора, например 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
Диаметр установленного сопла элеватора, мм	Задается значение установленного диаметра сопла элеватора, например 3, 5, 7, 9 мм.
Диаметр установленной шайбы на под.тр-де (1 контур), мм	Задается пользователем диаметр установленной шайбы на подающем тр-де 1 контура.
Количество установленных шайб на под.тр-де (1 контур), шт	Задается пользователем количество установленных шайб на подающем тр-де 1 контура.
Диаметр установленной шайбы на обр.тр-де (1 контур), мм	Задается пользователем диаметр установленной шайбы на обратном тр-де 1 контура.
Количество установленных шайб на обр.тр-де (1 контур), шт	Задается пользователем количество установленных шайб на обратном тр-де 1 контура.
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Задается пользователем по проектным данным. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите здесь.
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Задается пользователем по проектным данным. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений смотрите здесь.
Балансовый коэффициент закр.ГВС	Значение этого поля используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка. Если значение поля не задано или само поле в структуре отсутствует, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.
Температура воды на ГВС, °C	Задается температура воды поступающей в систему горячего водоснабжения.
Температура холодной воды, °C	Задается пользователем температура холодной водопроводной воды
Располагаемый напор 2 контура ГВС, м	Для закрытых систем горячего водоснабжения задается располагаемый напор во втором контуре
Напор в обратнике 2 контура ГВС, м	Для закрытых систем горячего водоснабжения задается напор в циркуляционном трубопроводе во второго контура
Наличие регулятора на ГВС	Указывается признак наличия регулятора температуры на систему горячего водоснабжения: 0 - отсутствует; 1 - установлен.
Диаметр установленной шайбы на ГВС, мм	Задается пользователем диаметр установленной шайбы на ГВС (1 контур)
Количество установленных шайб на ГВС, шт	Задается пользователем количество установленных шайб на ГВС (1 контур)
Количество секций ТО ГВС нижней ступени	Задается пользователем количество секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д.
Количество паралл. групп ТО ГВС нижней ступени	Задается количество параллельных групп ТО 1 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д.
Потери напора в одной секции нижней ступени, м	Задаются потери напора в одной из секций ТО 1 ступени на ГВС например, 1 метр.

Исп. температура на входе 1 контура нижней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе первого контура I ступени. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. температура на выходе 1 контура нижней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе первого контура I ступени. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. температура на входе 2 контура нижней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе второго контура I ступени. Об испытательных параметрах ТО подробней здесь
Исп. температура на выходе 2 контура нижней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе второго контура I ступени. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. тепловая нагрузка нижней ступени, Гкал/час	При наличии результатов замеров задается тепловая нагрузка первой степени теплообменного аппарата. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100.
Количество секций ТО ГВС верхней ступени	Задается пользователем количество секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д.
Количество паралл. групп ТО ГВС верхней ступени	Задается количество параллельных групп ТО 2 ступени на ГВС например, 1, 2, 3 и т.д.
Потери напора в одной секции верхней ступени, м	Задаются потери напора в одной из секций ТО 2 ступени на ГВС например, 1 метр.
Исп. температура на входе 1 контура верхней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе первого контура II ступени. Об испытательных параметрах ТО подробней см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. температура на выходе 1 контура верхней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе первого контура II ступени. Об испытательных параметрах ТО подробней см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. температура на входе 2 контура верхней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на входе второго контура II ступени. Об испытательных параметрах ТО подробней см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. температура на выходе 2 контура верхней ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательная температура теплоносителя на выходе второго контура II ступени. Об испытательных параметрах ТО подробней см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100
Исп. тепловая нагрузка верхней ступени, Гкал/час	При наличии результатов замеров задается тепловая нагрузка второй степени теплообменного аппарата. Об испытательных параметрах ТО подробней см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100

## 20.4. Потребитель

Адрес узла ввода	Задается пользователем, например ул. Воронежская д.33	Общая инф.
Наименование узла	Задается наименование, например жилой дом, школа, и т.д.	Общая инф.
Геодезическая отметка, м	Задается геодезическая отметка оси (верха) трубопровода, на котором находится данный узел ввода	Общая инф.
Высота здания потребителя, м	Задается высота здания, если точной высоты здания не известно, можно принимать условно 3 метра на этаж	Общая инф.
Номер схемы подключения потребителя	Выбирается схема присоединения узла ввода. Схемы приведены в приложении 1: «Схемы подключения», стр. 268	Общая инф.
Расчетная темп. сет. воды на входе в потреб., °C	Задается расчетное значение температуры сетевой воды, на которое было выполнено проектирование систем отопления и вентиляции данного потребителя, например 150, 130, 105 или 95 °C	Общая инф.

Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	Задается расчетная нагрузка на систему отопления. При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на отопление могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116	СО
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	Задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на вентиляцию могут быть определены по наружному объему здания или поверхности нагрева теплопотребляющего оборудования. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116	СВ
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116	ГВС
Расчетная максимальная нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Задается пользователем по проектным данным в (Гкал/ч). При отсутствии проектных данных расчетные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение могут быть определены по количеству потребителей горячего водоснабжения, в соответствии с указаниями СНиП. Нагрузка может быть задана как в Гкал/ч так и в МВт. Как изменить единицы измерений см. раздел 7.10 «Настройка используемых единиц измерения», стр.116.	ГВС
Число жителей	Задается количество жителей для данного узла ввода, для учета часовой неравномерности	ГВС
Коэффициент изменения нагрузки отопления	Задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на отопление по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на отопление будет увеличено соответственно на 10 или 20%	СО
Коэффициент изменения нагрузки вентиляции	Задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на вентиляцию по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное значение нагрузки на вентиляцию будет увеличено соответственно на 10 или 20%	СВ
Коэффициент изменения нагрузки ГВС	Задается пользователем в случае необходимости увеличения нагрузки на ГВС по сравнению с расчетным значением, например, 1.1, 1.2 и т.д. В этом случае расчетное среднее значение нагрузки на ГВС будет увеличено соответственно на 10 или 20%.	ГВС
Балансовый коэффициент закр.ГВС	Используется при определении балансовой нагрузки в наладочном расчете для закрытых схем ГВС. Балансовая нагрузка определяется как средняя нагрузка ГВС, умноженная на балансовый коэффициент. Коэффициент позволяет пользователю регулировать величину нагрузки (и расхода) на которую производится наладка. Если значение поля не задано, расчет берет значение коэффициента по умолчанию: 1.15 для одноступенчатой схемы, 1.1 для двухступенчатой смешанной, 1.25 для двухступенчатой последовательной.	ГВС
Признак наличия регулятора на отопление	выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему отопления.	СО
Признак наличия регулирующего клапана на СВ	Указывается из списка наличие регулирующего клапана на систему вентиляции.	СВ
Признак наличия регулятора температуры	выбирается из списка наличие регулирующего устройства на систему ГВС.	ГВС
Расчетная темп. воды на выходе из СО, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на выходе из системы отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 70 °C	СО, СВ
Расчетная темп. воды на входе в СО, °C	Задается расчетное значение температуры теплоносителя на входе в систему отопления, на которое было выполнено проектирование, обычно 95 °C	СО, СВ

Расчетная темп. внутреннего воздуха для СО, °C	Задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы отопления, например 20, 18, 16 или 10 °C	СО
Расчетный располагаемый напор в СО, м	Задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление системы отопления, м) при проектировании системы отопления, например 1 метр вод.ст. для элеваторных схем присоединения и 2, 3, 4 м вод.ст. и т.д. для насосных схем присоединения	СО
Расчетная темп. внутреннего воздуха для СВ, °C	Задается расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых помещений при проектировании системы вентиляции, например 20, 18, 16 или 10 °C	СВ
Расчетная темп. наружного воздуха для СВ, °C	Задается расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования системы вентиляции, например -20, -15, -11 °C и т.д.	СВ
Расчетный располагаемый напор в СВ, м	Задается расчетное значение располагаемого напора (расчетное сопротивление калорифера, м вод.ст.) при проектировании системы вентиляции, например 0.5, 1.0, 1.5 м вод.ст.	СВ
Доля циркуляции от расхода на ГВС, %	Задается доля циркуляционного расхода ГВС от среднечасового расхода или средней нагрузки на ГВС в процентах, например 10, 15, 20. Как это сделать смотрите настройки расчетов.	ГВС
Потери напора в системе ГВС, м	Задается величина потери напора в системе горячего водоснабжения	ГВС
Температура воды в циркуляционном контуре, °C	Задается температура воды в циркуляционном контуре ГВС. Она на 5-10 °C ниже чем температура воды на ГВС, например 45, 50 °C	ГВС
Температура холодной воды, °C	Задается температура холодной воды, например 5, 10 и т.д. °C.	ГВС
Температура воды на ГВС, °C	Задается температура горячей воды, например 60, 65 и т.д. °C.	ГВС
Количество секций ТО на СО	Указывается количество секций теплообменного аппарата на СО например 1, 2, 3 и т.д.	СО
Потери напора в 1-й секции ТО на СО, м	Указываются потери напора в одной секции ТО на СО, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст.	СО
Количество параллельных групп ТО на СО	Указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата на СО.	СО
Расчетная темп. Сет. Воды на выходе из ТО	Расчетная темп. сетевой воды на выходе из ТО (выход 2ого контура) на систему отопления задается пользователем, например 95 °C	СО
Расчетная темп. Сет. Воды на выходе из потребителя	Задается пользователем расчетная темп. сет. воды на выходе из потребителя (выход 1ого контура). Если на выходе из СО (по второму контуру) – 70, то эта температура должна быть выше, чем 70, например 75 °C.	СО
Номер установленного элеватора	Задается номер фактически установленного элеватора, например 1, 2, 3.	СО
Диаметр установленного сопла элеватора, мм	Задается значение диаметра фактически установленного сопла элеватора, например 3, 5, 7 мм.	СО
Диаметр шайбы на вводе на под.тр-де, мм	Задается диаметр шайбы на вводе на подающем трубопроводе	Общая инф.
Количество шайб на вводе на под. тр-де, шт	Задается количество шайб на вводе на подающем трубопроводе	Общая инф.
Диаметр шайбы на вводе на обр. тр-де, мм	Задается диаметр шайбы на вводе на обратном трубопроводе	Общая инф.
Количество шайб на вводе на обр. тр-де, шт	Задается количество шайб на вводе на обратном трубопроводе	Общая инф.
Диаметр установленной шайбы на под.тр-де перед СО, мм	Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на подающем трубопроводе перед СО	СО
Количество установленных шайб на под.тр-де перед СО, шт	Задается количество установленных шайб на подающем трубопроводе перед СО	СО
Диаметр установленной шайбы на обр.тр-де после СО, мм	Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на обратном трубопроводе после СО	СО
Количество установленных шайб на обр.тр-де после СО, шт	Задается количество установленных шайб на обратном трубопроводе после СО	СО
Диаметр установленной шайбы на систему вентиляции, мм	Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на систему вентиляции	СВ



Количество установленных шайб на систему вентиляции, шт	Задается количество установленных шайб на систему вентиляции	СВ
Диаметр установленной циркуляционной шайбы на ГВС, мм	Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на ГВС.	ГВС
Количество установленных циркуляционных шайб на ГВС, шт.	Задается количество установленных шайб на ГВС.	ГВС
Диаметр установленной шайбы в циркуляционной линии ГВС, мм	Задается значение диаметра фактически установленной шайбы на циркуляционной линии ГВС.	ГВС
Количество установленных шайб в циркуляционной линии ГВС, шт.	Задается количество установленных шайб на циркуляционной линии ГВС.	ГВС
Количество секций ТО ГВС I ступень	Указывается количество секций теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС например 1, 2, 3 и т.д.	ГВС
Количество паралл. групп ТО ГВС I ступень	указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 1ой ступени на ГВС	ГВС
Потери напора в одной секции I ступени, м	Указываются потери напора в одной секции ТО 1ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст.	ГВС
Исп. температура на входе 1 контура I ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательные температуры. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100	ГВС
Исп. температура на выходе 1 контура I ступени, °C	ГВС	
Исп. температура на входе 2 контура I ступени, °C	ГВС	
Исп. температура на выходе 2 контура I ступени, °C	ГВС	
Исп. тепловая нагрузка I ступени, Гкал/час	ГВС	
Количество секций ТО ГВС II ступень	Указывается количество секций теплообменного аппарата 2ой ступени на ГВС например 1, 2, 3 и т.д.	ГВС
Количество паралл. групп ТО ГВС II ступень	указывается количество параллельных групп теплообменного аппарата 2ой ступени на ГВС	ГВС
Потери напора в одной секции II ступени, м	Указываются потери напора в одной секции ТО 2ой ступени на ГВС, например 0.5, 1, 1.5 м вод.ст.	ГВС
Исп. температура на входе 1 контура II ступени, °C	При наличии результатов замеров, задается испытательные температуры. Об испытательных параметрах ТО см. раздел 6.1.2 «Испытательные параметры теплообменного аппарата», стр.100	ГВС
Исп. температура на выходе 1 контура II ступени, °C	ГВС	
Исп. температура на входе 2 контура II ступени, °C	ГВС	
Исп. температура на выходе 2 контура II ступени, °C	ГВС	
Исп. тепловая нагрузка II ступени, Гкал/час	ГВС	
Коэффициент пропускной способности РД СО	задается коэффициент пропускной способности Регулятора Давления (подпора) в СО.	СО
Расчетный расход на СО (констр), т/ч	Задается расчетный расход воды на систему отопления для выполнения конструкторского расчета	Констр. Расчет
Расчетный расход на СВ (констр), т/ч	Задается расчетный расход воды на систему вентиляции для выполнения конструкторского расчета	Констр. Расчет
Расчетный расход на ГВС (констр), т/ч	Задается расчетный расход воды на систему ГВС для выполнения конструкторского расчета	Констр. Расчет
Располагаемый напор на вводе (констр), м	Задается располагаемый напор для выполнения конструкторского расчета	Констр. Расчет

## 20.5. Обобщенный потребитель

Наименование узла	Задается пользователем, например Квартал № 11
-------------------	---

Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на котором находится данный узел ввода. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Способ задания нагрузки	Выбирается из списка способ задания нагрузки: расходом или сопротивлением.
Расход на СО,СВ и закр.системы ГВС, т/ч	Задается суммарная величина расхода на системы отопления, вентиляции и закрытой системы ГВС, для данного потребителя. Данное значение необходимо указывать только в том случае, если в поле Способ задания нагрузки установлено Задается расходом
Коэфф.изменения расхода на СО,СВ и закр.системы ГВС	Задается пользователем в случае необходимости увеличения расхода на СО, СВ и закр. ГВС 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%
Расход на открытый водоразбор, т/ч	Задается величина расхода на открытый водоразбор
Коэфф.изменения расхода на открытый водоразбор	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%
Доля водоразбора из подающего тр-да	Указывается доля открытого водоразбора из подающего трубопровода, например 0.4 - 40% водоразбора из под. тр-да
Расчетное обобщенное сопротивление, м/(т/ч)*2	Указывается величина предварительно рассчитанного обобщенного сопротивления. Данное значение необходимо указывать только в том случае, если Способ задания нагрузки установлен Задается сопротивлением
Требуемый напор, м	Задается требуемый располагаемый напор на обобщенном потребителе, например 10, 15, 20 и т.д. метров
Минимальный статический напор, м	Задается минимальный статический напор на обобщенном потребителе, например 10, 15, 20 и т.д. метров

## 20.6. Узел тепловой сети

Наименование узла	Задается пользователем наименование объекта, например ТК-1 или УТ-2
Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на которой установлен данный узел. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Слив из подающего трубопровода, т/ч	Задается пользователем количество утечки из подающего трубопровода, например, 2, 3 т/ч. Данный узел может устанавливаться в любом месте тепловой сети и позволяет имитировать режим аварии в подающем трубопроводе
Слив из обратного трубопровода, т/ч	Задается пользователем количество утечки из обратного трубопровода, например, 2, 3 т/ч. Данный узел может устанавливаться в любом месте тепловой сети и позволяет имитировать режим аварии в обратном трубопроводе, а также слив воды после системы топления

## 20.7. Дросселирующий узел

Наименование дросселирующего узла	Задается пользователем	Заполняется пользователем, например дросселирующий узел ДУ-22 и т.д.	
Геодезическая отметка, м	Задается пользователем	Задается отметка оси (верха) трубы, на котором находится данный узел. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).	
Диаметр байпаса на подающем трубопроводе, м	Задается пользователем	Задается пользователем, например 0.05, 0.1 м, и т.д.	
Длина байпаса на подающем трубопроводе, м	Задается пользователем	Задается пользователем, например 3, 5 м, и т.д.	
Диаметр байпаса на обратном трубопроводе, м	Задается пользователем	Задается пользователем, например 0.05, 0.1 м, и т.д.	
Длина байпаса на обратном трубопроводе, м	Задается пользователем	Задается пользователем, например 3, 5 м, и т.д.	

Сумма коэф. местных сопр. на байпасе в под. тр-де	Задается пользователем	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений подающего трубопровода, например 4, 8 и т.д. (см. приложение 3 «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр.289)	
Сумма коэф. местных сопр. на байпасе в обр. тр-де	Задается пользователем	Задается сумма коэффициентов местных сопротивлений обратного трубопровода, например 4, 8 и т.д. (см. приложение 3 «Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода», стр.289)	
Шероховатость байпаса, мм	Задается пользователем	Задается значение шероховатости байпаса, например 0.5, 1, 2, 3, 4 мм и т.д. Для новых стальных труб шероховатость принимается в соответствии со СНиП 0.5 мм.	
Запас напора, м	Задается пользователем	Задается пользователем запас напора на шайбе, например 1, 2 м.	
Способ дросселирования	Задается пользователем		
Регулируемый параметр напор, м (расход, т/ч)	Задается пользователем	Задается пользователем значение регулируемого параметра регулятора давления «до себя», «после себя» или контролирующего располагаемый напор, например, 10, 20, 40 м. В случае установки регулятора расхода задается значение регулируемой величины, например, 100 т/ч.	Для регуляторов
Пропускная способность регулятора	Задается пользователем	Задается пользователем пропускная способность регулирующего устройства	Для регуляторов
Диаметр шайбы на байпасе в под. тр-де, мм	Результат расчета/Задается пользователем		
Количество шайб на байпасе в подающем тр-де, шт.	Результат расчета/Задается пользователем		
Диаметр шайбы на байпасе в обр. тр-де, мм	Результат расчета/Задается пользователем		
Количество шайб на байпасе в обратном тр-де, шт.	Результат расчета/Задается пользователем		

## 20.8. Насосная станция

Наименование насосной станции	Записывается наименование насосной станции или насоса, например, насосная станция №1, и т.д.
Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на которой установлен данный насос. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Марка насоса на подающем	Выбирается из справочника марка насоса установленного на подающем трубопроводе. см. раздел 19.2 «Справочник по насосам», стр.236
Число насосов на подающем тр-де	Указывается число параллельно работающих насосов одинаковых марок, установленных на подающем трубопроводе
Марка насоса на обратном	Выбирается из справочника марка насоса установленного на обратном трубопроводе. см. раздел 19.2 «Справочник по насосам», стр.236
Число насосов на обратном тр-де	Указывается число параллельно работающих насосов одинаковых марок, установленных на обратном трубопроводе
Напор насоса на подающем трубопроводе, м	Задается напор, развиваемый насосом на подающем трубопроводе. Если насос повышает напор, то значение записывается со знаком плюс, если понижает напор, то со знаком минус, например +30, -40 м.
Напор насоса на обр. трубопр-де, м	Напор, развиваемый насосом на обратном трубопроводе, задается пользователем, если насос повышает напор, то значение записывается со знаком плюс, если понижает напор, то со знаком минус, например +30, -40 м.

