МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра информационных систем

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ

В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ

ЗАИМСТВОВАНИЯ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*И.Н. Глухих

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

09.03.02 Информационные системы и технологии

Выполнил работу Егорова

Студент группы 159-2 Евгения

очной формы обучения (Подпись) Владимировна

Руководитель работы Карякин

к.т.н., доцент кафедры ИС Иван

(Подпись) Юрьевич

Тюмень 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc532642134)

[ГЛАВА 1 ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ 4](#_Toc532642135)

[1.1 Проектирование электронной модели тепловой сети 4](#_Toc532642136)

[1.2 Условные графические обозначения на схеме тепловой сети 6](#_Toc532642137)

[1.3 Определение гидравлических потерь 8](#_Toc532642138)

[1.3.1 Расчет параметров испытаний 9](#_Toc532642139)

[1.3.2 Обработка результатов 11](#_Toc532642140)

[1.3.3 Анализ результатов 12](#_Toc532642141)

[1.4 Анализ аналогов 13](#_Toc532642142)

[ГЛАВА 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ 14](#_Toc532642143)

[2.1 Название проекта 14](#_Toc532642144)

[2.2 Назначение проекта 14](#_Toc532642145)

[2.3 Цель разработки 14](#_Toc532642146)

[2.4 Задачи 14](#_Toc532642147)

[2.5 Функциональные требования 14](#_Toc532642148)

[2.6 Средства разработки 15](#_Toc532642149)

[ГЛАВА 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЕ 17](#_Toc532642150)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18](#_Toc532642151)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 19](#_Toc532642152)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 1 20](#_Toc532642153)

# ВВЕДЕНИЕ

Теплопотребляющие установки зданий, предприятий, жилых домов, детских садов, школ подключены к системам теплоснабжения. Подача тепла и горячей воды производится теплоносителем (пар, вода, антифриз) по трубопроводам тепловой сети.

Для создания комфортных условий в зданиях и рационального использования тепловой энергии необходимо проводить обследования состояния тепловой сети, проводить расчеты на определение фактических тепловых и гидравлических потерь.

Для определения технико-экономических показателей работы тепловой сети необходимо проведение расчетов и испытаний на тепловые и гидравлические потери.

В дипломной работе рассматривается процесс проектирование схемы тепловой сети.

Целью работы является сокращение временных и трудовых затрат на проектирования схемы тепловых сетей и инженерных расчетов.

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

* изучить требования к проектированию схем тепловых сетей;
* изучить расчет гидравлических потерь;
* построить концептуальную модель данных в нотации ERD;
* построить логическую модель данных в нотации IDEF1X;
* построить физическую модель данных в СУБД PostgreSQL;
* построить диаграмму классов UML;
* разработать программные интерфейсы для работы с данными.

# ГЛАВА 1 ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

* 1. **Проектирование электронной модели тепловой сети**

Тепловая сеть предназначена для передачи тепловой энергии (горячей воды или (и) пара) от источников тепловой энергии: котельных, тепловых станций до потребителей.

Тепловая сеть — совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок. Тепловая сеть представляет собой линейное сооружение, включающее в себя строительные конструкции, подающий и обратный трубопроводы, опорно-подвесную систему, компенсаторы, арматуру. Надежность обеспечения потребителей тепловой энергией теплоносителем зависит как от источника тепловой энергии, так и от устройств передачи тепловой энергии, осуществляемой тепловыми сетями.

Надежность тепловых сетей оценивают путем проведения технического диагностирования. Целью технического диагностирования тепловых сетей является обследование и оценка фактического состояния элементов (трубопроводов, арматуры, компенсаторов, дренажных устройств, воздушников, тепловой изоляции, опорных конструкций). При этом выявляются наиболее изношенные или поврежденные элементы, подлежащие ремонту или замене.

Необходимость создания электронных моделей систем теплоснабжения в составе схем теплоснабжения закреплена законодательно Федеральным законом от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении». Состав и содержание электронных моделей установлены постановлением Правительства РФ от 22 февраля 2012 года № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».

Электронная модель схемы тепловой сети должна решать задачи:

Графическое представление объектов системы теплоснабжения и с полным топологическим описанием связности объектов.

На базе созданной электронной модели системы теплоснабжения теплоснабжающие организации могут разрабатывать собственные инвестиционные программы и проводить оценку экономического эффекта от реализации разработанных мероприятий по комплексной модернизации и развитию объектов и сетей теплоснабжения.

Теплоснабжающим организациям необходимо внедрять в производственный процесс разработанные в составе схем теплоснабжения электронные модели, как качественный инструмент эксплуатации систем централизованного теплоснабжения.

