

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

НОЦ И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы управления теплоснабжением административного здания УДК 681.51:697.34:725.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Матковский Даниил Валентинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Озерова И.П.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения контроля и диагностики	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель Отделения социально- гуманитарных наук	Василевский М.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель профиля ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.01	Стрижак П.А.	д.ф.-м.н., профессор		

Томск 2018г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанные в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как

	средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, приступать к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

НОЦ И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель профиля ООП

Стрижак П.А.

_____ (Подпись)

_____ (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Матковскому Даниилу Валентиновичу

Тема работы:

Разработка системы управления теплоснабжением административного здания

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 3703/с от 23.05.2018 г

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2018

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

1. Материалы производственной практики;
2. Литературные источники;
3. Информационные материалы;
4. Типовые проектные решения тепловых узлов зданий.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание объекта автоматизации; 2. Результаты внедрения системы диспетчеризации и управления теплоснабжением здания; 3. Описание автоматизированной системы мониторинга и управления теплоснабжением здания; 4. Выбор технических средств СУ теплоснабжения. Составление заказной спецификации; 5. Расчет потерь давления в трубопроводах; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 7. Социальная ответственность;
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема структурная; 2. Схема функциональная; 3. Схема принципиальная электрическая; 4. Схема монтажная; 5. Общий вид щита управления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Кузьмина Наталия Геннадьевна, старший преподаватель Отделения социально-гуманитарных наук
Социальная ответственность	Василевский Михаил Викторович, доцент Отделения контроля и диагностики

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2018
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бугакова ИШЭ	Озерова Ирина Петровна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Матковский Даниил Валентинович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 85 страниц, 3 рисунка, 15 таблиц, 20 использованных источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Система управления теплоснабжением, тепловой узел, система отопления, автоматизированная система управления.

Объектом исследования является система управления теплоснабжением административного здания, присоединения к тепловой сети ГРЭС – 2 г. Томска.

Цель работы: произвести расчет имеющегося теплового узла и внедрить в него автоматическую систему регулирования теплоснабжения в зависимости от температуры наружного воздуха.

В процессе разработки автоматической системы регулирования произведен расчет автоматической системы диспетчеризации и управления теплоснабжением здания, описана система мониторинга и управления, программное обеспечение, произведен выбор оборудования и разработаны структурная, функциональная, принципиальная электрическая, монтажная схемы АСУ и чертеж размещения технических средств.

В результате работы произведен полный анализ и расчет экономической эффективности внедрения системы автоматизации в индивидуальный тепловой пункт административного здания, находящегося по адресу г. Томск ул. Предвокзальная 49/3.

Оглавление

Введение	10
1 Описание объекта автоматизации	12
2 Результаты внедрения системы диспетчеризации и управления теплопотреблением здания	17
3 Описание автоматизированной системы мониторинга и управления теплопотреблением здания	23
3.1 Описание программного обеспечения системы	23
3.1.1 Microsoft Word и Excel	25
3.1.2 Поддержка Internet-технологий для получения отчетности	25
3.2 Описание работы системы	26
3.4 Учет тепловой энергии	26
3.5 Управление теплопотреблением здания	27
4. Выбор технических средств СУ теплопотреблением. Составление заказной спецификации	30
4.1 Выбор теплосчетчика	30
4.1.1 Теплосчетчик ТЭМ-104	31
4.1.2 Теплосчетчик ВКТ	35
4.2 Выбор датчиков температуры	36
4.2.1 Датчики температуры сетевой воды	36
4.2.2 Датчик температуры наружного воздуха	38
4.3 Выбор регулирующего устройства	39
4.4 Выбор исполнительного механизма	43
4.5 Выбор насосов	43
4.6 Выбор блока управления исполнительным механизмом	46
4.7 Выбор датчиков давления	47
4.8 Выбор расходомера	48
4.9 Выбор регулирующего клапана	50

4.10 Выбор способа передачи данных	53
5 Расчет потерь давления в трубопроводах	55
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	60
6.1 Планирование работ и оценка времени их выполнения	60
6.2 Смета затрат на проектирование	63
6.2.1 Материальные затраты	63
6.2.2 Амортизация компьютерной техники	64
6.2.3 Затраты на заработную плату	64
6.2.4 Отчисления на социальные нужды	65
6.2.5 Прочие затраты	66
6.2.6 Накладные расходы	66
6.3 Смета затрат на оборудование	67
6.4 Экономическая эффективность	68
7. Социальная ответственность	69
7.1 Воздействие шума	72
7.2 Метеорологические условия в помещениях	73
7.3 Освещение	74
7.4 Опасность поражения электрическим током	75
7.5 Пожаробезопасность	77
7.6 Опасность нанесения механической травмы	79
Заключение	81
Список использованных источников	82
Приложение А Заказная спецификация технических средств автоматизации	84
Графический материал на отдельных листах	
ФЮРА. 421000.008 С1 Схема структурная	
ФЮРА. 421000.008 С2 Схема функциональная	

ФЮРА. 421000.008 ЭЗ Схема принципиальная электрическая

ФЮРА. 421000.008 СЗ Схема монтажная

ФЮРА. 421000.008 ВО Чертеж размещения технических средств

Введение

В конце 2009 г. вступил в силу Федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности". Его основная задача создать экономические стимулы, мотивирующие граждан, муниципальные и промышленные предприятия, к переходу на современные энергосберегающие технологии, выстроить экономические механизмы, стимулирующие к внедрению энергоэффективного оборудования.

Россия располагает большим неиспользуемым потенциалом энергосбережения, который по способности решать проблему обеспечения экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех энергетических ресурсов.

Сегодня закон об энергосбережении дает потребителям возможность получить выгоду. Потребитель заинтересован в том, чтобы иметь объективную информацию о том, какое количество энергоресурсов он потребил и в связи с чем. Кроме того, потребитель заинтересован в том, чтобы иметь возможность регулировать потребление – уменьшать или увеличивать его.

Реализовать обозначенные задачи потребителю позволяет автоматизированная система мониторинга и управления теплотреблением.

В рамках выпускной квалификационной работы разрабатывается система мониторинга и управления теплотреблением административного здания г. Томск, ул. Предвокзальная, 49/3.

Автоматизированная система мониторинга и управления теплотреблением здания позволяет решать следующие задачи:

1) автоматическое поддержание заданных параметров теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды;

2) мониторинг параметров состояния объекта в реальном времени, определяя соответствие текущих значений внутренних и внешних параметров и их оптимальных значений, соответствующих наименьшему

теплопотреблению здания;

3) удаленное управление исполнительными механизмами;

4) учет потребляемой тепловой энергии;

5) предоставления информации о фактическом потреблении энергоресурсов и режимах работы теплового узла.

Помимо экономии и комфортных условий внедрение автоматической системы мониторинга и управления теплопотреблением здания обеспечивает балансировку системы отопления, увеличивает срок эксплуатации оборудования системы теплоснабжения и обеспечивает исполнение требований законодательства по энергосбережению.

1 Описание объекта автоматизации

В данной выпускной квалификационной работе объектом автоматизации и мониторинга является административное здание по адресу ул. Предвокзальная, 49/3 в г. Томске.

Здание построено в 2005 году.

Разработка проекта теплового узла проведена в соответствии со следующими документами: СНиП 2.04.07-86 [1], СНиП 41-101-95 [2] СНиП 2.04.05-91 [3]. Проект разработан на расчетную температуру наружного воздуха $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$, для г. Томска. Теплоснабжение осуществляется от наружной теплосети с параметрами теплоносителя:

- 1) температура теплоносителя в подающем трубопроводе $125\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) температура теплоносителя в обратном трубопроводе $50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 3) рабочее давление теплоносителя в подающем трубопроводе $5,2\text{ кгс/см}^2$;
- 4) рабочее давление теплоносителя в обратном трубопроводе $2,4\text{ кгс/см}^2$.

Характеристики систем:

- отопления: независимая, циркуляция теплоносителя через теплообменник;
- горячее водоснабжение (ГВС): отсутствует;
- система вентиляции: приточно-вытяжная вентиляция.

Система теплоснабжения административного здания двухтрубная. На входе в индивидуальный тепловой пункт должен соблюдаться температурный график 150 на 50 со срезкой в подающем трубопроводе на $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ от теплосети ГРЭС-2. Теплоносителем в системе является вода с температурой в прямом и обратном трубопроводе $95/70\text{ }^{\circ}\text{C}$, соответственно.

Температурный график теплоснабжения от
ГРЭС-2
на отопительный сезон 2017 - 2018 гг.

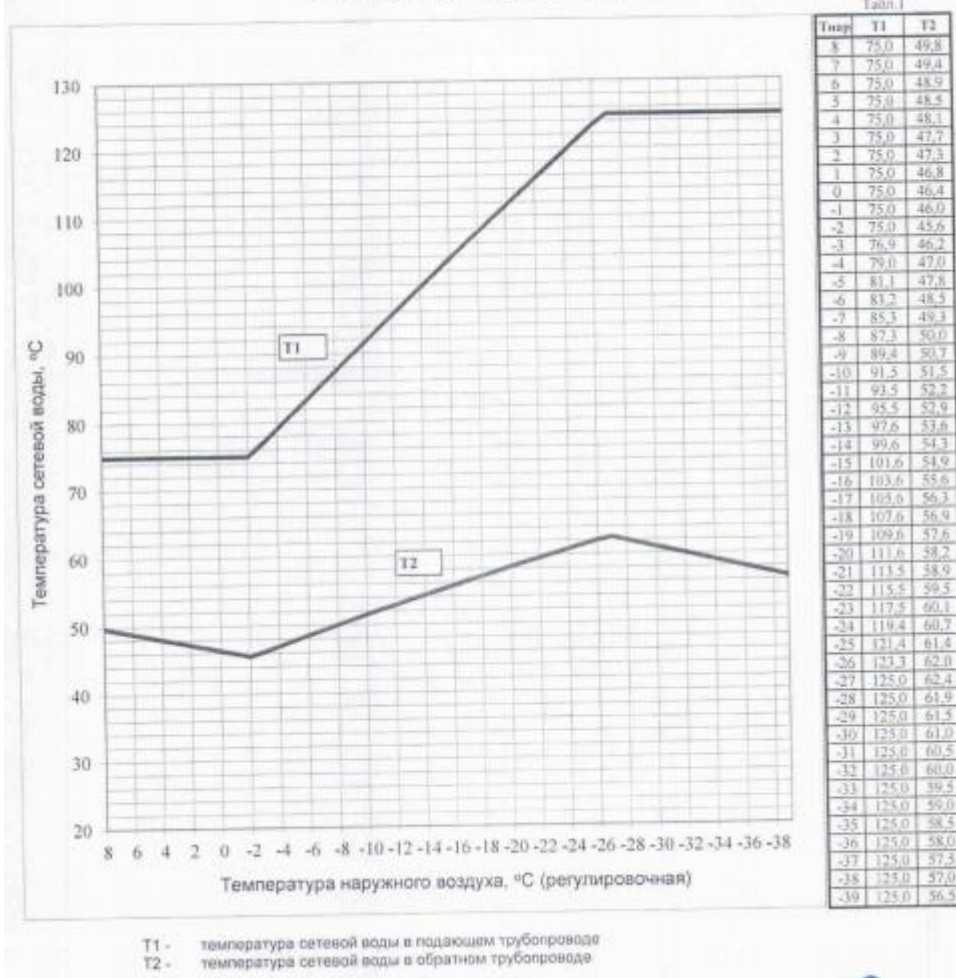


Рисунок 1 – Отопительный температурный график 150/50 °С со срезкой в подающей магистрали 125 °С для системы теплоснабжения здания.

Система регулирования температуры теплоносителя, подаваемого в отопительную систему, представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.008 С2. Процесс подготовки воды в ИТП для отопительной системы происходит следующим образом: греющая вода из тепловой сети с температурой 125 град.С поступает на теплообменник поверхностного типа и, отдавая в нем тепло через стенки трубчатой поверхности нагреваемой воде отопительной системы, охлаждается до температуры обратной сетевой воды, которая направляется обратно в тепловую сеть с температурой 50 град.С. Нагрев воды, поступающей в отопительную систему, производится по температурному графику 95/70 в зависимости от температуры наружного воздуха. Температуру греющего теплоносителя (сетевой воды) на входе в теплообменник поддерживают путем смешения прямой и обратной воды в количествах, обеспечивающих заданный отопительный график. Регулирование температуры воды на входе в систему отопления выполняют с помощью регулирующего клапана с электроприводом. Сигнал от датчика температуры, установленного на трубопроводе прямой сетевой воды (поз. 9а), подается в электронный регулятор температуры, куда так же подается сигнал от датчика температуры, установленного на трубопроводе обратной сетевой воды (поз. 15а). Данный регулятор осуществляет управление электроприводом клапана с помощью электрического исполнительного механизма (поз. 3б), согласно отопительного температурного графика (Рис. 2) и реальной температуры наружного воздуха, замеряемой датчиком температуры наружного воздуха (поз 4а).

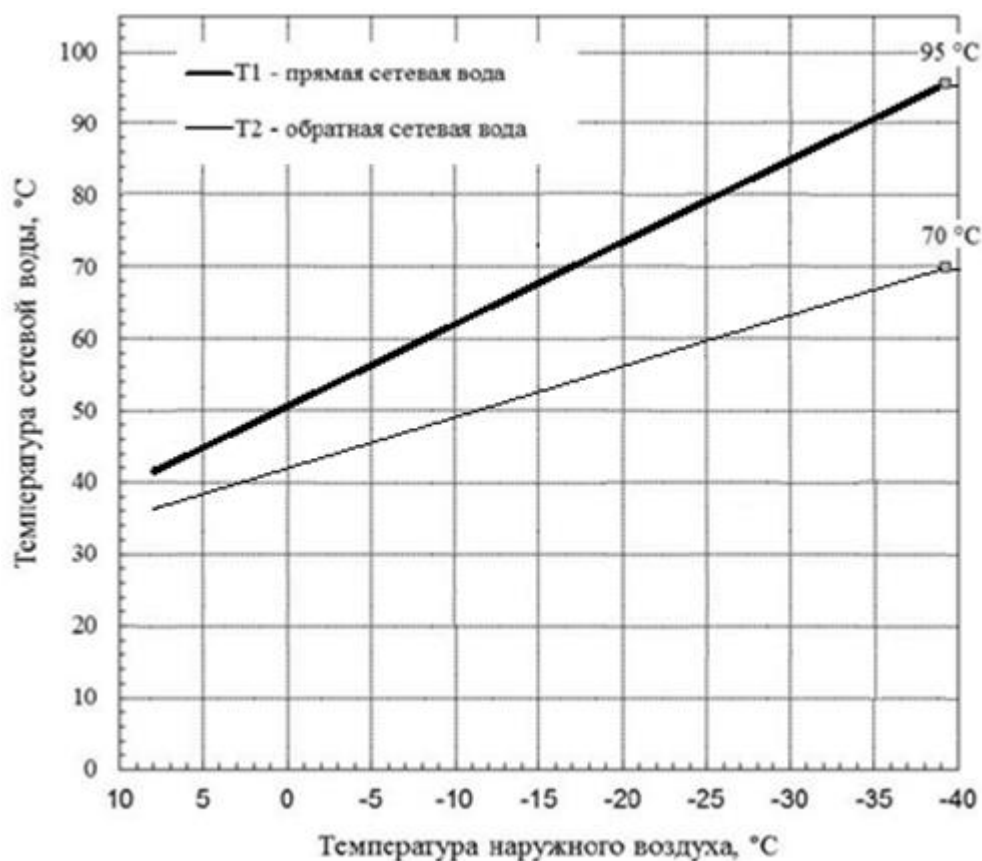


Рисунок 2 – Отопительный температурный график 95/70 °C для системы теплоснабжения здания.