## 20.9. Запорная арматура

Наименование арматуры	Задается пользователем, например Задвижка № 22
Геодезическая отметка, м	Задается отметка оси (верха) трубы, на которой установлено данное запорное или регулирующее устройство. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Марка задвижки на подающем	Выбирается из справочника марка установленной запорной арматуры на подающем трубопроводе. Подробнее о работе со справочником см. раздел 19.3 «Справочник по запорной арматуре», стр.241.
Условный диаметр на подающем, м	Задается пользователем диаметр установленной на подающем трубопроводе запорной арматуры, например 0.1, 0.2 м
Степень открытия на подающем	Задается пользователем степень открытия арматуры установленной на подающем трубопроводе. Сопротивление соответствующее степени открытия можно просмотреть в Справочнике по запорной арматуре при выборе марки (см. раздел 19.3 «Справочник по запорной арматуре», стр.241)
Марка задвижки на обратном	Выбирается из справочника марка установленной запорной арматуры на обратном трубопроводе. Подробнее о работе со справочником см. раздел 19.3 «Справочник по запорной арматуре», стр.241.
Условный диаметр на обратном, м	Задается пользователем диаметр установленной на обратном трубопроводе запорной арматуры, например 0.1, 0.2 м
Степень открытия на обратном	Задается пользователем степень открытия арматуры установленной на обратном трубопроводе. Сопротивление соответствующее степени открытия можно просмотреть в Справочнике по запорной арматуре при выборе марки (см. раздел 19.3 «Справочник по запорной арматуре», стр.241)

## 20.10. Перемычка

Название	Записывается наименование перемычки например, соответствующее месту ее установки
Геодезическая отметка	Задается отметка оси (верха) трубы, где установлена перемычка. Она может автоматически быть считана со слоя рельефа (см. раздел 17.3 «Автоматическое занесение геодезических отметок объектов сети со слоя рельефа», стр.220).
Длина перемычки, м	Задается пользователем длина перемычки, например, 1 м.
Диаметр перемычки, м	Задается пользователем диаметр перемычки, например, 0.1 м.
Козф. местных сопротивлений	Задается пользователем коэффициент местных сопротивлений перемычки перемычки, в зависимости от тех устройств которые установлены на перемычке.
Шероховатость, мм	Задается пользователем шероховатость перемычки, например 1, 2, 4 и т.д. мм.
Сопротивление, $m \cdot q^2 / t^2$	Задается пользователем расчетное сопротивление перемычки. В этом случае значения полей длины, диаметра, шероховатости и коэффициента местных сопротивлений не учитываются.

# Глава 21. Как получить обновление?

Пользуясь нашим программным обеспечением важно следить, чтобы у Вас была последняя, наиболее полная версия, так как наши разработчики постоянно развивают возможности системы, и пользуясь устаревшей версией Вы существенно ограничиваете свои возможности.

Чтобы определить какая у вас установлена версия Zulu™ выберите в меню *Справка|О программе...*, в появившемся окне обратите внимание на последние цифры, написанные в строке *Версия*:



Скачать обновление можно по FTP: <ftp://ftp.politerm.com.ru/> или на [www.politerm.com.ru](http://www.politerm.com.ru) (раздел Download). Для скачивания файлов рекомендуем воспользоваться программами докачки типа GetRight, Go!zilla и т.п.

## 21.1. Обновление справочной системы

Справочная система Zulu™, ZuluThermo™ и ZuluHydro™ также постоянно обновляется, поэтому рекомендуем скачать последнюю версию файла справки (Zulu™.chm, ZuluThermo™.chm, ZuluHydro™.chm) и переписать его вместо имеющегося в папке, где установлена ГИС Zulu™.

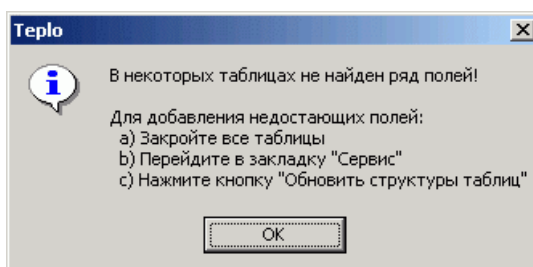
## 21.2. После установки обновления

В ходе обновления программного обеспечения, в расчетную часть могут быть добавлены новые поля баз данных по объектам. Этих полей может не оказаться в базах данных вашего слоя из-за более старой версии программы.

После установки обновления программы, при запуске расчетов в окне сообщений может появиться следующее сообщение:


Не записать результат в базу по потребителям: не найдено поле 'H\_pod'

А также появится окно следующего содержания:

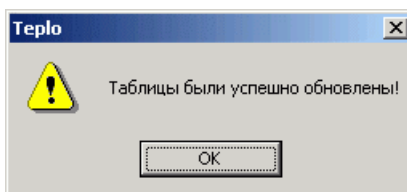


Нажать **OK** и следовать инструкции приведенной в вышеприведенном окне.

1. Закройте все таблицы. Если по каким либо объектам сетей открыто окно семантической информации, необходимо его закрыть;

2. Нажать кнопку Теплогидравлические расчеты (ZuluThermo™) . Выбрать слой тепловой сети из списка, нажав кнопку Слой... Перейти на закладку Сервис;
3. Нажать кнопку Обновить структуры таблиц.

При успешном завершении операции обновления структур появится следующее сообщение:



При неудачном исходе операции обновления или при повторном появлении данного предупреждения, просим обратиться по телефонам или по электронной почте по адресам указанным в разделе Контактная информация [<http://www.politerm.com.ru/contacts.htm>].

# Приложение 1. Схемы подключения

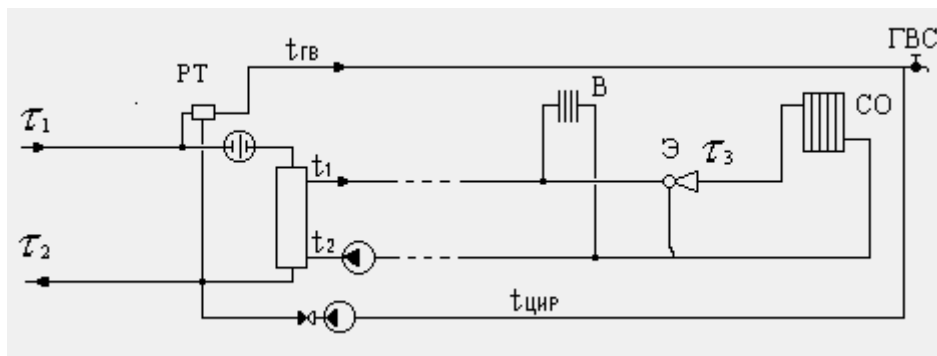
Условные обозначения, принятые при изображении схем тепловых пунктов:

1. ГВС - система горячего водоснабжения;
2. СВ - система вентиляции;
3. СО - система отопления;
4. РР - регулятор расхода;
5. РТ - регулятор температуры;
6. ТСО - теплообменный аппарат на систему отопления;
7. П1СТ - подогреватель - теплообменный аппарат первой (нижней) ступени на систему горячего водоснабжения;
8. П2СТ - подогреватель - теплообменный аппарат второй (верхней) ступени на систему горячего водоснабжения;
9. СН - смесительный насос;
10. ЦНСО - циркуляционный насос системы отопления;
11. ЦНСГВ - циркуляционный насос системы горячего водоснабжения;
12. Э - элеватор;
13. МТП - местный тепловой пункт.

## 1. Расчетные схемы присоединения абонентских вводов (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения) к тепловой сети

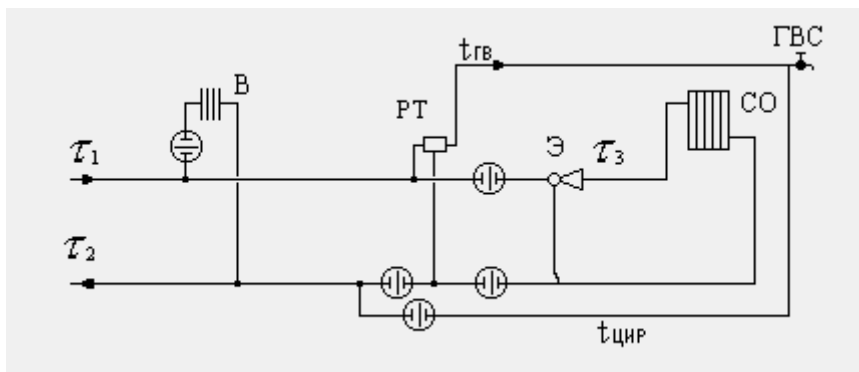
### 1.1. Схема № 1

Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и независимым присоединением СО и СВ



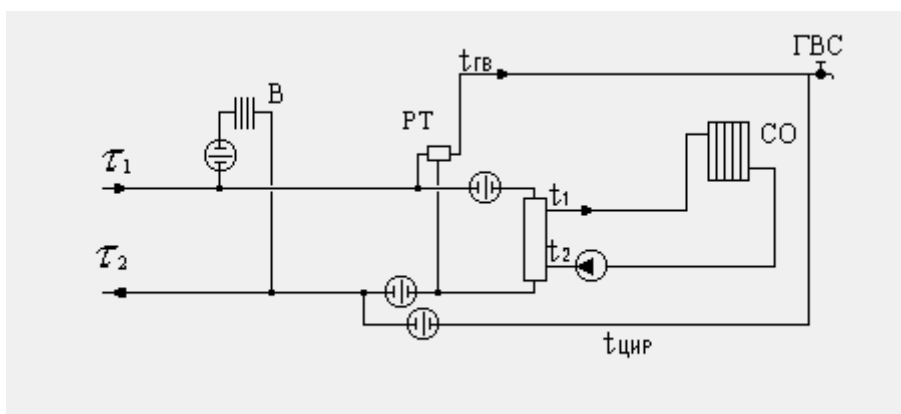
### 1.2. Схема № 2

Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и элеваторным присоединением СО



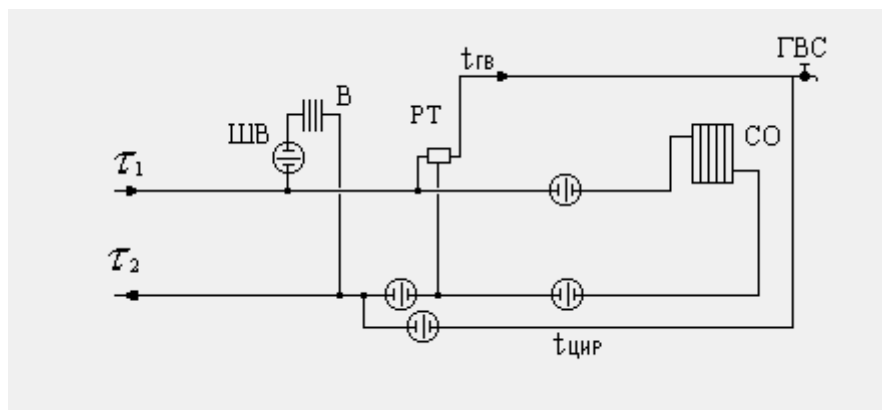
### 1.3. Схема № 3

Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и независимым присоединением СО



### 1.4. Схема № 4

Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и непосредственным присоединением СО