## 1.2 Условные графические обозначения на схеме тепловой сети

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование** | **Условное обозначение** |
| Подающий трубопровод от источника тепла | **C:\Users\Игорь\Desktop\Снимок1.JPG** |
| Обратный трубопровод к источнику тепла | C:\Users\Игорь\Desktop\Снимок2.JPG |
| Водопровод горячего водоснабжения | **C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок3.JPG** |
| Циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения | **C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок4.JPG** |
| Манометр | **C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок5.JPG** |
| Точка замера | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок10.JPG |
| Термометр | **C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок11.JPG** |
| Дисковой затвор | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок12.JPG |
| Задвижка | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок8.JPG |
| Обратный клапан | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок13.JPG |
| Компентсатор | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок.JPG |
| Кран шаровой | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок14.JPG |
| Тройник | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок6.JPG |
| Отвод | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок7.JPG |
| Переход диаметра | C:\Users\Игорь\Desktop\Обозначения\Снимок9.JPG |

* 1. **Определение гидравлических потерь**

Испытания водяных тепловых сетей на гидравлические потери проводятся в соответствии с требованиями ПТЭ в целях определения эксплуатационных гидравлических характеристик трубопроводов, состояния их внутренней поверхности и фактической пропускной способности.

Основными гидравлическими характеристиками трубопроводов являются:

- гидравлическое сопротивление трубопровода *s*, ч2/м5 или м/(м3/ч)2;

- коэффициент гидравлического трения λ;

- эквивалентная шероховатость трубопровода kэ, м.

Доля участков по каждому пятилетнему периоду от всех участков тепловой сети на балансе энергопредприятия определяется по формуле:

(1)

где ΣMучn – сумма материальных характеристик участков тепловых сетей по каждому пятилетнему периоду их эксплуатации (до 5 лет, св. 10 до 15 лет, св. 15 до 20 лет и св. 20 лет), м2; Mт.с– суммарная материальная характеристика всех участков тепловой сети на балансе энергопредприятия, м2; Tт.сср – средний срок эксплуатации трубопроводов данной тепловой сети, год.

Материальная характеристика участка сети определяется по формуле, м2:

(2)

где Dуn и Dуo – условный диаметр соответственно подающего и обратного трубопроводов на участке, м; Ln, Lo– длина соответственно подающего и обратного трубопроводов на участке, м.

Средний срок эксплуатации трубопроводов тепловых сетей (год) определяется по формуле

(3)

### 1.3.1 Расчет параметров испытаний

В задачу расчета входит определение расходов воды, выбор перемычек, необходимых для пропуска этих расходов, проверка возможности использования существующих устройств измерения расхода или расчет новых, уточнение размещения точек измерения давления на сети и пределов измерении манометров при различных режимах испытаний.

Для расчета необходимы следующие данные:

* длины L (м) и внутренние диаметры трубопроводов Dвн (м);
* сумма коэффициентов местных сопротивлений по участкам Σζ,
* предполагаемые значения эквивалентной шероховатости kэ, м;
* геодезические отметки трубопроводов и контрольных точках испытываемой магистрали hг, м;
* располагаемый напор на выводах источника тепла ΔHи.т, м;
* напор в обратном коллекторе источника тепла Hи.то, м;
* места расположения существующих циркуляционных перемычек и внутренние диаметры dп, м.

Ожидаемый расход воды при испытаниях (м3/ч) определяется по формуле

(4)

где sсети – сопротивление испытываемой магистрали, ч2/м5 или м/(м3/ч)2.

Сопротивление магистрали (ч2/м5) определяется по формуле

(5)

где sучп и sучo – сопротивление каждого участка магистрали соответственно по подающему и обратному трубопроводу, ч2/м5; sп – сопротивление перемычки (или суммарного сопротивления нескольких перемычек) между подающим и обратным трубопроводом в конце испытываемой магистрали, ч2/м5.

Сопротивление участка по подающему или обратному трубопроводу определяется по формуле

(6)

где sл – удельное сопротивление 1 м трубопровода, ч2/м6 или м/((м3/ч)2×м); определяется для каждого диаметра трубопровода в зависимости от принятого для предварительного расчета эквивалентной шероховатости kэ ; sм – удельное сопротивление единицы коэффициента местных сопротивлений, ч2/м5 или м/(м3/ч)2 ; Σζ – сумма коэффициентов местных сопротивлений по участкам .

При наличии эксплуатационной перемычки между подающим и обратным трубопроводами в конце испытываемой магистрали проверяется возможность ее использования при испытаниях.

Потери напора по участкам испытываемой магистрали (м) определяются по формуле

(7)

При этом потери напора на каждом участке испытываемой магистрали должны быть достаточными для получения достоверных результатов при проведении измерений давления и последующих расчетов по определению гидравлических характеристик (как правило, не ниже 10 м).

Определение пьезометрических напоров и построение пьезометрического графика производится последовательно от источника тепла. Пьезометрический напор в подающем коллекторе источника тепла (м) определяется но формуле

(8)

где Hи.то– напор в обратном трубопроводе испытываемой магистрали на выводах источника тепла при испытаниях, м; принимается предварительно соответствующим эксплуатационному давлению; hг.о – геодезическая отметка обратного трубопровода на источнике тепла, м.

Ожидаемый пьезометрический напор в каждой контрольной точке по подающему и обратному трубопроводам (м) определяется по формуле

(9)

где Hi-1 – пьезометрический напор в предыдущей (по ходу воды) контрольной точке, м; ΔH – потери напора на участке между заданной и предыдущей контрольными точками, м; hг.i и hг.i-1 – геодезические отметки трубопровода в заданной и предыдущей (по ходу воды) контрольных точках, м.

