

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт Механико-технологический факультет
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
В.Р. Гасияров

2017 г.

Автоматизированная система теплоснабжения здания

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.12-329-1886.13 ПЗ (ВКР)

Консультант
к.т.н., доцент
Е.Ж. Васильев

2017 г.

Руководитель работы
д.т.н., профессор
М.М. Тверской

2017 г.

Нормоконтролер
Преподаватель
Е.А. Маклакова

2017 г.

Автор работы
студент группы П-455
Артем Алексеевич Пономарев

2017 г.

Ст. преподаватель
С.С. Воронин

2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Институт Политехнический институт
Факультет Механико-технологический
Кафедра Мехатроники и автоматизации
Направление 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Профиль Без профиля

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ В.Р. Гасияров
подпись

«__» _____ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

Студенту группы П-455

Пономареву Артему Алексеевичу
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Автоматизированная система теплоснабжения здания

утверждена приказом по университету от 28.04.2017г. № 835 (приложение № 76)
(утверждена распоряжением по факультету от _____ 201_ г. № _____)

2 Срок сдачи студентом законченной работы _____

3 Исходные данные к работе материалы производственной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

2 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

2.1 Разработка структурной схемы

2.2 Разработка схемы автоматизации

2.3 Элементная база

3 АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

3.1 Описание алгоритма работы

3.2 Разработка программного обеспечения

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5 Перечень графического и иллюстративного материала

- Объект автоматизации (2 листа А1)
- Схема структурно-функциональная (А1)
- Схема автоматизации (А1)
- Блок-схема алгоритма функционирования системы (А1)
- Схема узла управления системы теплоснабжения (А1)
- Технико-экономический расчёт(А1)

Всего 7 листов

Согласовано:

Консультант по экономике и
управлению производством:

подпись

Васильев Е.Ж.
Фамилия И.О.

Руководитель _____
подпись

ст. преподаватель
Должность, звание

Тверской М.М.
Фамилия И.О.

Дата выдачи задания « ____ » _____ 2017г.

Задание принял к исполнению студент _____

подпись

Пономарев А.А.
Фамилия И.О.

АННОТАЦИЯ

Пономарев А.А.. Автоматизированная система теплоснабжения здания. – Челябинск: ЮУрГУ, П–455; 2017, 39 с. 4 ил., библиогр. список – 5 наим., 9 таб., 7 листов чертежей ф. А1.

Целью работы является разработка автоматизированной системы теплоснабжения здания.

Использование данной системы позволило обеспечить более качественное и экономичное регулирование температуры теплоносителя .

					<i>15.03.04.2017.4 13.11.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Пономарев.</i>			<i>Автоматизированная система отопления здания</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Тверской</i>					<i>З</i>	<i>39</i>
<i>Реценз</i>						<i>ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маклакова</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Гасияров</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	6
2 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ.....	10
2.1 Разработка структурной схемы	11
2.2 Разработка схемы автоматизации	11
2.3 Элементная база	12
3 АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ	22
3.1 Описание алгоритма работы.....	22
3.2 Разработка программного обеспечения.....	24
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	39

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.4 13.11.00 ПЗ					

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций.

В данной работе проектируется автоматизированная система теплоснабжения здания (АСТЗ), которая предназначена для автоматического регулирования температуры внутри отапливаемого помещения, а также для обеспечения контроля за параметрами системы отопления.

АСТЗ создается с целью:

- сокращения расходов на тепловую энергию
- обеспечения комфортной температуры внутри отапливаемого помещения

Далее подробно описаны этапы проектирования АСТЗ, представлен графический материал и проведен расчет технико-экономических показателей.

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является система теплоснабжения здания. Здание состоит из трёх этажей: двух надземных и одного подвального. Общая площадь помещений – 344,6 м², из которых 237,9 м² занимают торговые залы супермаркета. Система отопления – двухтрубная, поэтажная. Подключение к тепловым сетям происходит по зависимой схеме с элеваторным узлом. Располагаемый напор перед элеватором равен 20 м вод. ст. Температура теплоносителя в системе отопления принята 95-70 °С. Температура теплоносителя в тепловой сети – 105-70 °С. Гидравлическое сопротивление системы отопления – 5,8 м вод. ст.

В качестве нагревательных приборов приняты стальные панельные радиаторы Vanova тип 21KV фирмы Vogel & Noot в помещениях торговых залов, административных помещениях и санузлах. В комнатах уборочного инвентаря и одном санузле приняты регистры из гладких труб.

Таблица 1 – Технические характеристики радиаторов Vanova

	21KV-500-400	21KV-500-720	21KV-500-920	21KV-500-1000	21KV-500-2400
Глубина	80 мм				
Высота	500 мм				
Длина	400 мм	720 мм	920 мм	1000 мм	2400 мм
Мощность	726 Вт	1306 Вт	1669 Вт	1813 Вт	4357 Вт
Количество	6	6	5	8	1

Регистр - конвективно-радиационный отопительный прибор, состоящий из отдельных секций с внутренними каналами, внутри которых циркулирует теплоноситель. Тепло от радиатора отводится излучением и конвекцией.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ					

Таблица 3 – Технические характеристики элеватора

Номер элеватора		1
Диаметр горловины, мм		15
Диаметр сопла, мм		4,5
Размеры, мм	L	360
	l	70
	D ₁	145
	D ₂	145
	h	130
Масса, кг		8,3

Принцип работы элеватора: элеватор теплового узла работает одновременно как циркуляционный насос и как смеситель. Теплоноситель из сети с высокой температурой направляется в сопло, далее при прохождении через отверстие малого диаметра скорость потока возрастает, из-за чего за соплом возникает зона разрежения, что вызывает подсасывание воды из обратного трубопровода. Далее потоки смешиваются в камере и выходят в систему отопления через диффузор.