### 1.5. Схема № 5

Потребитель с открытым водоразбором на ГВС и насосным присоединением СО



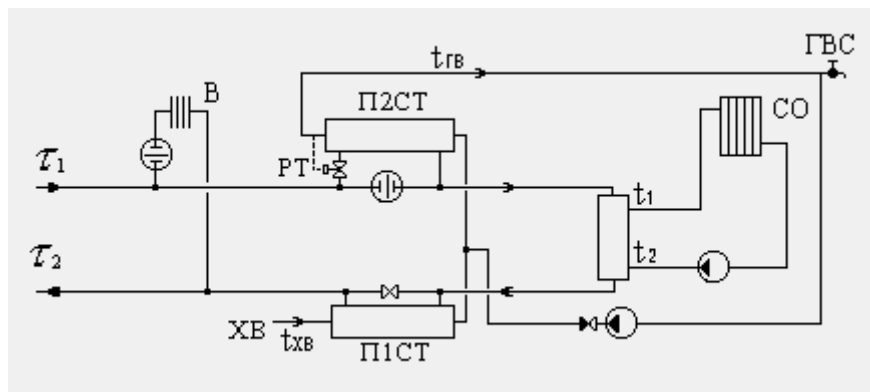


### 1.7. Схема № 7

### 1.8. Схема № 8

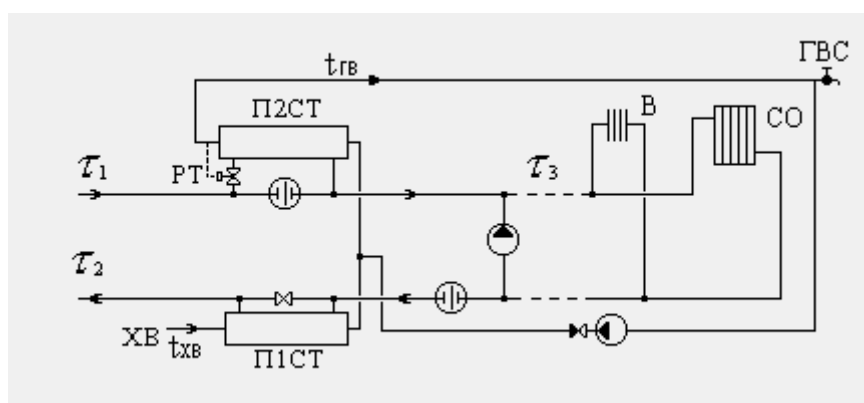
---

270



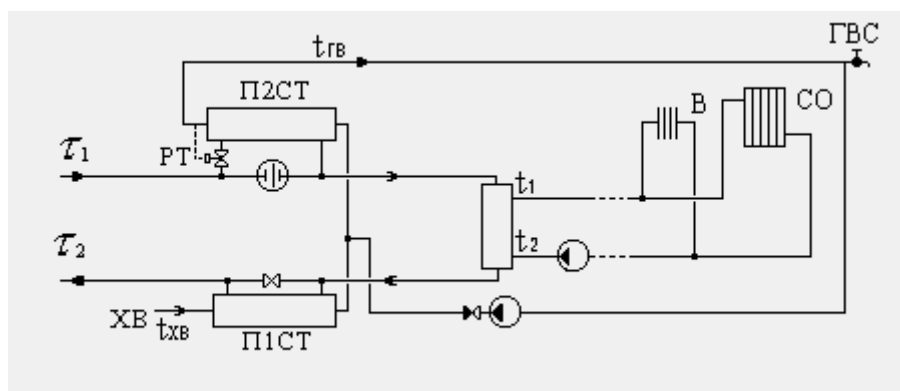
## 1.9. Схема № 9

Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ



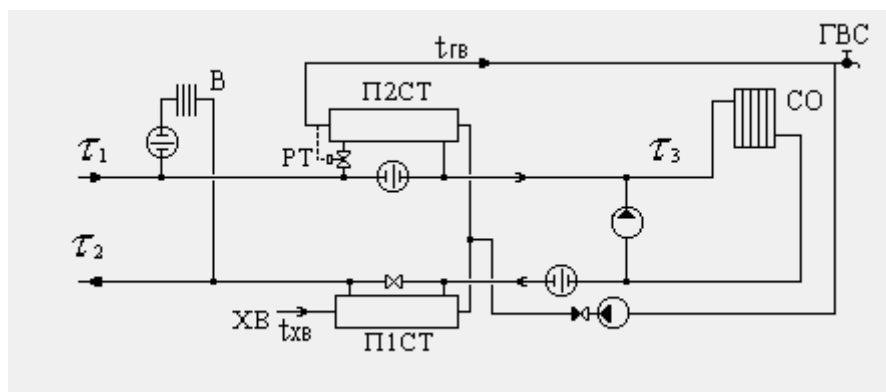
## 1.10. Схема № 10

Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ



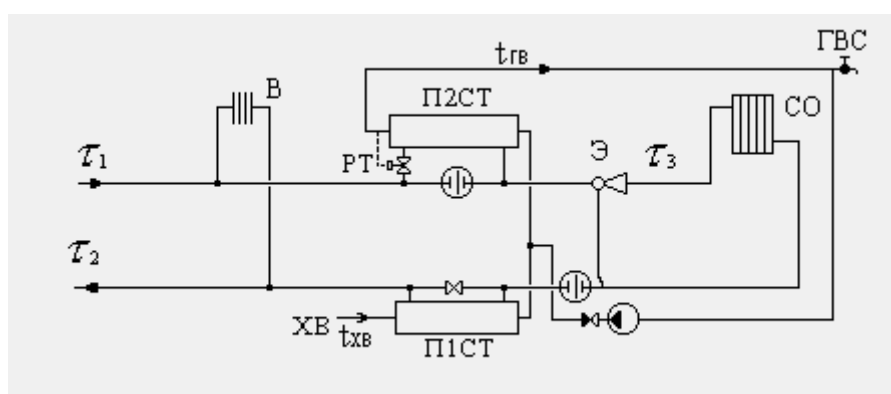
## 1.11. Схема № 11

Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО



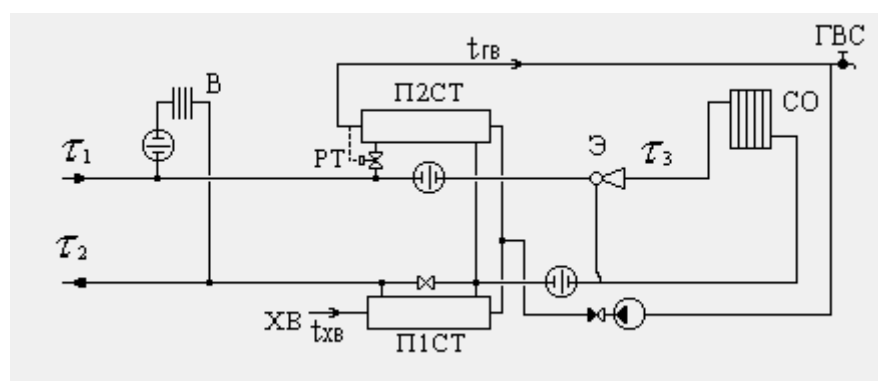
## 1.12. Схема № 12

Потребитель с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО



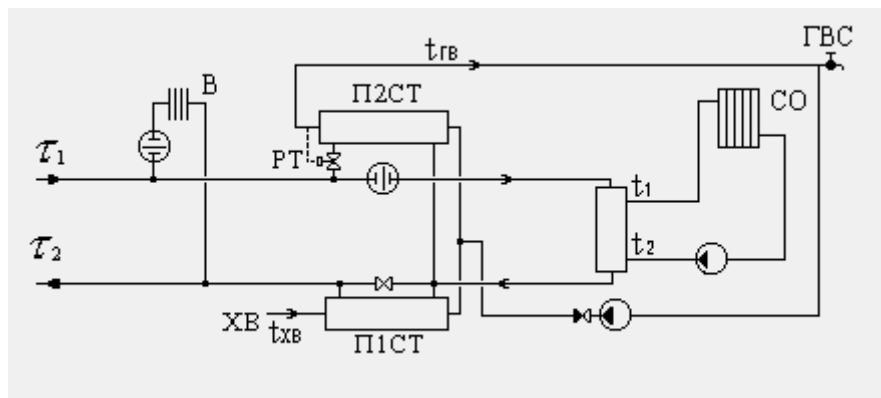
## 1.13. Схема № 13

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО



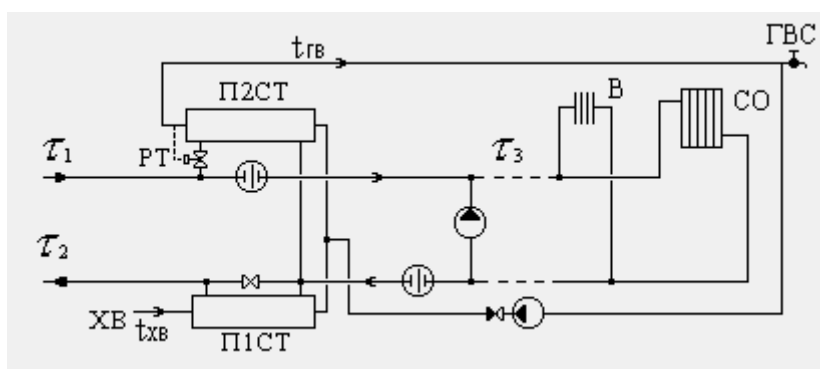
## 1.14. Схема № 14

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО



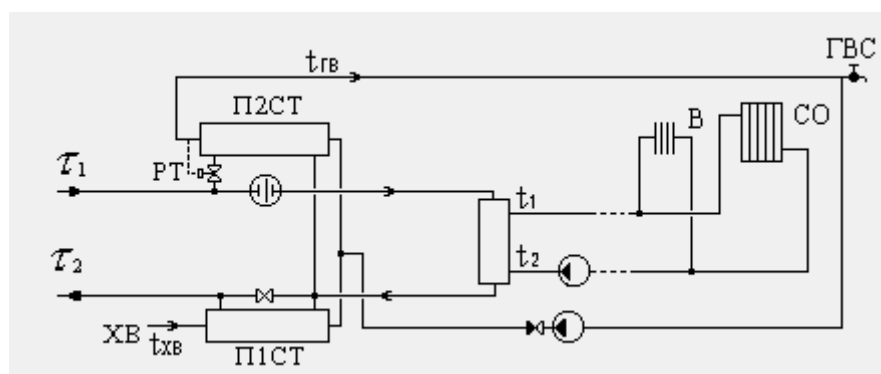
## 1.15. Схема № 15

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ



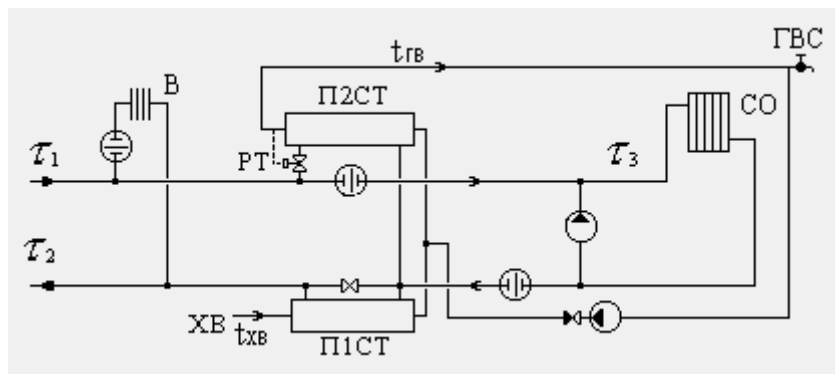
## 1.16. Схема № 16

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ



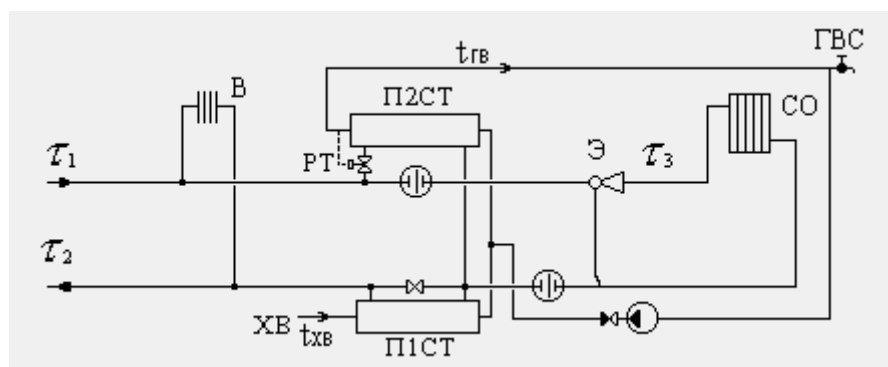
## 1.17. Схема № 17

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО



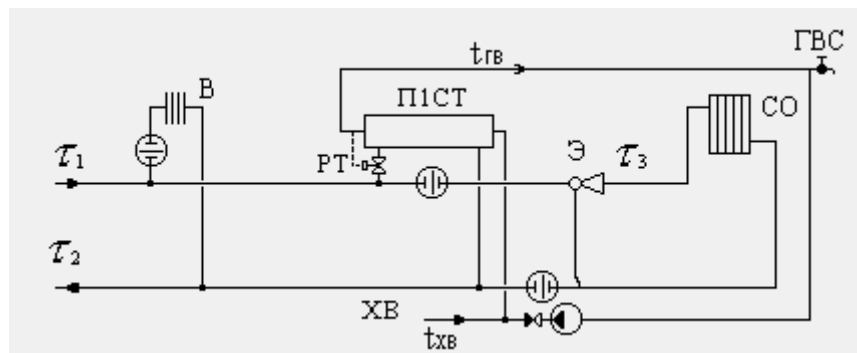
## 1.18. Схема № 18

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО



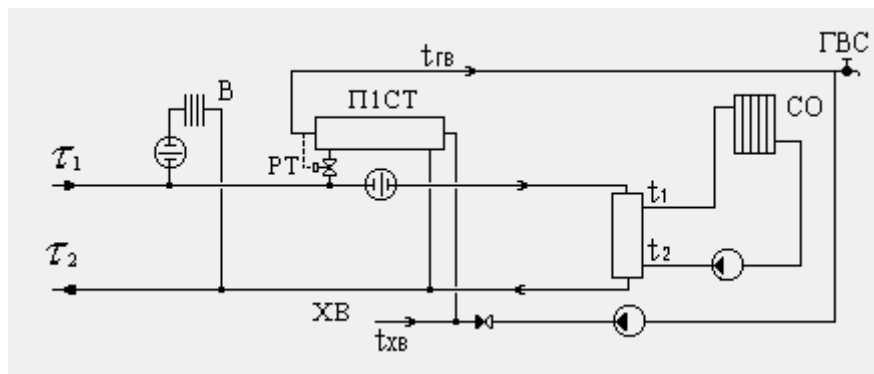
## 1.19. Схема № 19

Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО



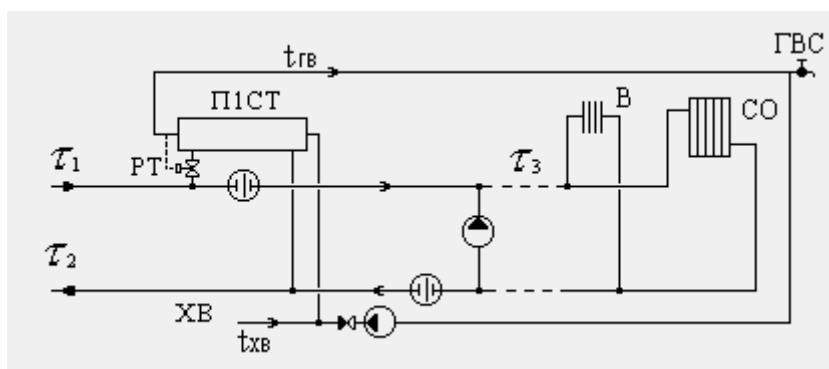
## 1.20. Схема № 20

Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО



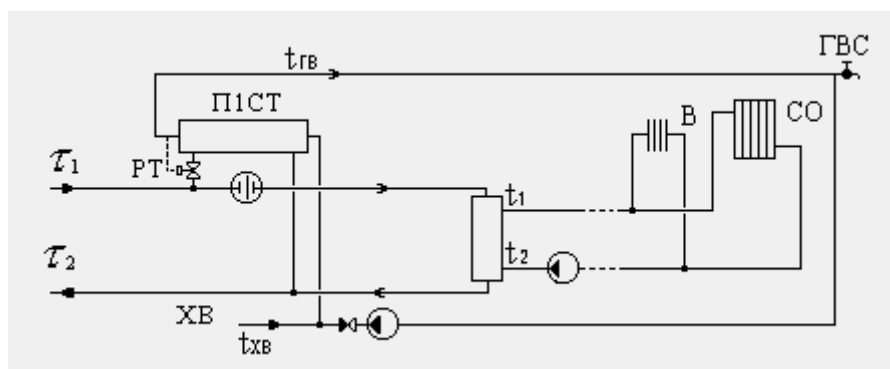
## 1.21. Схема № 21

Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ



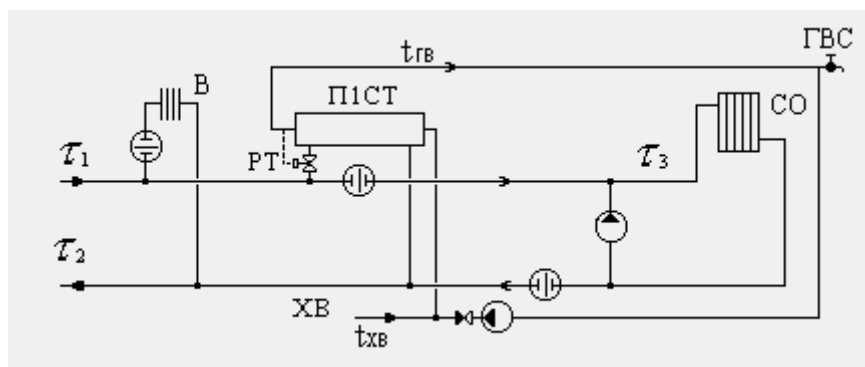
## 1.22. Схема № 22

Потребитель с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ



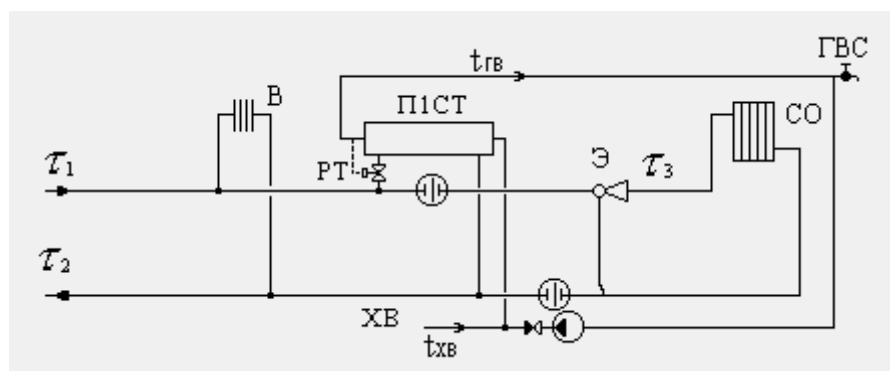
## 1.23. Схема № 23

Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосным присоединением СО



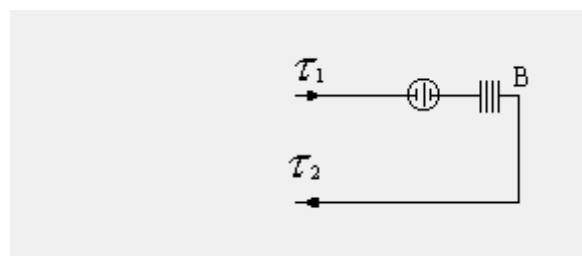
## 1.24. Схема № 24

Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и элеваторным присоединением СО



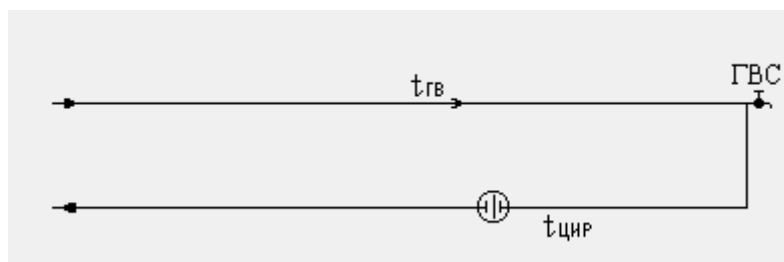
## 1.25. Схема № 25

Потребитель с вентиляционной нагрузкой



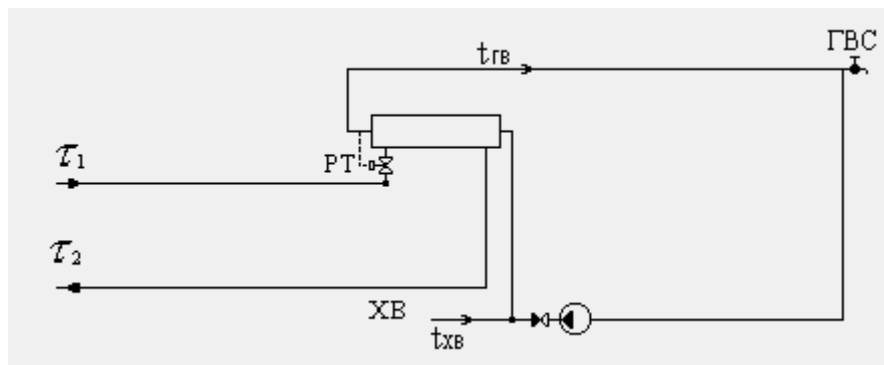
## 1.26. Схема № 26

Потребитель с открытым водоразбором и циркуляционной линией



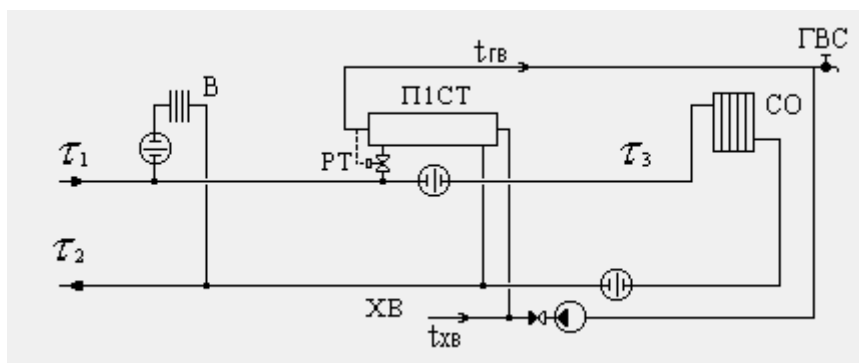
## 1.27. Схема № 27

Потребитель с подогревателями ГВС



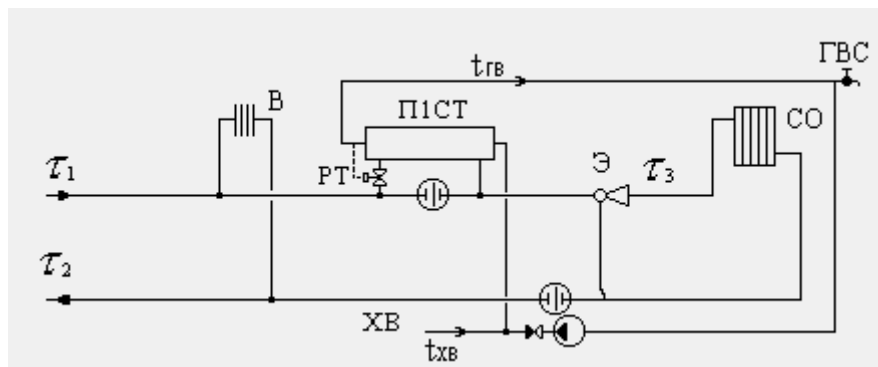
## 1.28. Схема № 28

Потребитель с параллельным подключением подогревателя ГВС и непосредственным присоединением СО



## 1.29. Схема № 29

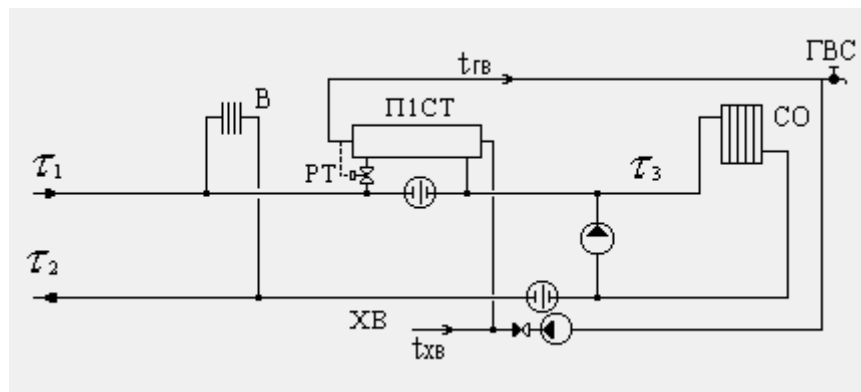
Потребитель с последовательным подключением подогревателя ГВС и элеваторным присоединением СО



## 1.30. Схема № 30

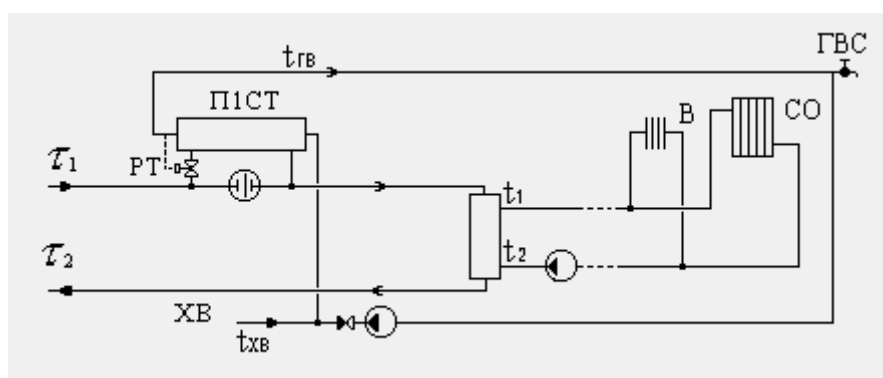
Потребитель с последовательным подключением подогревателя ГВС и насосным присоединением СО





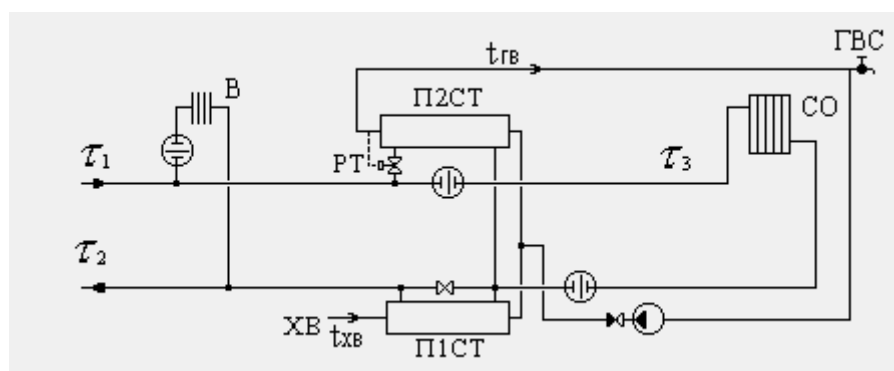
### 1.31. Схема № 31

Потребитель с последовательным подключением подогревателя ГВС и независимым присоединением СО и СВ.



