



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Практикум** по дисциплине

# **«Проектная работа ВІМ, ВЕМ и CFD»**

Авторы  
Тихомиров А. Л.

Ростов-на-Дону, 2020

## Аннотация

Методические указания для выполнения контрольной работы предназначены для магистрантов заочной формы обучения направления 08.04.01 «Строительство»

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
Тихомиров А.Л.



## Оглавление

<b>1. Алгоритм выбора варианта контрольной работы. Требования к оформлению контрольной работы .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Общие указания по выполнению работы .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Создание электронной модели системы теплоснабжения .....</b>	<b>5</b>
4.1 Задание .....	5
4.2 Пример выполнения.....	6
<b>5. Создание электронной модели гидравлического режима системы теплоснабжения .....</b>	<b>11</b>
5.1 Задание .....	11
5.2 Пример выполнения.....	11
<b>6. Создание электронной модели теплового режима помещения .....</b>	<b>14</b>
6.1 Задание .....	14
6.2 Пример выполнения.....	15
<b>Список литературы .....</b>	<b>22</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>22</b>

## 1. АЛГОРИТМ ВЫБОРА ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант задания для каждого раздела методического указания принимается из таблицы задания в строке, соответствующей последней цифре номера зачетной книжки. При выполнении задания используется пример в соответствующем разделе.

Контрольная работа выполняется на листах бумаги формата А4.

Шрифт текста Times New Roman 14. Титульный лист выполняется в соответствии с приведенным образцом (Приложение А).

## 2. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в строительстве внедряются новые информационные технологии:

**BIM** (англ. *Building Information Model* или *Modeling*) – информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений, под которой в широком смысле понимают любые объекты инфраструктуры, в том числе инженерные сети. Информационное моделирование – это комплексный подход, включающий циклы проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

**BEM** – применение наиболее энергоэффективных технологий, сводящих к минимуму энергопотребление проектируемого объекта.

**CFD** – (англ. *computational fluid dynamics*) – подраздел механики жидкости и газа, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для проведения гидравлических расчетов систем.

## 3. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Данная контрольная работа включает наиболее характерные задачи систем централизованного теплоснабжения, состоящих из трех обязательных элементов: источника тепловой энергии, тепловой сети и конечного абонента (здания, сооружения). В качестве инструмента для разработки электронных моделей предлагается геоинформационная система Zulu8.

## Загрузка демо-версии геоинформационной системы ZULU 8

Для загрузки демо-версии геоинформационной системы ZULU 8 требуется зайти на сайт [www.politerm.com](http://www.politerm.com). Скачать файл [ZuluGIS 8.0 . Инженерные расчеты \(Полный\)](#). Включает ZuluGIS, пакеты расчетов ZuluThermo, ZuluHydro, ZuluDrain, ZuluGaz, ZuluSteam, библиотеки ZuluXTools и ZuluNetTools. Дополнительно в состав пакета входит Microsoft SQL Server Express LocalDB 2012.

Далее провести инсталляцию «ZuluGIS 8.0. Инженерные расчеты». Нажать кнопку **Готово**, чтобы выйти из **Мастера установки**.

Для удобства работы следует вынести ярлык программы на рабочий стол Windows.

В разделе сайта «Документация» доступны руководства по вышеназванным продуктам в различных форматах, в том числе, **Online Справка**.

Система ZuluGIS 8.0 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.