Гидравлическая увязка системы отопления осуществляется автоматическими балансировочными клапанами фирмы "DANFOSS" на горизонтальных ветках системы отопления. Автоматические балансировочные клапаны серии применяют для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, тепло- и холодоснабжения при переменных расходах проходящей через них среды в диапазоне от 0 до 100%. Регулирование осуществляется клапаном с изменяемой настройкой ASV-PV, устанавливаемым на обратном трубопроводе. Отбор импульса большего давления осуществляется по импульсной трубке от клапана-партнера ASV-M, устанавливаемого на подающем трубопроводе, с помощью которого можно ограничить максимальный расход перемещаемой среды. Устройство ASV-PV изображено на рисунке 3.

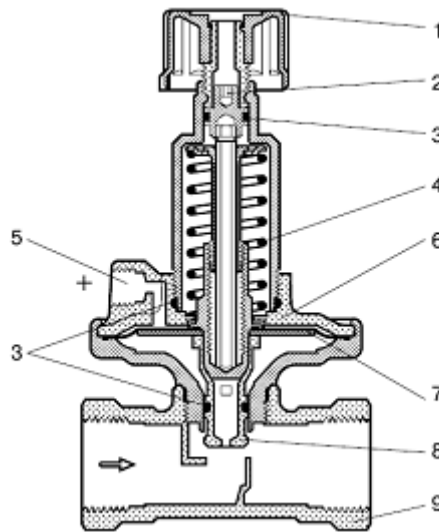


Рисунок 3 – Автоматический балансировочный клапан

Автоматический балансировочный клапан ASV-PV состоит из следующих элементов: 1 – рукоятка; 2 – шпindel настройки перепада давлений; 3 – кольцевые уплотнения; 4 – настроечная пружина; 5 – штуцер для импульсной трубки; 6 – диафрагменный элемент; 7 – регулирующая диафрагма; 8 – разгруженный по давлению конус клапана; 9 – корпус клапана; 10 – седло клапана.

2 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Модернизация теплового пункта будет происходить из-за изменений параметров теплоносителя, подаваемого теплоснабжающей организацией. Этим изменения коснулись давлений на подающем и обратном трубопроводе. Теперь они стали 68 и 64 м водного столба соответственно, что делает невозможным дальнейшее использование водоструйного элеватора в связи с недостаточным напором перед элеватором. Современной и экономичной системой, которую можно внедрить взамен старой, является система отопления с погодным регулированием.

Принцип погодного регулирования заключается в использовании температурного графика, устанавливающий зависимость температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе от температуры наружного воздуха. Температурный график, выданный теплоснабжающей организацией, представлен на рисунке 4.

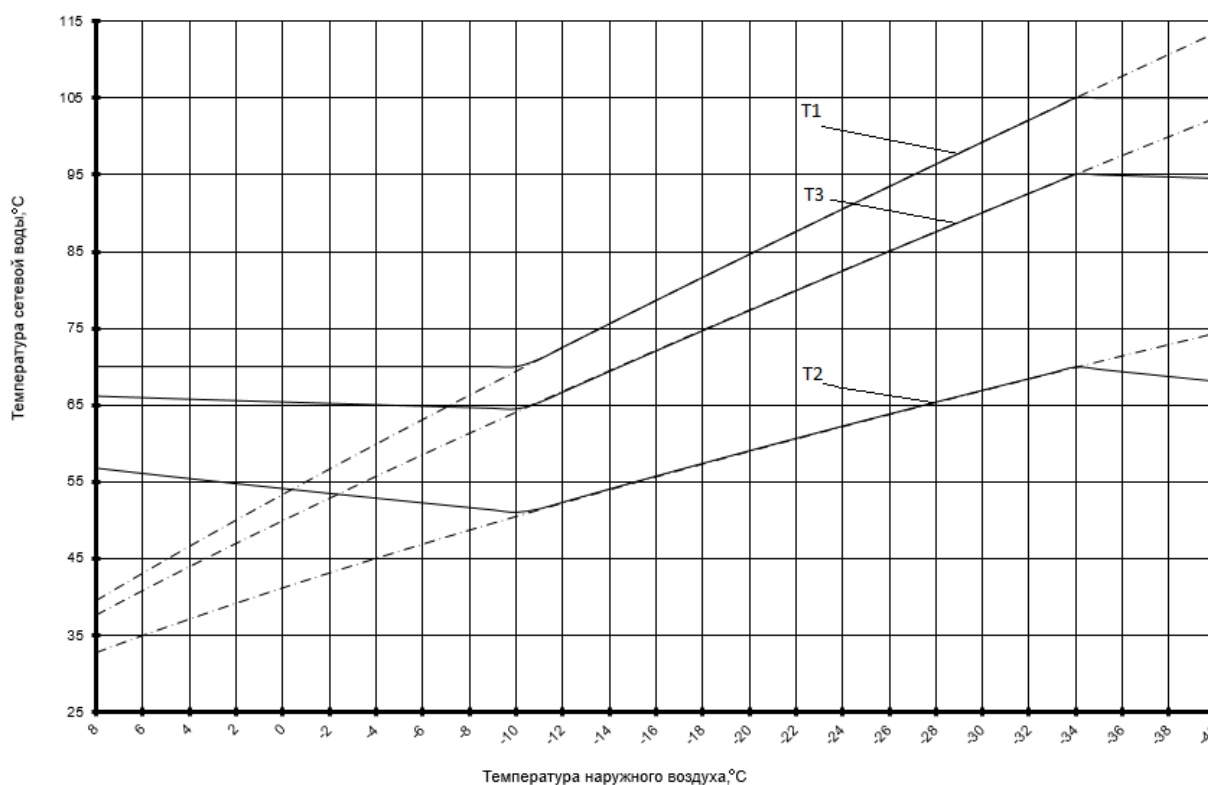


Рисунок 4 – Температурный график

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

Лист

10

T1- температура воды в подающем трубопроводе от центрального теплового пункта, T2 – температура воды на обратном трубопроводе, T3 – температура воды на входе в систему отопления после переключки.