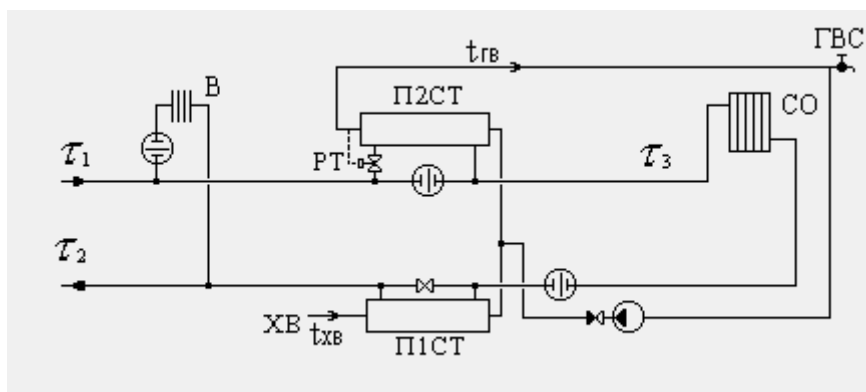
### 1.32. Схема № 32

Потребитель с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО



### 1.33. Схема № 33

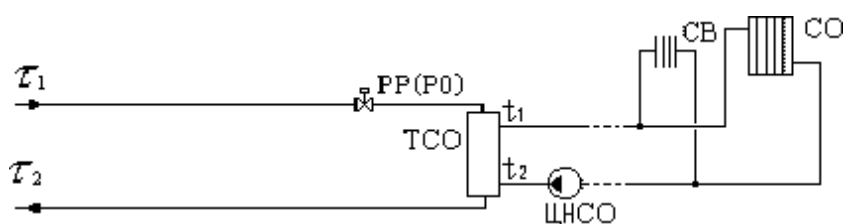
Потребитель с двухступенчатым параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО



## 2. Расчетные схемы присоединения центральных тепловых пунктов к тепловой сети

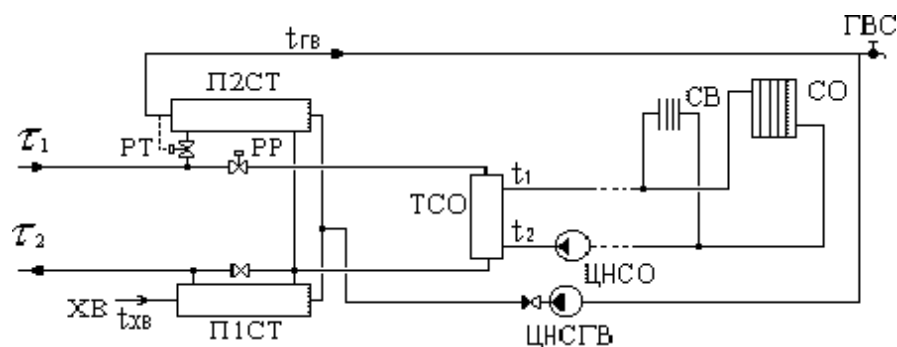
### 2.1. Схема № 1

ЦТП с независимым присоединением CO и СВ



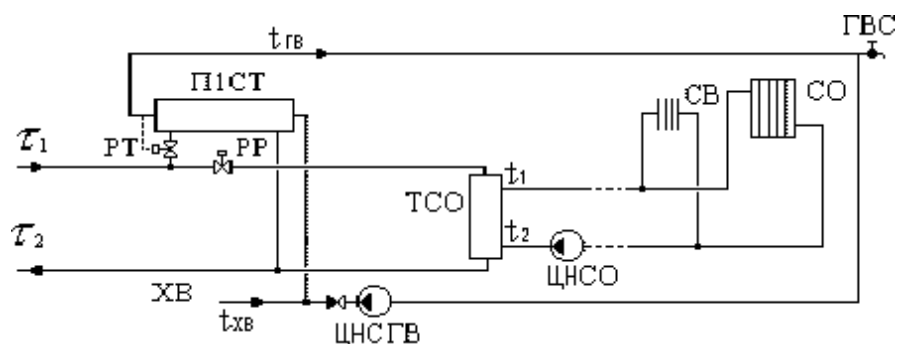
### 2.2. Схема № 2

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением CO и СВ



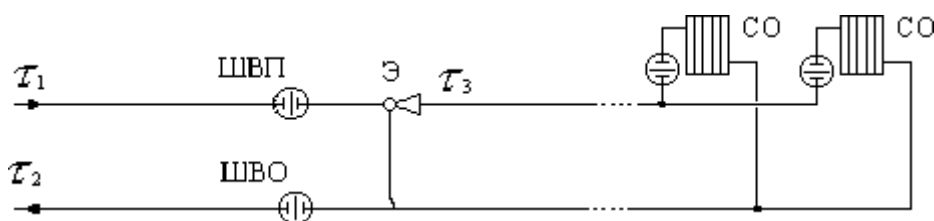
### 2.3. Схема № 3

ЦТП с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением CO и СВ



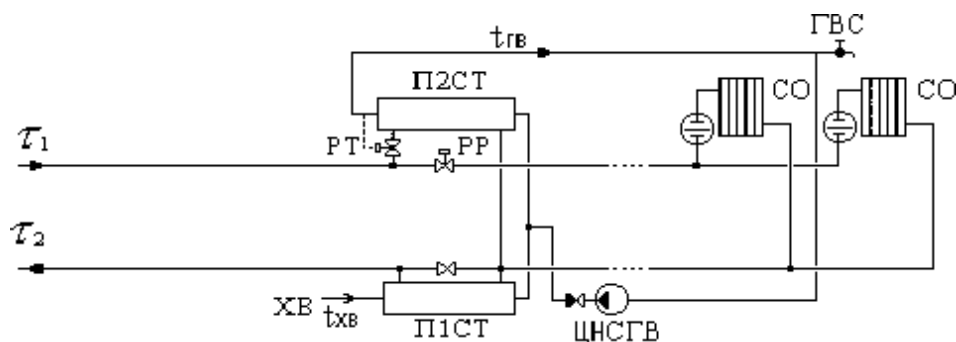
## 2.4. Схема № 4

ЦТП с групповым элеваторным присоединением СО



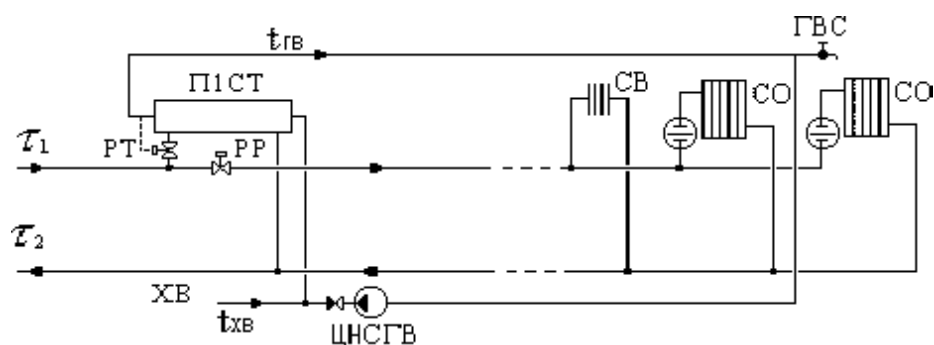
## 2.5. Схема № 5

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей



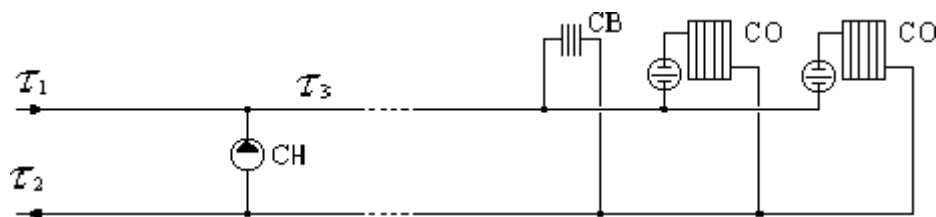
## 2.6. Схема № 6

ЦТП с параллельным подключением подогревателей



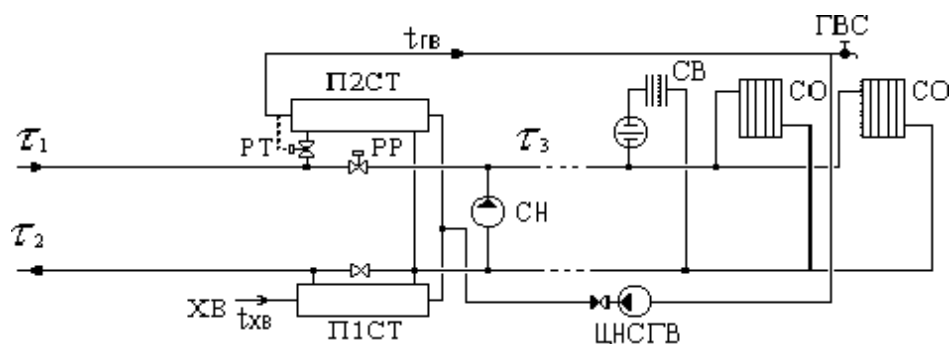
## 2.7. Схема № 7

ЦТП с насосным смешением



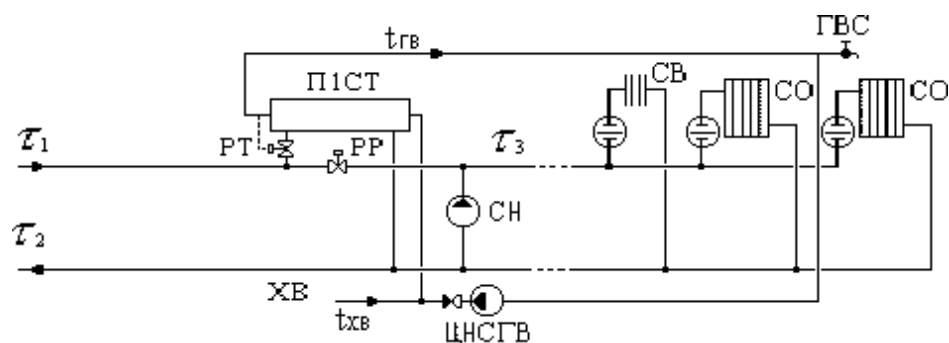
## 2.8. Схема № 8

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосным смешением



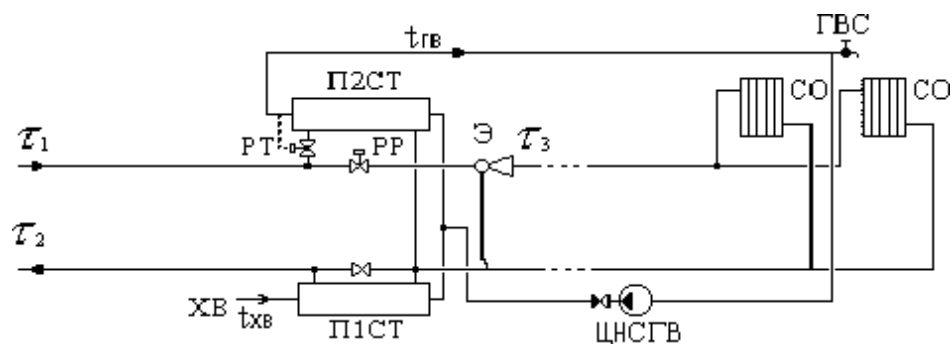
## 2.9. Схема № 9

ЦТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосным смешением



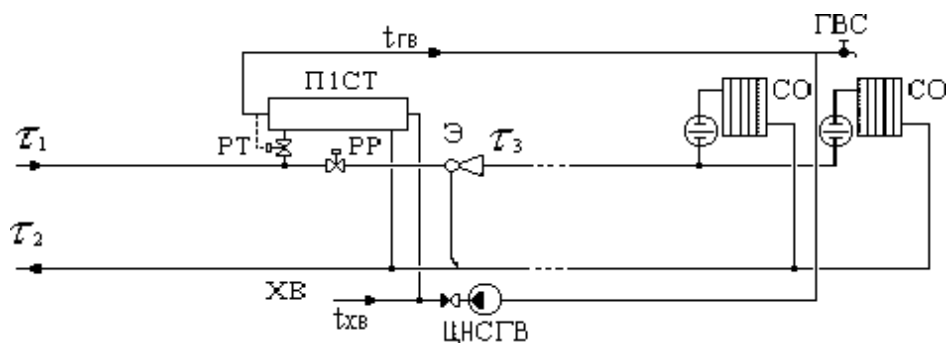
## 2.10. Схема № 10

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и элеваторным смешением.



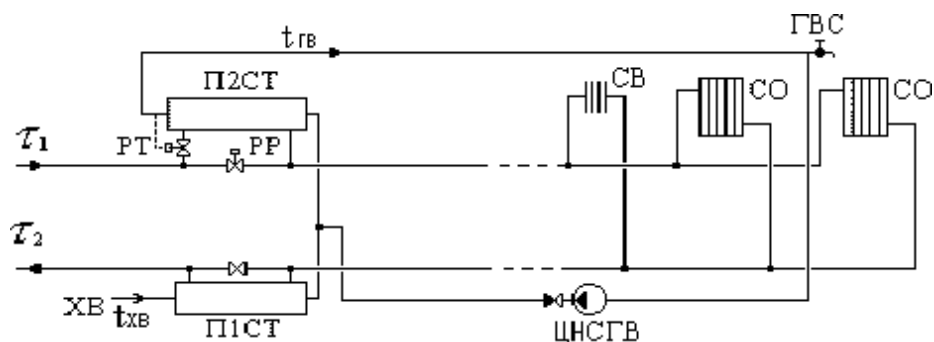
## 2.11. Схема № 11

ЦТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и элеваторным смешением



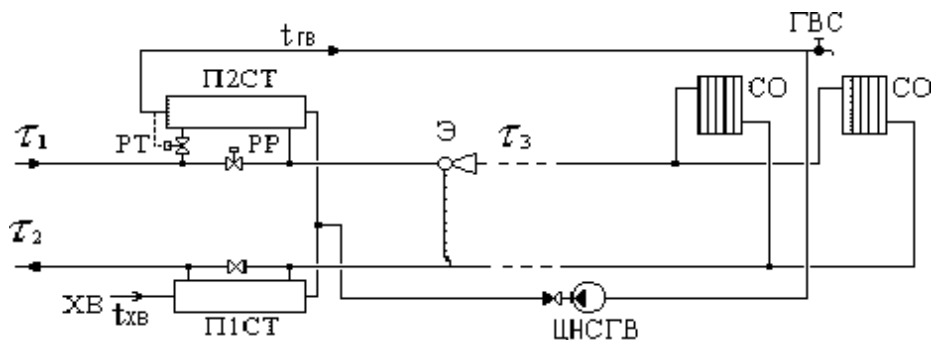
## 2.12. Схема №12

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и непосредственным присоединением СО и СВ



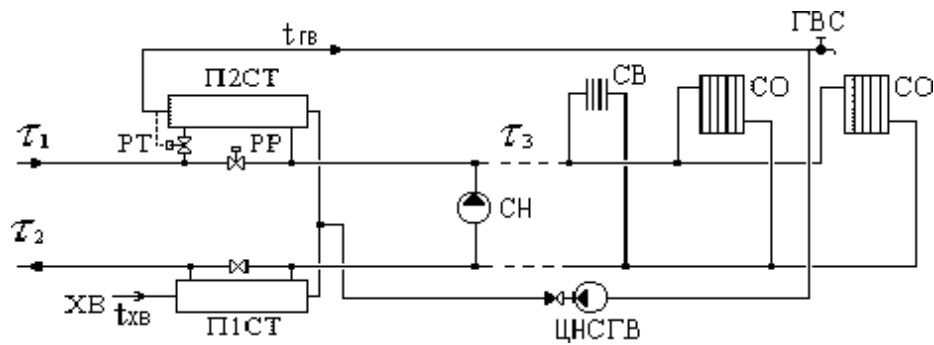
## 2.13. Схема № 13

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО



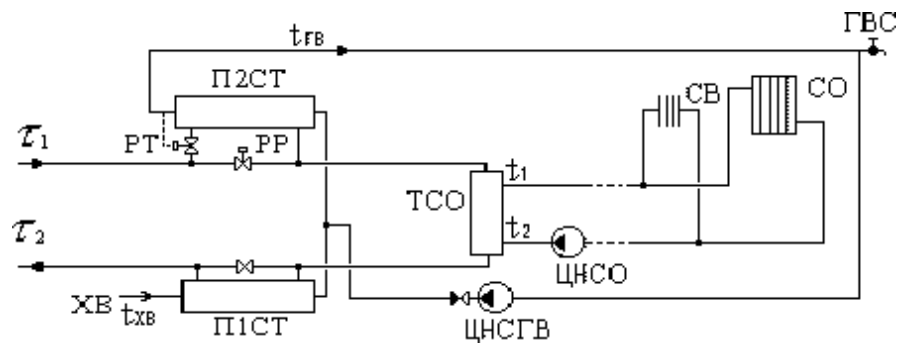
## 2.14. Схема № 14

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ



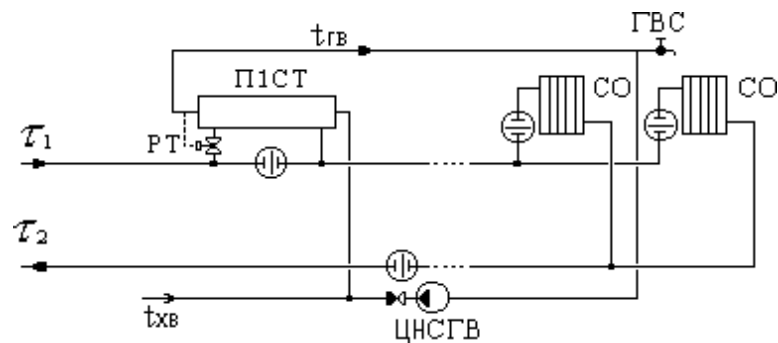
## 2.15. Схема № 15

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО



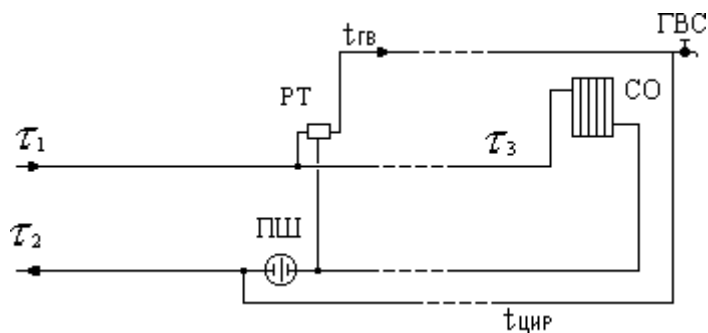
## 2.16. Схема № 16

ЦТП с одноступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и непосредственным присоединением СО и СВ



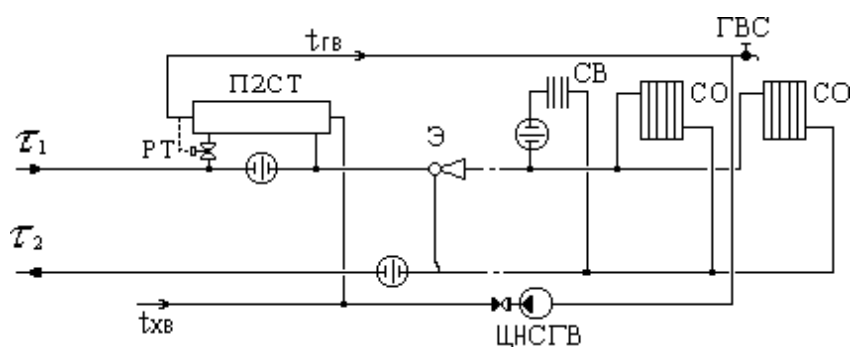
## 2.17. Схема № 17

ЦТП с открытым водоразбором и установленным регулятором температуры на систему горячего водоснабжения.