Автоматизированный узел управления должен обеспечивать:

- 1) регулирование температуры теплоносителя в трубопроводе смешения и обратном трубопроводе сети по температурному графику в зависимости от температуры внешнего воздуха (контур отопления);
- 2) регистрацию и передачу показаний о состоянии текущих параметров диспетчеру.

Для учета расхода тепловой энергии (ТЭ) в тепловом пункте предусматривается установка узла учета в соответствии с Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя [1]. Все приборы КИПиА необходимо расположить на щите управления.

Проект автоматизированного узла учета ТЭ должен соответствовать требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивать безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта

при соблюдении предусмотренных в проекте требований и мероприятий.

Нагрузка на отопление определена по укрупненным показателям [2].

Исследуемый объект представляет собой трехэтажное административное здание с цокольным этажом.

Расчет коэффициента инфильтрации производится по формуле [4]:

$$K_{\text{ир}} = 10^{-2} \sqrt{2gL \left(1 - \frac{273+t_0}{273+t_j} \right) + w_0^2},$$

где: g – ускорение свободного падения, $9,8 \text{ м/с}^2$;

L – свободная высота здания, $12,45 \text{ м}$;

w_0 – расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, $4,7 \text{ м/с}$, [4].

$$K_{\text{ир}} = 10^{-2} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 12,45 \left(1 - \frac{273-39}{273+18} \right) + 4,7^2} = 0,084.$$

Для определения по укрупненным показателям расчетной нагрузки на отопление, необходимой для создания комфортной температуры внутри помещения, используем формулу [4]:

$$Q_{\text{от}} = \alpha \cdot V \cdot q_{\text{от}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}^{\text{расч}}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ ч.}$$

где: α – коэффициент при расчетных температурах наружного воздуха для проектирования систем отопления, $\alpha = 0,9$ для Томска;

V – строительный объем здания, 907 м^3 ;

$q_{\text{от}}$ – удельная тепловая характеристика для отопления, $0,6 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{С} \cdot \text{ч})$ определяется в зависимости от наружного объема здания, года постройки и его назначения;

$t_{\text{вн}}$ – температура внутри помещения, 18 С ;

$t_{\text{нв}^{\text{расч}}}$ – расчетная температура наружного воздуха, -39 С .

$$Q_{\text{от}^{\text{расч}}} = \alpha \cdot V \cdot q_{\text{от}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}^{\text{расч}}}) (1 + K_{\text{ир}}) \cdot 10^{-6};$$

$$Q_{\text{от}^{\text{расч}}} = 0,9 \cdot 907 \cdot 0,6 \cdot (18 - (-39)) \cdot 10^{-6} (1 + 0,084) = 0,0303, \text{ Гкал/ ч.}$$

2 Результаты внедрения системы диспетчеризации и управления теплопотреблением здания

Внедрение системы позволяет получить следующий эффект:

- оптимизировать потребление тепловой энергии. Это достигается путем ограничения теплового потока теплоносителя, поступающего из тепловых сетей в соответствии с потребностями объекта регулирования. Ограничение потребления тепловой энергии происходит в случае превышения температурного графика теплоснабжающей организацией в осенне-весенний период и в периоды потеплений. В остальное время максимальный расход ограничен лишь договорными параметрами потребителя тепловой энергии, которые заданы в настройках электронного блока. Таким образом, в периоды минимальной температуры наружного воздуха регулятор обеспечивает максимальный договорной расход теплоносителя, а в периоды потепления расход тепловой энергии снижается.

2.1 Расчёт измеряемых параметров теплоносителя

1. Максимальный расход теплоносителя вычисляем по формуле:

$$G_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot 10^3}{c \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3}{1 \cdot (125 - 70)} = 0,55 \text{ т/час. [4].}$$

где $Q_{\max} = 0,0303$ Гкал/час – расчетная максимальная тепловая нагрузка;

$c = 1$ Ккал/(кг*С) – удельная теплоемкость воды;

$T_{\text{пр}} = 125$ °С – температура воды в подающем трубопроводе;

$T_{\text{обр}} = 70$ °С – температура воды в обратном трубопроводе.

2. Средний расход теплоносителя вычисляется по формуле [4]:

$$G_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ср}} \cdot 10^3}{c \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{обр}})} = \frac{0,014 \cdot 10^3}{1 \cdot (125 - 70)} = 0,25 \text{ т/час.}$$

Среднюю тепловую нагрузку вычисляем по формуле [4]:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\max} (T_{\text{вн}} - T_{\text{ср}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{мин}})} = \frac{0,0303 \cdot (18 - (-8,4))}{(18 - (-39))} = 0,014 \text{ Гкал/ч.}$$

где $T_{\text{вн}} = 18$ °С – внутренняя температура в помещении;

$T_{\min} = -39 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – минимальная температура наружного воздуха;

$T_{\text{cp}} = -8,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – средняя температура в отопительный период.

3. Минимальный расход теплоносителя вычисляем по формуле [4]:

$$G_{\min} = \frac{Q_{\min} \cdot 10^3}{c \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{обр}})} = \frac{0,0006 \cdot 10^3}{1 \cdot (75 - 50)} = 0,02 \text{ т/час.}$$

Минимальную тепловую нагрузку вычисляем по формуле [4]:

$$Q_{\min} = \frac{Q_{\max} (T_{\text{вн}} - T_{\text{л}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\min})} = \frac{0,0303 \cdot (18 - 17,5)}{(18 - (-39))} = 0,0006 \text{ Гкал/ч.}$$

где $T_{\text{л}} = 17,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – средняя температура летнего месяца;

$T_{\text{пр}} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура воды в подающем трубопроводе;

$T_{\text{обр}} = 50$ – температура воды в обратном трубопроводе.

2.2 Расчет теплотребления административного здания

Необходимую расчетную отопительную нагрузку для каждого месяца отопительного периода вычисляем по формулам [4]:

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}}, \text{ Гкал/ч;}$$

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вн}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}},$$

где: $Q_{\text{расч}}$ – расчетная нагрузка, необходимая для создания комфортных условий внутри помещения;

$K_t^{\text{мес}}$ – коэффициент, зависящий от среднемесячной температуры наружного воздуха каждого месяца;

$t_{\text{вн}}$ – температура внутри помещения, С;

$t_{\text{нв}}^{\text{факт}}$ – фактическая температура наружного воздуха расчетного месяца, С;

$t_{\text{вн}}^{\text{расч}}$ – расчетная температура внутри помещения, С.

Расчетный расход теплоносителя для каждого месяца вычисляем по формуле [4]:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})}, \text{ Т/ч,}$$

где: c_p – теплоемкость воды, 1 Ккал/(кг*°С).

Расчетная отопительная нагрузка за октябрь, за 31 день:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вп}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вп}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-2,4)}{18 - (-39)} = 0,358;$$

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,358 \cdot 31 \cdot 24 = 8,07, \text{ Гкал/ мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за отопительный месяц октябрь:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 744}{1 \cdot (95-70)} = 901,7 \text{ Т/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за ноябрь, 30 дней:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вп}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вп}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-13,6)}{18 - (-39)} = 0,554;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,554 \cdot 30 \cdot 24 = 12,08, \text{ Гкал/ мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за отопительный месяц ноябрь:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 720}{1 \cdot (95-70)} = 872,6 \text{ Т/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за декабрь, за 31 день:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вп}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вп}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-13,9)}{18 - (-39)} = 0,559;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0623 \cdot 0,559 \cdot 31 \cdot 24 = 12,6 \text{ Гкал/ мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц декабрь:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 744}{1 \cdot (95-70)} = 901,7 \text{ Т/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за январь, за 31 день:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вп}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вп}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-15,8)}{18 - (-39)} = 0,593;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,593 \cdot 31 \cdot 24 = 13,39, \text{ Гкал/ мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц январь:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 744}{1 \cdot (95-70)} = 901,7 \text{ Т/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за февраль, за 28 дней:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вн}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-12,4)}{18 - (-39)} = 0,533;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,533 \cdot 28 \cdot 24 = 10,8 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц февраль:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 672}{1 \cdot (95-70)} = 814,5 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за март, за 31 дней:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вн}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - (-4)}{18 - (-39)} = 0,386;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,386 \cdot 31 \cdot 24 = 8,7 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц март:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 744}{1 \cdot (95-70)} = 901,7 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за апрель, за 30 дней:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вн}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - 4,1}{18 - (-39)} = 0,243;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,243 \cdot 30 \cdot 24 = 5,3 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц апрель:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 720}{1 \cdot (95-70)} = 872,6 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетная отопительная нагрузка за май, за 31 дней:

$$K_t^{\text{мес}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\text{факт}}}{t_{\text{вн}}^{\text{расч}} - t_{\text{нв}}^{\text{расч}}} = \frac{18 - 7}{18 - (-39)} = 0,193;$$

$$Q_{\text{от,расч}} = Q_{\text{от,расч}} \cdot K_t^{\text{мес}} \cdot \tau_{\text{мес}} = 0,0303 \cdot 0,193 \cdot 31 \cdot 24 = 4,3 \text{ Гкал/мес.}$$

Расчетный расход теплоносителя за месяц май:

$$G_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 10^3 \tau_{\text{мес}}}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})} = \frac{0,0303 \cdot 10^3 \cdot 744}{1 \cdot (95-70)} = 901,7, \text{ Гкал/мес.}$$

2.3 Результаты внедрения интеллектуальной системы дистанционного контроля и управления теплопотреблением здания

Внедрение системы позволяет получить следующий эффект:

- оптимизировать потребление тепловой энергии. Это достигается путем ограничения теплового потока теплоносителя, поступающего из тепловых сетей в соответствии с потребностями объекта регулирования. Ограничение потребления тепловой энергии происходит в случае завышения температурного графика теплоснабжающей организацией в осенне-весенний период и в периоды потеплений. В остальное время максимальный расход ограничен лишь договорными параметрами потребителя тепловой энергии, которые заданы в настройках электронного блока. Таким образом, в периоды минимальной температуры наружного воздуха регулятор обеспечивает максимальный договорной расход теплоносителя, а в периоды потепления расход тепловой энергии снижается;

- выполнять потребление теплоносителя. Регулятор теплопотребления при подключении к тепловычислителю имеет возможность максимально точно поддерживать договорной расход теплоносителя, определяемый из паспорта системы отопления здания. Таким образом, исключается возможность выставления штрафных санкций со стороны теплоснабжающей организации за нарушение договорных расходов теплоносителя;

- поддерживать температурный график. Регулятор теплопотребления поддерживает температурный график теплоснабжения, задаваемый теплоснабжающей организацией. Данный график вводится в базу настроечных параметров непосредственно, что позволяет избежать ошибок при работе аппаратуры;

- контроль за утечками теплоносителя. У тепловычислителя есть возможность контролировать утечку или несанкционированный водоразбор из системы отопления.

При внедрении системы теплоснабжения мы можем предположить, что сократится теплоснабжение здания. Рассмотрим данные, приведенные согласно потреблению тепловой энергии в период с октября 2017 года по май 2018 года. Так же приведем приблизительный расчет уже с внедрённой системой управления теплоснабжением подобного здания. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем потребления тепловой энергии

Месяц, год	Кол-во дней	Кол-во часов	Расчет потребления на температуру -39 °С	Объем согласно договору	При внедрении СУ теплоснабжением
Октябрь, 2017	31	744	22,54 Гкал	8,07 Гкал	1,1 Гкал
Ноябрь, 2017	30	720	21,8 Гкал	12,08 Гкал	4,2 Гкал
Декабрь, 2017	31	744	22,54 Гкал	12,6 Гкал	6,7 Гкал
Январь, 2018	31	744	22,54 Гкал	13,39 Гкал	12,3 Гкал
Февраль, 2018	28	672	20,36 Гкал	10,8 Гкал	9,7 Гкал
Март, 2018	31	744	22,54 Гкал	8,7 Гкал	5,1 Гкал
Апрель, 2018	30	720	21,8 Гкал	5,3 Гкал	0,8 Гкал
Май, 2018	31	744	22,54 Гкал	4,3 Гкал	0,6 Гкал
Всего:	243	5832	176,7 Гкал	75,24 Гкал	40,5 Гкал

Из таблицы 1.1 можно сделать вывод, что экономия составила 34,74 Гкал, то есть 46%.

3 Описание автоматизированной системы мониторинга и управления теплопотреблением здания

Система мониторинга и управления теплопотреблением здания (далее – система) включает в себя комплекс оборудования для управления теплопотреблением на узле управления и программное обеспечение для удалённого доступа.

Система позволяет выполнять функции:

- 1) осуществление ежечасного опроса узлов учета для контроля работоспособности системы отопления и ошибок измерения;
- 2) формирование периодической отчетности в соответствии с требованиями предприятия «Энергосбыт»;
- 3) проведение анализа работы энергосистемы;
- 4) удалённое управление.

Структурная схема системы в общем виде представлена во вложении ФЮРА.421000.008. С1

Сбор данных выполняется в автоматическом или ручном режиме. В ручном режиме осуществляется:

- связь с оборудованием по модему, радиомодему, GSM , выделенной линии, непосредственное соединение с оборудованием;
- считывание и наблюдение за текущими параметрами энергопотребления с заданным циклом и предусмотренным алгоритмом работы;
- считывание и сохранение текущих и среднечасовых архивных данных в формате опрашиваемого оборудования энергоучёта;
- дистанционное изменение, задание системе автоматического и программного регулирования расхода теплоносителя для узлов учёта ПЛК Овен 63.