## 4. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### 4.1 Задание

Таблица 4.1

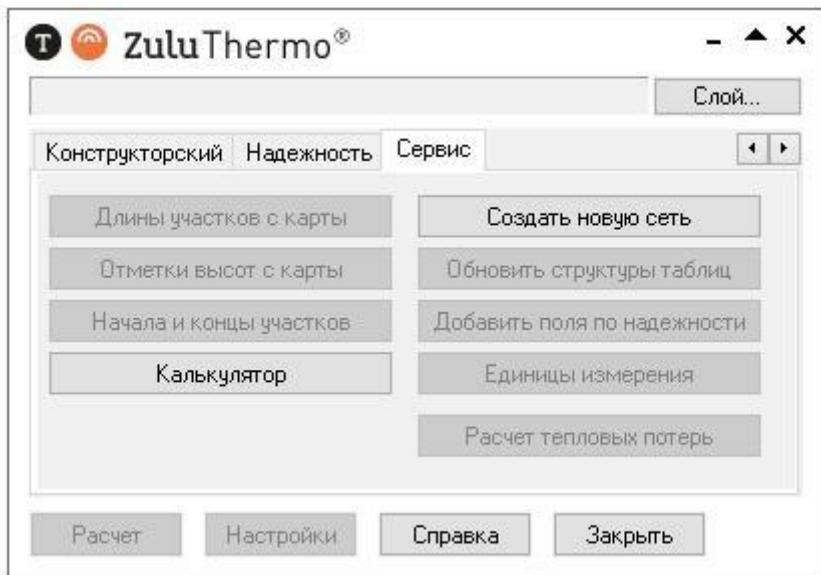
Шифр	Длина уч-ка, м	Диаметр уч-ка, м	Нагрузка отопления Гкал/ч	Нагрузка ГВС Гкал/ч
1	100	0,069	0,3	0,05
2	150	0,081	0,4	0,07
3	200	0,1	0,7	0,08
4	250	0,125	1	0,09
5	300	0,069	0,35	0,05
6	350	0,081	0,45	0,07
7	400	0,1	0,75	0,08
8	450	0,125	1,1	0,09
9	500	0,081	0,5	0,07
0	550	0,1	0,8	0,08

## 4.2 Пример выполнения

### 4.2.1 Создание слоя тепловой сети

Для создания слоя инженерной сети проделайте следующее:

- в меню **Задачи** выберите пункт **Zulu Thermo**;
- в появившемся диалоговом окне на вкладке **Сервис** нажмите кнопку **Создать**



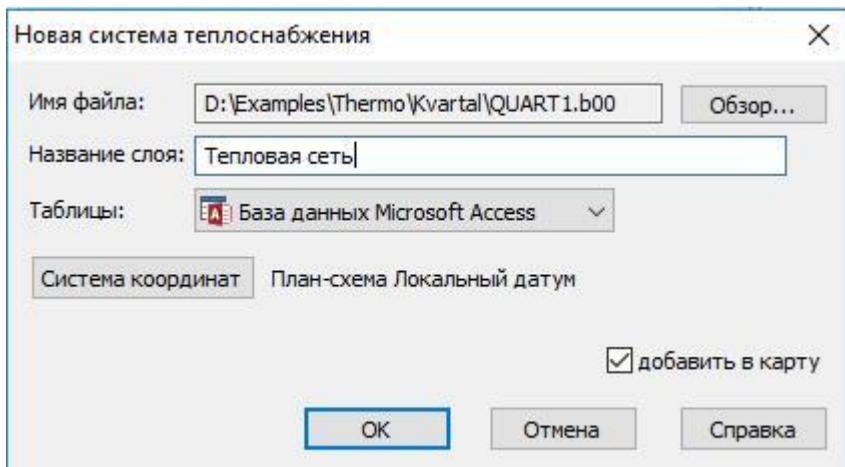
#### Рисунок 4.1 Диалоговое окно Теплогидравлические расчеты. Вкладка Сервис

В открывшемся стандартном окне укажите диск и каталог для создаваемого слоя. В строке **Имя файла** введите латинскими буквами имя файла слоя и нажмите кнопку **Сохранить**. Слой сети необходимо создавать в отдельной папке.

В строке **Название слоя** введите пользовательское название слоя – любую последовательность любых символов, которая будет использоваться системой в дальнейшем для идентификации данного слоя.

Выберите систему координат с помощью кнопки **Система координат**. При работе с картой, выполненной в план-схеме (локальный датум), этот пункт следует пропустить.

Для автоматического добавления слоя в карту, установите флажок **Добавить в карту**



**Рисунок 4.2 Диалоговое окно Новая система теплоснабжения**

Нажмите кнопку **OK**. В указанной папке будет создан файл слоя и файлы структуры слоя – баз данных, элементов и т.д. Названия файлов структуры слоя начинаются с символов названия файла слоя (без расширения).

После выполнения всех операций будет создан слой, уже содержащий файлы графической базы данных с типовой структурой, таблицы и описатели семантической информации для каждого типового объекта.

### Примечание

Слой инженерной сети всегда создавайте в отдельной пустой папке. При работе с локальными таблицами система Zulu использует программные средства, для которых нежелательно присутствие символов кириллицы в пути к файлам. Поэтому имя папки для создания инженерной сети должно содержать только латинские символы.