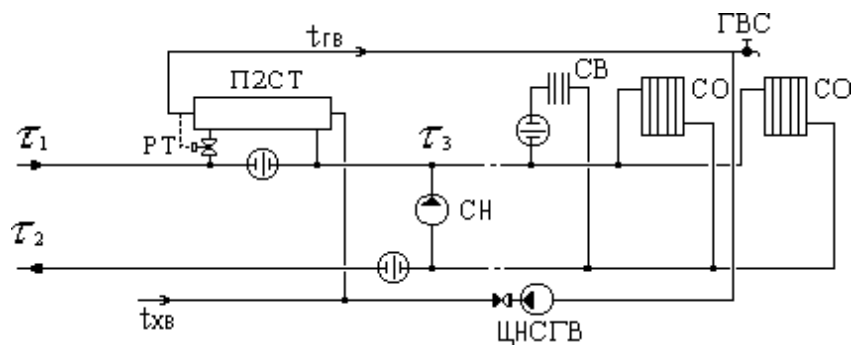
## 2.18. Схема № 18

ЦТП с последовательным подключением подогревателя ГВС и элеваторным смешением.



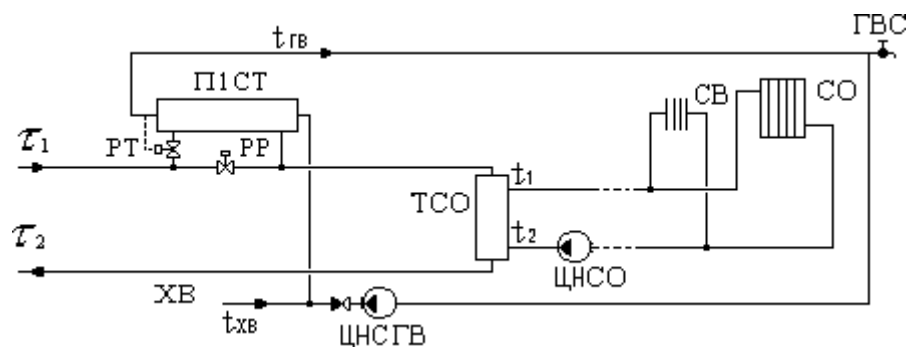
## 2.19. Схема № 19

ЦТП с последовательным подключением подогревателя ГВС и насосным смешением.



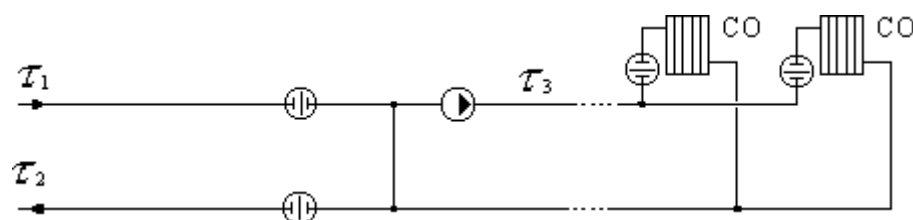
## 2.20. Схема № 20

ЦТП с одноступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ.



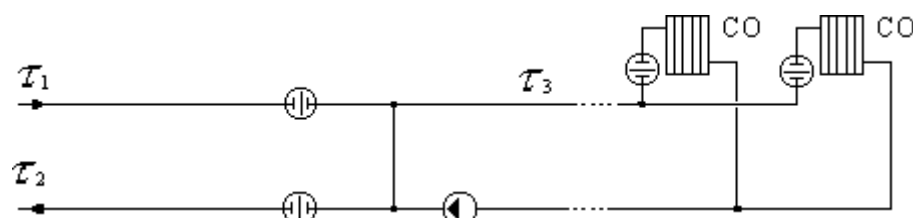
## 2.21. Схема № 21

ЦТП с насосом смешения на подающем трубопроводе.



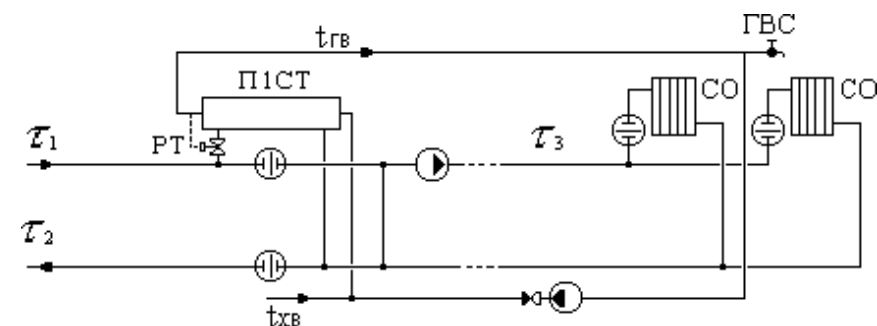
## 2.22. Схема № 22

ЦТП с насосом смешения на обратном трубопроводе.



## 2.23. Схема № 23

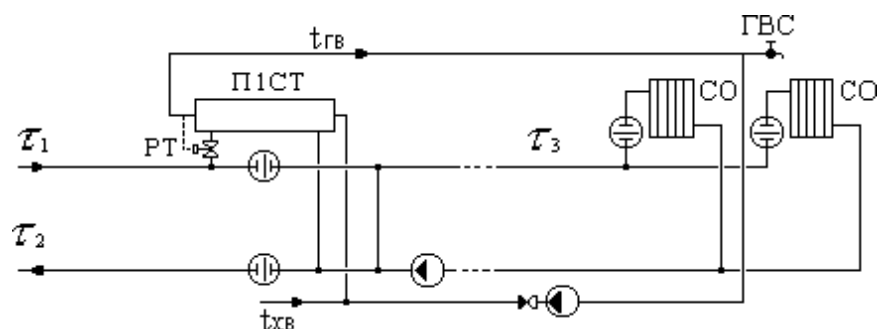
ЦТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.





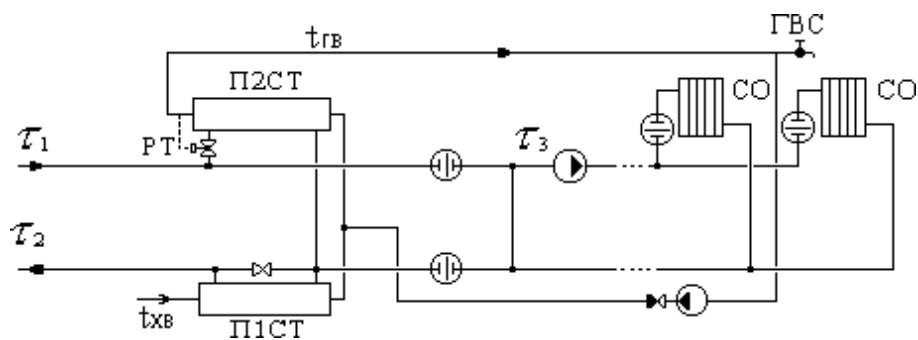
## 2.24. Схема № 24

ЦТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.



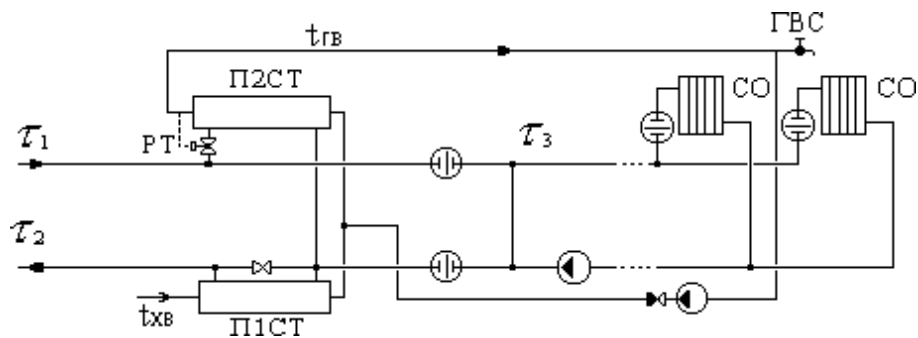
## 2.25. Схема № 25

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.



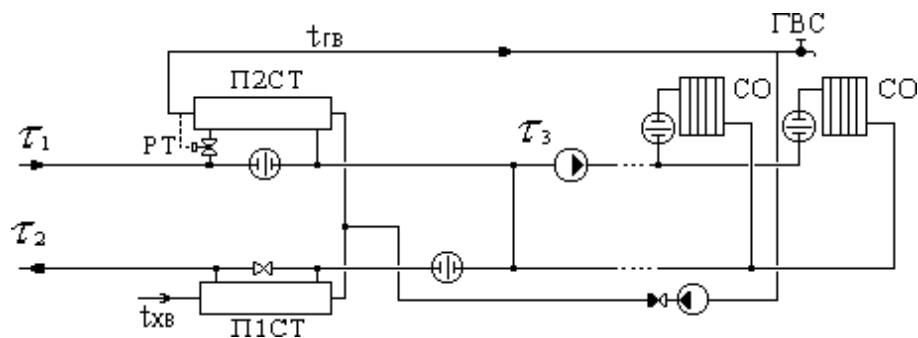
## 2.26. Схема № 26

ЦТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.



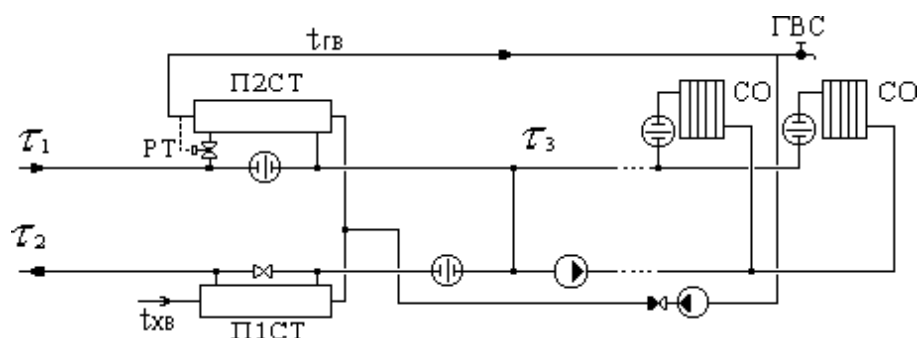
## 2.27. Схема № 27

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.



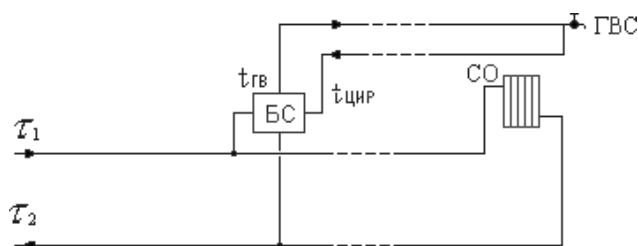
## 2.28. Схема № 28

ЦТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.



## 2.29. ЦТП №29

Моделирует работу бака смесителя для открытой схемы ГВС.



Моделируется устройство (бак смеситель), которое смешивает сетевую воду подающего и обратного трубопроводов с водой циркуляционного контура ГВС так, чтобы в подающем трубопроводе контура ГВС температура воды была постоянно равна заданному значению. Ветка сети на систему отопления проходят в этой схеме через узел без изменений. Поскольку данный узел имеет один вход и два выхода (контур ГВС и контур системы отопления), то контур ГВС при изображении сети должен подключаться через вспомогательный участок.

## Приложение 2. Технические характеристики стальных трубопроводов для тепловой сети

N п.п	Диаметр трубопровода , мм			Толщина стенки трубы , мм
	условный	наружный	внутренний	
1	15	18	14	2,0
2	20	25	21	2,0
3	25	32	27	2,5
4	32	38	33	2,5
5	40	45	40	2,5
6	50	57	50	3,5
7	70	76	69	3,5
8	80	89	82	3,5
9	100	108	100	4,0
10	125	133	125	4,0
11	150	159	150	4,5
12	175	194	184	5,0
13	200	219	207	6,0
14	250	273	259	7,0
15	300	325	309	8,0
16	350	377	359	9,0
17	350	377	357	10,0
18	400	426	414	6,0
19	400	426	408	9,9
20	450	480	468	6,0
21	450	480	466	8,0
22	500	529	517	6,0
23	500	529	515	7,0
24	600	630	616	7,0
25	600	630	614	8,0
26	700	720	706	7,0
27	700	720	704	8,0
28	700	720	702	9,0
29	800	820	804	8,0
30	900	920	902	9,0
31	1000	1020	1000	10,0
32	1200	1220	1198	11,0
33	1200	1220	1192	14,0
34	1400	1420	1398	11,0
35	1400	1420	1392	14,0

Условный проход труб  $D_y$  независимо от расчетного расхода теплоносителя должен приниматься в тепловых сетях не менее 32 мм.

# Приложение 3. Коэффициенты местных сопротивлений на участке трубопровода

№ п.п.	Местное сопротивление	Коэффициент местного сопротивления
1	Задвижка	0.5
2	Вентиль с косым шпинделем	0.5
3	Вентиль с вертикальным шпинделем	6.0
4	Обратный клапан нормальный	7.0
5	Обратный клапан "захлопка"	3.0
6	Кран проходной	2
7	Компенсатор однолинзовый без рубашки	1.6 - 0.5
8	Компенсатор однолинзовый с рубашкой	0.1
9	Компенсатор сальниковый	0.3
10	Компенсатор П-образный	2.8
11	Отводы, гнутые под углом 90°	-
12	со складками R=3d	0.8
13	со складками R=4d	0.5
14	гладкие R=1d	1.0
15	гладкие R=3d	0.5
16	гладкие R=4d	0.3
17	Отводы сварные одношовные под	-
18	углом 30°	0.2
19	углом 45°	0.3
20	углом 60°	0.7
21	Отводы сварные двухшовные	-
22	под углом 90°	0.6
23	то же, трехшовные	0.5
24	Тройник при слиянии потока:	-
25	проход	1.2
26	ответвление	1.8
27	Тройник при разветвлении потока:	-
28	проход	1.0
29	ответвление	1.5
30	Тройник при встречном потоке	3.0
31	Внезапное расширение	1.0
32	Внезапное сужение	0.5
33	Грязевик	10

# Приложение 4. Коэффициенты теплопроводности изоляции

Таблица 4.1. Теплоизоляционные материалы

N п.п.	Теплоизоляционный материал	Коэффициент теплопроводности
		$\lambda_{\text{из}} = \lambda + k \cdot t_t ; \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ a
1	Асбестовый матрац, заполненный совелитом	0,087+0,00012* t <sub>t</sub>
2	Асбестовый матрац, заполненный стекловолокном	0,058+0,00023* t <sub>t</sub>
3	Асботкань в несколько слоев	0,13+0,00026* t <sub>t</sub>
4	Асбестовый шнур	0,12+0,00031* t <sub>t</sub>
5	Асбестовый шнур (ШАОН)	0,13+0,00026* t <sub>t</sub>
6	Асбопухшнур (ШАП)	0,093+0,0002* t <sub>t</sub>
7	Асбовермикулитовые изделия марки 250	0,081+0,00023* t <sub>t</sub>
8	Асбовермикулитовые изделия марки 300	0,087+0,00023* t <sub>t</sub>
9	Битумоперлит	0,12+0,00023* t <sub>t</sub>
10	Битумокерамзит	0,13+0,00023* t <sub>t</sub>
11	Битумовермикулит	0,13+0,00023* t <sub>t</sub>
12	Вулканитовые плиты марки 300	0,074+0,00015* t <sub>t</sub>
13	Диатомовые изделия марки 500	0,116+0,00023* t <sub>t</sub>
14	Диатомовые изделия марки 600	0,14+0,00023* t <sub>t</sub>
15	Известково-кремнеземистые изделия марки 200	0,069+0,00015* t <sub>t</sub>
16	Маты минераловатные прошивные марки 100	0,045+0,0002* t <sub>t</sub>
17	Маты минераловатные прошивные марки 125	0,049+0,0002* t <sub>t</sub>
18	Маты и плиты из минеральной ваты марки 75	0,043+0,00022* t <sub>t</sub>
19	Маты и полосы из непрерывного стекловолокна	0,04+0,00026* t <sub>t</sub>
20	Маты и плиты стекловатные марки 50	0,042+0,00028* t <sub>t</sub>
21	Пенобетонные изделия	0,11+0,0003* t <sub>t</sub>
22	Пенопласт ФРП-1 и резопен группы 100	0,043+0,00019* t <sub>t</sub>
23	Пенополимербетон	0,07
24	Пенополиуретан	0,05
25	Перлитцементные изделия марки 300	0,076+0,000185* t <sub>t</sub>
26	Перлитцементные изделия марки 350	0,081+0,000185* t <sub>t</sub>
27	Плиты минераловатные полужесткие марки 100	0,044+0,00021* t <sub>t</sub>
28	Плиты минераловатные полужесткие марки 125	0,047+0,000185* t <sub>t</sub>
29	Плиты и цилиндры минераловатные марки 250	0,056+0,000185* t <sub>t</sub>
30	Плиты стекловатные полужесткие марки 75	0,044+0,00023* t <sub>t</sub>
31	Полуцилиндры и цилиндры минераловатные марки 150	0,049+0,0002* t <sub>t</sub>
32	Полуцилиндры и цилиндры минераловатные марки 200	0,052+0,000185* t <sub>t</sub>
33	Совелитовые изделия марки 350	0,076+0,000185* t <sub>t</sub>
34	Совелитовые изделия марки 400	0,078+0,000185* t <sub>t</sub>
35	Скорлупы минераловатные оштукатуренные	0,069+0,00019* t <sub>t</sub>
36	Фенольный поропласт ФЛ монолит	0,05
37	Шнур минераловатный марки 200	0,056+0,000185* t <sub>t</sub>
38	Шнур минераловатный марки 250	0,058+0,000185* t <sub>t</sub>
39	Шнур минераловатный марки 300	0,061+0,000185* t <sub>t</sub>

a<sub>t</sub> - средняя температура теплоизоляционного слоя, °C

$$t_{\text{т.}} = \frac{(t + 40)}{2}$$

, где t - температура теплоносителя

**Таблица 4.2. Значения поправок  $\lambda_{\text{гр}}$  к коэффициентам теплопроводности теплоизоляционных материалов в зависимости от технического состояния.**