В автоматическом режиме осуществляется:

- автоматический сбор информации с узлов по заданному сценарию;
- сохранение полученных данных на диск;
- формирование отчетов об опрошенных объектах.

Обслуживание узлов с помощью системы диспетчеризации позволяет получить следующие преимущества:

1) повышение качества обслуживания узлов за счет ежечасного контроля, который дает возможность обнаружить системные ошибки работы вычислителя, выявить нежелательный водоразбор, косвенно оценить работу системы автоматического регулирования теплотреблением и другие показатели;

2) понижение транспортных затрат и времени на обслуживание узлов, так как большая часть работ выполняется на расстоянии в автоматическом режиме;

3) система диспетчеризации является открытой для систем OLE-автоматизации, что позволяет использовать ее в VBA-приложениях, которые широко применяются в Internet-технологиях и в офисных программах Microsoft Word, Excel .

Система автоматической диспетчеризации имеет перспективы развития по следующим направлениям:

- 1) расширение списка поддерживаемых приборов учета;
- 2) создания шаблонов на базе Microsoft Word и Excel, которые в дальнейшем будут передаваться в Энергонадзор;
- 3) поддержка Internet-технологий для получения отчетности и анализа работы через сеть Internet.

3.1 Описание программного обеспечения системы

3.1.1 Microsoft Word и Excel

Офисные программы Microsoft поддерживают работу с пользовательскими программами через OLE -автоматизацию. Это значит, имеется возможность создания документов с автоматическим заполнением данных из архива системы автоматической диспетчеризации. В этом направлении открыты широкие возможности представления данных в виде табличной отчетности, графиков, гистограмм, а также возможность автоматически создавать документы с анализом работы системы. Кроме того, программист-пользователь может создавать свои документы, пользуясь существующим интерфейсом и VBA, не вникая в работу системы диспетчеризации. Разработан ряд активных документов отчетности, которые формируются автоматически с помощью VBA.

3.1.2 Поддержка Internet-технологий для получения отчетности

В программном обеспечении имеется модуль, который способен отправлять отчетность по электронной почте пользователям, а также обновлять отчетность в указанном Internet сайте или http сервере. Эта возможность позволяет предоставлять данные для программного обеспечения по расчетам и формированию платежных и бухгалтерских документов. Указанная услуга будет выполняться при наличии постоянного выхода в городскую компьютерную сеть.

Представленная система диспетчеризации реализована в научно-производственном объединении «Внедрение энергосберегающих технологий» и успешно используется для приборов «КОНТО», «Взлет», СПТ-961 (ОАО «Логика»), счетчик ТЭМ (г. Москва). Предприятие имеет 10 летний опыт внедрения средств учета тепла и автоматизации потреблением тепла на рынке г. Томска. В процессе развития ведутся проектные, пусконаладочные работы, также дальнейшая разработка программного

обеспечения системы диспетчеризации и автоматизированного обслуживания узлов.

3.2 Описание работы системы

Система имеет трехуровневую структуру и функционирует следующим образом. Тепловычислители, регуляторы и GPRS-терминалы «ВЭСТ» установлены в щиты учета и передачи и составляют уровень сбора и передачи данных. Тепловычислители выполняют измерение, регистрацию и архивирование учетных и технологических параметров теплоносителя (жидкостей), формируют сигналы сигнализации. Регуляторы осуществляют измерение, контроль, архивирование параметров, характеризующих технологическое состояние объекта управления, и автоматическое управление исполнительными механизмами для поддержания заданных значений технологических параметров. Уровень обработки и представления данных состоит из ССО, АРМ диспетчера и GPRS-терминалов. В автоматическом режиме с установленным периодом (либо по запросу диспетчера) АРМ диспетчера направляют запросы на удаленные объекты контроля (узлы учета) на предоставление измерительной информации. Сервер связи с объектами обеспечивает взаимодействие с GPRS-терминалами по системе сотовой связи стандарта GSM и передачу данных по сети Internet. АРМ диспетчера выполняют визуализацию значений учетных и технологических параметров объекта контроля, формирует отчеты и обеспечивает защиту данных от несанкционированного доступа.

3.3 Учет тепловой энергии

Количество тепловой энергии и масса (или объем) теплоносителя, полученные потребителем, определяются энергоснабжающей организацией на основании показаний приборов узла учета за определенный договором период по формуле:

$$Q = G_1 \cdot (h_1 - h_2) \cdot 10^{-3}, [4].$$

где G_1 – масса сетевой воды в подающем трубопроводе, полученная потребителем и определенная по его приборам учета;

h_1 – энтальпия сетевой воды в подающем трубопроводе ИТП;

h_2 – энтальпия сетевой воды в обратном трубопроводе ИТП.

Величины h_1 , h_2 определяются по соответствующим измеренным на узле учета источника теплоты средним за рассматриваемый период значениям температур и давлений.

Показания теплосчетчика и регистрирующих приборов узла учета используются энергоснабжающей организацией для определения значений отклонений полученной тепловой энергии, массы и температуры теплоносителя от величин, нормируемых договором.

Значения отклонений полученной тепловой энергии, массы и температуры теплоносителя от величин, нормируемых договором, определяются энергоснабжающей организацией на основании показаний теплосчетчика и приборов, регистрирующих параметры теплоносителя.

3.4 Управление теплотреблением здания

Автоматизированный индивидуальный тепловой пункт с подключаемой системой отопления, в котором теплоноситель нагревается в пластинчатом теплообменнике и циркулирует в системе отопления, благодаря циркуляционным насосам.

Регулирование теплотребления осуществляется в зависимости от температуры наружного воздуха. При понижении температуры наружного воздуха теплотребление увеличивается, при повышении – уменьшается. Более наглядно это видно на рисунке 3.

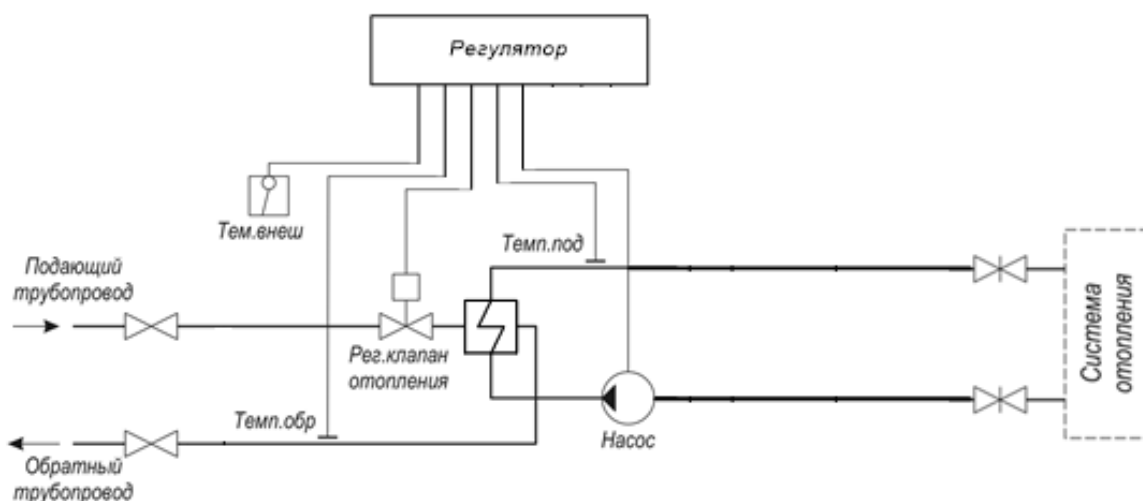


Рисунок 3 – Принципиальная схема системы управления теплопотреблением здания.

Таким образом, ликвидируется перерасход тепловой энергии, потребление становится оптимальным.

Входными сигналами для регулятора являются сигналы от первичных преобразователей температуры в прямом и обратном трубопроводах. В качестве исполнительных органов применены регулирующие клапана с электроприводами, изменяющие подачу тепла на нагрев внутреннего теплоносителя в зависимости от сочетания температур.

Интерфейс удаленной связи, при условии подключения к компьютеру, позволяет следить за параметрами работы теплового пункта на экране дисплея и управлять им удалённо. Шкаф управления тепловым пунктом обеспечивает плавный пуск насосов, автоматическое включение резервного насоса при остановке основного, защиту электродвигателей от сбоев в электросети и сухого хода, переключение насосов по таймеру для равномерного вырабатывания моторесурса, питания приборов управления, регистрации и связи. Для обеспечения надежности работы и простоты обслуживания в качестве запорной арматуры применяются шаровые краны и поворотные затворы, не имеющие традиционных сальниковых уплотнений. Такое оснащение теплового пункта позволят снизить эксплуатационные

затраты в сравнении с традиционными тепловыми пунктами на 35-50% при учете суммарных затрат на потребление тепловой энергии, электроэнергии, затрат на текущий ремонт и обслуживание.

4. Выбор технических средств СУ теплоснабжения. Составление заказной спецификации

При разработке автоматической системы регулирования температуры рабочей жидкости предпочтение отдавалось серийно выпускаемым техническим средствам автоматизации. При этом учитывались такие параметры как взаимозаменяемость, сочетаемость приборов, наличие унифицированных сигналов и легкость в эксплуатации.

Для создания системы управления теплоснабжением необходимо выбрать следующее оборудование:

- Теплосчетчик;
- Датчик температуры наружного воздуха;
- Датчики температуры сетевой воды в прямом и обратном трубопроводах;
- Регулирующее устройство (программируемый логический контроллер);
- Исполнительный механизм;
- Блок управления исполнительного механизма;
- Датчики давления воды в системе отопления;
- Расходомеры;
- Регулирующий клапан с электроприводом на трубопроводе подачи воды в систему отопления;

4.1 Выбор теплосчетчика

При выборе теплосчетчика большое значение имеет не только эксплуатационные характеристики и функциональные возможности, но и точность вычисления количества теплоты. Предел относительной погрешности измерительного канала рассчитывается по исходным данным, заложенным в проекте:

- измеряемые температуры в подающем и обратном трубопроводах, соответственно, 125/70 °С;
- измеряемый расход 0,55т/ч.

4.1.1 Теплосчетчик ТЭМ-104

Согласно [4] теплосчетчик ТЭМ-104 предназначен для измерения и регистрации с целью коммерческого и технологического учета значений потребленного (отпущенного) количества теплоты (тепловой энергии), теплоносителя и других параметров систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также для организации информационных сетей сбора данных.

Области применения: предприятия тепловых сетей, тепловые пункты жилых, общественных и производственных зданий, центральные тепловые пункты, тепловые сети объектов бытового назначения, источники теплоты.

Теплосчетчик обеспечивает:

1) измерение и индикацию:

- текущих значений объемного G_V в м³/ч и массового G_M в т/ч расходов теплоносителя в трубопроводах, на которых установлены измерительные преобразователи (ИП) (с частотным выходным сигналом) или первичные преобразователи расхода (ППР);
- текущих температур теплоносителя в трубопроводах, на которых установлены термопреобразователи сопротивления (ТПС);
- текущего давления в трубопроводах (МПа), на которых установлены датчики избыточного давления (ДИД);

2) вычисление и индикацию:

- текущей разности температур между подающим и обратным трубопроводами;

3) вычисление, индикацию и накопление с нарастающим итогом:

- потребленного (отпущенного) количества теплоты (тепловой энергии) Q в Гкал;
- массы M (т) и объема V (m^3) теплоносителя, протекшего по трубопроводам, на которых установлены ППР;
- T_p – времени работы прибора при поданном питании в ч:мин;
- $T_{\text{нараб}}$ – времени работы прибора без остановки счета с нарастающим итогом ч:мин;
- $T_{\text{ош}}$ – времени работы прибора при наличии ТН в ч:мин;
- архива данных.

4) регистрацию:

- потребленного (отпущенного) количества теплоты (тепловой энергии) за каждый час Q в Гкал;
- массы M (т) и объема V (m^3) теплоносителя, протекшего за каждый час по трубопроводам, на которых установлены ППР;
- среднечасовых и среднесуточных значений температур теплоносителя в трубопроводах;
- среднечасовой и среднесуточной разности температур между подающим и обратным трубопроводами;
- часовых и суточных измеряемых (или программируемых) среднеарифметических значений давления в трубопроводах;
- времени работы при поданном напряжении питания;
- времени работы в штатном режиме $T_{\text{нараб}}$ (время наработки);

Предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала количества теплоты (ККТ) теплосчетчика ТЭМ-104, соответствует классу В по ГОСТ Р 51649 и определяется по формуле [5]:

$$\delta_0 = \left(3 + 4 \frac{\Delta t_{\min}}{\Delta t} + 0,01 \frac{G_{\max}}{G} \right),$$

где Δt_{\min} – наименьшее значение разности температур в подающем и обратном трубопроводах. В проекте предполагается термопреобразователи «Метран 204» и «Метран 243», для которых $\Delta t_{\min} = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$, Δt – измеряемая разность температур, в проектируемой системе $\Delta t = 125 - 70 = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$;

G – измеряемый расход теплоносителя, расчетный максимальный расход в системе $G = 0,55 \text{ т/ч}$. G_{\max} – верхний предел измерения расходомера для проектируемого узла $G_{\max} = 1,3 \text{ т/ч}$.

$$\delta_0 = \pm \left(3 + 4 \cdot \frac{\Delta t_{\min}}{\Delta t} + 0,01 \cdot \frac{G_{\max}}{G} \right) = \pm \left(3 + 4 \cdot \frac{2}{55} + 0,01 \cdot \frac{3,6}{1,21} \right) = 3,175 \text{ } \%$$

Величина относительной погрешности, %, измерительного канала количества теплоты теплосчетчика вычисляется по формуле [5]:

$$\delta Q_{\text{ТЭМ-104}} = \pm \sqrt{(\delta_{\text{КРV}})^2 + (\delta_{\Delta t})^2 + (\delta_{\text{ИМ}\Delta t})^2 + (\delta Q_{\text{ККТ661ч}})^2},$$

где $\delta_{\text{КРV}}$ – предел допускаемой относительной погрешности КР при измерении объема теплоносителя;

– $\delta_{\Delta t}$ – предел допускаемой относительной погрешности комплекта термопреобразователей при измерении разности температур;

– $\delta_{\text{ИМ}\Delta t}$ – предел допускаемой относительной погрешности теплосчетчика при

измерении разности температур теплоносителя без учета погрешности термопреобразователей;

– $\delta Q_{\text{ККТвыч}}$ – предел допускаемой относительной погрешности информационно-вычислительных каналов количества теплоты.