Выбранный принцип регулирования подразумевает разомкнутость системы управления теплоснабжения по температуре внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях. Уставка для системы управления будет задаваться по возмущению – температуре наружного воздуха, а регулирование температуры теплоносителя будет происходить по отклонению от уставки.

2.1 Разработка структурной схемы

Блок управления должен по показаниям с блока датчиков управлять температурой теплоносителя с помощью блока исполнительных элементов.

Для дистанционного контроля за параметрами автоматизированной системы управления и работоспособностью блока исполнительных элементов необходимо разработать систему верхнего уровня.

Исходя из этих задач, разработаем структурную схему, представленную на рисунке 5.

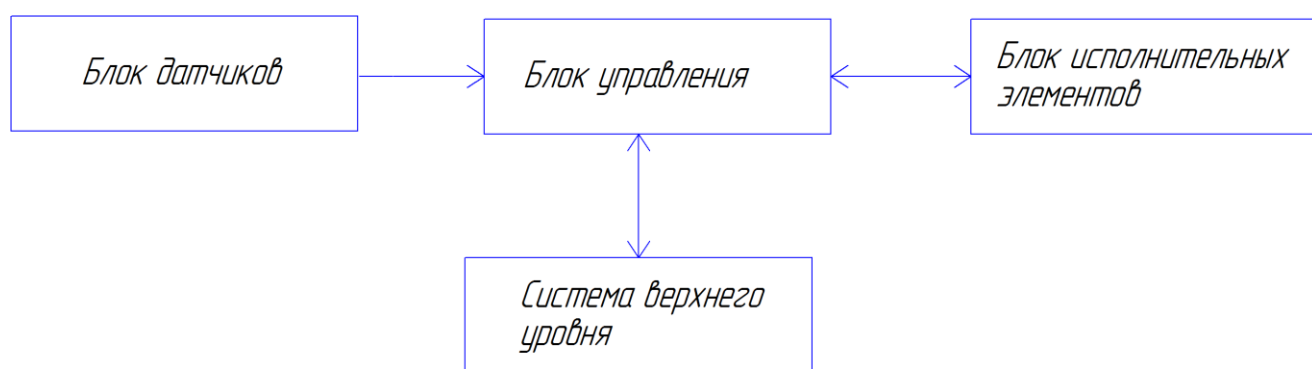


Рисунок 5 – Структурная схема

2.2 Разработка схемы автоматизации

При разработке схемы автоматизации используется ГОСТ 21.208–2013.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ					

- Диагностика аварийных ситуаций (обрыв датчиков температуры и датчиков положения, неисправность насосов)
 - Задание значений программируемых рабочих параметров с помощью встроенной клавиатуры управления, а также от ПК по сети RS-485 и RS-232
 - Поддержка протоколов обмена: ОВЕН, Modbus-RTU и Modbus-ASCII В качестве электропривода использован 082G3020 фирмы Danfoss.
- 2) В состав блока исполнительных элементов будут входить запорно-регулирующий клапан и циркуляционный насос.

В качестве запорно-регулирующего клапана будет выбран КОНТУР КЗР-25-32-22.5-220-А-0-0-0 (рисунок 6) с электроприводом. Данный клапан являются регулирующим и запорным органом одновременно, что исключает необходимость установки запорных устройств до и после регулирующей арматуры. КЗР предназначены для применения в местных и центральных тепловых пунктах (МТП, ЦТП); на котельных, в системах горячего и холодного водоснабжения и теплоснабжения, а также в различном оборудовании для автоматизации технологических процессов. Инновационная конструкция шарового клапана (модуляция проходного канала интегральной стеклополимерной вставкой) позволила КЗР КОНТУР обеспечить характеристику регулирования расхода, аналогичную характеристикам седельных клапанов, одновременно увеличив пропускную способность клапана при стандартных диаметрах и значительно снизив стоимость комплекта «клапан - привод».

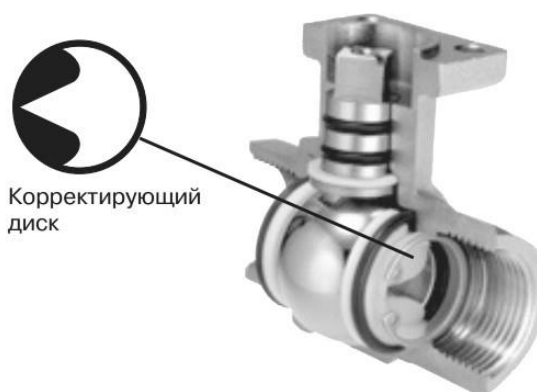


Рисунок 6 – КОНТУР КЗР

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ					

Характеристики запорно-регулирующего клапана:

- Напряжение питания 220 В;
- Температура среды -30°C...130°C;
- Макс. статическое давление 2,5 МПа;
- Перепад давления на клапане 0,7 Мпа;
- Управление аналоговое 4...20 мА;
- Отсутствует необходимость в концевых выключателях за счет автоматической остановки привода в крайних положениях;
- Наличие обратной связи 4...20 мА.
- Скорость поворота клапана на 90° 20...30 секунд.

Клапан служит для регулирования потока теплоносителя.

Параметры, по которым будет выбираться циркуляционный насос:

- напор H – выбирается исходя из гидравлического сопротивления системы отопления, для данной системы равен 5,8 м вод. ст.
- расход теплоносителя G , вычисляется по следующей формуле:

$$G = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (1)$$

где Q - количество тепла, необходимое для компенсации теплопотерь, Вт;

t_1 - температура подачи в системе отопления, °С;

t_2 - температура обратной воды, °С;

c - удельная теплоемкость воды, равная 4200 Дж/кг*°С.