### 4.2.2 Ввод объектов сети

Перед нанесением схемы тепловой сети необходимо включить режим редактирования слоя инженерной сети. Для включения режима редактирования следует:

- выбрать пункт главного меню **Карта /Редактор слоя;**
- в списке слоев карты выбрать слой с тепловой сетью и

нажать кнопку **ОК**.

Нанесение схемы тепловой сети удобно начать с нанесения источника тепловой энергии. Для этого следует нажать кнопку

выбора  и выбрать объект для ввода **Источник включен**.

Затем при нажатой кнопке выбора  выбрать **Участок включен**. Начальный объект уже установлен на карте, участок надо к нему присоединить. Для этого нужно подвести курсор к центру объекта и нажать левую клавишу мыши. 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 в данном случае означает, что привязки к объекту не произошло и следует повторить попытку привязаться к объекту.

После того, как задана начальная точка участка, можно продолжить его ввод, последовательно задавая точки поворота. Для этого надо подвести курсор к точке на карте, соответствующей точке поворота, и зафиксировать ее нажатием левой клавиши мыши. После того, как точки поворота введены или при их отсутствии, можно завершить ввод участка. В конце участка обязательно должен быть узловой объект. Если для данного участка такой объект предварительно нанесен не был, то участок можно завершить в произвольной точке. Для этого нужно подвести курсор 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 списка нужно выбрать объект, в котором будет заканчиваться участок (например, потребитель, тепловая камера и т.д.)

### 4.2.3 Ввод информации по объектам в базы данных

Для введения информации по каждому элементу системы создаваемой электронной модели следует выполнить следующее:

- войти в режим информации, для этого нажать на панели инструментов кнопку  ;
- сделать активным слой, по которому надо получить ин-

формацию;

- сделать щелчок левой кнопкой мыши на объекте активного слоя, после чего выполнится запрос к базе данных по ключу, равному идентификатору выделенного элемента, и откроется окно семантической информации, содержащее результаты запроса.

- заполнить необходимую информацию по объекту;
- сохранить введенную информацию.

#### 4.2.4 Выполнение и оформление задания

Проделайте вышеописанные действия, описывая их в тексте контрольной работы. В результате, на экране будет создана простейшая система теплоснабжения, состоящая из источника тепла, участка трубопровода (тепловая сеть) и абонента.

Сделать скриншоты изображений созданной системы и баз данных всех элементов системы. Поместите их в текст работы. На рисунке 4.3 приведены примеры скриншотов.