Предел допускаемой относительной погрешности теплосчетчика при измерениях объема (объемного расхода) $\delta_{\text{КРВ}}$, обеспечиваемые основными каналами расхода с преобразователями расхода типа ПРЭ в диапазоне расходов $G_{\text{min}} \leq |G| \leq G_{\text{max}}$ для класса В, определяется по формуле [5]:

$$\delta_{\text{КРВ}} = \pm \left(1 + 0,01 \cdot \frac{G_{\text{max}}}{G} \right) = \pm \left(1 + 0,01 \cdot \frac{3,6}{1,21} \right) = 1,029 \%,$$

Предел допускаемой погрешности измерения температур определяется по формуле [5]:

$$\Delta t_{\text{дон}} = \pm (0,04 + 0,002 \cdot \Delta t) = \pm (0,04 + 0,002 \cdot 55) = 0,15 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где Δt – разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, $^\circ\text{C}$.

Предел допускаемой относительной погрешности составит [5]:

$$\delta_{\Delta t} = \pm \frac{\Delta t_{\text{дон}}}{\Delta t} 100\% = \pm \frac{0,15}{55} 100\% = 0,273\%.$$

Предел допускаемой относительной погрешности теплосчетчика при измерении разности температур теплоносителя без учета погрешности термопреобразователей определяется по формуле [5]:

$$\delta_{\text{ИМ}\Delta t} = \pm \frac{4}{\Delta t} = \pm \frac{4}{55} = \pm 0,073 \text{ } \%.$$

Относительная погрешность вычислительных каналов количества теплоты не превышает $\delta Q_{\text{ККТвыч}} = \pm 0,1 \text{ } \%$.

Тогда величина относительной погрешности измерительного канала количества теплоты теплосчетчика

$$\delta Q_{\text{ТЭМ-104}} = \pm \sqrt{1,029^2 + 0,273^2 + 0,073^2 + 0,1^2} = 1,072 \text{ } \%.$$

4.1.2 Теплосчетчик ВКТ

Величина относительной погрешности измерительного канала количества теплоты теплосчетчика в % вычисляется по формуле [6]:

$$\delta Q_{\text{ВКТ}} = \pm \sqrt{(\delta_{\text{ИКГ}})^2 + (\delta_{\text{ИК}\Delta t})^2 + (\delta_{Q_{\text{ВЫЧ}}})^2}$$

где $\delta_{\text{ИКГ}}$ – предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала расхода при измерении объема теплоносителя;

$\delta_{\text{ИК}\Delta t}$ – предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала при измерении разности температур теплоносителя;

$\delta_{Q_{\text{ВЫЧ}}}$ – предел допускаемой относительной погрешности информационно-вычислительных каналов количества теплоты.

Погрешность измерительного канала расхода теплоносителя $\delta_{\text{ИКГ}}$ в % определяется погрешностью, вносимой первичным преобразователем расхода электромагнитного типа ПРЭМ и погрешностью самого теплосчетчика, и определяется по формуле [6]:

$$\delta_{\text{ИКГ}} = \sqrt{\delta_{G \text{ ПРЭМ}}^2 + \delta_{G \text{ ВКТ}}^2}.$$

Предел допускаемой относительной погрешности при преобразовании расхода и объема в импульсный и цифровой сигналы $\delta_{G \text{ ПРЭМ}}^2 = 1\%$.

Предел допускаемой относительной погрешности измерения расхода тепловычислителем по формуле [6]:

$$\delta_{G \text{ ВКТ}}^2 = \pm \left(0,01 + \frac{6}{T} \right) = \pm \left(0,01 + \frac{6}{16} \right) = 0,385\%,$$

где $T \geq 16$ – период измерения расхода, с.

Тогда

$$\delta_{\text{ИКГ}} = \sqrt{\delta_{G \text{ ПРЭМ}}^2 + \delta_{G \text{ ВКТ}}^2} = \sqrt{1^2 + 0,385^2} = 1,07\%.$$

Предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала при измерении разности температур теплоносителя составляют предел допускаемой относительной погрешности измерения разности температур теплоносителя КТСПр-001, эта величина определяется по

формулам 6 и составляет $\delta_{\Delta t} = 0,36\%$, и предел допускаемой относительной погрешности измерения разности температур теплоносителя тепловычислителем: $\delta_{\Delta t_{BKT}} = 0,03\%$. Таким образом, предельная относительная погрешность измерительного канала разности температур определяется по формуле [6]:

$$\delta_{ИК\Delta t} = \sqrt{\delta_{\Delta t}^2 + \delta_{\Delta t_{BKT}}^2} = \sqrt{0,36^2 + 0,03^2} = 0,361 \%,$$

Предел допускаемой относительной погрешности информационно-вычислительных каналов количества теплоты вычисляется по формуле [6]:

$$\delta_{Q_{выч}} = \pm \left(0,1 + \frac{3}{\Delta t} \right) = \pm \left(0,1 + \frac{3}{25} \right) = 0,22 \%,$$

Таким образом, величина относительной погрешности измерительного канала количества теплоты теплосчетчика согласно формуле [6] составит:

$$\delta Q_{ВТК} = \pm \sqrt{1,07^2 + 0,361^2 + 0,22^2} = 1,15\%.$$

4.2 Выбор датчиков температуры

В разрабатываемой автоматической системе регулирования теплоснабжения здания регистрируется температура теплоносителя на прямой и обратной подачи сетевой воды и наружная температура воздуха. Для измерения температуры воды после нагрева в котле используют, как термопреобразователи сопротивления, так и термоэлектрические преобразователи. Так же регистрируется температура теплоносителя после теплообменника, для контроля температуры воды в системе отопления. В данной системе предполагается установка двух термодатчиков.

4.2.1 Датчики температуры сетевой воды

Компании «Метран» и «Элемер» представляют большой выбор датчиков для измерения температуры. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

Для измерения температуры прямой и обратной сети рассмотрим несколько ТПС:

1) Термопреобразователи сопротивления серии Метран-200.

Термометры сопротивления предназначены для измерения температур жидких и газообразных сред. В линейку Метран-200 входит несколько преобразователей с разным диапазоном температур.

Тип и исполнение ТПС, НСХ первичного преобразователя температуры, диапазон измеряемых температур представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные технические характеристики первичных преобразователей температуры серии Метран–200 [7].

Наименование характеристик	ТСМ Метран-203, -204	ТСМ Метран- 243
Диапазон измеряемых температур, °С - для класса допуска В - для класса допуска С	От -50 до +180	От -50 до +120
Класс допуска по ГОСТ 6651-2009	В; С	С
Условное обозначение НСХ по ГОСТ 6651-2009	50М; 100М	50М

2) Термопреобразователи сопротивления типа ТСПУ 205, ТСМУ 205 и ТСМУ (ТСПУ) Метран 274 (276)

Термопреобразователи сопротивления типа ТСПУ 205, ТСМУ 205 и ТСМУ (ТСПУ) Метран 274 (276) предназначены для преобразования температуры в унифицированный токовый выходной сигнал (с блоком питания типа БПД – 40 – 2к или БПС – 24П).

Защитные чехлы погружаемых термопреобразователей рассчитаны на малые условные давления (см. табл. 4.2 и 4.3), поэтому при установке термопреобразователей в трубопроводы с высокими давлениями необходимо предварительно устанавливать защитную гильзу на соответствующее условное давление.

Таблица 4.2 – Технические характеристики ТПС с унифицированным токовым выходным сигналом

Наименование	Метран – 274, Метран – 276	ТСПУ – 205, ТСПУ – 205
--------------	-------------------------------	---------------------------

Предел допускаемой основной приведенной погрешности, %	$\pm 0,25; \pm 0,5$	$\pm 0,25; \pm 0,5; \pm 1,0$
Выходной сигнал, мА	0...5, 4...20	4...20
Напряжение питания, В	18...42	18...36
Потребляемая мощность, Вт	0,8	0,8

Защитные гильзы предназначены для защиты термопреобразователей (датчиков температуры) от воздействия измеряемых сред с высоким давлением и температурой.

Выбираем ТПС фирмы «Метран» для измерения температуры в системе отопления, а именно Метран-204 и Метран-243 с НСХ 50М и классом допуска С, но с различным диапазоном измеряемых температур. Первый ТПС обладает диапазоном от -50 до +180 °С, его можно установить на прямой подачи сетевой воды, а второй от -50 до +120 °С, для обратной. В целом, данный датчик температуры удовлетворяет предъявляемым требованиям: имеет достаточную точность измерения и приемлемую цену.

4.2.2 Датчик температуры наружного воздуха

Для измерения температуры наружного воздуха рассмотрим датчик температуры воздуха фирмы Danfoss. Датчики температуры наружного воздуха ESMT представляют собой платиновые термометры сопротивления, 1000 Ом при 0°С. Датчик Danfoss ESMT являются двухпроводным устройством с симметричными взаимозаменяемыми соединительными кабелями. Для обеспечения надежного контакта с трубами поверхностный датчик типа ESM-11 снабжен прижимной пружиной. Датчик градуировки Danfoss ESMT температуры представляют собой платиновые термометры сопротивления, Pt1000 (3,85 Ом/град.). Технические характеристики Danfoss ESMT приведены в таблице 4.3. [7]

Таблица 4.3 – Технические характеристики Danfoss ESMT

Измерительный элемент	Pt1000
Диапазон применения	От -50 до + 50 °С
Электрическое соединение	Две винтовые клеммы под крышкой
Степень защиты	IP54
Постоянная времени	Менее 15 минут
Материалы	Крышка: ABS Кабель: PC (поликарбонат)

4.3 Выбор регулирующего устройства

В качестве регулирующего устройства используется контроллер. В курсовом проекте рассматривались 3 контроллера от различных производителей, таких как: «ОВЕН»; «ВЭСТ»; «Siemens». Для реализации задачи необходимо 10 аналоговых входов для регистрации температуры, давления и расхода топлива. Также необходимо учитывать цену контроллера. Проведем сравнение характеристик контроллеров этих производителей. Для начала рассмотрим ПЛК фирмы «Siemens», цена которого составляет 59000 рублей. Применяется для решения задач автоматизации среднего уровня. Исполнение контроллера блочно-модульное. Технические характеристики S7-200 приведены в таблице 4.4 [8].

Таблица 4.4 – Технические характеристики контроллера S7-200

Центральные процессоры	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
1	2	3	4	5	
Объем памяти программ (EEPROM), КБ (вкл/выкл редактирование в режиме RUN)	4	8 / 12	12 / 16	16 / 24	

Объем памяти данных, КБ	2		8		10	
Время выполнения инструкций	0,2 мкс					
Арифметика с плавающей запятой	Поддерживается					
ПИД-регулирование	Поддерживается					
Скоростной счет, кГц	4x30		6x30		4x30 + 2x200	
Импульсные выходы, кГц	2x20		2x100		2x20	
	только в моделях с транзисторными выходными каскадами					
Количество таймеров / счетчиков / флагов	256/256/256					
Часы	Опциональный картридж		Встроенные			
Кол-во встроенных портов RS 485	1		2			
Кол-во встроенных входов-выходов	6 DI + 4 DO	8 DI + 6 DO	14 DI + 10 DO		14 DI + 10 DO + 2 AI + 1 AO	24 DI + 16 DO
Кол-во модулей расширения, не более	–	2	7			
Макс. кол-во входов-выходов системы	6 DI + 4 DO	40 DI + 38 DO; 8(0)AI + 2(4)AO	94 DI + 74 DO; 28(0)AI + 7(14)AO		94 DI + 74 DO; 30(2)AI + 8(15)AO	128 DI + 120 DO; 28(0)AI + 7(14)AO
Выходной ток встроенного блока питания	180 мА		280 мА		400 мА	

Компания «ВЭСТ» разработала контроллер ВЭСТ-02 для автоматизации процессов в теплоэнергетической промышленности. Имеет бесплатное программное обеспечение «АКИАР». Цена ПЛК составляет 15000 рублей. Рассмотрим технические характеристики в таблице 4.5 [8].

Таблица 4.5 – Технические характеристики контроллера ВЭСТ-02

Напряжение питания	~220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	3 ВА
Диапазон контроля температур	-50...+150 °С
Тип входных датчиков температуры	Pt1000
Аналоговых входов	8 шт.
Цифровых входов	5 шт.
Симисторных выходов	6 шт.
Аналоговых выходов 0...10 В	2 шт.
Аналоговых выходов с ШИМ	2 шт.
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле	0,5 А
Интерфейс связи	RS-232, RS-485

Контроллер фирмы «ОВЕН» имеет наименьшую цену (13000 рублей), а также встроенный источник питания. Рассмотрим ПЛК «ОВЕН 63» более подробно.

Имеется возможность управлять технологическим процессом непосредственно с лицевой панели контроллера с помощью встроенного текстового монохромного дисплея - для конфигурирования вывода и задания значения параметров программы, информации о ходе процесса и сигнализации и 9 кнопок управления - для управления индикацией задания значения параметров.

Встроена батарея бесперебойного питания, позволяющая выполнять программу при пропадании питания, и переводить выходные элементы в безопасное состояние.

Имеется 5 различных типов выходных элементов, которые можно выбрать при заказе контроллера, а также универсальные аналоговые входы для подключения широкого спектра датчиков и встроенные интерфейсы RS – 485, RS – 232. В качестве выходных устройств выбираем 5 цифроаналоговых преобразователей, с аналоговым выходным сигналом 0 – 10 В. В таблице 4.6 приведена характеристика контроллера [9].

Таблица 4.6 – Сравнительные технические характеристики ПЛК

Наименование контроллера	ОВЕН 63	ВЭСТ-02	SIMATIC-S7-200
Питание			
Напряжение питания	~220 В, 50 Гц	~220 В, 50 Гц	~220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, для переменного тока, ВА	18	3	12
Параметры встроенного вторичного источника питания, выходное напряжение, В	24±3	–	24±3
Цифровые (дискретные) входы			
Количество входов	8	8	6
Аналоговые входы			
Количество аналоговых входов	8	5	6
Разрядность АЦП, бит	15	15	
Среда программирования	Xcos	Xcos	Step7
Цена, руб.	13000	15000	59000

Выбираем контроллер фирмы «ОВЕН» подходит для реализации задачи проекта, так как имеет необходимые характеристики и 8 аналоговых входов.

4.4 Выбор исполнительного механизма

Исполнительный механизм выбираем, исходя из вида регулирующего органа и крутящего момента.

Максимальный крутящий момент вычисляется по формуле:

$$M_{\max} = 6,89 D_y - 338.$$

где D_y - условный диаметр трубопровода, мм.

При выборе учитывалось условие:

$$M_H > M_{\max},$$

где M_H – номинальный крутящий момент на выходном валу ИМ, Н·м.