Подставив $Q = 40314$ Вт (мощность всех отопительных приборов), $t_1 = 95$ °С, $t_2 = 70$ °С, получим значение расхода, равное 0,38 кг/сек или 1,39 м³/ч.

Используя эти данные, был выбран наиболее подходящий по характеристикам насос UPS 32-80 F 220 фирмы Grundfos. Данный насос –циркуляционный с мокрым ротором и фланцевым соединением. Возможен выбор ступеней частоты вращения для согласования мощности.

Характеристики насоса UPS 32-80 F 220:

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ					

- напряжение питания 220 В;
- максимальное давление 1 МПа;
- расход 1,41 м³/ч;
- напор 5,975 м
- потребляемая мощность 220 Вт
- потребляемый ток 1 А.

Для защиты насоса от повреждения будет использовано реле давления и тепловое реле.

Реле давления предназначены для регулирования, текущего контроля и аварийной сигнализации в промышленности. Реле давления снабжены однополюсными выключателями, которые замыкают или размыкают электрическую цепь при изменении давления в системе по сравнению с заданным. Внешний вид реле представлен на рисунке 3.



Рисунок 7 – Реле давления

Восприимчивым элементом реле давления является гибкая мембрана, которая изгибается под действием давления воды в трубопроводе, что и приводит к переключению контактов. Противодействие давлению воды обеспечивает пружина минимального давления: её воздействие регулируется с помощью гайки – чем

сильнее закручена гайка, тем сильнее оказывается сжата пружина, и тем большее нужно давление, чтобы сработало реле. Другая пружина – пружина дифференциала давления отвечает за разницу между верхним и нижним порогами давления. Точно так же степень её сжатия регулируется гайкой, чем сильнее сжата пружина, тем больше разница между порогами включения и отключения питания. Устройство реле представлено на рисунке 8.

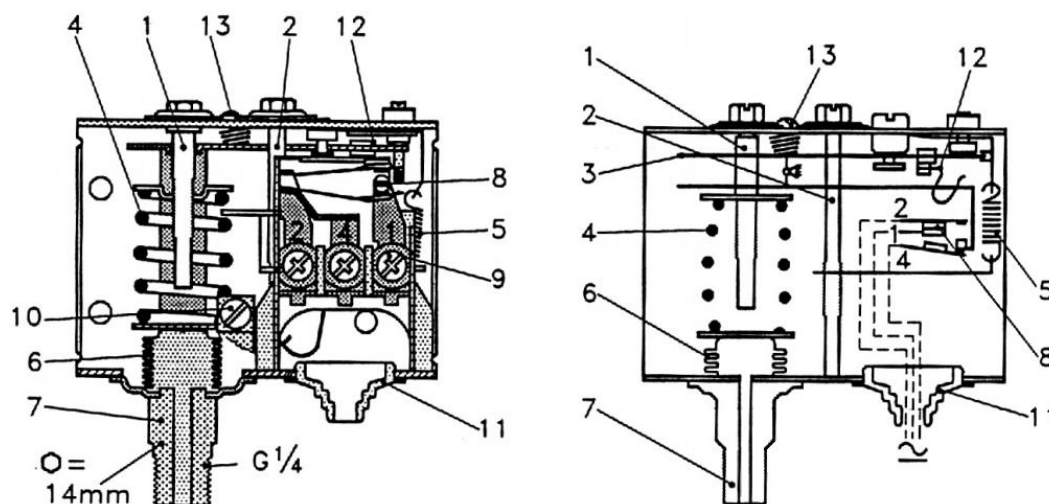


Рисунок 8 – Устройство реле давления

Реле давления состоит из: 1 – настроечный шпindel шкалы “range”; 2 – настроечный шпindel шкалы “diff”; 3 – основной рычаг; 4 – пружина шкалы “range”; 5 – пружина шкалы “diff”; 6 – сильфон; 7 – присоединительный штуцер; 8 – клеммная панель; 9 – клемма; 10 – заземление; 11 – кабельный выход; 12 – омегаобразная пружина; 13 – стопорный винт.

Таблица 4 – Технические характеристики реле давления KPI 35

Диапазон настройки, Мпа	от -0,02 до 0,8
Перепад давления, Мпа	0,05 - 0,15
Макс. рабочее давление, МПа	1,8
Макс. допустимая температура рабочей среды, °С	100
Мин. допустимая температура рабочей среды, °С	-40

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

Лист

17

Тепловое реле LRE08.

Тепловое реле предназначены для защиты цепей переменного тока и электродвигателей от перегрузок, обрыва фазы, превышения длительности пуска, продолжительного заклинивания ротора.

Внешний вид реле представлен на рисунке 4.



Рисунок 9 – Тепловое реле

Таблица 5 – Технические характеристики теплового реле

Класс срабатываний	10 А
Номинальное напряжение изоляции	690 В
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение	5 кВ
Диапазон частот	50...60 Гц
Диапазон уставок	2,5...4 А

Принцип работы основан на использовании свойств биметаллических пластин. Для изготовления биметаллических пластин в таких реле используют, как правило, инвар и хромоникелевую сталь. Сами пластины между собой крепко соединяются посредством сварки или же проката. Поскольку одна из пластин обладает большим коэффициентом расширения при нагревании, а другая меньшим, то в случае воздействия на них высокой температуры (например, при прохождении тока через

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ					

металл), происходит изгиб пластины в ту сторону, где располагается материал с меньшим коэффициентом расширения. Таким образом, при определенном уровне нагревания биметаллическая пластина прогибается и оказывает воздействие на систему контактов реле, что приводит к его срабатыванию и размыканию электрической цепи. Устройство реле изображено на рисунке 10.

