

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 установка для контроля расходомеров

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ 15.03.04.2017.13-119-1413 ПЗ (ВКР)

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

2017 г.

Руководитель работы
Профессор, д.т.н.
Михаил Михайлович Тверской

2017 г.

Нормоконтролер
Преподаватель
Е.А. Маклакова

2017 г.

Автор работы
студент группы П-455
Дмитрий Сергеевич Баранов

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 Автоматизация

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ В.Р. Гасияров
подпись

«__» 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

Студенту группы П-455 _____ Баранову Дмитрию Сергеевичу _____
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Автоматизированная установка для контроля расходомеров

утверждена приказом по университету от _____ 201_ г. № _____
(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

1.1 Характеристика объекта автоматизации

1.2 Пути автоматизации

1.3 Контроль расходомеров

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

2.1 Разработка структурно-функциональной схемы

2.2 Разработка схемы электрической принципиальной

2.2.1 Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру

2.2.2 Подключение датчиков к микроконтроллеру

2.2.3 Подключение микроконтроллера к напорным насосам

2.3 Разработка печатной платы и печатного узла

2.3.1 Выбор компонентов для печатной платы

2.3.2 Изготовление печатной платы комбинированным позитивным методом

2.4 Разработка алгоритма функционирования системы

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Содержание экономического раздела

3.2 Расчёт сметной стоимости материалов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5 Перечень графического и иллюстративного материала

- 1) Объект автоматизации (формат А1);
- 2) Схема автоматизации (формат А1);
- 3) Структурно-функциональная схема (формат А1);
- 4) Чертеж печатной платы (формат А1);
- 5) Схема электрическая принципиальная (формат А1);
- 6) Чертеж печатного узла (формат А1);
- 7) Блок-схема алгоритма функционирования системы (2 листа А1)
- 8) Техничко-экономические показатели (формат А1).

Всего листов

Согласовано:

Консультант по экономике и
управлению производством:

подпись

Васильев Е.Ж.

Фамилия И.О.

Руководитель _____

подпись

Профессор, д.т.н.

Должность, звание

Тверской М.М.

Фамилия И.О.

Дата выдачи задания « _____ » 201_г.

Задание принял к исполнению студент _____

подпись

Баранов Д.С.

Фамилия И.О.

АННОТАЦИЯ

Баранов Д.С. Автоматизированная установка для контроля расходомеров. – Челябинск: ЮУрГУ, П–455; 2017, 39 с. 8ил., библиогр. список – 5 наим., 14 таб., 9 листов чертежей ф. А1.

Целью работы является разработка автоматизированной установки для контроля расходомеров.

Данная система предназначена для автоматизации технологического процесса контроля параметров расходомеров в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

Использование данной системы позволило увеличить производительность процесса контроля расходомеров и уменьшить влияние человеческого фактора при контроле и дальнейшей обработке полученных данных.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.	Баранов.				<i>Автоматизированная установка для контроля расходомеров</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.	Тверской						3	39
Реценз						ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ)		
Н. Контр.	Маклакова							
Утверд.	Гасияров							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	6
1.1 Характеристика объекта автоматизации.....	6
1.2 Пути автоматизации.....	11
1.3 Контроль расходомеров.....	12
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ	13
2.1 Разработка структурно-функциональной схемы	13
2.2 Разработка алгоритма функционирования системы.....	18
2.3 Разработка схемы электрической принципиальной	19
2.3.1 Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру	20
2.3.2 Подключение датчиков к микроконтроллеру	21
2.3.3 Подключение напорных насосов к микроконтроллеру.....	23
2.4 Разработка печатной платы и печатного узла	25
2.4.1 Выбор компонентов для печатной платы	25
2.4.2 Изготовление печатной платы комбинированным позитивным методом	25
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	27
3.1 Содержание экономического раздела	27
3.2 Расчёт сметной стоимости материалов	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	44

						Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ	4

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов и производств – это внедрение новейших систем промышленной автоматизации, спроектированной на современном техническом уровне с широким применением средств автоматизации – программируемых логических контроллеров, программных комплексов, приборов КИПиА и исполнительных механизмов. Модернизация производства за счет внедрения автоматизированных систем управления позволяет существенно повысить производительность на предприятии и улучшить общую культуру производства.