Выбираем ИМ типа МЭО-250/25-0,25-Р-99 [11].

Данный исполнительный механизм снабжен датчиком положения выходного вала и функцией ручного управления. Питание данного исполнительного механизма осуществляется от сети переменного тока 220 В. Потребляемая мощность 240 Вт [9]. Цена составляет 19000 рублей.

4.5 Выбор насосов

Насос это основной элемент водяной инженерной системы здания. Работа насоса неотъемлемо связана со всем оборудованием системы отопления, в том числе и с запорно-регулирующей арматурой. От взаимодействия этих двух элементов зависит эффективность функционирования всей системы отопления. Стоит отметить, что в системах переменного гидравлического сопротивления основная работа производится именно насосом и запорно-регулирующей арматурой, где регулирование расхода теплоносителя приводит к изменению гидравлических и электрических параметров насоса.

Эффективная работа системы обеспечивается не только качественной и высокопрочной запорно-регулирующей арматурой, но и высокой надежностью циркуляционного насоса. Наносы постоянно обновляют на рынках сбыта, выпуская более новые и более надежные версии. В некоторых

случаях насосы могут выполнять функцию запорно-регулирующей арматуры. На сегодняшний день изготавливаются насосы со сдвоенным входом и выходом в одну линию, а так же со встроенными с обеих сторон поворотными заслонками. Все эти новшества значительно упрощают узлы обвязки насосов. В современных насосах располагаются электронные регуляторы, которые автоматически поддерживают требуемое давление теплоносителя, что позволяет отказаться от перепускных клапанов, в следствие улучшить работоспособность системы в целом и регулирующих клапанов в частности.

В системе отопления должно располагаться не менее двух циркуляционных насосов, соединенных параллельно, либо один сдвоенный насос. Один из этих насосов является резервным.

При выборе циркуляционных насосов для системы отопления следует принимать:

1) подачу насоса – по расчётным расходам воды в системе отопления $G_{до}$ и $Q_{0 \max}$, кг/с определённым по формулам[10]:

$$- \text{ для греющей воды: } G_{гр.сп.} = 3,6 \cdot \frac{Q_{0 \max}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c};$$

$$- \text{ для нагреваемой воды: } G_{наг.сп.} = 3,6 \cdot \frac{Q_{0 \max}}{(\tau_{01} - \tau_{02}) \cdot c};$$

где $Q_{0 \max}$ – максимальный тепловой поток на отопление.

τ_1 – температура греющей среды на входе в водоподогреватель;

τ_2 – температура греющей среды на выходе из водоподогревателя;

τ_{01} – температура нагреваемой среды на выходе из водоподогревателя;

τ_{02} – температура нагреваемой среды на входе в водоподогреватель.

2) Напор, м, определяется как

$$H = \frac{\Delta P \cdot \nu \cdot 10^6}{g},$$

где ν – удельный объем теплоносителя во входном трубопроводе в водоподогреватель, м³/ч;

ΔP – разность давлений в напорном и всасывающем патрубках насоса, МПа, определяется как $\Delta P = P_{np} - P_{обр} - \Delta P_{то}$, здесь P_{np} – давление в подающем трубопроводе, МПа, $P_{обр}$ – давление в обратном трубопроводе, МПа, $\Delta P_{то}$ – гидравлические потери в теплообменнике для соответствующего контура, Мпа; $g=9,8$ м²/с – ускорение свободного падения.

В тепловом пункте объекта установлены теплообменное оборудование, значения гидравлических сопротивлений:

- Потери в контуре греющего теплоносителя 0,84;
- Потери в контуре нагреваемого теплоносителя 0,85.

При подборе циркуляционных насосов расчётная подача их должна быть в пределах 0,7 -1,1 подачи при максимальном КПД для данного типа насосов. При больших фактических расходах воды рекомендуется увеличить гидравлическое сопротивление за счёт установки дроссельных диафрагм или применять насос с регулируемым электроприводом.

Исходные данные для выбора циркуляционных насосов системы отопления:

$Q_{0\max} = 0,0303$ Гкал/ч – расчётная максимальная тепловая нагрузка;

$c = 1$ Ккал/кг – удельная теплоёмкость воды;

$\tau_1 = 125$ °С – температура в подающем трубопроводе тепловой сети;

$\tau_{01} = 95$ °С – температура в подающем трубопроводе системы отопления;

$\tau_2 = 70$ °С – температура в обратном трубопроводе системы отопления;

$\tau_{02} = 50$ °С – температура в обратном трубопроводе.

Максимальный расход теплоносителя (греющей воды) вычисляется по формуле:

$$G_{cp.} = \frac{Q_{0\max} \cdot 10^3}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c} = \frac{0,0303 \cdot 10^3}{(125 - 70) \cdot 1} = 0,55 \text{ т/ч.}$$

Максимальный расход теплоносителя (нагреваемой воды) вычисляется по формуле:

$$G_{нагр.сп.} = \frac{Q_{0 \max} \cdot 10^3}{(\tau_{01} - \tau_{02}) \cdot c} = \frac{0,0303 \cdot 10^3}{(95 - 70) \cdot 1} = 1,21 \text{ т/ч.}$$

Тогда параметры насоса контура греющей среды системы отопления согласно формуле [10]:

- подача

$$V = 1,1 \cdot G_{сп.гр.} \cdot \nu \cdot 10^3 = 1,1 \cdot 0,55 \cdot 0,0010647 \cdot 10^3 = 0,64 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Согласно гидростатическому сопротивлению труб и теплообменника, а так же разнице температур прямого и подающего трубопроводов, циркуляционный насос ставить на обратном трубопроводе не целесообразно.

Параметры насоса контура нагреваемой среды системы отопления:

- подача насоса нагреваемой среды системы отопления

$$V = 1,1 \cdot G_{нагр.сп.} \cdot \nu = 1,1 \cdot 1,21 \cdot 0,0010394 \cdot 10^3 = 1,38 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Выбираем насос типа Grundfos серии Magna 32-120 F.

4.6 Выбор блока управления исполнительным механизмом

В качестве блока управления исполнительным механизмом будем использовать интеллектуальный блок серии БУЭР1-30-02, выполняющий пуск, реверс и останов однофазных электродвигателей [12].

Новые блоки управления типа БУЭР, разработанные и выпускаемые ЗАО «Волмаг», являются аналогами известных пускателей для исполнительных механизмов МЭО типа ПБР и ФЦ, разработанных ОАО «СКБ СПА» (г. Чебоксары) более 20 лет назад.

Режим работы – повторно-кратковременный с продолжительностью включения до 25 %. Блок управления содержит микропроцессорное устройство, два приемо-передатчика интерфейсного канала RS – 485 и преобразователь питания, что обеспечивает:

- резервирование цифрового канала;
- прием команд управления исполнительным механизмом;

- формирование управляющих импульсов;
- передачу по цифровому каналу значения сигнала датчика положения механизма;
- диагностику работоспособности блоков управления и исполнительного механизма.

Для обмена по каналу RS-485 используется стандартный протокол Modbus.

Настройка интеллектуального блока осуществляется при помощи переносного пульта ПК – 302.

В комплекте с БУЭР1-30-02 работает датчик температуры наружного воздуха ESMT–084N1012 с диапазоном измеряемых температур от –50 до +50 °С (диапазон измерения температуры наружного воздуха, согласно расположению в г. Томск составляет от –39 до + 40 °С).

4.7 Выбор датчиков давления

Манометр – прибор для измерения давления. Эти устройства бывают множества видов, в частности выделяют манометры низкого и высокого давления. В общем случае манометры представляют собой сделанные в небольшом корпусе измерители давления. В данной работе будут использованы манометры типа МПЗ – У. Технические характеристики показывающих манометров приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Технические характеристики показывающих манометров

Тип	Верхние пределы измерений, кгс/см ²	Класс точности	Сигн. контакт.	Измеряемая среда	Диаметр корпуса, мм
МПЗ – У	0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10;	1,5	–	Неагрессивные некристаллизующие жидкости, пар, газ	100
МП4 – У	16; 25; 40; 60; 100; 160; 250; 400; 600; 1000; 1600				160
МП5 – У	6; 10; 16; 25; 40; 60; 100				250
Тип	Верхние пределы	Класс	Сигн.	Измеряемая среда	Диаметр

	измерений, кгс/см ²	точности	контакт.		корпуса, мм
МП – 60	2,5; 4; 6; 10; 16; 25	2,5; 4		Неагрессивные некристаллизую – щиеся жидкости, пар, газ	63
МП – ЗВУ виброуст.	6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 250; 400; 600	1; 1,5; 2,5	–		100

4.8 Выбор расходомера

Для измерения расхода какого-либо вещества, например, жидкости или газа используют расходомер. В настоящее время имеется множество методов измерения расхода вещества, но основными являются ультразвуковые или электромагнитные методы измерения расхода. В момент измерения определяется скорость потока вещества в трубопроводе, далее считается ее объемный расход. Можно выделить свои плюсы и минусы при измерении расхода ультразвуковым и электромагнитным методом. В отличие от механических, крыльчаток, турбинных расходомеров основным преимуществом ультразвуковых и электромагнитных расходомеров является отсутствие подвижных элементов. Такие расходомеры сохраняют более точное измерение в течение более длительного срока. К минусам можно отнести более высокую стоимость.

Отсутствие гидродинамического сопротивления – это основное достоинство электромагнитного расходомера. Еще одним достоинством является высокая точность, а также быстрое действие.

В данной работе был произведен выбор оборудования. Компания «Теплоприбор» выпускает электромагнитный расходомер ПРЭМ предназначенный регистрации, передачи показаний и для преобразования величины объема и объемного расхода.

Расходомеры ПРЭМ, для учета расхода и контроля, находят свое применение в промышленном и жилищно-коммунальном хозяйстве, они входят в состав автоматизированных тепловых пунктов.

Что касается эксплуатации ПРЭМ, они зарекомендовали себя, как надежные, имеющие широкий диапазон измерений, стабильно-работающие и имеющие малые потери.

Питание осуществляется от источника постоянного тока номиналом 12 В с мощностью 5 Вт.

Далее будут приведены характеристики измеряемой среды:

- диапазон рабочих температура от 1 до 150 °С;
- диапазон рабочих температур окружающей среды от –10 до +50 °С;
- давление не более 1,6 МПа.

Основным критерием выбора расходомера является диаметр условного прохода, который выбирается согласно значению часового расхода. Значение среднечасового расхода должно быть меньше эксплуатационного расхода, который определяется согласно таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Основные характеристики для выбора электромагнитного расходомера ПРЭМ

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	Расход воды, м ³ /ч			Порог чувствительности м ³ /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравлическое сопротивление счетчика S, м/(л/с) ²
	Минимальный	Эксплуатационный	Максимальный			
65	1,5	17	70	0,6	610	810 · 10 ⁻⁵
80	2	36	110	0,7	1300	264 · 10 ⁻⁵
100	3	65	180	1,2	2350	76,6 · 10 ⁻⁵
150	4	140	350	1,6	5100	13 · 10 ⁻⁵
200	6	210	600	3	7600	3,5 · 10 ⁻⁵
250	15	380	1000	7	13700	1,8 · 10 ⁻⁵

Для выбора расходомера произведем расчет некоторых физических величин.

Эксплуатационный расход найдем по следующей формуле [12].:

$$G_{\text{эксп}} = \frac{Q_{\text{ср}} \cdot 10^{-3}}{C_p \cdot (t_{\text{нр}} - t_{\text{обр}})},$$

где $G_{\text{эксп}}$ – эксплуатационный (средний) расход, т/ч;

$Q_{\text{ср}}$ – средняя тепловая нагрузка, Гкал/ч;

$C_p = 1$ Ккал/(кг °С) – удельная теплоемкость воды;

$t_{np} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура воды в подающем трубопроводе;

$t_{обр} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления.

Для расчета эксплуатационного расхода необходимо найти среднюю тепловую нагрузку по следующей формуле [12]:

$$Q_{cp} = \frac{Q_{max} \cdot (t_{BH} - t_{CP})}{(t_{BH} - t_{МИН})},$$

где Q_{max} – максимальная тепловая нагрузка, Гкал/ч;

$t_{BH} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ – внутренняя температура в помещении;

$t_{CP} = -7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$t_{МИН} = -39 \text{ }^\circ\text{C}$ – минимальная температура наружного воздуха.

Максимальная тепловая нагрузка находится по следующему выражению:

$$Q_{max} = G_{max} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (t_{np} - t_{обр}) \cdot 10^{-6} = 1,21 \cdot 1000 \cdot (95 - 70) \cdot 10^{-6} = 0,03025 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}},$$

где Q_{max} – максимальная тепловая нагрузка, Гкал/ч;

$G_{max} = 1,21$ – максимальный расход, т/ч;

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды.

Исходя из полученных данных, выбираем расходомер ПРЭМ с диаметром условного прохода 80 мм.

4.9 Выбор регулирующего клапана

Клапаны относят к классу трубопроводной арматуры. Основная задача клапана перекрыть поток теплоносителя. Принцип работы клапана – это перемещение затвора вдоль оси потока теплоносителя, при помощи возвратно- поступательного перемещения. Согласно стандартам назначение арматуры разделяют на 5 групп:

- запорную (для перекрытия потока);
- регулирующую (для изменения расхода теплоносителя);

- распределительно-смесительную (для распределения потоков теплоносителя по направлениям или для смешивания потоков);
- предохранительную (для защиты элементов системы при отклонении параметров теплоносителя за рекомендуемые пределы);
- обратную (для автоматического предотвращения изменения направления теплоносителя).

Основное отличие современного арматурно-запорного клапана – это его многофункциональность.

Задача запорной арматуры - перекрытие потока теплоносителя. Использовать ее в качестве регулирующего органа не допускается, так как она не предназначена для таких задач. Такая арматура создает резкий перепад давления и имеет низкую цикловую нагрузку.

Задачей регулирующей арматуры независимо от конструктивного исполнения является регулирование расхода теплоносителя в тепловой сети, то есть обеспечение линейной зависимости между регулирующим воздействием и изменением регулируемого параметра.

Для правильного выбора регулирующего клапана нужно знать гидравлические характеристики, их определяют как объемный расход воды в $\text{м}^3/\text{ч}$ с плотностью $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, который проходит через клапан при перепаде давления 10^5 Па (1 бар). В каталогах и справочниках часто пренебрегают значениями измерений и указывают только $\text{м}^3/\text{ч}$. Однако при этом теряется гидравлический смысл данного параметра.

Для расчета пропускной способности клапана k_v , $(\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{0.5}$ нужно знать коэффициент местного сопротивления и площадь входного сечения клапана, которая рассчитывается из условного диаметра входного сечения.