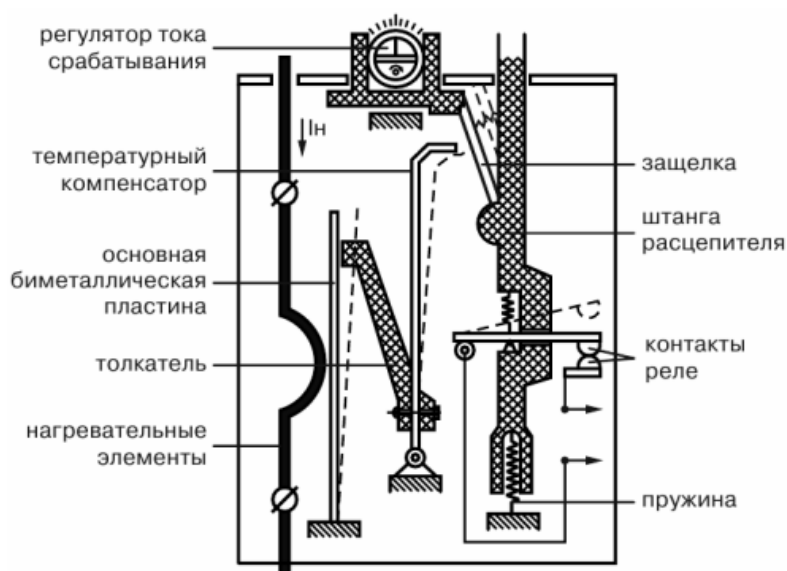


Рисунок 10 – Устройство теплового реле

Исходя из принципов работы регулятора ТРМ 132М, в состав блока датчиков будут входить датчики: температуры наружного воздуха, температуры теплоносителя на подаче в систему отопления и на обратном трубопроводе.

По физическому принципу работы были выбраны термоэлектрические датчики. Они действуют по принципу термоэлектрического эффекта, то есть благодаря тому, что в любом замкнутом контуре (из двух разнородных полупроводников или проводников) возникнет электрический ток в случае, если места спаев отличаются по температуре. Один конец термопары (рабочий) погружен в среду, а другой (свободный) – нет. Таким образом, получается, что термопары – это относительные датчики, и выходное напряжение будет зависеть от разности температур двух частей и почти не будет зависеть от абсолютных их значений.

По физическим, техническим требованиям АСТЗ для измерения температуры теплоносителя был выбран датчик фирмы ОВЕН «ОВЕН ДТС015-50М.В3.80.МГ»,

					15.03.04.2017.4.13.11.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

3.2 Разработка программного обеспечения

На основе описанного алгоритма было написано программное обеспечение автоматизированной системы теплоснабжения здания (ПО АСТЗ), предназначенное для диспетчерского контроля и управления объектом. Структура ПО АСТЗ включает в себя программу верхнего уровня для взаимодействия с оператором и программу нижнего уровня для реализации управления исполнительными механизмами систем. Программа верхнего уровня реализована в программном пакете Borland C++ Builder 6.0.

Целью создания программы является обеспечение контроля за параметрами, наладки и управления исполнительными механизмами системы.

Главный экран по АСТЗ.

При запуске ПО АСТЗ оператор попадает на экран, представленный на рисунке 11.

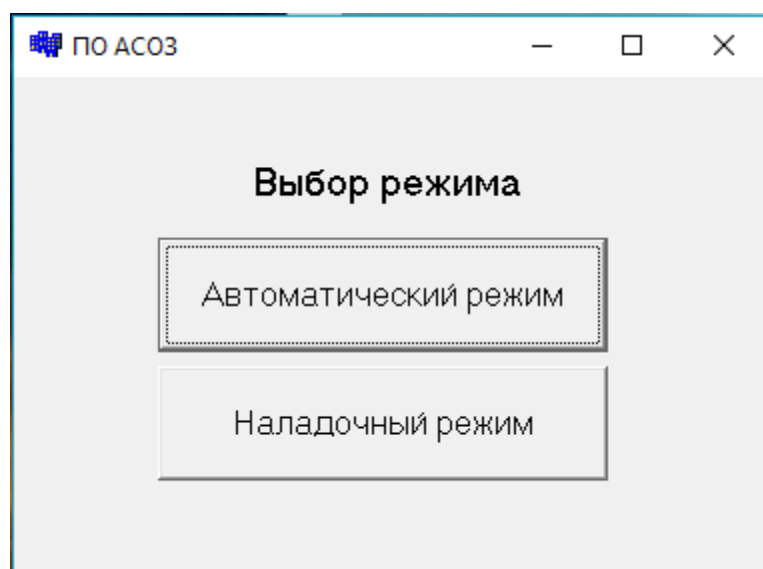


Рисунок 11 – Главный экран ПО АСТЗ

Оператору предоставляется возможность выбора из 2-х режимов работы установки: «Автоматического» и «Наладочного». При нажатии одной из кнопок оператор будет перенаправлен в окно соответствующего режима работы.

Автоматический режим не будет доступен до тех пор, пока не будет произведена наладка оборудования. При этом появится сообщение о необходимости наладки (рисунок 12).

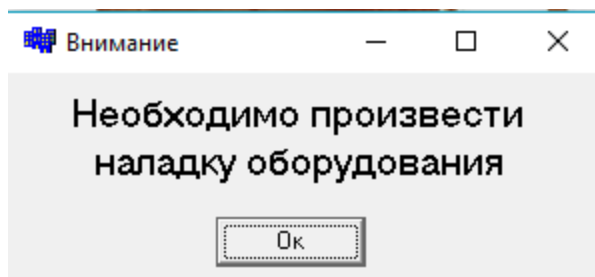


Рисунок 12 – Сообщение о необходимости наладки

Автоматический режим

При нажатии на кнопку «Автоматический режим» оператор переходит в окно, изображенное на рисунке 13.