Автоматизация подразумевает под собой использование новейших технических средств и математических методов управления с целью полного освобождения человека от участия в процессе какого-либо производственного цикла, или частичного уменьшения его влияния, путем выполнения конкретных задач.

В данной выпускной квалификационной работе проектируется автоматизированная установка для контроля расходомеров.

Основными целями создания данной системы является:

- увеличения производительности процесса контроля расходомеров;
- уменьшение влияния человеческого фактора при контроле и дальнейшей обработке полученных данных.

Разработка и проектирование автоматизированной установки для контроля расходомеров включает 3 этапа: анализ объекта автоматизации, проектный и экономический разделы.

											Лист
											5
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ						

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

АУ Контроля Расходомеров предназначена для автоматизации технологического процесса контроля параметров расходомеров в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

1.1 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является установка для контроля расходомеров (Рисунок 1), расположенная по адресу ул. Ленина 85, ауд. 101.

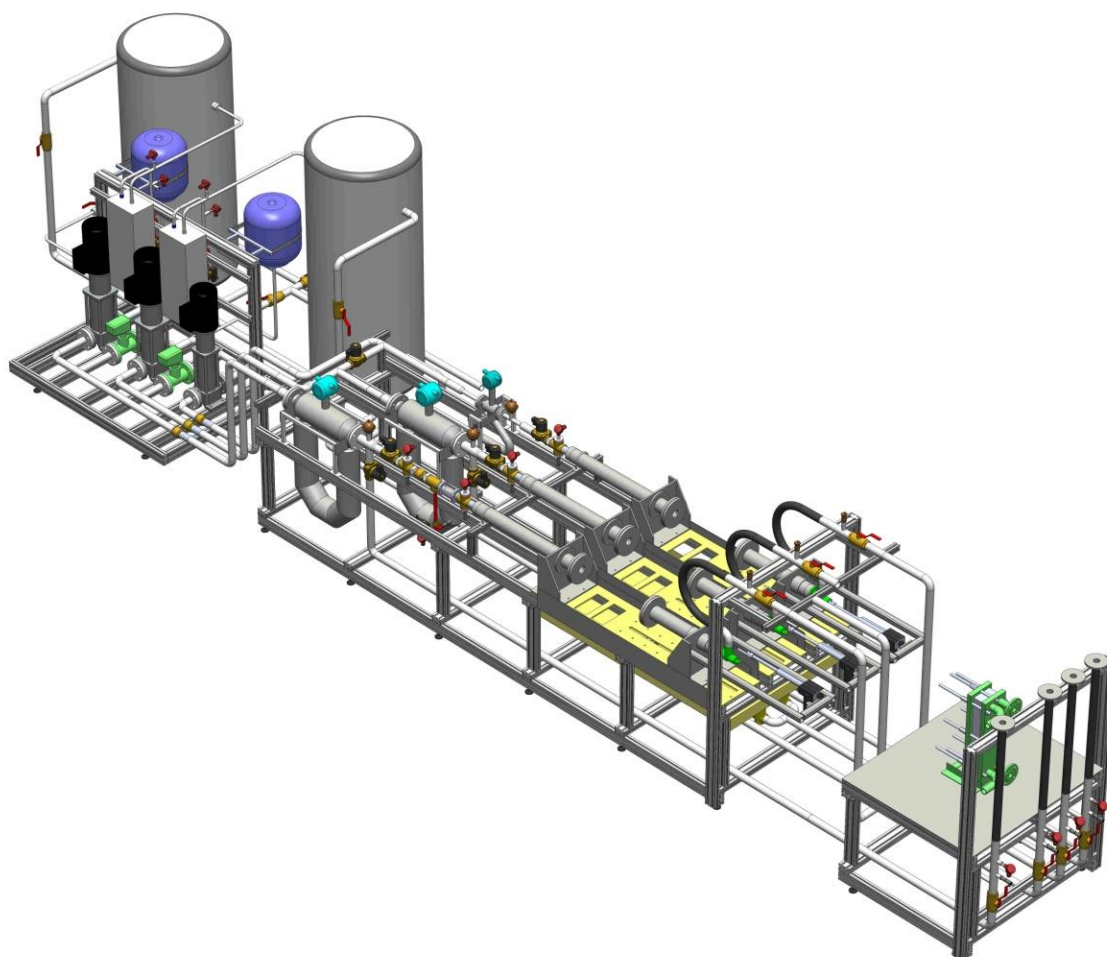


Рисунок 1 – Установка для контроля расходомеров

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

6

АУ Контроля Расходомеров предназначена для технологического процесса контроля параметров испытываемых расходомеров, а именно:

- сбора, обработки, хранения информации, получаемой от оператора АУ Контроля Расходомеров;
- формирования рабочей среды, имеющей следующие параметры:
 1. рабочая среда – вода и водные растворы неагрессивных жидкостей;
 2. диапазон температур рабочей среды 5...90°С;
 3. максимальный массовый расход жидкости (при выходном давлении 0,1МПа (изб.)) – не менее 7,0 кг/с;

максимальное выходное давление – 0,9 МПа (изб.);

- обеспечения выполнения программы контроля расходомеров согласно блок-схеме, представленной в Приложении Б;
- осуществления регистрации, записи и просмотра параметров расходомеров.

Установка состоит из 3 линий контроля, рассчитанных на разные режимы эксплуатации:

- с маленькими расходами (0...0,5 кг/с);
- с большими расходами (0...6,3 кг/с);
- с большими расходами (0...6,3 кг/с) с подмешиванием воздуха.

АУ Контроля Расходомеров должна состоять из следующих частей:

- блока хранения и подготовки рабочей среды;
- программно-технического комплекса измерений, контроля и управления;
- блока гидравлических испытаний.

Блок хранения и подготовки рабочей среды обеспечивает хранение жидкости в накопительной емкости, подогрев до установленной температуры и непрерывную подачу жидкости насосным оборудованием с требуемым расходом и давлением в контур испытаний.

										Лист
										7
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ					

Блок хранения и подготовки рабочей среды имеет следующие основные технические характеристики:

- рабочая среда – вода и водные растворы неагрессивных жидкостей;
- диапазон температур рабочей среды 5...90°C;
- максимальный массовый расход жидкости (при выходном давлении 0,1МПа (изб.)) – 7,0 кг/с;
- плавное регулирование расхода от 0 до 100 %;
- максимальное выходное давление – 0,9 МПа (изб.);
- диапазон допустимых температур окружающей среды при эксплуатации 15...35 °С.

Хранение и подготовка рабочей среды АУ Контроля Расходомеров выполняется за счет следующих основных узлов и элементов:

1) двух электрических напорных насосов CRE10-09 (обозначение М5, М7 (см. Приложение А)) с параметрами:

- максимальный массовый расход жидкости (при выходном давлении 0,1МПа (изб.)) – 7,0 кг/с;
- напряжение питания – 220В 50Гц;
- плавное регулирование расхода в диапазоне от 0 до 100%;
- температура жидкости в диапазоне от 5 до 90°C;
- давление подачи на расходе 1,5 кг/с – не менее 0,9 МПа (изб.).

2) электрического напорного насоса CRE3-19 (обозначение М3 (см. Приложение А)) с параметрами:

- максимальный массовый расход жидкости (при выходном давлении 0,1МПа (изб.)) – не менее 1,5 кг/с;
- напряжение питания – 220В 50Гц;
- плавное регулирование расхода в диапазоне от 0 до 100%;
- температура жидкости в диапазоне от 5 до 95°C;
- давление подачи на расходе 0,5 кг/с – не менее 1,1 МПа (изб.).

										Лист
										8
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата					150304.2017.413.00.02 ПЗ	

3) накопительного бака (2 шт.) с параметрами:

- внутренний объем для жидкости – 500 л.

4) двух электронагревателей ЭВАН В1-6 (обозначение ЕК1, ЕК2 (см. Приложение А)) с параметрами:

- мощность электронагревателя – 6,0 кВт;
- напряжение питания – 220 В 50 Гц.

5) двух циркуляционных насосов ALPHA2 25-60 (обозначение М1, М2 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон рабочих температур от 2 до 110°C;
- максимальный расход – 2,8 м³/ч;
- напряжение питания – 220 В 50 Гц;

6) шести электромагнитных клапанов SL7555F (обозначение YA1-YA6 (см. Приложение А));

7) четырех регулирующих вентелей VFM2 (обозначение М4, М6, М8, М9 (см. Приложение А));

Программно-технический комплекс измерений, контроля и управления предназначен для управления запорно-регулирующими устройствами модуля, регистрации, записи и хранения фактических параметров рабочей среды, а также параметров испытуемого устройства.