Параметр k_v , оцениваемый размерностью лишь $\text{м}^3/\text{ч}$, это дает удобство в пользовании, легко воспринимается и легко сравнивается с другими клапанами его пропускная способность. Перепад давления для всех клапанов постоянен, но он не совпадает с перепадом давления в реальной системе. Поэтому при выборе оборудования нужно рассчитывать k_v по номинальным

параметрам системы с учетом традиционно применяемой системы размерностей. Наиболее часто встречающиеся переводные формулы приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Определение пропускной способности клапана k_v , $(\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{0,5}$

ΔP , бар, V , $\text{м}^3/\text{ч}$	ΔP , кПа, V , л/с	ΔP , мм вод. ст., V , $\text{м}^3/\text{ч}$	ΔP , кПа, V , л/ч	ΔP , Па, G , кг/ч
$k_v = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$	$k_v = 36 \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$	$k_v = 0,1 \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$	$k_v = 0,01 \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$	$k_v = 0,316 \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}$

4.9.1 Выбор регулирующего клапана системы отопления

Исходные данные:

- 1) давление в подающем трубопроводе тепловой сети $P_1=5,2 \text{ кгс/см}^2$, в обратном $P_2=2,4 \text{ кгс/см}^2$, перепад давлений $\Delta P = 5,2 - 2,4 = 2,8 \text{ кгс/см}^2$;
- 2) максимальный расход теплоносителя $G_{\text{max}}=1,21 \text{ т/час}$.

Пропускная способность регулирующего клапана системы отопления:

$$K_v = \frac{1,21}{\sqrt{2}} = 0,85 (\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{0,5},$$

Температурный график 150/70°C со срезкой на 125°C при -39C.

используя [13] выбираем клапан и привод.

Клапан регулирующий VVG44.25-10 с параметрами:

- условный диаметр – 25 мм;
- пропускная способность – $10 (\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{0,5}$;
- максимальный перепад давления на клапане – 400 кПа;
- диапазон рабочих температур – от 2 °C до 150 °C;
- ход штока – 5,5 мм;
- рекомендуемый тип привода – SQS.

Электропривод для клапана SQS35.00 с параметрами:

время перемещения – 150 с;

ход штока – 5,5 мм;

максимальная температура 130 °C.

4.10 Выбор способа передачи данных

Для передачи данных от узла учета, в том числе от регулятора типа ВЭСТ-05.2, в систему диспетчеризации по GPRS-сети и отправки SMS-сообщений используется «GPRS-терминал» производства ООО «НПО ВЭСТ».

«GPRS-терминал» предназначен для организации прямого «прозрачного» канала связи с удалёнными объектами по IP, GSM и GPRS сети. Скорость передачи данных в GPRS-сети - 14400 бит/с. Терминал позволяет подключать до 100 GPRS-точек на один выделенный статический IP-адрес. Питание – 50 Гц, 220 В. [15].

Рассматриваемые приборы предназначены для организации доступа к удалённым объектам по беспроводным каналам связи в цифровой сотовой сети GSM на основе GPRS-передачи данных.

«GPRS-терминал» является программно-технической разработкой предприятия «НПО ВЭСТ». Прибор разработан для создания системы диспетчеризации узлов учёта и автоматики, находящихся на обслуживании предприятия «НПО ВЭСТ». Система успешно внедрена в эксплуатацию и обслуживает приборы большинства отечественных производителей, например, НПФ «ТЭМ-прибор», НПФ «Теплоком», НПФ «Логика», ЗАО «Взлёт» и др. [15].

GPRS-терминал разработан для обмена данными с использованием GSM-сети (GPRS, SMS), Internet-сети (TCP/IP) и технологии «клиент-сервер». Отличительной особенностью данного терминала является новаторское использование технологии «клиент-сервер». Система, построенная на базе GPRS-терминала, имеет следующий алгоритм обмена данными: автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера выполняет функции клиента, посылающего запрос серверу по IP-адресации. Сервер устанавливает соединение через GPRS с запрашиваемым GPRS-терминалом, установленным на удалённом объекте. Таким образом, организуется прямой

“прозрачный” канал связи передачи данных по TCP/IP GPRS-терминал - АРМ.

Данная технология обеспечивает следующие функциональные возможности:

- передача данных по TCP/IP-сетевому протоколу Internet;
- минимальная стоимость трафика (1Mb - 0, 30\$);
- возможность работы с любым программным обеспечением, поддерживающим IP-соединение;
- неограниченное количество подключаемых GPRS-терминалов на АРМ;
- неограниченное количество одновременно опрашиваемых GPRS-терминалов;
- широкая взаимозаменяемость базовой платформы GPRS-терминала на оборудование или комплекс оборудования других производителей, в том числе зарубежных.

5 Расчет потерь давления в трубопроводах

При выполнении расчетов принято, что течение среды по трубопроводам является турбулентным.

Потери давления складываются из следующих составляющих:

- 1) потери давления на первичном преобразователе;
- 2) потери давления при максимальном расходе на переходах на меньший/большой диаметр;
- 3) линейные потери на трение;
- 4) потери давления на отводах трубопровода.

Теперь рассмотрим каждую более подробно.

- 1) Потери давления на первичном преобразователе расхода принимаются согласно "Руководству по эксплуатации" преобразователя:

$$\Delta P_{\text{пт}} = 5 \text{ кПа.}$$

Расчет потерь давления при максимальном расходе на переходах на меньший/большой диаметр; линейных потерь на трение; потерь давления на отводах трубопровода произведен в соответствии с [16].

- 2) Потери давления в кПа при максимальном расходе на переходах на большой и меньший диаметры определяются по формуле:

$$\Delta p_j^i = p_{\xi_j}^i \cdot \xi,$$

где ξ – гидравлическое сопротивление; $p_{\xi_j}^i$ – гидродинамический напор на входе перехода, кПа; i – наибольший или наименьший внутренний диаметр перехода (D или d); j – прямой или обратный трубопровод (пр. или обр.).

2.1) Значение гидравлического сопротивления при переходе на меньший или больший диаметр выбираем из таблицы:

При переходе с 100 трубы на 80:

при $(d/D)^2 = 0,64$, когда $Re > 10^4$ и $(L/d) > 1$,

где $L = 115$ мм - длина конуса перехода; $d = 80$ мм - наименьший внутренний диаметр для угла конуса перехода $< 30^\circ$; $D = 100$ мм - наибольший внутренний диаметр для конуса перехода.

$\sigma_{D>d} = 0,114$ – гидравлическое сопротивление при переходе на меньший диаметр;

$\sigma_{D<d} = 0,1$ – гидравлическое сопротивление при переходе на больший диаметр.

2.2) Гидродинамический напор в кПа на входе и выходе перехода рассчитывается по формуле:

$$P_{\sigma j}^i = \frac{98,066 \cdot (w_j^i)^2}{2 \cdot g \cdot \nu_j \cdot 10^4},$$

где w – скорость движения теплоносителя, м/с; ν – удельный объем воды, м³/кг; $g = 9,81$ м/с² - ускорение свободного падения.

Скорость движения теплоносителя, м/с, на входе и выходе перехода рассчитывается по формуле:

$$w_j^i = 0,354 \frac{G_{\max} \cdot \nu_j}{d_n^2},$$

где $G_{\max} = 0,55$ т/ч – максимальный расчетный расход теплоносителя; d_i – внутренний диаметр на входе/выходе перехода, м.

3) Линейные потери давления на трение, кПа, определяются по формуле:

$$\Delta p_{mp}^j = \frac{(w_i^d)^2 \cdot 98,066 \cdot \lambda}{2 \cdot g \cdot \nu_j \cdot 10^4} \cdot \frac{L}{d},$$

где w – скорость движения теплоносителя на прямом участке трубопровода, м/с; Для перехода с 100 трубы на 80 $\frac{\lambda}{d} = 1,022$ м⁻¹ – удельный коэффициент сопротивления трения, выбирается в зависимости от внутреннего диаметра прямого участка трубопровода; $L = 0,115$ м – развернутая длина прямого участка трубопровода.

4) Потери давления на отводах трубопровода, кПа, рассчитывается по формуле:

$$\Delta p_{отв}^j = p_{\partial D}^j \cdot z \cdot o_{отв}^j,$$

где $o_{отв}^{np} = o_{отв}^{об} = 0,6$ – значение коэффициента местного сопротивления ОТВОДОВ.

$z^{np} = z^{об} = 0$ (количество отводов на прямом/обратном трубопроводах).

Сумма потерь давления, кПа, составляет:

– на прямом трубопроводе:

$$\Delta P_{np} = \Delta P_D^{np} + \Delta P_d^{np} + \Delta P_{mp}^{np} + \Delta P_{nn} + \Delta P_{отв}^{np},$$

– на обратном трубопроводе:

$$\Delta P_{об} = \Delta P_D^{об} + \Delta P_d^{об} + \Delta P_{mp}^{об} + \Delta P_{nn} + \Delta P_{отв}^{об}.$$

Все расчетные данные представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчета гидравлических потерь узла учета ТЭ

Наименование параметра	Обозн.	Для прямого трубопровода	Для обратного трубопровода
Потери давления на первичном преобразователе, кПа	$\Delta P_{пп}$	5	5
Гидравлическое сопротивление при переходе на меньший диаметр	$o_{D>d}$	0,114	0,1
Гидравлическое сопротивление при переходе на больший диаметр	$o_{D<d}$	0,114	0,1
Удельный объем теплоносителя, м ³ /кг	ν	0,001039	0,001064
Скорость движения теплоносителя на входе перехода, м/с	w_j^D	0,62083	0,63577
Скорость движения теплоносителя на выходе перехода, м/с	w_j^d	1,22772	1,25726
Гидродинамический напор на входе перехода, кПа	$p_{\partial j}^D$	0,18541	0,18987
Гидродинамический напор на выходе перехода, кПа	$p_{\partial j}^d$	0,72513	0,74255
Потери давления на вх. перехода, кПа	Δp_j^D	0,11125	0,11392
Потери давления на вых. перехода,	Δp_j^d	0,4351	0,4455

кПа			
Линейные потери давления на трение, кПа	$\Delta p_{тр}^j$	0,05187	0,05312
Потери давления на отводах, кПа	$\Delta p_{отв}^j$	0	0

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Матковскому Даниилу Валентиновичу

Учебное подразделение	ИШЭ	Образовательный центр	НОЦ И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Должностной оклад инженера – 17000 руб., научного руководителя (НР) – 23600 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 30 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные фонды 30 % от фонда оплаты труда (ФОТ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Планирование работ и оценка их выполнения
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Смета затрат на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Смета затрат на оборудование

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23 апреля 2018
---	----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Матковский Даниил Валентинович		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Система управления теплотреблением здания позволяет контролировать подачу фактического потребления теплоносителя и учитывать фактическое потребление ресурсов. В данной выпускной квалификационной работе разработан проект автоматизированного теплового узла системы потребления административного здания с целью получения экономического эффекта. Проектирование и установка системы управления теплотреблением позволит сократить потребление теплового потока, увеличить эффективность работы теплового узла и обеспечить автоматизированную работу системы отопления здания в зависимости от температуры окружающей среды.

Основная цель проекта заключается в расчете экономического эффекта при внедрении системы управления параметрами сетевой воды затрачиваемой на отопление административного здания. Для реализации поставленной цели необходимо проработать некоторые задачи:

- 1) Спланировать затраты на проектирование системы;
- 2) Установить капитальные затраты на создание проекта системы контроля;
- 3) Вычислить разовые капитальные вложения на приобретение технических средств автоматизации, монтаж и их наладку.
- 4) Определить экономический эффект от внедрения данной системы управления.

6.1 Планирование работ и оценка времени их выполнения

В проведение научных исследований принимали участие научный руководитель и инженер. На каждый вид запланированной работы была установлена соответствующая должность исполнителя, составлен перечень этапов работ и работ, проводимых в рамках научного исследования. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень работ и их продолжительность по времени, распределение по исполнителям



№ п/п	Наименование работ	Исполнители	Продолжительность, дней
1	Выдача и получение задания	Руководитель Инженер	1
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	10
3	Системный анализ проектных решений на базе современных разработок системы измерений и управления	Инженер	6
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер	5
5	Анализ опубликованных работ в области исследований	Инженер	7
6	Проведение теоретических обоснований разрабатываемой системы	Инженер	9
7	Гидравлический расчет	Инженер	7
8	Обработка результатов	Инженер	12
9	Разработка структурной схемы	Инженер	4
10	Разработка функциональной схемы	Инженер	5
11	Разработка принципиальной электрической схемы	Инженер	7
12	Разработка монтажной схемы	Инженер	6
13	Разработка чертежа щитовой конструкции	Инженер	5
14	Выбор технических средств автоматической системы регулирования	Инженер	5
15	Составление пояснительной записки	Инженер	8
16	Проверка пояснительной записки	Руководитель Инженер	4
	Итого	Инженер Руководитель	101 10

Для более наглядного представления продолжительности и последовательности работ был разработан график Гантта.

График Гантта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График Гантта представление в таблице 6.2.

Таблица 6.1.2 – График Гантта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кп} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				Фев.		Март			Апрель			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Выдача и получение задания	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	1	2														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (9 р)	10		2	3												
3	Выбор направления исследований	Инженер (9 р)	6			2	3											
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	5															
5	Анализ опубликованных работ в области исследований	Инженер (9 р)	7															
6	Проведение теоретических обоснований разрабатываемой системы	Инженер (9 р)	9															
7	Анализ работы первичных преобразователей	Инженер (9 р)	7															
8	Обработка результатов	Инженер (9 р)	12															
9	Разработка структурной схемы	Инженер (9 р)	4															
10	Разработка функциональной схемы	Инженер (9 р)	5															
11	Разработка принципиальной электрической схемы	Инженер (9 р)	7															
12	Разработка монтажной схемы	Инженер (9 р)	6															
13	Разработка чертежа щитовой конструкции	Инженер (9 р)	5															
14	Выбор технических средств АСР	Инженер (9 р)	5															
15	Составление пояснительной записки	Инженер (9 р)	8															
16	Проверка пояснительной записки	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	4															

 – руководитель,  – инженер

6.2 Смета затрат на проектирование

Капитальные затраты — затраты на модернизацию и реконструкцию объектов основных средств, которые после их окончания улучшают (повышают) ранее принятые нормативные показатели функционирования (срок полезного использования, мощность, качество применения и т. п.)