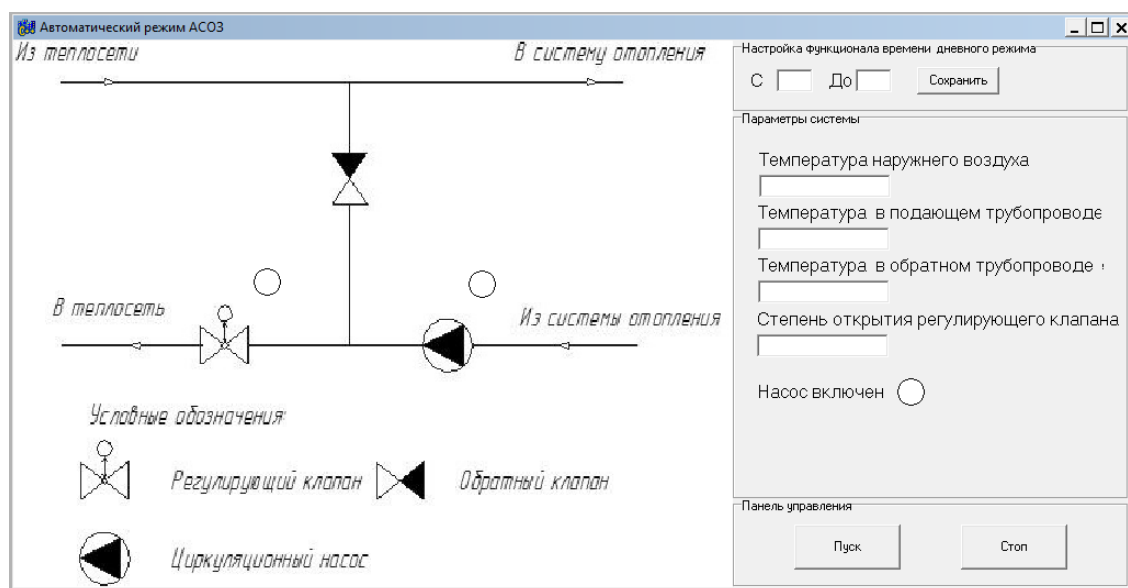


Рисунок 13 – Автоматический режим АСТЗ

В данном окне показана гидросхема подключения исполнительных элементов в системе отопления. На схеме присутствует индикация, расположенная над исполнительными элементами, которая показывает состояния элемента. Если горит красная лампа, то элемент неисправен.

В правом верхнем углу находится панель «Настройка интервала времени функционирования дневного режима». В этой панели оператор обязан вести время включения и отключения дневного режима в 24-часовом формате. Далее оператор должен нажать кнопку «Сохранить». После ввода времени оператор может запустить систему, нажав на кнопку «Пуск», а также оператор может остановить работу системы нажав на кнопку «Стоп». При нажатии на кнопку «Пуск» в панели «Параметры системы» будет отображаться значение температуры с датчиков, а также состояние исполнительных механизмов включение/выключение циркуляционного насоса и положение регулирующего клапана.

Наладочный режим

При нажатии на кнопку «Наладочный режим» оператор переходит в окно, изображенное на рисунке 14.

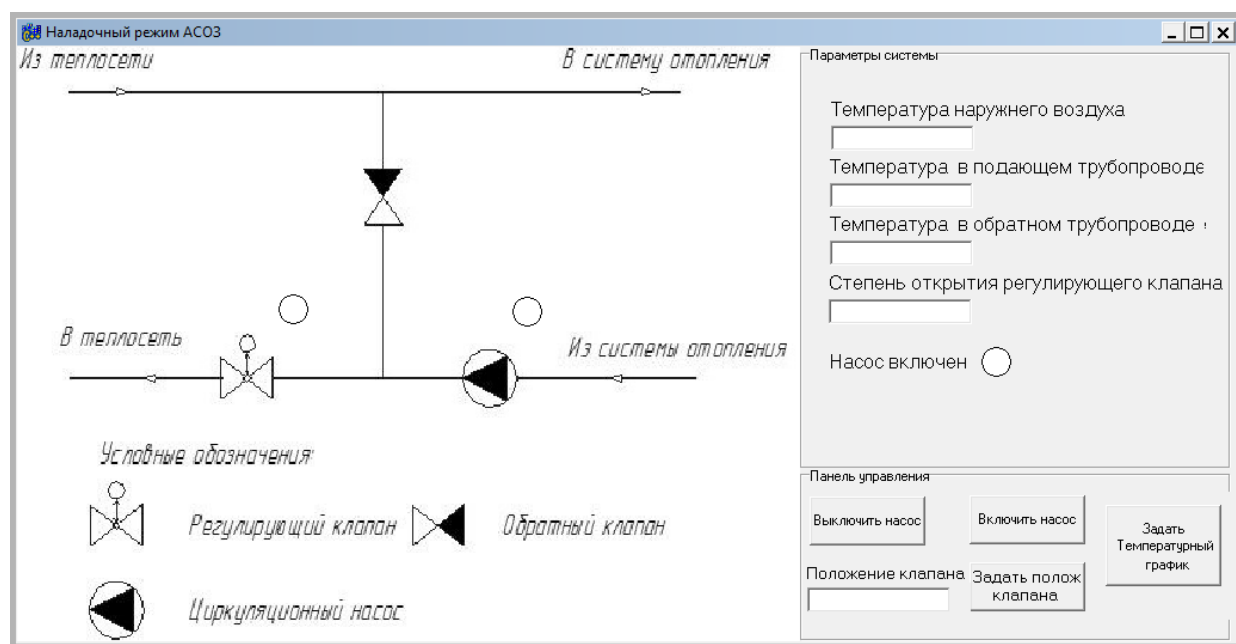


Рисунок 14 – Наладочный режим АСТЗ

В данном окне показана гидросхема подключения исполнительных элементов в системе отопления. На схеме присутствует индикация, расположенная над исполнительными элементами, которая показывает состояния элемента. Если горит зеленая лампа, то элемент работает, а если красная, то элемент не исправен.