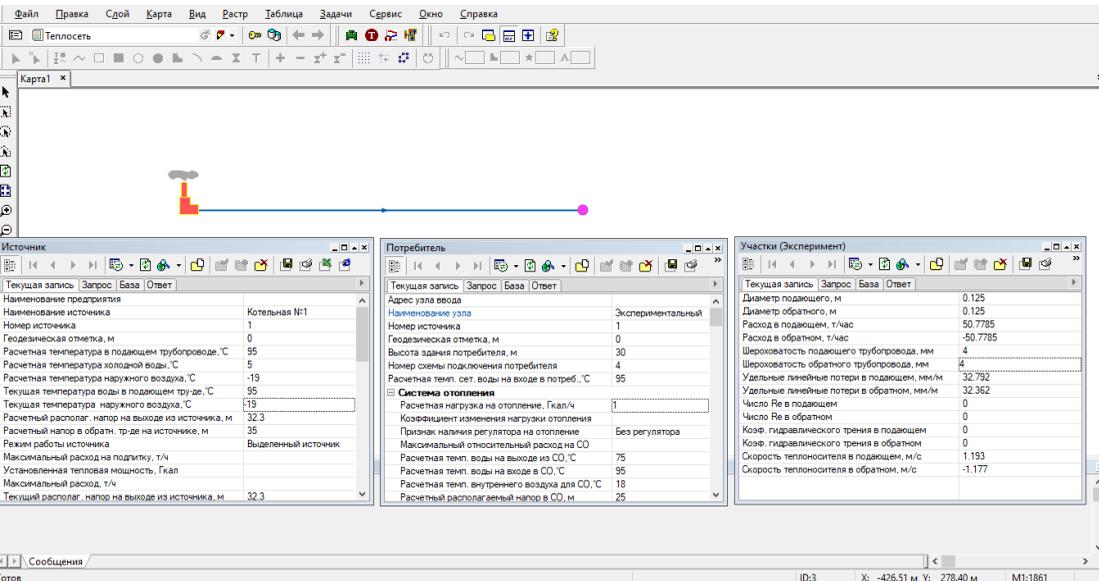


Рисунок 4.3 Примеры скриншотов системы

## 5. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### 5.1 Задание

Таблица 5.1

Шифр	Начало участка	Конец участка
1	Котельная	ул. Пушкинская, 18
2	Котельная	ул. Пушкинская, 21
3	Котельная	ул. Пушкинская, 22
4	Котельная	ул. Пушкинская, 24
5	Котельная	ул. Пушкинская, 27
6	Котельная	ул. Пушкинская, 3
7	Котельная	ул. Лермонтова, 24
8	Котельная	ул. Лермонтова, 14
9	Котельная	ул. Гоголя, 6
0	Котельная	ул. Гоголя, 9

### 5.2 Пример выполнения

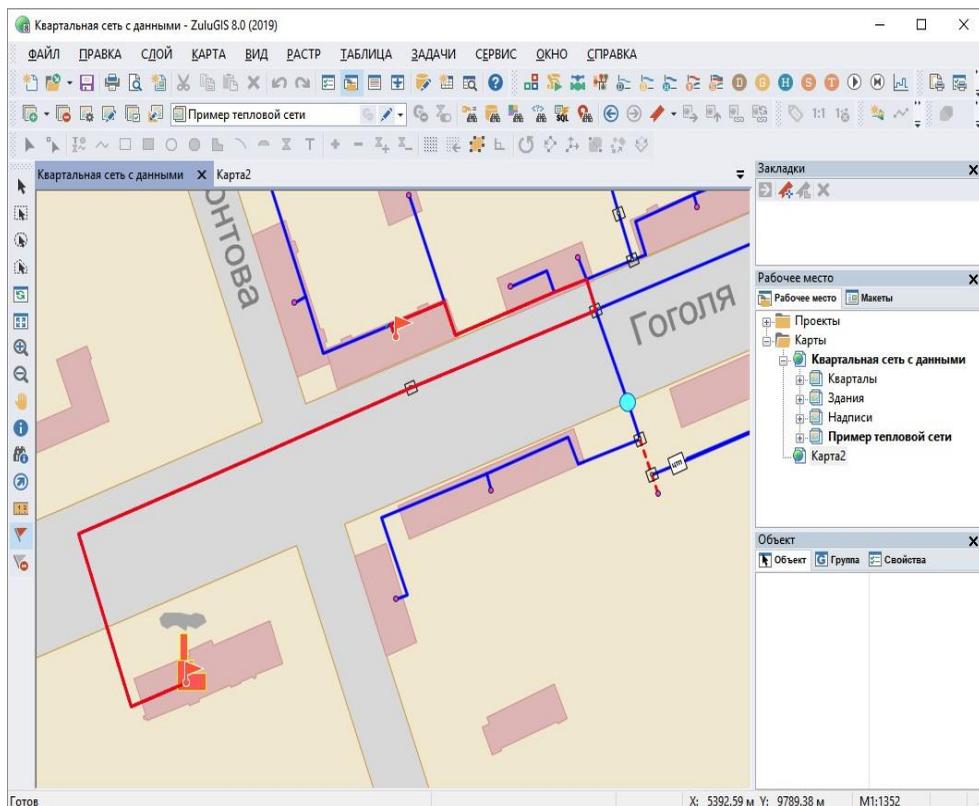
Одним из незаменимых инструментов анализа гидравлического режима тепловой сети является пьезометрический график, поскольку графическая интерпретация позволяет одновременно качественно и количественно определить гидравлические параметры сети.

Для построения графика используем пример из коллекции Zulu 8.

Для этого необходимо:

- перейти в папку с установленной системой Zulu 8;
- раскрыть папку **Examples**;
- войти в папку **Thermo**;
- раскрыть папку **Kvartal**;
- двойным щелчком левой кнопки мыши запустить файл **ТeploNet.zmp**.

В окне системы раскроется изображение, приведенное на рисунке 5.1.