### 1.3.2 Обработка результатов

Потери напора по подающему или обратному трубопроводу (м) при максимальном расходе сетевой воды определяются по формуле

(10)

где Hн и Hк– полный напор и трубопроводе в начале и конце участка, м; ρн и ρк– показания манометров (с поправками), в начале и конце участка трубопровода, кг/см2; hг.н и hг.к – геодезические отметки (поправки) на положение манометров, установленных в начале и конце участка, м; определяются по формуле

формула (6)

(11)

где pтст – давление на источнике тепла или в наиболее низкой точке наблюдения при статическом режиме, кгс/см2; pн(к)ст – давление в рассматриваемой точке (в начале или конце участка) при статическом режиме, кгс/см2; ρ – плотность воды при температуре испытаний, кг/м3 (п. 4 приложения 2). Для участков, на которых установлены измерительные диафрагмы, потери напора в них должны исключаться из общей потери напора.

Фактическое гидравлическое сопротивление участка сети sф (ч2/м5) определяется по формуле:

(12)

где Gф – расход сетевой воды при испытаниях , м3/ч.

Коэффициент гидравлического сопротивления (трения) определяется по формуле

(13)

Значение эквивалентной шероховатости (м) определяется по формуле

(14)

### 1.3.3 Анализ результатов

При анализе результатов испытаний вычисляется отношение фактического коэффициента гидравлического трения испытанного трубопровода λф к коэффициенту гидравлического трения λр, соответствующему значению эквивалентной шероховатости kэ=5×10-4 м для данного диаметра нового трубопровода. Это отношение показывает, во сколько раз фактическое гидравлическое сопротивление трению превышает расчетное значение для новых труб.

Снижение фактической пропускной способности трубопроводов на испытанных участках по отношению к расчетному значению (при ΔH=const) определяется но формуле

(15)

где sр– расчетное сопротивление участка тепловой сети при kэ= 5×10-4, определенное по формуле (5.6), ч2/м5; sф– фактическое сопротивление участка трубопровода, рассчитанное по результатам испытаний по (5.14), ч2/м5; Gр – расход воды на участке, равный расходу по циркуляционному кольцу, определенному по (1) при сопротивлении сети sр.

Фактические значения коэффициентов гидравлического трения и эквивалентной шероховатости используются при последующей разработке гидравлических режимов тепловой сети.

## 1.4 Анализ аналогов

Геоинформационная система ZuluGIS предназначена для разработки ГИС приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных.

С помощью ZuluGIS можно создавать план-схемы, схемы инженерных сетей, работать с большим количеством растров, проводить совместный семантический и пространственный анализ графических и табличных данных, создавать различные тематические карты, осуществлять экспорт и импорт данных.

ZuluThermo - набор программ для расчетов тепловых сетей.

Недостатками Zulu является:

* высокая стоимость;
* сложность использования, требует дополнительных ресурсов для обучение работе в программе.

# ГЛАВА 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

* 1. **Название проекта**

Система проектирования схем тепловых сетей

* 1. **Назначение проекта**

Создание схем тепловых сетей и выполнение функциональных требований описанных ниже.

* 1. **Цель разработки**

Целью разработки является сокращение временных затрат на проектирования схемы тепловых сетей и составление отчета по схеме тепловой сети.

* 1. **Задачи**

Для достижения поставленной цели необходимо будет решить следующие задачи:

* изучить требования к проектированию схем тепловых сетей;
* изучить расчет гидравлических потерь;
* построить концептуальную модель данных в нотации ERD;
* построить логическую модель данных в нотации IDEF1X;
* построить физическую модель данных в СУБД PostgreSQL;
* построить диаграмму классов UML;
* разработать программные интерфейсы для работы с данными.
  1. **Функциональные требования**
* Хранение и работа со следующими данными:
  + Схема тепловой сети (Название, Населенный пункт, Теплопровод, Тепловая камера, Компенсатор, Арматура, Отвод, Задвижка, Тройники, Переход, Точка замера, Объекты, Дорога, Масштаб);
  + Теплопровод (Длина, Способ прокладки, Диаметр теплопровода, Толщина стенки трубы, Геодезическая поправка, Год ввода в эксплуатацию);
  + Диаметр теплопровода (Диаметр угловой, Диаметр внутренний, Единицы измерения);
  + Тепловая камера (Наименование, Способ прокладки);
  + Компенсатор (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Арматура (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Тройники (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Задвижка (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Переход (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Отвод (Наименование, Коэффициент, Способ прокладки);
  + Точки замера (Температура, Давление)
  + Способ прокладки (Наименование);
  + Толщина стенки трубы (Толщина, Единицы измерения);
  + Населенный пункт (Название);
  + Объекты (Наименование);
* расчет расстояния между объектами на схеме;
* сохранение схемы в формате xml;
* расчет гидравлических потерь;
* формирование отчетов
  + Отчет по гидравлическим потерям.
  1. **Средства разработки**

Среда разработки: Microsoft Visual Studio 2015

СУБД: PostgreSQL

**ГЛАВА 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

# ГЛАВА 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЕ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1