Программно-технический комплекс измерений, контроля и управления имеет следующие основные технические характеристики:

- измеряемая температура рабочей среды от 0 до 100°C;
- измеряемый массовый расход рабочей среды от 0 до 6,3 кг/с;
- измеряемое давление рабочей среды – в диапазоне от 0 до 1,0 МПа (изб.);
- диапазон допустимых температур окружающей среды при эксплуатации 15...35°C;

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		9

- допускаемая относительная погрешность измерение расхода среды 0,15%;
- допускаемая относительная погрешность измерения давления среды 0,5%;
- допускаемая погрешность измерения температуры среды 0,5%.

Измерение, контроль и управление АУ Контроля Расходомеров выполняется за счет следующих узлов и элементов:

1) датчиков давления DMP 331 (обозначение ВР1-ВР5 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон измеряемых давлений, не менее 0...1,0 МПа (изб.);
- материал корпуса – коррозионностойкий;
- электрический выход в диапазоне 4...20 мА;
- относительная погрешность в рабочем диапазоне не более 0,5%.

2) датчиков температуры ТС-Б-У (обозначение ВК1-ВК8 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон измеряемых температур 0...100°C;
- материал корпуса – коррозионностойкий;
- погрешность измерения в рабочем диапазоне не более 0,5%.

3) расходомеров кориолисовых ЭМИС-МАСС 260 (обозначение ВН2-ВН3 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон измеряемых расходов 0...10 кг/с;
- материал корпуса – коррозионностойкий;
- электрический выход в диапазоне 4...20 мА;
- основная относительная погрешность не более 0,15%.

4) расходомеров кориолисовых ЭМИС-МАСС 260 (обозначение ВН1 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон измеряемых расходов 0...0,5 кг/с;
- материал корпуса – коррозионностойкий;

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		10

- электрический выход в диапазоне 4...20 мА;
- основная относительная погрешность не более 0,15%.

5) термоанемометрического датчика расхода воздуха (обозначение ВN4 (см. Приложение А)) с параметрами:

- диапазон измеряемых расходов 0...300 л/мин;
- материал корпуса – коррозионноустойчивый;
- электрический выход в диапазоне 4...20 мА;
- основная относительная погрешность не более 1,0%.

б) операторской станция для управления АУ Контроля Расходомеров.

Блок гидравлических испытаний имеет следующие основные технические характеристики:

- максимальный условный диаметр присоединяемых приборов – 80мм;
- рабочая среда – вода и водные растворы неагрессивных жидкостей;
- диапазон температур рабочей среды 5...90°С;
- максимальный массовый расход жидкости по двум линиям –7,0 кг/с, по третьей линии – не менее 1,5кг/с;
- максимальное давление рабочей среды –1,0 МПа (изб.);
- диапазон допустимых температур окружающей среды при эксплуатации 15...35 °С.

1.2 Пути автоматизации

Автоматизация процесса контроля расходомеров подразумевает под собой создание микроконтроллерного блока, который позволит решать следующие задачи:

- управление процессом автоматического нагрева рабочего тела;
- управление процессом автоматического заполнения трубопроводов путем открытия нужных электромагнитных клапанов и включения насосов;

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		

- разработка прикладного программного обеспечения для обработки данных, полученных с испытуемого и эталонного расходомеров, датчиков температуры и давления, а также вывода результата обработки на экран операторской станции и сохранение результата в архив.

1.3 Контроль расходомеров

Определение погрешности измерения массового расхода (массы) может производиться одним из следующих методов:

- на поверочной установке методом сличения с эталонным массовым расходомером или эталонным расходомером, измеряющим объем, и эталонным ареометром;
- на поверочной установке весовым методом;
- на установке с мерными емкостями и образцовым ареометром.

В данной системе используется первый из описанных методов.