В правой половине окна присутствует «Панель управления» где оператор может задать степень открытия клапана (от 0 – закрыто, до 90 – открыто), включить или выключить насос, а также перейти в меню задания температурного графика.

Программное обеспечение будет установлено на имеющийся в наличии у заказчика персональный компьютер типа моноблок фирмы Lenovo.

					<i>15.03.04.2017.4 13.11.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В экономической части выпускного квалификационного проекта следует доказать, что разрабатываемый технический проект является экономически целесообразным, т. е. дает положительный экономический эффект в приемлемые сроки. Для этого необходимо рассчитать два экономических показателя:

А) величину экономического эффекта;

Б) срок окупаемости проекта.

В таблице 1 приведен перечень работ, необходимых для проектирования системы, а также их продолжительность выполнения и требуемых исполнителей.

Таблица 6 – Перечень работ, продолжительности выполнения и исполнители

Номер работы	Наименование работы	Продолжительность работы, дни			Исполнители работы, человек		
		мин.	макс.	ожд.	рук.	инж.	лаб.
1	Разработка задания на проектирование	10	15	12	1	1	-
2	Анализ литературных источников и технической документации	2	3	2	-	1	-
3	Сравнение отечественных и зарубежных технологий и решений	1	2	1	1	1	1
4	Расчёт экономических показателей проекта	3	4	3	1	1	-
5	Разработка схемы автоматизации	1	2	1	1	1	-

Продолжение таблицы 6

6	Разработка блок-схемы	3	4	3	-	1	-
7	Разработка электрической принципиальной схемы	4	5	4	-	1	-
8	Выбор исполнительных устройств системы	2	3	2	-	1	1
9	Выбор контролирующих устройств	2	3	2	-	1	1
10	Выбор управляющего устройства	2	3	2	-	1	1
11	Разработка SCADA-системы	2	3	2	-	1	1
12	Разработка структурно-функциональной схемы	2	3	2	-	1	-
13	Разработка шкафа управления	2	3	2	-	1	-
14	Проведение первичных испытаний	1	3	2	1	1	1
15	Доработка технической части и окончательные испытания	1	1	1	1	1	1

Б) инженер. Это сам дипломник, который разрабатывает проект. Если планируется особо трудоемкая работа, то для ее выполнения можно привлечь еще дополнительных инженеров, то есть будут участвовать 2 или даже 3 инженера;

В) лаборант. Это работник, не имеющий высшего образования. Ему можно поручить выполнения вспомогательных элементов каких-то работ, не требующих высокой профессиональной подготовки: помочь в оформлении чертежей и пояснительной записки, вспомогательное участие в сборке или испытании какого-либо объекта и так далее.

Работы и параметры, занесенные в таблицу 1 являются исходными данными для расчет стоимостных показателей проектирования.

Назначаются должностные оклады работников

Руководители – 30000 руб.;

Инженеры – 20000 руб.;

Лаборанты – 10000 руб.

Определяется коэффициент пересчета реальной численности работников различных категорий к приведенной численности инженеров. Приведение выполняется по величине должностных окладов.

$$K_{\text{рук}} = 30000/20000 = 1,5$$

$$K_{\text{инж}} = 20000/20000 = 1$$

$$K_{\text{лаб}} = 10000/20000 = 0,5$$

Рассчитывается приведенная численность работников работы ij

$$Ч_{ij} = N_{\text{рук}} \cdot K_{\text{рук}} + N_{\text{инж}} \cdot K_{\text{инж}} + N_{\text{лаб}} \cdot K_{\text{лаб}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{рук}}$ – численность руководителей, занятых в работе ij;

$N_{\text{инж}}$ – численность инженеров, занятых в работе ij;

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ				

пункту необходимо разделить на число месяцев существования проекта). Затем все прочие затраты суммируются и делятся на число рабочих дней в месяце:

$$СД_{ПЗ} = \Sigma Z_{\text{ПРОЧ}} / РД. \quad (7)$$

$$СД_{ПЗ} = 30600/25 = 1224 \text{ руб./день}$$

Таблица 7 – Прочие затраты на проектирование

Номер п/п	Наименование затрат	Соотношение затрат	Величина затрат за один месяц, руб.
1	Единый социальный налог	$0,3 \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$	6600
2	Стоимость материалов и покупных изделий, необходимых для проектирования	$(0,15 \dots 0,55) \cdot Z_{\text{осн}}$	3000
3	Накладные расходы	$(0,45 \dots 0,85) \cdot Z_{\text{осн}}$	9000
4	Командировочные расходы	$(0,15 \dots 0,20) \cdot Z_{\text{осн}}$	-
5	Контрагентные услуги сторонних организаций	$(0,20 \dots 0,50) \cdot Z_{\text{осн}}$	4000
6	Стоимость оборудования и приборов необходимых для проектирования	$(0,40 \dots 0,60) \cdot Z_{\text{осн}}$	8000
ИТОГО			30600

Среднедневная стоимость одного инженер-дня определяется как сумма среднедневной заработной платы инженера и среднедневных прочих затрат

$$C_{\text{Инж. дня}} = C_{\text{Дз/п}} + C_{\text{Дпз}}. \quad (8)$$

Например, $C_{\text{Инж. дня}} = 880 + 1224 = 2104$ руб./день.

Сметная стоимость работы рассчитывается как произведение приведенной трудоемкости работы на стоимость одного инженер-дня

$$C_{\text{П}} = T_{\text{П}} \cdot C_{\text{Дирж, дня}} \quad (9)$$

Например, для работы 20 таблицы 8: $C_{\text{П}} = 18 \cdot 2104 = 37872$ руб.

Рассчитывается суммарная сметная стоимость всех работ при разработке проекта, то есть затраты на проектирование ($Z_{\text{пр}}$).