№ п.п.	Техническое состояние теплоизоляционной конструкции, условия эксплуатации	$\lambda_{\text{гр}}$
1	Незначительное разрушение покровного и основного слоев изоляционной конструкции	1,3 - 1,5
2	Уплотнение изоляции сверху трубопровода и обвисание снизу	1,6 - 1,8
3	Частичное разрушение теплоизоляционной конструкции, уплотнение основного слоя изоляции на 30-50%	1,7 - 2,1
4	Уплотнение основного слоя изоляции на 70%	3,5
5	Периодическое затопление канала грунтовыми водами или смежными коммуникациями	3,0 - 5,0
6	Незначительное увлажнение изоляции 10-15%	1,4 - 1,6
7	Увлажнение изоляции 20-30%	1,9 - 2,6
8	Сильное увлажнение изоляции 40-60%	3,0 - 4,5

**Таблица 4.3. Коэффициент теплопроводности грунтов в зависимости от степени увлажнения**

№ п.п.	Вид грунта	Коэффициент теплопроводности грунтов $\lambda_{\text{гр}}$ Вт/(м*°С)		
		сухого	влажного	водонасыщенного
1	Песок, супесь	1,10	1,92	2,44
2	Глина, суглинок	1,74	2,56	2,67
3	Гравий, щебень	2,03	2,73	3,37

# Приложение 5. Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловой сети

N п.п.	Условный диаметр труб, мм	Марка канала	Размеры канала внутренние, мм		Размеры канала наружные, мм	
			ширина	высота	ширина	высота
1	25-50	КЛ 60-30	600	300	850	440
2	70-80	КЛ 60-45	600	450	850	600
3	100-150	КЛ 90-45	900	450	1150	630
4	100-150	КЛ 60-60	600	600	850	750
5	175-200	КЛ 90-60	900	600	1150	780
6	200-300	КЛ 120-60	1200	600	1450	780
7	350-400	КЛ 150-60	1500	600	1800	850
8	350-400	КЛ 210-60	2100	600	2400	890
9	450-500	КЛс 90-90	900	900	1060	1070
10	450-500	КЛс 120-90	1200	900	1400	1070
11	450-500	КЛс 150-90	1500	900	1740	1070
12	600	КС 120-120	1200	1200	1400	1370
13	700	КС 210-120	2100	1200	2380	1470
14	800	КС 300-150	3000	1500	3610	1950
15	900	КС 360-180	3600	1800	4300	2280
16	1000	КС 420-210	4200	2100	4940	2640
17	600-700	КЛс 120-120	1200	1200	1400	1370
18	600-700	КЛс 150-120	1500	1200	1740	1470
19	600-700	КЛс 210-120	2100	1200	2380	1470
20	450-800	КС 90-90	900	900	1380	1090
21	450-800	КС 120-90	1200	900	1680	1090
22	450-800	КС 90-120	900	1200	1380	1390
23	450-800	КС 150-90	1500	900	1980	1110
24	450-800	КС 210-90	2100	900	2580	1180
25	50-70	КНЖМ-I	750	410	890	570
26	80-150	КНЖМ-II	1000	510	1140	690
27	200-250	КНЖМ-III	1250	650	1390	830
28	300-350	КНЖМ-IV	1500	810	1640	990
29	400	КНЖМ-V	1600	910	1740	1090
30	450-500	КНЖМ-VI	2100	1100	2260	1330
31	600	КНЖМ-VII	2800	1250	3080	1570

# Приложение 6. Нормы тепловых потерь

1959 года - Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. М.: Госстройиздат, 1959

## 1. Нормы тепловых потерь (плотность теплового потока) водяными теплопроводами

Таблица 6.1. Нормы тепловых потерь изолированными теплопроводами в непроходных каналах и при бесканальной прокладке с расчетной среднегодовой температурой грунта + 5 °С на глубине заложения теплопроводов.

Наружный диаметр труб, мм	Нормы тепловых потерь теплопроводами, ккал/(м*ч)			
	Обратным при средней температуре воды = 50 °С	Двухтрубной прокладки при разности среднегодовых температур воды и грунта 52,5 °С	Двухтрубной прокладки при разности среднегодовых температур воды и грунта 65 °С	Двухтрубной прокладки при разности среднегодовых температур воды и грунта 75 °С
32	20	45	52	58
57	25	56	65	72
76	29	64	74	82
89	31	69	80	88
108	34	76	88	96
159	42	94	107	117
219	51	113	130	142
273	60	132	150	163
325	68	149	168	183
377	76	164	183	202
426	82	180	203	219
478	91	198	223	241
529	101	216	243	261
630	114	246	277	298
720	125	272	306	327
820	141	304	341	364
920	155	333	373	399
1020	170	366	410	436
1220	200	429	482	508
1420	228	488	554	580



**Таблица 6.2. Нормы тепловых потерь одним изолированным водяным теплопроводом при надземной прокладке с расчетной среднегодовой температурой наружного воздуха + 5 °С [7]**

Наружный диаметр труб, мм	Нормы тепловых потерь теплопроводами, ккал/(м*ч)			
	Разность среднегодовой температуры сетевой воды в подающем или обратном трубопроводах и наружного воздуха, °С			
	45	70	95	120
32	15	23	31	38
49	18	27	36	45
57	21	30	40	49
76	25	35	45	55
82	28	38	50	60
108	31	43	55	67
133	35	48	60	74
159	38	50	65	80
194	42	58	73	88
219	46	60	78	95
273	53	70	87	107
325	60	80	100	120
377	71	93	114	135
426	82	105	128	150
478	89	113	136	160
429	95	120	145	170
630	104	133	160	190
720	115	145	176	206
820	135	168	200	233
920	155	190	225	260
1020	180	220	255	292
1420	230	280	325	380

## 2. Нормы плотности теплового потока

### 2.1. Коэффициент K2, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя из пенополиуретана, полимербетона, фенольного поропласта ФЛ

Таблица 6.3. Коэффициент K2, учитывающий изменение норм плотности теплового потока при применении теплоизоляционного слоя из пенополиуретана, полимербетона, фенольного поропласта ФЛ

Материал теплоизоляционного слоя	Условный проход трубопровода, мм			
	25-65	89-150	200-300	350-500
	Коэффициент K2			
пенополиуретан, фенольный поропласт	0,5	0,6	0,7	0,8
полимербетон	0,7	0,8	0,9	1

### 2.2. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов на открытом воздухе

Таблица 6.4. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов на открытом воздухе и числе часов работы в год более 5000 (СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования»)

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С										
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока										
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
15	3,44	8,6	17,2	25,8	36,12	47,3	58,48	71,38	85,14	98,9	114,38
20	4,3	9,46	18,92	29,24	40,42	51,6	64,5	78,26	92,88	109,22	126,42
25	4,3	11,18	21,5	31,82	44,72	56,76	70,52	85,14	100,62	117,82	135,88
40	6,02	12,9	24,94	37,84	50,74	66,22	81,7	98,9	116,96	135,88	156,52
50	6,02	14,62	26,66	40,42	55,04	70,52	87,72	105,78	120,04	144,48	165,98
65	7,74	16,34	30,96	46,44	61,92	79,98	98,04	117,82	139,32	160,82	184,04
80	8,6	18,06	33,54	49,88	66,22	85,14	104,92	126,42	147,92	172	196,08
100	9,46	20,64	36,98	55,04	73,1	93,74	115,24	137,6	160,82	185,76	212,42
125	10,32	23,22	42,14	60,2	79,98	104,92	128,14	153,08	178,88	206,4	234,78
150	12,04	25,8	46,44	66,22	87,82	115,24	141,04	166,84	194,36	223,6	254,56
200	15,48	31,82	55,9	79,98	104,92	136,74	166,84	196,08	228,76	262,3	296,7
250	18,06	36,98	64,5	91,16	118,68	153,94	184,9	218,44	252,84	289,82	327,66
300	21,5	42,14	72,24	101,48	133,3	170,28	205,54	240,8	278,64	318,2	359,48
350	24,08	47,3	79,98	112,66	146,2	187,48	224,46	263,16	303,58	346,58	390,44
400	25,8	52,46	87,72	122,12	159,1	202,96	242,52	283,8	326,8	372,38	418,82
450	28,38	55,9	93,74	130,72	169,42	216,72	258,86	301,86	347,44	394,4	443,76

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С										
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока										
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
500	30,96	61,06	102,34	142,76	181,46	233,06	276,92	323,36	370,66	422,26	473
600	36,12	70,52	116,96	161,68	206,4	263,16	312,18	362,92	415,38	471,28	528,04
700	41,28	79,12	129,86	179,74	227,04	289,82	343,14	398,18	454,94	515,14	577,92
800	45,58	88,58	143,62	183,18	251,12	319,06	376,68	436,02	497,94	562,44	630,38
900	50,74	97,18	158,24	217,58	274,34	348,3	410,22	473,86	540,08	609,74	681,98
1000	55,9	106,64	172,86	236,5	297,56	376,68	443,76	511,7	582,22	656,18	733,58
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	16,34	30,1	46,44	60,2	73,1	90,3	103,2	116,1	129	141,9	154,8



### Примечание

Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.5. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов на открытом воздухе и числе часов работы в год 5000 и менее. (СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования»)**

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С										
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока										
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
15	4,3	9,46	18,92	29,24	39,56	50,74	63,64	77,4	91,16	106,64	122,98
20	5,16	11,18	21,5	32,68	44,72	56,76	70,52	85,14	101,48	118,68	135,88
25	5,16	12,9	24,08	36,12	49,02	62,78	77,4	170,28	109,22	128,14	147,06
40	6,88	15,48	28,38	42,14	56,76	73,96	90,3	108,36	128,14	148,78	171,14
50	7,74	15,48	30,96	45,58	61,06	78,26	97,18	116,1	136,74	158,24	182,32
65	8,6	19,78	35,26	52,46	69,66	89,44	109,22	130,72	153,08	178,02	203,82
80	9,46	21,5	38,7	56,76	74,82	96,32	117,82	140,18	164,26	190,06	217,58
100	11,18	24,08	43	62,78	83,42	105,78	129	153,08	178,88	207,26	236,5
125	12,9	27,52	48,16	69,66	92,02	119,54	144,48	172	200,38	231,34	263,16
150	15,48	30,1	54,18	76,54	101,48	131,58	159,1	188,34	220,16	252,84	285,52
200	18,92	37,84	66,22	93,74	122,12	158,24	190,06	225,32	260,58	297,56	336,26
250	22,36	43,86	75,68	107,5	138,46	178,02	213,28	251,98	288,96	331,1	373,24
300	25,8	50,74	86,86	120,4	155,66	198,66	239,08	278,64	321,64	366,36	411,94
350	30,1	56,76	96,32	133,3	172	219,3	262,3	305,3	351,74	400,76	449,78
400	32,68	62,78	104,92	146,2	186,62	237,36	284,66	331,96	380,12	431,72	484,18
450	35,26	68,8	113,52	156,52	200,38	256,28	303,58	354,32	405,06	460,1	515,14
500	38,7	75,68	122,98	169,42	215,86	276,92	325,94	380,12	435,16	492,78	551,26
600	45,58	86	141,9	193,5	247,68	313,9	371,52	429,14	490,2	553,84	618,34

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С										
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока										
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
700	51,6	98,04	158,24	215	274,34	347,44	408,5	473	538,36	608,02	677,68
800	57,62	110,08	176,3	239,08	303,58	384,42	452,36	520,3	591,68	666,5	742,18
900	64,5	121,26	194,36	263,16	333,68	418,82	493,64	567,6	644,14	724,98	805,82
1000	71,38	133,3	212,42	286,38	362,06	456,66	534,92	614,9	696,6	783,46	869,46
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	21,5	37,84	61,06	75,68	92,88	114,38	130,72	141,9	163,4	179,74	195,22

## 2.3. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов в помещении и тоннеле



### Примечание

Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.6. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов в помещении и тоннеле и числе часов работы в год более 5000. (СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования»)**

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока									
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
15	6,88	15,48	24,08	34,4	45,58	56,76	69,66	82,56	98,04	113,52
20	7,74	17,2	27,52	38,7	49,88	62,78	76,54	91,16	107,5	124,7
25	8,6	18,92	30,1	42,14	55,04	67,94	83,42	98,9	116,1	134,16
40	10,32	22,36	35,26	49,02	63,64	79,98	96,32	115,24	134,16	153,94
50	11,18	24,08	37,84	52,46	68,8	85,14	103,2	122,12	142,76	163,4
65	12,9	27,52	43	59,34	77,4	96,32	115,24	136,74	159,1	181,46
80	13,76	30,1	46,44	63,64	83,42	102,34	122,98	145,34	169,42	193,5
100	15,48	33,54	51,6	69,66	90,3	111,8	134,16	158,24	183,18	209,84
125	18,06	37,84	56,76	77,4	101,48	124,7	150,5	176,3	203,82	232,2
150	20,64	42,14	62,78	84,28	111,8	137,6	163,4	191,78	221,02	251,12
200	24,94	50,74	75,68	101,48	133,3	162,54	193,5	224,46	258,86	293,26
250	29,24	58,48	86	114,38	149,64	181,46	214,14	248,54	286,38	324,22
300	33,54	66,22	96,32	128,14	165,98	200,38	236,5	274,34	314,76	355,18
350	37,84	73,1	106,64	141,04	182,32	220,16	258,86	299,28	342,28	386,14
400	41,28	79,98	116,1	153,08	197,8	237,36	278,64	321,64	368,08	415,38
450	44,72	86,86	124,7	163,4	210,7	252,84	296,7	342,28	391,3	439,46

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока									
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
500	49,02	93,74	134,16	176,3	227,04	271,76	318,2	366,36	417,1	467,84
600	57,62	107,5	153,94	199,52	256,28	306,16	356,9	410,22	466,12	522,88
700	63,64	119,54	171,14	220,16	282,08	336,26	392,16	448,92	509,12	570,18
800	72,24	133,3	189,2	243,38	311,32	369,8	429,14	491,06	556,42	624,36
900	79,98	146,2	207,26	265,74	339,7	402,48	466,98	533,2	603,72	675,96
1000	87,72	159,96	225,32	288,1	368,08	435,16	503,96	574,48	651,88	726,7
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	24,94	43	58,48	71,38	89,44	102,34	115,24	128,14	141,9	153,94



### Примечание

При расположении изолируемых поверхностей в тоннеле к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85.2. Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.7. Норма плотности теплового потока при расположении трубопроводов в помещении и тоннеле и числе часов работы в год 5000 и менее. (СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования»)**

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока									
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
15	7,74	17,2	26,66	37,84	49,02	61,92	74,82	89,44	104,92	121,26
20	8,6	18,92	30,1	42,14	55,04	68,8	83,42	98,9	116,1	134,16
25	9,46	21,5	33,54	46,44	60,2	74,82	91,16	107,5	126,42	145,34
40	11,18	24,94	39,56	55,04	71,38	88,58	106,64	125,56	146,2	167,7
50	12,9	27,52	42,14	58,48	76,54	94,6	113,52	134,16	156,52	178,88
65	14,62	31,82	49,02	67,08	86,86	106,64	128,14	151,36	175,44	200,38
80	17,2	35,26	53,32	72,24	92,88	114,38	137,6	161,68	188,34	214,14
100	18,92	38,7	59,34	79,98	102,34	125,56	12,9	176,3	203,82	233,06
125	21,5	43,86	66,22	87,72	116,1	141,9	168,56	196,94	228,76	259,72
150	24,08	48,16	73,1	98,04	128,14	155,66	184,9	215,86	249,4	282,94
200	30,96	60,2	88,58	117,82	153,94	185,76	220,16	257,14	294,12	332,82
250	36,12	69,66	101,48	133,3	172,86	208,12	246,82	285,52	327,66	368,94
300	41,28	79,12	114,38	149,64	193,5	232,2	274,34	316,48	362,06	407,64
350	45,58	88,58	126,42	165,98	213,28	257,14	301	347,44	395,6	444,62
400	51,6	97,18	139,32	180,6	231,34	278,64	325,94	374,96	426,56	479,02
450	55,04	104,92	148,78	193,5	250,26	298,42	348,3	399,9	454,94	509,98
500	61,06	113,52	161,68	208,98	270,04	320,78	374,1	429,14	486,76	545,24

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя °С									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Норма плотности теплового потока									
	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)	ккал/(ч*м)
600	69,66	130,72	184,9	238,22	307,02	363,78	423,12	483,32	547,82	612,32
700	78,26	146,2	205,54	265,74	338,84	401,62	465,26	531,48	601,14	670,8
800	87,72	163,4	227,9	294,12	374,96	442,9	512,56	583,94	659,62	736,16
900	98,04	179,74	251,12	322,5	411,08	484,18	559	636,4	718,1	798,94
1000	107,5	196,94	273,48	350,88	446,34	525,46	605,44	688	776,58	862,58
Криволинейные поверхности диаметром более 1020 мм и плоские	30,96	54,18	73,1	90,3	113,52	129,86	146,2	161,68	179,74	194,36



### Примечание

При расположении изолируемых поверхностей в тоннеле к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85.2. Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.4. Норма плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах.