**Рисунок 5.1. Общий вид системы**

Для построения пьезографика нужно отметить путь на тепловой сети, для которого этот график будет построен. Чтобы построить пьезографик:

- На панели навигации (слева) нажмите кнопку выбора флагов ;

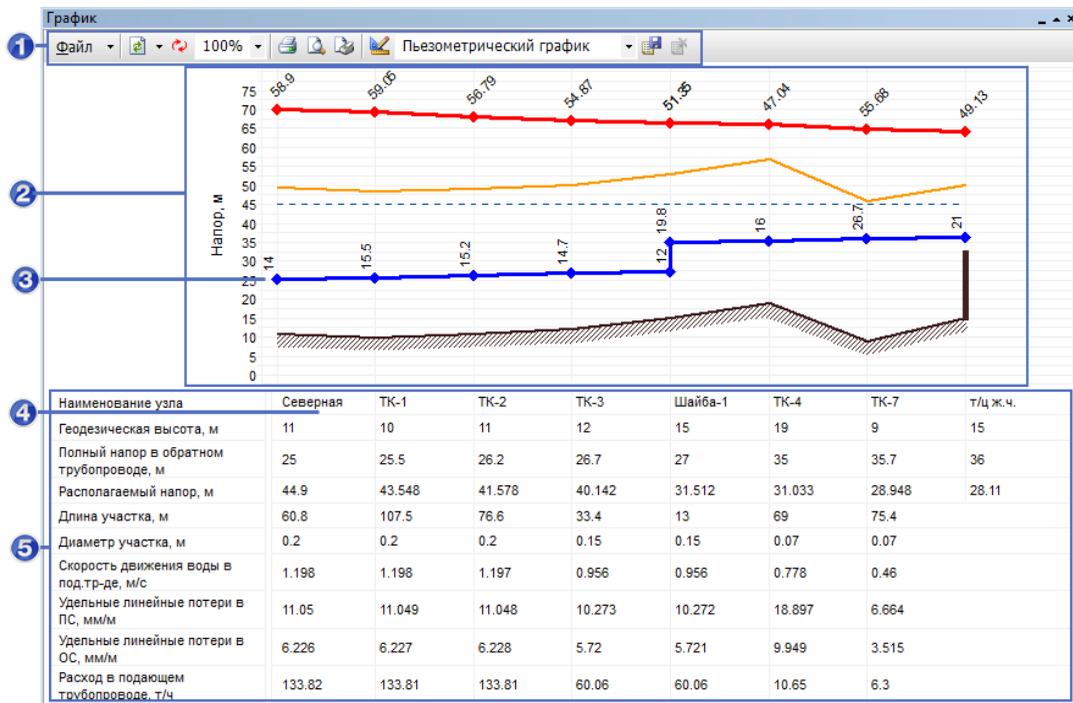
## Проектная работа BIM, ВЕМ и CFD

- отметьте на плане флагами начало и конец пути, по которому будет построен график. Для этого подведите курсор мыши к начальному объекту (в нашем случае источнику), нажмите левую кнопку мыши;

- подведите курсор к конечному узлу (потребителю из задания) и сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши. После чего выбранный маршрут для построения графика высветится красным цветом;

- на панели инструментов нажмите кнопку .

Получите изображение пьезометрического графика (рисунок 5.2), на котором изображено:



**Рисунок 5.2 Пьезометрический график**

1 Панель инструментов пьезометрического графика

2 Область графика

3 Обозначение объекта тепловой сети на графике

4 Ячейка с наименованием объекта указанным выше на

графике

5 Область табличных данных

Условные обозначения:

- 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.

Сделать скриншот пьезометрического графика и привести в тексте работы.

## 6. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ

### 6.1 Задание

Таблица 6.1

Шифр	Адрес абонента	Температура в помещении °С
1	ул. Пушкинская, 18	18
2	ул. Пушкинская, 21	19
3	ул. Пушкинская, 22	20
4	ул. Пушкинская, 24	21
5	ул. Пушкинская, 27	18
6	ул. Пушкинская, 3	19
7	ул. Лермонтова, 24	20
8	ул. Лермонтова, 14	21
9	ул. Гоголя, 6	18

0	ул. Гоголя, 9	19
---	---------------	----

## 6.2 Пример выполнения

### 6.2.1 Цель создания модели

Создание модели производится на основе примера квартальной сети папки Thermo. Задачей создаваемой модели 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 1<sup>0</sup> С.

Для создания модели используем пример из коллекции Zulu 8.