Полученные результаты расчетов заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Трудоемкость и сметная стоимость работ

Номер работы	Ожидаемая продолжительность работы, дн	Категория персонала, чел			Приведенная численность работников, привед. инж.	Приведенная трудоемкость работы, инж.-дн.	Среднедневная стоимость одного инженер-дня, руб./дн.	Сметная стоимость работы, руб.
		Руководите	Инженер	Лаборант				
1	12	1	1	-	2,5	30	2104	60420
2	2	-	1	-	1	2	2104	4028
3	1	1	1	1	3	3	2104	6042
4	3	1	1	-	2,5	7,5	2104	15105
5	1	1	1	-	2,5	2,5	2104	5035
6	3	-	1	-	1	3	2104	6042
7	4	-	1	-	1	4	2104	8056
8	2	-	1	1	1,5	3	2104	6042
9	2	-	1	1	1,5	3	2104	6042
10	2	-	1	1	1,5	3	2104	6042

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 8

11	2	-	1	1	1,5	3	2104	6042
12	2	-	1	-	1	2	2104	4028
13	2	-	1	-	1	2	2104	4028
14	2	1	1	1	3	6	2104	12084
15	1	1	1	1	3	6	2104	12084
16	1	1	1	-	2,5	2,5	2104	5035
17	1	1	1	-	2,5	2,5	2104	5035
18	1	1	1	-	2,5	2,5	2104	5035
19	6	1	1	1	3	18	2104	36252
20	4	2	1	1	4,5	18	2104	36252
21	1	1	1	-	2,5	2,5	2104	5260
Итого								253989

Расчёт сметной стоимости материалов

В таблице 9 представлен перечень материалов и комплектующих, необходимых для строительно-монтажных работ по внедрению проекта, а также их количество и стоимость. Стоимость представленных материальных элементов дана с учетом транспортных затрат.

Таблица 9 – Сводная таблица материалов и комплектующих

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
ОВЕН ДТС015	2	708	1416
ОВЕН ДТС3005	1	944	944
ОВЕН ТРМ 132М	1	13570	13570
КОНТУР КЗР 25-32-22.5-220-А-1-0-0	1	20210	20210
Реле давления Danfoss KPI 35	1	4617	4617
Тепловое реле перегрузки 2,5-4,0А	1	541	1082
Grundfos UPS 32-80 F 220	1	16300	16300
Итого			58139,00

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

Лист

35

Затраты на приобретение материальных элементов (деталей, узлов, комплектующих), которые будут необходимы для создания разработанного объекта $Z_m = 58139$ руб.

Затраты на заработную плату работников, которые будут внедрять проект. Данные затраты можно принять как 40% от материальных затрат

$$Z_{зп} = 0,4 Z_m = 0,4 \cdot 58139 = 23255,6 \text{ руб.}$$

Затраты на внедрение проекта

$$Z_{вн} = Z_m + Z_{зп} = 57678 + 23071,2 = 81394,6 \text{ руб.}$$

В экономической части дипломного проекта следует показать, что разрабатываемый технический проект является экономически целесообразным, т.е. даст положительный экономический эффект в приемлемые сроки. Для этого необходимо рассчитать величину экономического эффекта и срок окупаемости проекта.

Экономический эффект – это разница между ожидаемой экономией от внедрения проекта и ожидаемыми расходами на реализацию проекта.

Экономия – это выгода, полученная после введения автоматизированной системы отопления.

Расход тепла на отопления до введения системы автоматизации равен 34664 ккал/ч. Продолжительность отопительного периода – 218 суток. Тариф на тепловую энергию в Челябинске – 1197,50 руб./Гкал.

Затраты на отопление до введения АСТЗ:
 $34664 \cdot 24 \cdot 218 \cdot 1197,5 / 1000000 = 217181$ руб

При снижении температуры воздуха в помещении до 14 градусов Цельсия в ночное время (с 22 до 8 часов), а также с учётом избавления зданий от перетопов экономия составит 52671 руб.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

Так же необходимо посчитать все затраты, связанные с проектом. Затраты на разработку, внедрение и реализацию проекта вычисляем по формуле:

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{вн}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{сум}}$ – суммарные затраты, связанные с проектом, рублей;

$Z_{\text{пр}}$ – затраты на проектирование, рублей;

$Z_{\text{вн}}$ – затраты на внедрение проекта, рублей;

Затраты на производство готовой продукции ($Z_{\text{пп}}$) не рассчитываются, поскольку данный проект связан только с передачей теплоэнергии.

$$Z_{\text{сум}} = 253989 + 58139 = 312128 \text{ руб.}$$

После расчета ожидаемой экономии и ожидаемых расходов можно приступить к расчету экономического эффекта от внедрения предлагаемого проекта и срока окупаемости проекта.

Если в результате расчета будет получена отрицательная величина, это означает, что в первом году проект не окупился и анализ экономических показателей необходимо продолжить.

Так как Затраты на производство готовой продукции ($Z_{\text{пп}}$) не рассчитываются, срок окупаемости можно посчитать по формуле:

$$\text{Ток} = Z_{\text{сум}} / D = 312128 / 52671 = 5,9 \text{ лет}$$

Экономический эффект от внедрения проекта составит 3946 руб. за шесть лет.

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.04.2017.413.11.00 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной квалификационной дипломной работе проведен анализ объекта автоматизации – системы отопления здания. Учитывая особенности объекта автоматизации, произведено проектирование автоматизированной системы управления процессом теплоснабжения здания. Для этого подобраны датчики и исполнительные устройства для реализации регулирования процесса теплоснабжения здания. Спроектирована система управления, включающая в себя рабочую станцию, промышленный регулятор температуры, датчики и исполнительные устройства. Также разработана система верхнего уровня н

Инвестиции, необходимые для реализации системы составляют 312128 рублей. Применение системы автоматизации позволит экономить более 20% в год за счёт более экономного использования теплоносителя. Период окупаемости системы составляет 5,9 лет.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.04.2017.4 13.11.00 ПЗ