Таблица 6.8. Норма плотности теплового потока при числе часов работы в год 5000 и менее (СНиП 2.04.14-88)

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод											
	подающий		обратный		подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
25	18	15,48	12	10,32	26	22,36	11	9,46	31	26,66	10	8,6
30	19	16,34	13	11,18	27	23,22	12	10,32	33	28,38	11	9,46
40	21	18,06	14	12,04	29	24,94	13	11,18	36	30,96	12	10,32
50	22	18,92	15	12,9	33	28,38	14	12,04	40	34,4	13	11,18
65	27	23,22	19	16,34	38	32,68	16	13,76	47	40,42	14	12,04
80	29	24,94	20	17,2	41	35,26	17	14,62	51	43,86	15	12,9
100	33	28,38	22	18,92	46	39,56	19	16,34	57	49,02	17	14,62
125	34	29,24	23	19,78	49	42,14	20	17,2	61	52,46	18	15,48
150	38	32,68	26	22,36	54	46,44	22	18,92	65	55,9	19	16,34
200	48	41,28	31	26,66	66	56,76	26	22,36	83	71,38	23	19,78
250	54	46,44	35	30,1	76	65,36	29	24,94	93	79,98	25	21,5

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод											
	подающий		обратный		подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
300	62	53,32	40	34,4	87	74,82	32	27,52	103	88,58	28	24,08
350	68	58,48	44	37,84	93	79,98	34	29,24	117	100,62	29	24,94
400	76	65,36	47	40,42	109	93,74	37	31,82	123	105,78	30	25,8
450	77	66,22	49	42,14	112	96,32	39	33,54	135	116,1	32	27,52
500	88	75,68	54	46,44	126	108,36	43	36,98	167	143,62	33	28,38
600	98	84,28	58	49,88	140	120,4	45	38,7	171	147,06	35	30,1
700	107	92,02	63	54,18	163	140,18	47	40,42	185	159,1	38	32,68
800	130	111,8	72	61,92	181	155,66	48	41,28	213	183,18	42	36,12
900	138	118,68	75	64,5	190	163,4	57	49,02	234	201,24	44	37,84
1000	152	130,72	78	67,08	199	171,14	59	50,74	249	214,14	49	42,14
1200	185	159,1	86	73,96	257	221,02	66	56,76	300	258	54	46,44
1400	204	175,44	90	77,4	284	244,24	69	59,34	322	276,92	58	49,88



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65, 90, 110 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70, 180-70 °С;
2. Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.9. Норма плотности теплового потока при числе часов работы в год более 5000(СНиП 2.04.14-88)**

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод											
	подающий		обратный		подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
25	16	13,76	11	9,46	23	19,78	10	8,6	28	24,08	9	7,74
30	17	14,62	12	10,32	24	20,64	11	9,46	30	25,8	10	8,6
40	18	15,48	13	11,18	26	22,36	12	10,32	32	27,52	11	9,46
50	20	17,2	14	12,04	28	24,08	13	11,18	35	30,1	12	10,32
65	23	19,78	16	13,76	34	29,24	15	12,9	40	34,4	13	11,18
80	25	21,5	17	14,62	36	30,96	16	13,76	44	37,84	14	12,04
100	28	24,08	19	16,34	41	35,26	17	14,62	48	41,28	15	12,9
125	31	26,66	21	18,06	42	36,12	18	15,48	50	43	16	13,76
150	32	27,52	22	18,92	44	37,84	19	16,34	55	47,3	17	14,62
200	39	33,54	27	23,22	54	46,44	22	18,92	68	58,48	21	18,06
250	45	38,7	30	25,8	64	55,04	25	21,5	77	66,22	23	19,78

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод											
	подающий		обратный		подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
300	50	43	33	28,38	70	60,2	28	24,08	84	72,24	25	21,5
350	55	47,3	37	31,82	75	64,5	30	25,8	94	80,84	26	22,36
400	58	49,88	38	32,68	82	70,52	33	28,38	101	86,86	28	24,08
450	67	57,62	43	36,98	93	79,98	36	30,96	107	92,02	29	24,94
500	68	58,48	44	37,84	98	84,28	38	32,68	117	100,62	32	27,52
600	79	67,94	50	43	109	93,74	41	35,26	132	113,52	34	29,24
700	89	76,54	55	47,3	126	108,36	43	36,98	151	129,86	37	31,82
800	100	86	60	51,6	140	120,4	45	38,7	163	140,18	40	34,4
900	106	91,16	66	56,76	151	129,86	54	46,44	186	159,96	43	36,98
1000	117	100,62	71	61,06	158	135,88	57	49,02	192	165,12	47	40,42
1200	144	123,84	79	67,94	185	159,1	64	55,04	229	196,94	52	44,72
1400	152	130,72	82	70,52	210	180,6	68	58,48	252	216,72	56	48,16



### Примечание

Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65, 90, 110 °C соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70, 180-70 °C.

Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.5. Норма плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопроводов при двухтрубной подземной бесканальной прокладке водяных тепловых сетей.

Таблица 6.10. Норма плотности теплового потока при числе часов работы в год 5000 и менее (СНиП 2.04.14-88)

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод							
	подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С							
	65		50		90		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
25	36	30,96	27	23,22	48	41,28	26	22,36
50	44	37,84	34	29,24	60	51,6	32	27,52
65	50	43	38	32,68	67	57,62	36	30,96
80	51	43,86	39	33,54	69	59,34	37	31,82
100	55	47,3	42	36,12	74	63,64	40	34,4
125	61	52,46	46	39,56	81	69,66	44	37,84
150	69	59,34	52	44,72	91	78,26	49	42,14
200	77	66,22	59	50,74	101	86,86	54	46,44
250	83	71,38	63	54,18	111	95,46	59	50,74



Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод							
	подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °C							
	65		50		90		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
300	91	78,26	69	59,34	122	104,92	64	55,04
350	101	86,86	75	64,5	133	114,38	69	59,34
400	108	92,88	80	68,8	140	120,4	73	62,78
450	116	99,76	86	73,96	151	129,86	78	67,08
500	123	105,78	91	78,26	163	140,18	83	71,38
600	140	120,4	103	88,58	186	159,96	94	80,84
700	156	134,16	112	96,32	203	174,58	100	86
800	169	145,34	122	104,92	226	194,36	109	93,74



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65, 90 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 °С;
2. Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.11. Норма плотности теплового потока при числе часов работы в год более 5000(СНиП 2.04.14-88)**

Условный проход трубопровода, мм	Трубопровод							
	подающий		обратный		подающий		обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °C							
	65		50		90		50	
	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)	Вт/м	ккал/(ч*м)
25	33	28,38	25	21,5	44	37,84	24	20,64
50	40	34,4	31	26,66	54	46,44	29	24,94
65	45	38,7	34	29,24	60	51,6	33	28,38
80	46	39,56	35	30,1	61	52,46	34	29,24
100	49	42,14	38	32,68	65	55,9	35	30,1
125	53	45,58	41	35,26	72	61,92	39	33,54
150	60	51,6	46	39,56	80	68,8	43	36,98
200	66	56,76	50	43	89	76,54	48	41,28
250	72	61,92	55	47,3	96	82,56	51	43,86
300	79	67,94	59	50,74	105	90,3	56	48,16
350	86	73,96	65	55,9	113	97,18	60	51,6
400	91	78,26	68	58,48	121	104,06	63	54,18
450	97	83,42	72	61,92	129	110,94	67	57,62
500	105	90,3	78	67,08	138	118,68	72	61,92
600	117	100,62	87	74,82	156	134,16	80	68,8
700	126	108,36	93	79,98	170	146,2	86	73,96
800	140	120,4	102	87,72	186	159,96	93	79,98



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65, 90 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 °С;
2. Промежуточные значения нормам плотности теплового потока следует определять интерполяцией;

3. При применении в качестве теплоизоляционного слоя пенополиуретана, фенольного поропласта ФЛ, полимербетона значения норм плотности следует определять с учетом коэффициента K2, приведенного в таблице ниже.

## 2.6. Норма плотности теплового потока через поверхность изоляции трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах и подземной бесканальной прокладке

1997 года - Изменения внесенные в СНиП 2.04.14-88\* постановлением Госстроя России от 29.12.97 г. № 18-80

Постановление Госстроя России от 29.12.97 г. № 18-80 об изменении к СНиП 2.04.14-88

**Таблица 6.12. Норма плотности теплового потока трубопроводов при числе часов работы в год 5000 и менее**

Условный диаметр трубопровода, мм	Трубопровод											
	Подающий		Обратный		Подающий		Обратный		Подающий		Обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)
25	15	12,9	10	8,6	22	18,92	10	8,6	26	22,36	9	7,74
30	16	13,76	11	9,46	23	19,78	11	9,46	28	24,08	10	8,6
40	18	15,48	12	10,32	25	21,5	12	10,32	31	26,66	11	9,46
50	19	16,34	13	11,18	28	24,08	13	11,18	34	29,24	12	10,32
65	23	19,78	16	13,76	32	27,52	14	12,04	40	34,4	13	11,18
80	25	21,5	17	14,62	35	30,1	15	12,9	43	36,98	14	12,04
100	28	24,08	19	16,34	39	33,54	16	13,76	48	41,28	16	13,76
125	29	24,94	20	17,2	42	36,12	17	14,62	52	44,72	17	14,62
150	32	27,52	22	18,92	46	39,56	19	16,34	55	47,3	18	15,48
200	41	35,26	26	22,36	55	47,3	22	18,92	71	61,06	20	17,2
250	46	39,56	30	25,8	65	55,9	25	21,5	79	67,94	21	18,06
300	53	45,58	34	29,24	74	63,64	27	23,22	88	75,68	24	20,64
350	58	49,88	37	31,82	79	67,94	29	24,94	98	84,28	25	21,5
400	65	55,9	40	34,4	87	74,82	32	27,52	105	90,3	26	22,36
450	70	60,2	42	36,12	95	81,7	33	28,38	115	98,9	27	23,22
500	75	64,5	46	39,56	107	92,02	36	30,96	130	111,8	28	24,08
600	83	71,38	49	42,14	119	102,34	38	32,68	145	124,7	30	25,8
700	91	78,26	54	46,44	139	119,54	41	35,26	157	135,02	33	28,38
800	106	91,16	61	52,46	150	129	45	38,7	181	155,66	36	30,96
900	117	100,62	64	55,04	162	139,32	48	41,28	199	171,14	37	31,82
1000	129	110,94	66	56,76	169	145,34	51	43,86	212	182,32	42	36,12
1200	157	135,02	73	62,78	210	180,6	55	47,3	255	219,3	46	39,56
1400	173	148,78	77	66,22	241	207,26	59	50,74	274	235,64	49	42,14



## Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65; 90; 110 °С соответствуют температурным графикам 95-70 °С; 150-70; 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.13. Норма плотности теплового потока трубопроводов при числе часов работы в год более 5000**

Условный диаметр трубопровода, мм	Трубопровод											
	Подающий		Обратный		Подающий		Обратный		Подающий		Обратный	
	Среднегодовая температура теплоносителя											
	65		50		90		50		110		50	
	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)	Вт/м	ккал/(м*ч)
25	14	12,04	9	7,74	20	17,2	9	7,74	24	20,64	8	6,88
30	15	12,9	10	8,6	20	17,2	10	8,6	26	22,36	9	7,74
40	16	13,76	11	9,46	22	18,92	11	9,46	27	23,22	10	8,6
50	17	14,62	12	10,32	24	20,64	12	10,32	30	25,8	11	9,46
65	20	17,2	13	11,18	29	24,94	13	11,18	34	29,24	12	10,32
80	21	18,06	14	12,04	31	26,66	14	12,04	37	31,82	13	11,18
100	24	20,64	16	13,76	35	30,1	15	12,9	41	35,26	14	12,04
125	26	22,36	18	15,48	38	32,68	16	13,76	43	36,98	15	12,9
150	27	23,22	19	16,34	42	36,12	17	14,62	47	40,42	16	13,76
200	33	28,38	23	19,78	49	42,14	19	16,34	58	49,88	18	15,48
250	38	32,68	26	22,36	54	46,44	21	18,06	66	56,76	20	17,2
300	43	36,98	28	24,08	60	51,6	24	20,64	71	61,06	21	18,06
350	46	39,56	31	26,66	64	55,04	26	22,36	80	68,8	22	18,92
400	50	43	33	28,38	70	60,2	28	24,08	86	73,96	24	20,64
450	54	46,44	36	30,96	79	67,94	31	26,66	91	78,26	25	21,5
500	58	49,88	37	31,82	84	72,24	32	27,52	100	86	27	23,22
600	67	57,62	42	36,12	93	79,98	35	30,1	112	96,32	31	26,66
700	76	65,36	47	40,42	107	92,02	37	31,82	128	110,08	31	26,66
800	85	73,1	51	43,86	119	102,34	38	32,68	139	119,54	34	29,24
900	90	77,4	56	48,16	128	110,08	43	36,98	150	129	37	31,82
1000	100	86	60	51,6	140	120,4	46	39,56	163	140,18	40	34,4
1200	114	98,04	67	57,62	158	135,88	53	45,58	190	163,4	44	37,84
1400	130	111,8	70	60,2	179	153,94	58	49,88	224	192,64	48	41,28



## Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65; 90; 110 °С соответствуют температурным графикам 95-70 °С; 150-70; 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.7. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе

Таблица 6.14. Нормы плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе и числом работы в год более 5000 ч.

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С													
	20		50		100		150		200		250		300	
	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	Ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)
15	3	2,58	8	6,88	16	13,76	24	20,64	34	29,24	45	38,7	55	47,3
20	4	3,44	9	7,74	18	15,48	28	24,08	38	32,68	49	42,14	61	52,46
25	4	3,44	11	9,46	20	17,2	30	25,8	42	36,12	54	46,44	66	56,76
40	5	4,3	12	10,32	24	20,64	36	30,96	48	41,28	62	53,32	77	66,22
50	6	5,16	14	12,04	25	21,5	38	32,68	52	44,72	66	56,76	83	71,38
65	7	6,02	15	12,9	29	24,94	44	37,84	58	49,88	75	64,5	92	79,12
80	8	6,88	17	14,62	32	27,52	47	40,42	62	53,32	80	68,8	99	85,14
100	9	7,74	19	16,34	35	30,1	52	44,72	69	59,34	88	75,68	109	93,74
125	10	8,6	22	18,92	40	34,4	57	49,02	75	64,5	99	85,14	121	104,06
150	11	9,46	24	20,64	44	37,84	62	53,32	83	71,38	109	93,74	133	114,38
200	15	12,9	30	25,8	53	45,58	75	64,5	99	85,14	129	110,94	157	135,02
250	17	14,62	35	30,1	61	52,46	86	73,96	112	96,32	145	124,7	174	149,64
300	20	17,2	40	34,4	68	58,48	96	82,56	126	108,36	160	137,6	194	166,84
350	23	19,78	45	38,7	75	64,5	106	91,16	138	118,68	177	152,22	211	181,46
400	24	20,64	49	42,14	83	71,38	115	98,9	150	129	191	164,26	228	196,08
450	27	23,22	53	45,58	88	75,68	123	105,78	160	137,6	204	175,44	244	209,84
500	29	24,94	58	49,88	96	82,56	135	116,1	171	147,06	220	189,2	261	224,46
600	34	29,24	66	56,76	110	94,6	152	130,72	194	166,84	248	213,28	294	252,84
700	39	33,54	75	64,5	122	104,92	169	145,34	214	184,04	273	234,78	323	277,78
800	43	36,98	83	71,38	135	116,1	172	147,92	237	203,82	301	258,86	355	305,3
900	48	41,28	92	79,12	149	128,14	205	176,3	258	221,88	328	282,08	386	331,96
1000	53	45,58	101	86,86	163	140,18	223	191,78	280	240,8	355	305,3	418	359,48
Криволинейные поверхности более 1022 мм и плоские	5	4,3	28	24,08	44	37,84	57	49,02	69	59,34	85	73,1	97	83,42



### Примечание

Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.15. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе и числе часов работы в год 5000 ч и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С													
	20		50		100		150		200		250		300	
	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	Ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)	Вт/м	ккал/(м²·ч)
15	4	3,44	9	7,74	18	15,48	28	24,08	38	32,68	48	41,28	61	52,46
20	5	4,3	11	9,46	21	18,06	31	26,66	43	36,98	54	46,44	67	57,62
25	5	4,3	12	10,32	23	19,78	34	29,24	47	40,42	60	51,6	74	63,64
40	7	6,02	15	12,9	27	23,22	40	34,4	54	46,44	71	61,06	86	73,96
50	7	6,02	16	13,76	30	25,8	44	37,84	58	49,88	75	64,5	93	79,98
65	8	6,88	19	16,34	34	29,24	50	43	67	57,62	85	73,1	104	89,44
80	9	7,74	21	18,06	37	31,82	54	46,44	71	61,06	92	79,12	112	96,32
100	11	9,46	23	19,78	41	35,26	60	51,6	80	68,8	101	86,86	123	105,78
125	12	10,32	26	22,36	46	39,56	66	56,76	88	75,68	114	98,04	138	118,68
150	15	12,9	29	24,94	52	44,72	73	62,78	97	83,42	126	108,36	152	130,72
200	18	15,48	36	30,96	63	54,18	89	76,54	117	100,62	151	129,86	181	155,66
250	21	18,06	40	34,4	72	61,92	103	88,58	132	113,52	170	146,2	203	174,58
300	25	21,5	48	41,28	83	71,38	115	98,9	149	128,14	189	162,54	228	196,08
350	29	24,94	54	46,44	92	79,12	127	109,22	164	141,04	209	179,74	250	215
400	31	26,66	60	51,6	100	86	139	119,54	178	153,08	226	194,36	271	233,06
450	34	29,24	66	56,76	108	92,88	149	128,14	191	164,26	244	209,84	290	249,4
500	37	31,82	72	61,92	117	100,62	162	139,32	206	177,16	264	227,04	311	267,46
600	44	37,84	82	70,52	135	116,1	185	159,1	236	202,96	299	257,14	354	304,44
700	49	42,14	94	80,84	151	129,86	205	176,3	262	225,32	331	284,66	390	335,4
800	55	47,3	105	90,3	168	144,48	228	196,08	290	249,4	367	315,62	431	370,66
900	62	53,32	116	99,76	185	159,1	251	215,86	318	273,48	399	343,14	471	405,06
1000	68	58,48	127	109,22	203	174,58	273	234,78	345	296,7	435	374,1	510	438,6
Криволинейные поверхности более 1022 мм и плоские	21	18,06	36	30,96	58	49,88	72	61,92	89	76,54	109	93,74	125	107,5



### Примечание

Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.8. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении и тоннеле

Таблица 6.16. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении и числе работы в год более 5000 ч

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С											
	50		100		150		200		250		300	
	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)
15	6	5,16	14	12,04	22	18,92	32	27,52	42	36,12	53	45,58
20	7	6,02	16	13,76	26	22,36	36	30,96	46	39,56	58	49,88
25	8	6,88	19	16,34	28	24,08	39	33,54	51	43,86	63	54,18
40	10	8,6	21	18,06	33	28,38	46	39,56	59	50,74	74	63,64
50	10	8,6	22	18,92	35	30,1	49	42,14	64	55,04	79	67,94
65	12	10,32	26	22,36	40	34,4	55	47,3	72	61,92	90	77,4
80	13	11,18	28	24,08	43	36,98	59	50,74	7	6,02	95	81,7
100	14	12,04	31	26,66	48	41,28	65	55,9	84	72,24	104	89,44
125	17	14,62	35	30,1	53	45,58	72	61,92	94	80,84	116	99,76
150	19	16,34	39	33,54	58	49,88	78	67,08	104	89,44	128	110,08
200	23	19,78	47	40,42	70	60,2	94	80,84	124	106,64	151	129,86
250	27	23,22	54	46,44	80	68,8	106	91,16	139	119,54	169	145,34
300	31	26,66	62	53,32	90	77,4	119	102,34	154	132,44	186	159,96
350	35	30,1	68	58,48	99	85,14	131	112,66	170	146,2	205	176,3
400	38	32,68	74	63,64	108	92,88	142	122,12	184	158,24	221	190,06
450	42	36,12	81	69,66	116	99,76	152	130,72	196	168,56	235	202,1
500	46	39,56	87	74,82	125	107,5	164	141,04	211	181,46	253	217,58
600	54	46,44	100	86	143	122,98	186	159,96	238	204,68	285	245,1
700	59	50,74	111	95,46	159	136,74	205	176,3	262	225,32	313	269,18
800	67	57,62	124	106,64	176	151,36	226	194,36	290	249,4	344	295,84
900	74	63,64	136	116,96	193	165,98	247	212,42	316	271,76	374	321,64
1000	82	70,52	149	128,14	210	180,6	286	245,96	342	294,12	405	348,3
Криволинейные поверхности более 1022 мм и плоские	23	19,78	40	34,4	54	46,44	66	56,76	83	71,39	95	81,7