Для этого необходимо:

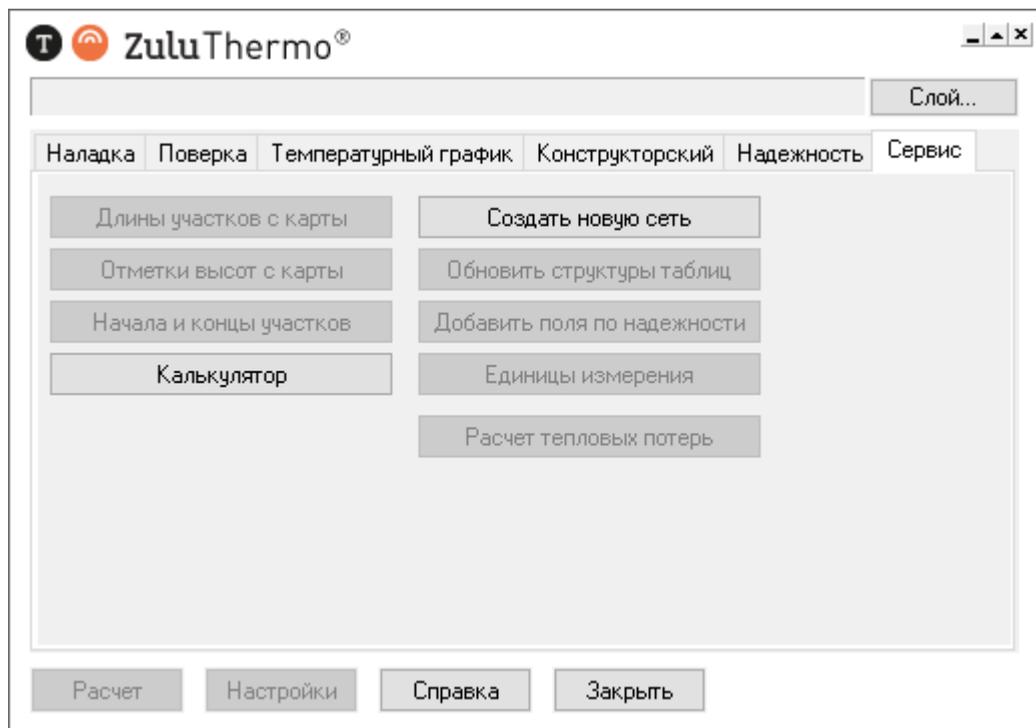
- перейти в папку с установленной системой Zulu 8;
- раскрыть папку **Examples**;
- войти в папку **Thermo**;
- раскрыть папку **Kvartal**;
- двойным щелчком левой кнопки мыши запустить файл **TeploNet.zmp**.

В окне системы раскроется изображение, приведенное на рисунке 5.1.

### 6.2.2 Выполнение расчетов

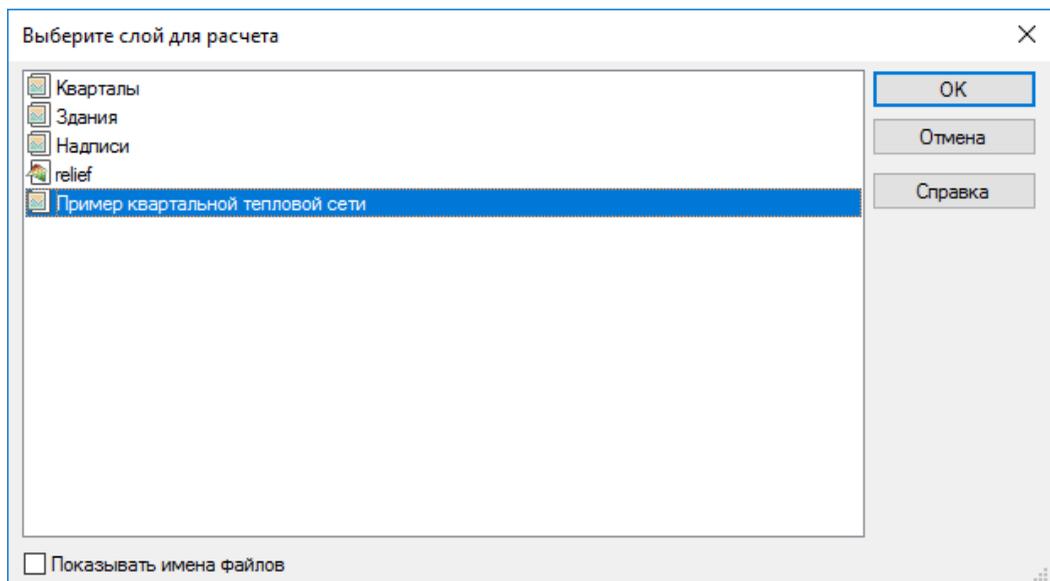
Для запуска расчета температурного графика тепловой сети:

- выполните команду главного меню **Задачи/ZuluThermo** панели инструментов. Откроется панель теплогидравлических расчетов;

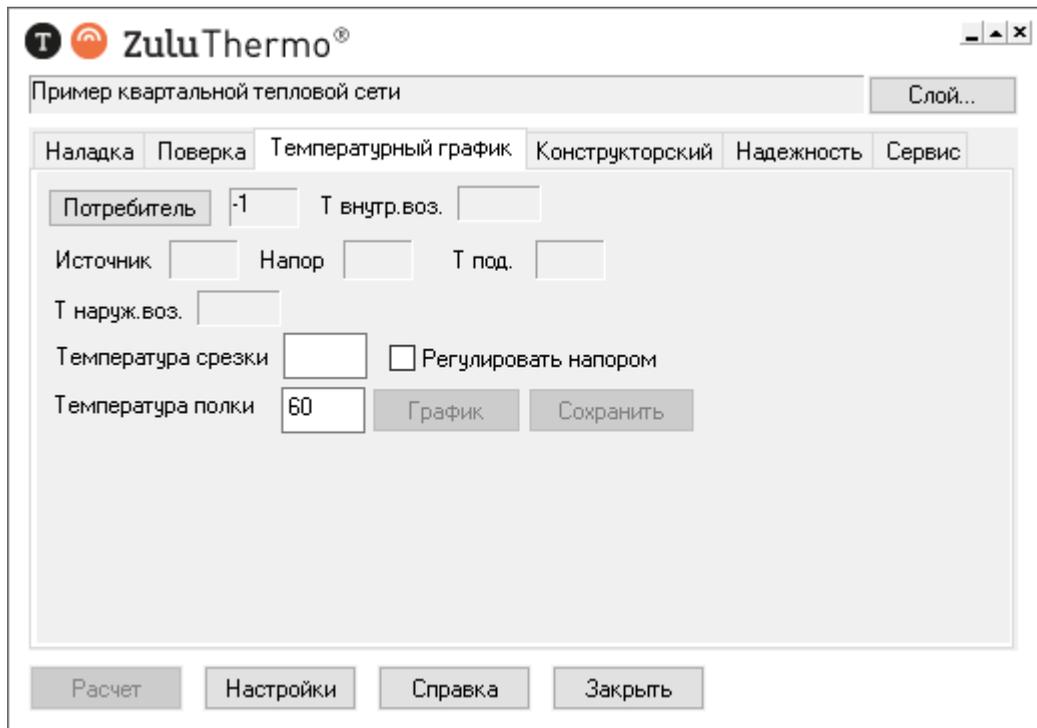


### Рисунок 6.1 Окно диалога теплогидравлических расчетов

- нажмите кнопку **Слой...**, выберите слой тепловой сети в открывшемся диалоге и нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить выбор и закрыть диалог;



**Рисунок 6.2 Диалог выбора слоя**



**Рисунок 6.3 Вкладка «Температурный график» диалого теплогидравлических расчетов**

- выберите вкладку **Температурный график**;
- нажмите кнопку **Выделить** панели навигации и выберите потребителя тепловой сети для которого будет производится расчет (см. задание), щелкнув по нему левой кнопкой мыши (слой при этом должен быть активным);
- нажмите кнопку **Потребитель** панели теплогидравлических расчетов;
- задайте необходимые параметры расчета (температуру внутреннего воздуха по заданию);
- **Температура срезки** - данное поле не заполняется;
- **Регулировать напором** – данное поле не заполняется;
- **Температура полки** – указывается минимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе. Для закрытых систем теплоснабжения – не менее  $70^{\circ}\text{C}$ , для открытых систем

теплоснабжения – не менее  $60^{\circ}\text{C}$ ;

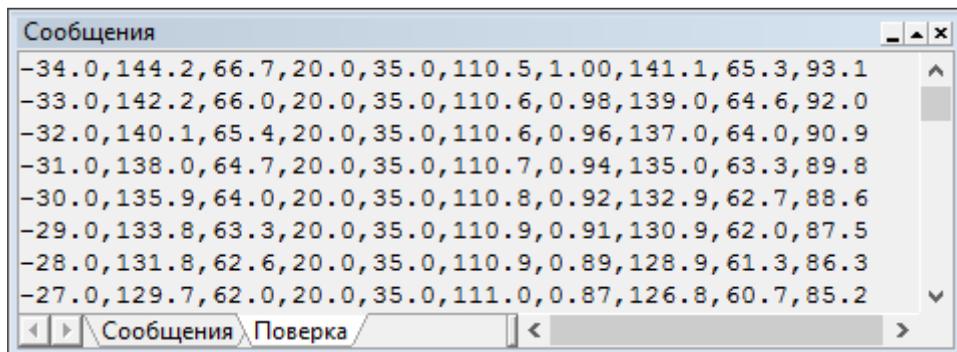
- нажмите кнопку **Расчет**. Для просмотра рассчитанного температурного графика нажмите кнопку **График**.