Основная относительная погрешность измерения массового расхода (δ_T) рассчитывается по формуле:

$$\delta_T = 100 \cdot (Q_{И} - Q_{Э}) / Q_{Э}, \% \quad (1)$$

где $Q_{И}$ – значение расхода по показаниям расходомера, кг/с;

$Q_{Э}$ – значение расхода, измеренное эталонным расходомером, кг/с.

В качестве $Q_{И}$ и $Q_{Э}$ следует принять среднее значение, рассчитанное по количеству значений, указанных оператором системы (рекомендуется не менее, чем по 10 значениям расхода).

Для данных измерительных устройств погрешность должна иметь значение не больше 0,5 % или даже 0,1 %.

					<i>150304.2017.413.00.02 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Недокум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

2.1 Разработка структурно-функциональной схемы

Структурно-функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами телемеханики и вычислительной техники).

Функциональные схемы представляют собой чертежи, на которых при помощи условных изображений показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники и другие агрегатные комплексы с указанием связей между приборами и средствами автоматизации, таблицы условных обозначений и пояснения к схеме.

В нашем случае основным элементом системы являются эталонные расходомеры (обозначение ВN1-ВN3 (см. Приложение А)).

В качестве эталонных расходомеров выступают кориолисовы расходомеры ЭМИС-МАСС 260, внешний вид которых приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид расходомера ЭМИС-МАСС 260

										Лист
										13
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ					

Технические характеристики расходомера ЭМИС-МАСС 260 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики расходомера ЭМИС-МАСС 260

Диаметр условного прохода	80 мм
Диапазон расхода	1600...90000 кг/ч
Класс точности	0,15
Максимальное давление измеряемой среды	1,6 МПа
Температура измеряемой среды	- 50...+100 °С
Выходной сигнал постоянного тока	4...20 мА
Напряжение питания	24В постоянного тока
Устойчивость к воздействию внешнего магнитного поля	до 40 А/м, 50 Гц
Степень защиты корпуса	IP65

Габаритные размеры расходомера ЭМИС-МАСС 260 приведены на рисунке 3.

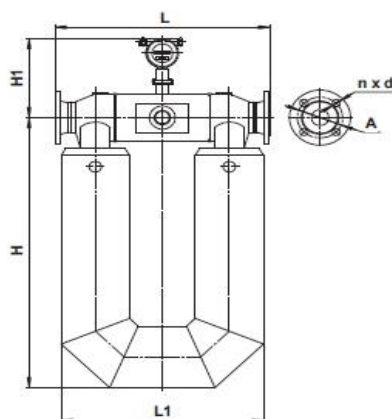


Рисунок 3 – Габаритные размеры расходомера ЭМИС-МАСС 260
 где L=780 мм, L1=710 мм, H=1040 мм, H1=320 мм, A=160 мм, d=18 мм,
 n=8 мм

Технология расходомера ЭМИС-МАСС 260 приведена на рисунке 9.