Смета затрат на проект рассчитывается по следующей формуле [13]:

$$K_{\text{проект}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{зн}} + K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}},$$

где $K_{\text{мат}}$ — материальные затраты;

$K_{\text{ам}}$ — амортизация компьютерной техники;

$K_{\text{зн}}$ — затраты на заработную плату;

$K_{\text{со}}$ — затраты на социальные отчисления;

$K_{\text{пр}}$ — прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ — накладные расходы.

6.2.1 Материальные затраты

Материальные затраты принимаются в размере 1500 рублей на канцелярские товары.

$$K_{\text{мат}} = 1500 \text{ руб.}$$

6.2.2 Амортизация компьютерной техники

Амортизация — постепенное изнашивание основных средств и перенесение их стоимости на выпускаемую продукцию по мере их физического и морального износа. При разработке системы регулирования температуры используется компьютерная техника, которая имеет свой срок службы, поэтому необходимо учитывать затраты на ее износ согласно формуле [13]:

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot Ц_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}},$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ — время использования компьютерной техники;

$T_{\text{кал}}$ – календарное время;

$C_{\text{кт}}$ – цена компьютерной техники;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы компьютерной техники.

Календарное время принимается 365 дней, срок службы компьютерной техники принимается 5 лет.

$$K_{\text{ам}} = \frac{101}{365} \cdot 22000 \cdot \frac{1}{5} = 1217,5 \text{ руб.}$$

6.2.3 Затраты на заработную плату

В данную статью входит основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме проектирования. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов.

Зарботная плата инженера и научного руководителя рассчитывается по формуле [13]:

$$K_{\text{зп}} = ЗП_{\text{инж}} + ЗП_{\text{НР}},$$

где $ЗП_{\text{инж}}$ – заработная плата инженера;

$ЗП_{\text{НР}}$ – заработная плата научного руководителя.

Зарботная плата в месяц считается по формуле [13]:

$$ЗП_{\text{мес}} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $ЗП_0$ – месячный оклад;

K_1 – коэффициент, учитывающий отпуск;

K_2 – районный коэффициент.

Месячный оклад инженера составляет 17 000 руб., доцента 23600 руб. Месячная заработная плата рассчитывается с учетом районного коэффициента, коэффициента, учитывающего отпуск.

$$ЗП_{\text{мес.инж}} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.},$$

$$ЗП_{мес.НР} = 23600 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 33748 \text{ руб.},$$

Фактическая заработная плата – это плата за всю проделанную работу. Рассчитывается по формуле [13]:

$$ЗП_{инж}^{\phi} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n^{\phi},$$

где $ЗП_{мес}$ – заработная плата в месяц;

21 – число рабочих дней в месяце;

n^{ϕ} – фактическое число дней в проекте.

$$ЗП_{инж}^{\phi} = \frac{24310}{21} \cdot 101 = 116919,5 \text{ руб.},$$

$$ЗП_{НР}^{\phi} = \frac{33748}{21} \cdot 10 = 16070,5 \text{ руб.},$$

6.2.4 Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды – элемент себестоимости продукции (работ, услуг), в котором отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством нормам государственного социального страхования в Фонд социального страхования Российской Федерации. Считаются по формуле [13]:

$$K_{co} = 30\% \cdot K_{зн},$$

$$K_{co} = 30\% \cdot 132990 = 39897 \text{ руб.}$$

6.2.5 Прочие затраты

Прочие затраты – элемент себестоимости продукта, в котором отображаются налоги, платежи, отчисления в страховые фонды и другие обязательные отчисления. Прочие затраты, принимаем в размере 10% от $(K_{mat} + K_{ам} + K_{зн} + K_{co})$.

$$K_{np} = 10\% \cdot (K_{mat} + K_{ам} + K_{зн} + K_{co}),$$

$$K_{np} = 10\% \cdot (1000 + 1217,5 + 132990 + 39897) = 17510,45 \text{ руб.}$$

6.2.6 Накладные расходы

Накладные расходы – издержки предприятия, возникающие дополнительно к основным затратам по производству и реализации продукции, работ, услуг. В нашем случае затраты на производство равны 0.

Смета затрат на проект по формуле указанной в части 7.2 составляет:

$$K_{\text{проект}} = 1500 + 1217,5 + 132990 + 39897 + 17510,45 + 265980 = 449518,7 \text{ руб.}$$

Таблица 6.2.6 – Смета затрат на проект

№	Элементы затрат	Стоимость, руб.
1	Материальные затраты	1500
2	Амортизация	1217,5
3	Затраты на заработную плату	132990
4	Затраты на социальные отчисления	39897
5	Прочие затраты	17510,45
	Итого	193114,95

6.3 Смета затрат на оборудование

Смета данного раздела составляется как на приобретение технологического оборудования, так и на строительные-монтажные работы по ремонту, капитальному ремонту зданий и оборудования, на реконструкцию и строительство новых объектов, благоустройство дворовых территорий.

Таблица 6.3 – Затраты на оборудование

Наименование прибора/технического средства автоматизации	Кол-во, шт.	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Термопреобразователь сопротивления ТСП – Метран – 204	2	1000	2000
Термопреобразователь сопротивления ТСП – Метран – 243	2	450	900
Теплосчетчик ТЭМ – 104	1	50624	50624
Контроллер программируемый, логический, микропроцессорный ОВЕН ПЛК 63	1	14514	14514
Исполнительный механизм МЭО-250/25-0,25-Р-99	1	19000	19000

Насос циркуляционный Grundfos UPS 40 – 180F	2	38450	76900
Блоки управления электродвигателями реверсивные БУЭР1-30-02	1	20000	20000
Манометр МПЗ – У	4	340	1360
Датчик температурный наружного воздуха ESMT – 084N1012	1	3568	3568
Преобразователь расхода, электромагнитный ПРЭМ – 80	2	55411	110822
Клапан регулирующий Siemens VVG44.25-10	1	10247	10247
Электропривод для клапана Siemens SQS35.00	1	10585	10585
Итого			320520

Капитальные вложения в монтаж, рассчитываются как 20% от вложений в оборудование по формуле [13]:

$$K_{\text{монт}} = 20\% \cdot K_{\text{об}},$$

где $K_{\text{об}}$ – капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{монт}} = 20\% \cdot 320520 = 64104 \text{ руб.}$$

6.4 Экономическая эффективность

Эффективность автоматизированных систем управления зависит от сравнения результатов функционирования системы и затрат всех видов ресурсов, необходимых на её создание и развитие. С установленным оборудованием будет производиться экономия на отпуск тепла потребителю на отопление до 46%. Более подробную информацию можно найти в разделе 2.3 Результаты внедрения интеллектуальной системы дистанционного контроля и управления теплоснабжением здания на странице 22. Оборудование, выбранное в проекте, является современным и легким в эксплуатации и ремонте, что повышает надежность и безопасность системы в целом. Широкое распространение на российском рынке позволяет легко заменять приборы аналогами для уменьшения времени простоя в случае ремонта. Установка нового комплекта оборудования необходима из-за соображений безопасности, аварийные ситуации могут принести большой вред в экономическом плане.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Матковскому Даниилу Валентиновичу

Учебной подразделение	ИШЭ	НОЦ	И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Тема ВКР: «Разработка системы управления теплопотреблением административного здания». Ожидаемый результат: оснащение теплового узла системой автоматики для дальнейшей эксплуатации. Область применения: энергетическая промышленность.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:
2. Экологическая безопасность	2.1 защита селитебной зоны 2.2 анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 2.3 анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 2.4 анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	3.1 перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 3.2 выбор наиболее типичной ЧС; 3.3 разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	4.1 специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 4.2 организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Экологии и БЖД	Василевский Михаил Викторович	К.Т.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Матковский Даниил Валентинович		

7. Социальная ответственность

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы разрабатывается система управления теплоснабжением административного здания. Данный проект предназначен для модернизации теплового узла административного здания, распределяющего тепловую энергию на теплоснабжение здания, и анализа важнейших показателей социальной ответственности.

Само понятие социальной ответственности появилось в начале 70-х гг. XX века на Западе. Основой теории социальной ответственности является добросовестное выполнение законодательных требований и норм в различных областях (области защиты окружающей среды, обеспечения условий безопасности труда, оплаты труда и налогообложения и т.д.). Учитывая, что реализуемая проектом масштабная производственная деятельность напрямую связана с образованием различного рода отходов и выбросами в атмосферу загрязняющих веществ, сбросами отравляющих веществ в природные водоемы, необходимо выполнять не только снижение уровня воздействия на природу, но и крайне необходимо выполнять компенсацию ущерба, нанесенного окружающей среде.

Выделяют следующие направления мероприятий по защите окружающей среды:

- 1) производственно – экологический мониторинг;
- 2) рациональное использование и охрана водных ресурсов;
- 3) охрана атмосферного воздуха;
- 4) охрана почвы;
- 5) переработка и утилизация отходов производства;
- 6) энергоэффективность и ресурсосбережение.

Рассматриваемая система управления теплоснабжением здания выбрасывает в атмосферу отработанные дымовые газы, следовательно, для обеспечения максимальной чистоты атмосферы в районе, окружающем

территорию рассматриваемого производственного объекта, необходимо производить меры по борьбе с выбросами углекислого газа.

Выбрасываемые в атмосферу токсичные вещества оказывают пагубное воздействие на окружающую среду. Перечислим основные возможные воздействия:

1) повышение концентрации углекислого газа вокруг территории объекта, что ведет к заражению воздуха от производства;

2) сильное негативное влияние на растительности, вследствие непосредственного загрязнения воздуха и почвы путем заражения токсичным веществом;

3) загрязнение (химическое и физическое) водотоков, как результат сталкивания отвалов;

4) загрязнение и повреждение почвенного покрова и прочее.

Все выше перечисленные факторы, ведущие к загрязнению окружающей среды, несут в себе очень большую опасность, не только для экологической обстановки, но и для человека в целом. Подобные воздействия на окружающую среду вполне способны вызвать серьезные повреждения, или даже уничтожение некоторых видов растительного и животного мира, загрязнение атмосферы, что приведет образованию озоновых дыр (с дальнейшим выпадением токсичных осадков), а неправильно выполненные, нерегламентированные выбросы отработавших веществ неизбежно приведут к загрязнению водоемов.

Для предотвращения пагубных воздействий, разработаны мероприятия согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 – 03[17]:

1) установка специальных фильтров на установках, служащих для удалении отработавших воздушных реагентов;

2) засыпка горных выработок и выемок;

3) сооружение специальных отвалов, их рациональное размещение;

4) соответствующие санитарным нормам выполнение процесса отвода, обезвреживание, складирования сточных вод, регламентированное уничтожение мусора;

5) сооружение отстойников, накопителей;

6) разработка мероприятий по охране окружающего воздуха и почв.

Также важно не только уменьшать негативные воздействия на окружающую среду, но и выполнять мероприятия по ее улучшению, путем проведения среди работающего на предприятии персонала различного рода субботников, направленных на уборку прилегающей территории от мусора, озеленения территории, создания различных парков и скверов в различных районах города.

Помимо защиты окружающей среды, к социальной ответственности также относится и охрана труда.

Охрана труда — это система сохранения жизни и здоровья рабочего персонала в ходе трудовой деятельности. Данная система включает в себя следующие мероприятия: правовые, социально – экономические, организационно–технические, санитарно–гигиенические, лечебно–профилактические, реабилитационные и прочее. Основной задачей охраны труда является обеспечение безопасности труда человека, т.е. создание условий труда, при которых максимально исключается воздействие на человека вредных и опасных производственных факторов.

Так как рабочее место оператора САР располагается в помещении, где находятся шкафы питания, коммуникаций и компьютерная техника, то в этих помещениях могут присутствовать ряд опасных и вредных факторов.

К вредным факторам можно отнести следующее: повышенный уровень шума, различное отклонение показателей микроклимата, плохая освещенность рабочего помещения.

К опасным факторам следует отнести: возможное поражение электрическим током, возникновение пожара, нанесение механических травм.

7.1 Воздействие шума

Шум — это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху. Повышенный уровень шума в тепловом узле возможен за счет наличия в помещении большого количества различного производственного оборудования. Известно, что шум непосредственно ухудшает условия труда, оказывая на организм вредное воздействие. При длительном воздействии на организм шума, возникающего при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, осуществляется воздействие на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха, повышается кровяное давление, способствующее возникновению сердечно-сосудистых заболеваний. Как результат, снижается производительность труда и ухудшается качество работы персонала.

Допустимый уровень шума — это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму [18].

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах регламентированы СН 2.2.4/2.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», СНиП 23–03–03 «Защита от шума» и соответствуют ГОСТ 12.1.003–83 [19].

Уменьшение влияния данного фактора на организм работающего персонала возможно следующими методами:

- 1) ослабление шума непосредственно в его источниках;
- 2) шумоизоляция и шумопоглощение;
- 3) создания дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок в помещении операторской;
- 4) использование средств индивидуальной защиты.

7.2 Метеорологические условия в помещениях

Метеорологические условия – это значение температуры воздуха, его относительная влажности, атмосферного давления, скорость и направление движения воздуха и т.д. Значение данных параметров для рабочей зоны устанавливаются в соответствии с оптимальными и допустимыми значениями согласно СанПиН 2.2.4.548 – 96 [20].

Допустимые значения микроклимата и условия рабочих помещений с учетом таких факторов, как избыток тепла, время года и возможная тяжесть выполняемой работы указаны в таблице 7.1 [20].

Таблица 7.1 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте производственных помещений

Текущий период	Категория работ исходя из уровня энергетических затрат, Вт	Температура воздуха, $t_{\text{опт}}$, °С	Температура поверхностей, t °С	Относительная влажность воздуха, ϕ , %	Скорость движения воздуха, м/с	
					Если $t < t_{\text{опт}}$, °С	Если $t > t_{\text{опт}}$, °С
Холодный	Іб	19 – 24	18 – 25	15 – 75	0,1	0,2
Теплый	Іб	20 – 28	19 – 29	15 – 75 "*"	0,1	0,3

"*" - при температурах воздуха 25°С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

70% - при температуре воздуха 25° С;

65% - при температуре воздуха 26° С;

60% - при температуре воздуха 27° С;

55% - при температуре воздуха 28° С.

Помещения должны быть оборудованы приточно – вытяжной вентиляцией, которая будет обеспечивать равномерный приток свежего воздуха и удаление загрязненного.

Специфика работы персонала теплового узла заключается в контроле технологического процесса, путем непосредственного наблюдения за

оборудованием и визуального наблюдения за процессом через монитор персонального компьютера (зачастую в сидячем положении с минимальными физическими нагрузками), что способствует появлению головной боли, приводит к утомлению. Помимо наблюдения, также производится взаимодействие напрямую с установками (пуск/останов котла, подготовка котла к растопке, сам процесс растопки, проверка исправности КИПиА). Несоблюдение установленных норм температуры и/или влажности воздуха в помещениях может быть вызвано неправильной обстановкой рабочих помещений, либо неправильной эксплуатацией отопительных установок, что приводит к отклонению показателей микроклимата.