### 6.2.3 Просмотр результатов расчетов

Рассчитанные данные выводятся в поле сообщений в виде ряда из девяти значений, разделенных между собой запятой.

Значения расположены в следующей последовательности:

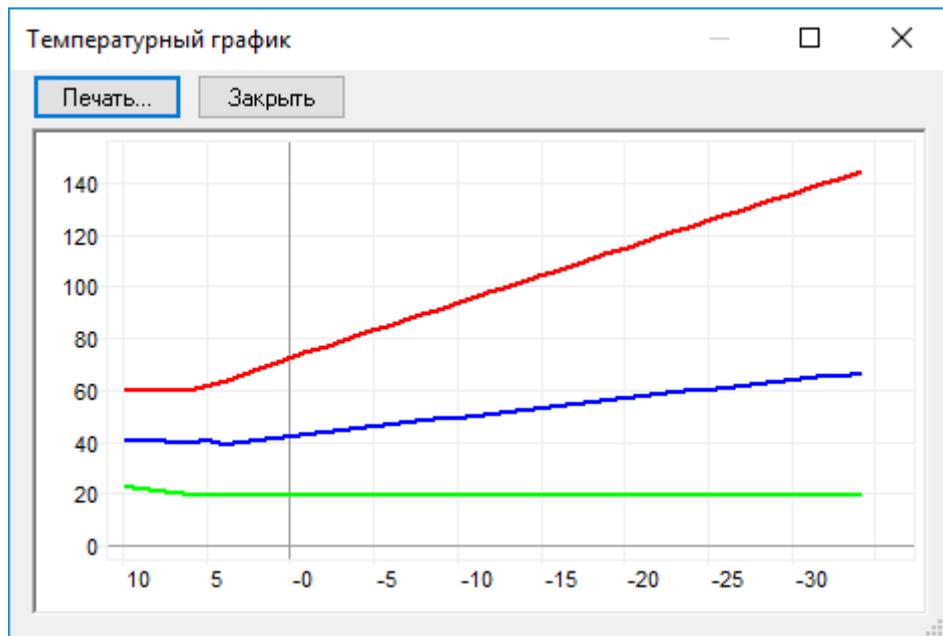
1. Температура наружного воздуха
2. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе
3. Температура теплоносителя в обратном трубопроводе
4. Температура воздуха внутри помещения
5. Располагаемый напор на источнике, м
6. Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, т/ч
7. Относительный расход воды на систему отопления
8. Температура на входе в систему отопления
9. Температура на выходе из системы отопления



**Рисунок 6.4 Результаты расчета температурного графика**

Для просмотра температурного графика по результатам расчета в виде диаграммы нажмите на панели теплогидравличе-

ских расчетов кнопку **График**. Диаграмму температурного графика можно распечатать, нажав кнопку **Печать**.



**Рисунок 6.5 Температурный график по результатам расчета**

На температурном графике 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

Сделать скриншоты:

- база данных Потребитель;
- результаты расчета температурного графика;

Проектная работа BIM, BEM и CFD

- температурный график по результатам расчета и привести в тексте работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <ftp://ftp.politerm.com.ru/>

### ПРИЛОЖЕНИЕ А



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

Факультет «Отдел магистратуры»  
наименование факультета  
Кафедра «Теплогоснабжение и вентиляция»  
наименование кафедры

### Контрольная работа

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «Проектная работа BIM, BEM и CFD»

Направление подготовки 08.04.01 «Строительство»  
код и наименование направления подготовки

Направленность (профиль) «Теплогоснабжение и вентиляция»  
наименование направленности (профиля)

Обучающийся

Группа

№ зачетной книжки

Работу проверил

\_\_\_\_\_  
уч. степень    уч. звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
И.О.Ф.

Ростов-на-Дону  
2019