### Примечание

1. Примечание: 1. При расположении изолируемых поверхностей в тоннелях к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85;
2. 2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.17. Норма плотности теплового потока при расположении оборудования и трубопроводов в помещении и тоннеле и числе часов работы в год 5000 ч и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С											
	50		100		150		200		250		300	
	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)	Вт/м	ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)
15	7	6,02	16	13,76	25	21,5	35	30,1	46	39,56	58	49,88
20	8	6,88	18	15,48	28	24,08	39	33,54	51	43,86	64	55,04
25	9	7,74	20	17,2	31	26,66	43	36,98	56	48,16	70	60,2
40	10	8,6	23	19,78	37	31,82	51	43,86	66	56,76	82	70,52
50	12	10,32	26	22,36	39	33,54	54	46,44	71	61,06	88	75,68
65	14	12,04	30	25,8	46	39,56	62	53,32	81	69,66	99	85,14
80	16	13,76	33	28,38	50	43	67	57,62	86	73,96	106	91,16
100	18	15,48	36	30,96	55	47,3	74	63,64	95	81,7	117	100,62
125	20	17,2	41	35,26	62	53,32	82	70,52	108	92,88	132	113,52
150	22	18,92	45	38,7	68	58,48	91	78,26	119	102,34	145	124,7
200	29	24,94	56	48,16	82	70,52	110	94,6	143	122,98	173	148,78
250	34	29,24	65	55,9	94	80,84	124	106,64	161	138,46	194	166,84
300	38	32,68	74	63,64	106	91,16	139	119,54	180	154,8	216	185,76
350	42	36,12	82	70,52	118	101,48	154	132,44	198	170,28	239	205,54
400	48	41,28	90	77,4	130	111,8	168	144,48	215	184,9	259	222,74
450	51	43,86	98	84,28	138	118,68	180	154,8	233	200,38	278	239,08
500	57	49,02	106	91,16	150	129	194	166,84	251	215,86	298	256,28
600	65	55,9	122	104,92	172	147,92	222	190,92	286	245,96	338	290,68
700	73	62,78	136	116,96	191	164,26	247	212,42	315	270,9	374	321,64
800	82	70,52	152	130,72	212	182,32	274	235,64	349	300,14	412	354,32
900	91	78,26	167	143,62	234	201,24	300	258	382	328,52	450	387
1000	100	86	183	157,38	254	218,44	326	280,36	415	356,9	489	420,54
Криволинейные поверхности более 1022 мм и плоские	29	24,96	50	43	68	58,48	84	72,24	106	91,16	121	104,06

**Примечание**

1. При расположении изолируемых поверхностей в тоннелях к нормам плотности следует вводить коэффициент 0,85;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.9. Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе

2003 года - СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

СНиП 41-03-2003

**Таблица 6.18. Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе и числе часов работы более 5000**

Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
15	4	9	17	25	35	45	56	68	81	94	109	124	140
20	4	10	19	28	39	50	62	75	89	103	119	135	152
25	5	11	20	31	42	54	67	81	95	111	128	145	163
40	5	12	23	35	47	60	75	90	106	123	142	161	181
50	5	14	26	38	51	66	81	98	115	133	153	173	195
65	7	16	29	43	58	74	90	108	127	147	169	191	214
80	8	17	31	46	62	78	96	115	135	156	179	202	226
100	9	19	34	50	67	85	104	124	146	168	192	217	243
125	10	21	38	55	74	93	114	136	159	183	208	235	263
150	11	23	42	61	80	101	132	156	182	209	238	267	298
200	14	28	50	72	95	119	154	182	212	242	274	308	343
250	16	33	57	82	107	133	173	204	236	270	305	342	380
300	18	39	67	95	124	153	191	224	259	296	333	373	414
350	22	45	77	108	140	173	208	244	281	320	361	403	446
400	25	49	84	117	152	187	223	262	301	343	385	430	476
450	27	54	91	127	163	200	239	280	322	365	410	457	505
500	30	58	98	136	175	215	256	299	343	389	436	486	537
600	34	67	112	154	197	241	286	333	382	432	484	537	593
700	38	75	124	170	217	264	313	364	416	470	526	583	642
800	43	83	137	188	238	290	343	397	453	511	571	633	696
900	47	91	150	205	259	315	372	430	490	552	616	681	749
1000	52	100	163	222	281	340	400	463	527	592	660	729	801
1400	70	133	215	291	364	439	514	591	670	750	833	918	1098
Более 1400 и плоские поверхности	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
	15	27	41	54	66	77	89	100	110	134	153	174	192



### Примечание

Примечание - Промежуточные значения норм теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.19. Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе и числе часов работы 5000 и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
15	4	10	18	28	38	49	61	74	87	102	117	133	150
20	5	11	21	31	42	54	67	81	96	112	128	146	164
25	5	12	23	34	46	59	73	88	104	120	138	157	176
40	6	14	26	39	52	67	82	99	116	135	154	174	196
50	7	16	29	43	57	73	90	107	126	146	167	189	212
65	8	18	33	48	65	82	100	120	141	162	185	209	234
80	9	20	36	52	69	88	107	128	150	172	197	222	248
100	10	22	39	57	76	96	116	139	162	187	212	239	267



Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
125	12	25	44	63	84	113	137	162	189	216	245	276	307
150	13	27	48	70	92	123	149	176	205	235	266	298	332
200	16	34	59	83	109	146	176	207	240	274	310	347	385
250	19	39	67	95	124	166	199	234	270	307	346	387	429
300	22	44	76	106	138	184	220	258	297	338	380	424	469
350	27	54	92	128	164	202	241	282	324	368	413	460	508
400	30	60	100	139	178	219	260	304	349	395	443	493	544
450	33	65	109	150	192	235	280	326	373	422	473	526	580
500	36	71	118	162	207	253	300	349	399	451	505	561	618
600	42	82	135	185	235	285	338	391	447	504	563	624	686
700	47	91	150	204	259	314	371	429	489	551	614	679	746
800	53	102	166	226	286	346	407	470	535	602	670	740	812
900	59	112	183	248	312	377	443	511	581	652	725	800	877
1000	64	123	199	269	339	408	479	552	626	702	780	860	941
1400	87	165	264	355	444	532	621	712	804	898	995	1092	1193
Более 1400 и плоские поверхности	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>												
	19	35	54	70	85	99	112	125	141	158	174	191	205



### Примечание

Промежуточные значения норм теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.10. Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении

Таблица 6.20. Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы более 5000

Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
	Плотность теплового потока, Вт/м2												
15	6	14	23	33	43	54	66	79	93	107	122	138	
20	7	16	26	37	48	60	73	87	102	117	134	151	
25	8	18	28	40	52	65	79	94	110	126	144	162	
40	9	21	32	45	59	73	89	105	122	141	160	180	
50	10	23	36	50	64	80	96	114	133	152	173	194	
65	12	26	41	56	72	89	107	127	147	169	191	214	
80	13	28	44	60	77	95	114	135	156	179	202	227	
100	14	31	48	65	84	103	124	146	169	193	218	244	
125	16	35	53	72	92	113	136	159	184	210	237	265	
150	18	38	58	79	100	123	147	172	199	226	255	285	
200	22	46	70	93	118	144	172	200	230	262	294	328	
250	26	53	79	106	134	162	193	224	257	291	327	364	
300	29	60	88	118	148	179	212	246	281	318	357	396	
350	33	66	97	129	161	195	230	267	305	344	385	428	
400	36	72	106	139	174	210	247	286	326	368	411	456	

Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
450	39	76	114	150	187	225	264	305	348	392	437	484
500	43	84	123	161	200	241	282	326	370	417	465	514
600	49	96	139	181	225	269	315	363	412	462	515	569
700	55	107	153	200	247	295	344	395	448	502	558	616
800	61	118	169	220	270	322	376	431	487	546	606	668
900	67	130	185	239	294	350	407	466	527	589	653	718
1000	74	141	201	259	318	377	438	501	565	631	699	768
1400	99	187	263	337	411	485	561	638	716	797	880	964
Более 1400 и плоские поверхности	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
	23	41	56	69	82	94	106	118	130	141	153	165



### Примечание

Примечание - Промежуточные значения норм теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.21. Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы 5000 и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °C											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
15	6	16	25	35	46	58	71	85	99	114	130	147
20	7	18	28	40	52	65	79	93	109	126	143	161
25	8	20	31	43	56	70	85	101	118	136	154	174
40	10	23	36	49	64	80	96	114	132	152	172	194
50	11	25	40	54	70	87	105	124	144	165	187	210
65	13	29	45	62	79	98	118	139	161	184	208	233
80	14	32	49	66	85	105	126	148	171	195	221	247
100	16	35	54	73	93	115	137	161	186	212	239	267
125	18	39	60	81	103	126	151	176	203	231	261	291
150	21	44	66	89	113	138	164	192	221	251	282	315
200	26	53	80	107	134	163	194	225	258	292	328	365
250	30	62	92	122	153	185	218	253	290	327	366	407
300	34	70	103	136	170	205	241	279	319	359	402	446
350	38	77	113	149	186	224	263	304	347	391	436	483
400	42	85	123	162	201	242	284	328	373	419	467	517
450	46	92	134	175	217	260	305	351	398	448	498	551
500	51	100	144	189	233	279	327	375	426	478	532	587
600	58	114	164	214	263	314	367	420	476	533	592	652
700	65	127	182	236	290	345	402	460	520	582	645	710
800	73	141	202	261	320	379	441	504	568	635	703	772
900	81	156	221	285	349	413	479	547	616	687	760	834
1000	89	170	241	309	378	447	518	590	663	739	816	896
1400	120	226	318	406	492	580	668	758	850	943	1038	1136
Более 1400 и плоские поверхности	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>											
	26	48	63	78	92	105	119	132	145	158	171	190



## Примечание

Промежуточные значения норм теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.11. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной канальной прокладке

**Таблица 6.22. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной канальной прокладке и продолжительности работы в год более 5000ч**

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	19	24	28
32	21	26	30
40	22	28	32
50	25	30	35
65	29	35	40
80	31	37	43
100	34	40	46
125	39	46	52
150	42	50	57
200	52	61	70
250	60	71	80
300	67	79	90
350	75	88	99
400	81	96	108
450	89	104	117
500	96	113	127
600	111	129	145
700	123	144	160
800	137	160	177
900	151	176	197
1000	166	192	212
1200	195	225	250
1400	221	256	283



## Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65/50, 90/50 и 110/50 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 и 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.23. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной канальной прокладке и продолжительности работы в год 5000 ч и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	21	26	31
32	24	29	33
40	25	31	35
50	29	34	39
65	32	39	45
80	35	42	48
100	39	47	53
125	44	53	60
150	49	59	66
200	60	71	81
250	71	83	94
300	81	94	105
350	89	105	118
400	98	115	128
450	107	125	140
500	118	137	152
600	134	156	174
700	151	175	194
800	168	195	216
900	186	216	239
1000	203	234	261
1200	239	277	305
1400	273	316	349



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65/50, 90/50 и 110/50 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 и 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

## 2.12. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземном бесканальной прокладке

**Таблица 6.24. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной бесканальной прокладке и продолжительности работы в год более 5000 ч**

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	27	32	36

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
32	29	35	39
40	31	37	42
50	35	41	47
65	41	49	54
80	45	52	59
100	49	58	66
125	56	66	73
150	63	73	82
200	77	93	100
250	92	106	117
300	105	121	133
350	118	135	148
400	130	148	163
450	142	162	177
500	156	176	194
600	179	205	223
700	201	229	249
800	226	257	279
900	250	284	308
1000	275	312	338
1200	326	368	398
1400	376	425	461



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65/50, 90/50 и 110/50 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 и 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

**Таблица 6.25. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземном бесканальной прокладке и продолжительности работы в год более 5000 ч и менее**

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	30	35	40
32	32	38	43
40	35	41	47
50	40	47	53
65	46	55	60
80	51	60	66
100	57	67	74
125	65	76	84
150	74	86	94
200	93	107	117
250	110	125	138

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
300	126	144	157
350	140	162	177
400	156	177	194
450	172	196	213
500	189	214	232
600	219	249	269
700	247	290	302
800	278	312	341
900	310	349	380
1000	341	391	414
1200	401	454	481
1400	467	523	567



### Примечание

1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65/50, 90/50 и 110/50 °С соответствуют температурным графикам 95-70, 150-70 и 180-70 °С;
2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

# Приложение 7. Характеристики насосов для систем теплоснабжения

Марка насоса	Рабочие параметры		Границы рабочей зоны				Справочные характеристики				
	Н, м вод. ст.	Q, м <sup>3</sup> /ч	Н1, м вод. ст.	Q1, м <sup>3</sup> /ч	Н2, м вод. ст.	Q2, м <sup>3</sup> /ч	Макс. т-ра сетевой воды, °С	Частота вращения, об/мин	Диаметр рабочего колеса, мм	Допустимое давление на всосе, кгс/см <sup>2</sup>	Макс. высота всасывания, м вод. ст.
20Д-6	100	2000	108	1400	94	2200	80	970	855	4	9
СЭ1250-70	70	1250	82	850	66	1340	180	1500	490	7.5	11
СЭ2500-60	60	2500	69	1600	56	2760	180	1500	470	12	11
СЭ1250-140	140	1250	155	850	135	1330	180	1500	470	7.5	11
СЭ1250-45	45	1250	57	840	40	1410	180	1500	415	7.5	11
СЭ2500-180	180	2500	218	1700	155	2850	120	3000	415	28	10
СЭ500-70	70	500	81	360	66	550	180	3000	250	10	16
СЭ5000-16011	160	5000	188	3600	140	5550	120	3000	415	40	10
СЭ5000-70	70	5000	87	3600	60	5500	120	1500	550	15	6
СЭ800-100	100	800	114	550	96	850	180	1500	415	5.5	11
СЭ800-55	55	800	61	560	53	875	180	1500	410	5.5	11
Д1250-65	62	1200	70	910	58	1490	85	1450	460	6	3
Д1600-90	90	1600	99	1260	78	1860	85	980	540	4.5	2
Д200-36	36	200	38	148	34	250	85	1450	350	5.5	3
Д200-95	100	180	105	135	72	240	85	2950	280	3.5	3
Д2000-100	100	2000	108	1600	88	2400	85	955	855	6.5	2
Д2500-62	60	2400	70	1980	54	2700	85	980	700	7.5	2
Д320-50	48	325	56	200	40	420	85	2950	405	3.5	3
Д320-70	41	450	43	350	35	620	85	2950	242	4.5	3
Д3200-33	33	3200	35	2560	27	4000	85	980	550	7	2
Д3200-75	75	3200	80	2560	68	3760	85	980	755	7.5	2
Д4000-22	22	4000	24	3200	20	4800	85	585	740	5.5	2
Д500-36	90	600	92	500	85	800	85	980	525	4.5	3
Д5000-32	32	5000	38	4000	29	5600	85	750	700	8	2
Д630-90	72	280	79	220	65	325	85	1450	525	6.5	3
Д6300-80	80	6300	85	4930	54	7200	85	730	990	7.5	2
Д800-28	29	800	33	540	27	900	80	980	460	6.5	3
Д2000-21	21	2000	24	1600	16	2400	85	980	460	4.5	2
Д2500-60	62	2500	70	2000	50	3000	85	980	700	7.5	2
Д500-65	64	500	72	340	43	700	85	1450	465	4.5	3
Д3200-55	55	3200	57	2550	37	5000	85	735	825	5.5	-
Д4000-95	95	4000	101	3200	71	6000	85	980	825	8	2
Д12500-24	24	12500	28	9000	18	14000	85	500	985	-	1
К160/20	20	160	24	110	16	190	105	1450	264	4.19	8
К160/30	30	160	35	125	28	190	105	1450	328	4.19	8
К20/18	18	20	21	11	17	23	105	2900	129	3.8	1
К20/30	30	20	32	10	26	26	105	2900	160	3.8	8
К290/18	18	290	20	220	16	330	105	1450	268	4.2	8
К290/30	30	290	34	225	25	330	105	1450	315	4.19	8

Марка насоса	Рабочие параметры		Границы рабочей зоны				Справочные характеристики				
	Н, м вод. ст.	G, м3/ч	Н1, м вод. ст.	G1, м3/ч	Н2, м вод. ст.	G2, м3/ч	Макс. т-ра сетевой воды, °С	Частота вращения, об/мин	Диаметр рабочего колеса, мм	Допустимое давление на всосе, кгс/см2	Макс. высота всасывания, м вод. ст.
К45/30	30	45	34	30	27	55	105	2900	168	4.3	1
К45/55	53	45	59	30	45	62	105	2900	218	4.3	8
К8/18	18	8	19	6	13	14	105	2900	125	4.3	8
К90/20	20	90	26	60	21	100	105	2900	145	5.2	8
К90/35	35	90	38	65	20	113	105	2900	174	5.19	8
К90/55	55	90	60	66	45	113	105	2900	218	5.19	8
К90/85	85	90	97	66	70	118	105	2900	272	5.19	8
ЦН1000-180	180	1000	200	800	180	1100	100	1480	575	8	2.44
ЦН400-105	105	400	122	300	93	500	80	1480	445	6	2.44
ЦН400-210	210	400	240	300	183	500	100	1480	445	5.5	2.44
300Д-70	70	1080	72	1008	54	1440	80	1485	472	3.6	-
200Д-60	37	486	39	396	30	630	80	1450	525	6.5	-
300Д-70а	60	1080	62	1008	44	1440	80	1450	472	3.6	-
200Д-90	90	720	93	648	83	792	80	1480	500	-	-
300Д-90	70	1080	70	1044	55	1332	80	1450	460	3.6	-
2К-20/18	17	23	21	16	15	28	85	2900	120	6	-
3К-45/30	28	52	31	45	20	70	85	2900	168	4	-
4К-90/20	21	90	26	50	13	120	85	2900	148	5	-
1.5К-8/19	19	10	21	6	13	16	85	2900	128	7	-
2К-20/30	27	27	31	20	15	40	85	2900	162	12	-
Кс32-150	16	30	18	20	10	50	150	2980	178	1.6	-
Кс125-55	51	130	60	100	30	190	120	1450	240	1.5	-
КсД230-115/3	61	220	67	160	37	360	120	960	415	1	-
ПЭ65-42-2	435	65	470	50	400	80	160	2960	234	-	0.4
2КМ-20/30	28	25	33	17	14	40	85	2900	162	6	2