Все выше перечисленные факторы могут привести к различным ухудшениям здоровья обслуживающего персонала, например простудным заболеваниям, что напрямую снижает общую работоспособность.

7.3 Освещение

Для освещения административных помещений независимо от назначения применяются системы общего (локализованного или равномерного) и комбинированного (местного или общего) освещения. Выбор системы освещения производится исходя из учета особенностей непосредственно самого производственного процесса, а также исходя из размещения в помещениях технологического оборудования.

Существуют следующие виды освещения:

- 1) естественное;
- 2) искусственное;
- 3) совмещенное.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Искусственное освещение – освещение помещения только источниками искусственного света. Искусственное рабочее освещение предназначено для создания необходимых условий работы и нормальной эксплуатации зданий и территорий.

Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Непосредственно для подобных нашей автоматизированной системе обычно применяют равномерное искусственное освещение.

Необходимая оценка освещенности рабочей зоны выполняется для обеспечения нормативных условий работы в помещениях. Такую оценку производят в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 [17].

Также стоит отметить, что аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при аварии), приводящее к нарушению обслуживания оборудования, может вызвать взрыв, пожар, возможное отравление людей, а так же длительную остановку в работе таких объектов, остановка которых на длительный промежуток времени не возможна по тем или иным причинам.

Эвакуационное освещение предусмотрено для эвакуации людей из помещений при аварийной ситуации, связанной с аварийным отключением рабочего освещения в таких местах, где при отсутствии света проход для прохода людей наиболее опасен (лестничные пролеты, лестничные клетки помещений, в которых работает 50 человек и более).

7.4 Опасность поражения электрическим током

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий, а так же средств, выполняющих защиту людей от опасного воздействия электрического тока, электромагнитного поля и электростатических разрядов.

Для предотвращения возможных поражений электрическим током обслуживающего персонала, необходимо соблюдать следующие требования:

- при выполнении монтажных работ использовать только исправные инструменты;
- проводить постоянный мониторинг исправности электропроводки и электрооборудования;
- использовать средства индивидуальной защиты при работе с электроприборами;
- допускаться к работе должен только персонал, прошедший инструктаж по электробезопасности.

Также в процессе разработки проекта были выявлены следующие правила для избежания поражения электрическим током:

1) для всех шкафов комплекса должны быть предусмотрены запорные устройства с замками, предохраняющие электрооборудование от несанкционированного доступа по ГОСТ Р 51330.0;

2) требования безопасности к основным частям комплекса в отношении изоляции токоведущих частей, блокировок и защитному заземлению должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ Р МЭК 60950 и ГОСТ 25861;

3) конструкция устройств должна исключать возможность попадания в процессе эксплуатации электрических напряжений на наружные металлические части. Металлические части изделий, доступные для прикосновения к ним при контроле и эксплуатации (включая регламентные работы), которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции и не имеют других видов защиты, подлежат защитному заземлению по ГОСТ 12.1.030;

4) обеспечение электробезопасности обслуживающего персонала должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.019. Все внешние части устройств, находящиеся под напряжением по отношению к корпусу и (или) общей шине питания, должны иметь защиту от случайных прикосновений персонала при контроле и эксплуатации. Рукоятки органов управления,

настройки, регулировки в целях напряжением свыше 42 В должны быть изготовлены из изоляционного материала или иметь изоляционное покрытие;

5) устройства, требующие заземления, должны присоединяться к общему контуру заземления объекта с сопротивлением растекания не более 4 Ом и не требовать специального контура заземления (ГОСТ 12.1.030);

б) корпуса блоков, входящих в состав аппаратуры, предназначенной для установки в шкаф пользователя, должны иметь устройства для подключения защитного заземления по ГОСТ 2.2.007.0. На корпусе около устройства защитного заземления должен быть нанесен знак заземления по ГОСТ 2.721;

7) в эксплуатационную документацию на оборудование с рабочим напряжением, превышающим 42 В, должны быть включены требования безопасности при контроле, эксплуатации (включая техническое обслуживание) и ремонте изделий.

7.5 Пожаробезопасность

Пожарная безопасность объекта – это состояние объекта, которое характеризуется возможностью предотвратить возникновение и развития пожара, а также минимизировать, либо полностью исключить воздействие на людей и имущество опасных факторов пожара. Пожарная безопасность эксплуатируемых объектов должна обеспечиваться специализированными системами предотвращения пожара и противопожарной защиты.

Согласно пожарным нормативам НПБ 105 – 03 [18] в зависимости от количества, а так же характеристики обращающихся в производстве веществ, по пожарной и взрывной опасности производят деления на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение, где реализована автоматизированная система учёта и управления энергопотребления здания по пожарной и взрывной опасности относится к категории Г: Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых

сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; ГГ, ГЖ и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

При строительстве зданий и сооружений с учётом категории производства применяют строительные материалы и конструкции, которые подразделяются на три группы: сгораемые; трудносгораемые; несгораемые. Помещение, где реализована система автоматизации относится к трудносгораемым.

Непосредственно для данного проекта в целях пожарной безопасности предусмотрена пожарная сигнализация, включающая в свой состав датчики давления, загазованности и температуры, а так же системы звукового и визуального оповещения.

Помимо наличия пожарной сигнализации, в обязательном порядке присутствует специально предусмотренное оборудование по устранению пожара на 100 м² пола имеется:

- порошковый огнетушитель ОПУ-5 (ОПУ-10) – 1 шт.;
- углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.;
- ящик с песком на 0,5 м³ – 1 шт.;
- железные лопаты – 2 шт.

В случае срабатывания пожарной сигнализации, необходимо немедленно вызвать пожарную бригаду, после чего незамедлительно принять меры к тушению возгорания.

Каждый работник, заметивший загорание, задымление и другие явления, могущие привести к пожару в цехе, обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону 01 , 051 или при помощи ручного пожарного извещателя;
- вызвать к месту пожара начальника смены, начальника участка, начальника цеха;

- принять меры к ограничению распространения огня первичными средствами пожаротушения.

Одним из важнейших аспектов пожарной безопасности, помимо наличия специальной сигнализации и специально предусмотренного оборудования является:

1) прохождение каждым сотрудником инструктажа по обеспечению пожарной безопасности, наличие навыков и знание последовательности действий в случае возникновения пожара;

2) каждый член обслуживающего персонала должен быть проинформирован о местонахождении средств пожаротушения, а так же средств связи;

3) наличие на стенах производственных помещений планов эвакуации (с обязательным отображением путей аварийной эвакуации).

7.6 Опасность нанесения механической травмы

Опасность нанесения механической травмы присутствует только при монтажных работах, а при эксплуатации щитов и пультов управления вероятность получения механических травм пренебрежимо мала, т.к. в помещении отсутствуют какие-либо предметы, которыми могут быть нанесены телесные повреждения.

Темой ВКР является «Разработка системы управления теплоснабжением административного здания», которая подразумевает выбор оборудования, приборы и ТСА с последующим монтажом на автоматизированный тепловой узел учета. Выбранный комплект автоматизации позволит улучшить контроль за технологическим процессом, тем самым намного сократится риск аварийной ситуации.

В заключении всего выше перечисленного хочется отметить основную задачу, поставленную данным разделом – формирование у индивида социальной ответственности перед другими людьми и окружающей его

средой обитания, а также необходимости выполнения всех возможных мероприятий, ведущих к улучшению условий окружающего мира.

Как итог проделанной работы по разделу «Социальная ответственность» можно отметить следующее:

- в работе рассмотрена социальная ответственность предприятия (корпоративная социальная ответственность) и указаны задачи по сохранению и улучшению окружающей среды;

- рассмотрена личная социальная ответственность каждого индивида;

- выявлены и описаны вредные и опасные факторы, возникающие при работе;

- указаны методики и средства борьбы с этими факторами;

- описаны возможные ЧС и меры по их предупреждению и оповещению, а также приведены регламентированные требования по поведению персонала при ЧС;

- отражены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности рабочего персонала.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является создание проекта системы управления теплоснабжением административного здания. В ходе работы были изучены основы проектирования автоматической системы регулирования, на примере АСР температуры рабочей жидкости, а также изучены технические средства автоматизации. Данный проект может быть применен для любого административного здания подключенного к тепловой сети г. Томска.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- 1) выбрана структура СУ теплоснабжением;
- 2) произведен выбор современных технических средств;
- 3) составлена заказная спецификация;
- 4) разработана принципиальная электрическая схема;
- 5) разработана монтажная схема;
- 6) разработан чертеж общего вида щитовой конструкции.

Разработанная автоматическая система регулирования температуры рабочей жидкости соответствует современным требованиям: низким энергопотреблением, легкостью проектирования, простотой монтажа, высокой надежностью, удобным интерфейсом и надежностью управления.

Список литературы

1. А.С. Ключев, А.Т. Лебедев, С.А. Ключев, А.Г. Товарнов Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2009 – 368 с.
2. А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: Учебное пособие. – Томск: Изд – во ТПУ, 2007. – 109 с.
3. [Электронный ресурс] URL: <http://ecl.portal.danfoss.com>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус., англ. Дата обращения 10.03.2016 г.
4. Волошенко А.В., Медведев В.В. Технологические измерения и приборы. Курсовое проектирование: Учебное пособие. – Томск: Изд – во ТПУ, 2006. – 120 с.
5. АРВС 746967.039.000 РЭ Теплосчетчик ТЭМ-104. Руководство по эксплуатации. – М.: Изд-во ЗАО «ТЭМ-Прибор», 2009. – 73 с.
6. РБЯК.400880.036 РЭ Вычислитель количества теплоты ВКТ-7. Руководство по эксплуатации. – С.-Пб.: Изд-во ЗАО «НПФ Теплоком», 2008. – 64 с.
7. Регуляторы температуры ECL Comfort. Руководство по эксплуатации. – М.: Изд-во ООО «Данфосс», 2008. – 54 с.
8. ПЛК63 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/rie_plk63_1001.pdf свободный. – Загл. с экрана.
9. SIMATIC S7-200 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ste.ru/siemens/contr.html> свободный. – Загл. с экрана.
10. Циркуляционные насосы с «мокрым» ротором Grundfos. Тематический каталог. – М.: Изд-во ООО «Danfoss», 2009. – 129 с.

11. Механизмы исполнительные электрические однооборотные. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
12. Блоки управления БУЭР 1-30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elkont.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
13. Метран. Каталог продукции 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mtn.nt-rt.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
14. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 32 с.
15. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2003. – 21 с.
16. Коршунова, Лидия Афанасьевна. Экономика и организация энергетического производства. Техничко-экономическое обоснование выбора основного оборудования ТЭЦ : учебно-методическое пособие / Л. А. Коршунова, Н. Г. Кузьмина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 56 с.: ил. — Библиогр.: с. 55.
17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003. – 21 с.
18. НПБ 105 – 03 «Определение категорий помещений, зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: ГУГПС МЧС России, 2003. – 22 с.
19. ГОСТ 12.1.003 – 83 (1999) Шум. Общие требования безопасности.
20. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Приложение А

Заказная спецификация средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол						
1	2	3	4						
1а	Термопреобразователь сопротивления погружаемый, НСХ 50М, класс допуска С, монтажная длина 200мм. ПГ «Метран», г. Челябинск	ТСП-Метран-204	1						
2а	Манометр, диапазон показаний 0..0,6 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск	МПЗ-У-0,6 кгс/см ²	1						
3а	Блок управления электродвигателем реверсивный, входной сигнал управления 24 ± 6 В, климатическое исполнение УХЛ 4.2. ЗАО «Волмаг», г. Чебоксары	БУЭР1-30-02	1						
3б	Механизм электроисполнительный однооборотный. в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного вала. ОАО «СКБ СПА», г. Чебоксары	МЭО-250/25-0,25-Р-99	1						
3в	Клапан регулирующий Siemens VVG44.25-10, dP=0,5бар, Kvs=10,0 м ² /ч. «Siemens», Швейцария.	VVG44.25-10	1						
3г	Электропривод для клапана Siemens VVG44.25-10. «Siemens», Швейцария.	SQS35.00	1						
4а	Датчик температуры наружного воздуха, диапазон измерений -55..+55 °С, класс точности 1,5. ООО «Данфос», г. Москва.	ESMT – 084N1012	1						
5а	Теплосчетчик ТЭМ – 104. ООО «Энергосберегающая компания "ТЭМ" г. Москва	ТЭМ – 104	1						
6а	Циркуляционный насос Grundfos. ООО «Грундфос» г. Москва.	Magna 32- 120FN	1						
ФЮРА.421000.008 С01									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата					
Исполнил	Матковский Д.В.				Спецификация приборов и средств автоматизации		Стад	Лист	Листов
Проверил	Озерова И.П.						ТРП	1	1
Н.контроль	Медведев В.В.						ГПУ Группа		ИШЭ 554В

1	2	3	4
7a	Преобразователь расхода, электромагнитный, диаметр условный Ду=80 мм, верхний предел измерений 1,3 т/ч, класс точности 0,25. ООО «ТМ-Комплект», г. Новосибирск.	ПРЭМ-80	1
8a	Манометр, диапазон показаний 0..0,6 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск	МПЗ-У-0,6 кгс/см ²	1
9a	Термопреобразователь сопротивления погружаемый, НСХ 50М, класс допуска С, монтажная длина 200мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ТСП-Метран-204	1
10a	Манометр, диапазон показаний 0..0,6 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск	МПЗ-У-0,6 кгс/см ²	1
11a	Термопреобразователь сопротивления погружаемый, НСХ 50М, класс допуска С, монтажная длина 200мм. ПГ «Метран», г. Челябинск	ТСП-Метран-243	1
12a	Циркуляционный насос Grundfos. ООО "Грундфос" г. Москва.	Magna 32- 120FN	1
13a	Преобразователь расхода, электромагнитный, диаметр условный Ду=80 мм, верхний предел измерений 1,3 т/ч, класс точности 0,25. ООО «ТМ-Комплект», г. Новосибирск.	ПРЭМ-80	1
14a	Манометр, диапазон показаний 0..0,6 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск	МПЗ-У-0,6 кгс/см ²	1
15a	Термопреобразователь сопротивления погружаемый, НСХ 50М, класс допуска С, монтажная длина 200мм. ПГ «Метран», г. Челябинск	ТСП-Метран-243	1
ФЮРА.421000.008 С01			Лист
			2