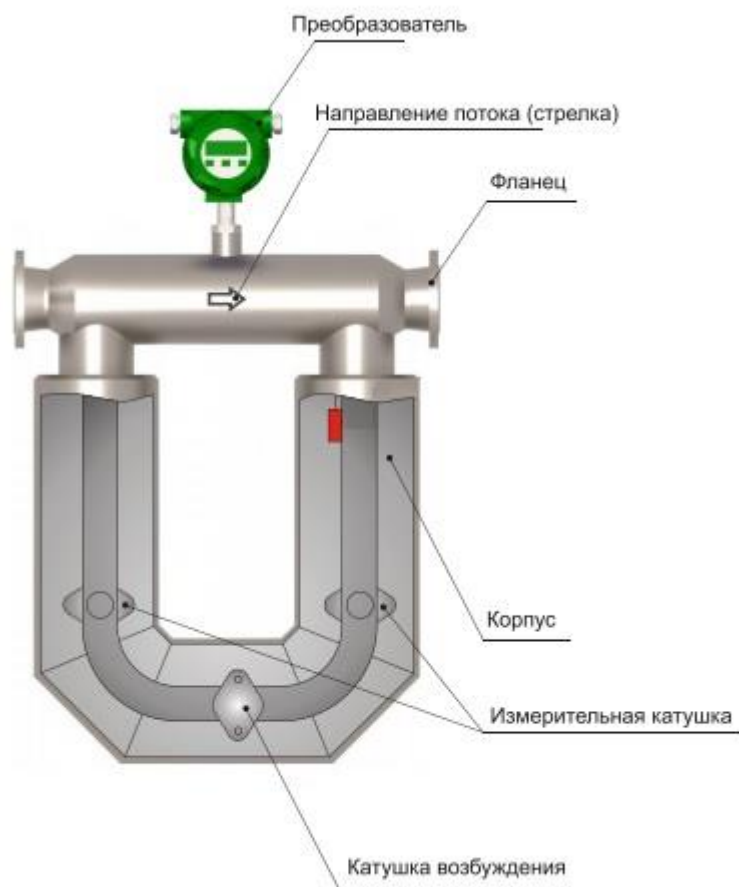


Рисунок 9 – Технология расходомера ЭМИС-МАСС 260

Измерительные катушки устанавливают на боковых ответвлениях одной расходомерной трубки, а магниты устанавливают на боковых ответвлениях противоположащей расходомерной трубке.

Каждая катушка движется в однородном магнитном поле соседнего магнита. Напряжение, генерируемое каждой измерительной катушкой, создает синусоидальное колебание отражающее движение одной трубки относительно другой.

В условиях отсутствия потока эффект Кориолиса не возникает. Как следствие, Движения на входном и на выходном концах трубки находятся в одной фазе, синусоидальные колебания совпадают. При наличии потока синусоидальные

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

15

колебания различаются по фазе, поскольку сигнал на выходной ветви запаздывает относительно сигнала на ветви на выходе. Время запаздывания измеряется в микросекундах и всегда пропорционально массовому расходу.

Микроконтроллерный блок должен обеспечивать съем, обработку и запись данных с датчиков, а также передачу данных на операторскую станцию, с которой также осуществляется управление различными операциями. На экранные операторской станции оператор может отслеживать протекание процесса сбора, обработки и записи данных, а в случае каких-либо неисправностей – будет оповещен об их возникновении.

Основным вычислительным модулем системы должен быть микроконтроллер. Микроконтроллер должен обладать:

- высокой производительностью;
- низким показателем электропотребления;
- достаточным объемом внутренней памяти.

Наиболее подходящим вариантом является микроконтроллер ATmega128-16AU компании Atmel. Его основные характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики ATmega128-16AU

Производитель	Atmel Corporation
Наименование	ATMEGA128-16AU
Ядро	AVR 8-bit
Flash-память	128 КВ
Объем RAM-памяти	4К×8
Объем EEPROM-памяти	4К×8
Количество линий ввода/вывода	53
Тактовая частота	16 МГц
Каналы ШИМ	2
Тип подключения	I ² C, SPI, UART/USART

					<i>150304.2017.413.00.02 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Недокум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

Продолжение таблицы 2

Преобразователь данных	A/D 8×10b
Напряжения питания	4,5В...5,5В
Температурный диапазон	От -40°С до 85°С

Обмен данными между датчиками и микроконтроллерным блоком согласовать с использованием преобразования аналогового токового сигнала 4...20 мА в сигнал 0...5 В.

Структурно-функциональная схема, отражающая функциональную взаимосвязь между компонентами системы, представлена в приложении В.

2.2 Разработка алгоритма функционирования системы

Работа автоматизированной установки для контроля расходомеров должна обеспечиваться по следующему алгоритму:

- Оператор на операторской станции устанавливает число уставок, контролируемые значения по расходу, требуемую температуру рабочей среды, допуски по температуре и по расходу, выдержки времени и число измерений;
- Включение циркуляционного насоса и трубчатого электронагревателя, открытие электромагнитного клапана контура нагрева;
- Отключение циркуляционного насоса и трубчатого электронагревателя, закрытие электромагнитного клапана контура нагрева по достижению на датчиках температуры требуемого значения;
- Открытие электромагнитного клапана контура контроля;
- По обнулению расхода через эталонный расходомер включается напорный насос;
- Устанавливается скорость работы напорного в зависимости от данных, полученных от оператора;

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		18

- С заданным интервалом времени заданное число раз происходит сохранение на операторской станции значений расхода по эталонному расходомеру и по испытуемому, а также значение давления и значения температуры по соответствующим датчикам;
- Если не осуществлен контроль во всем диапазоне измеряемых расходов, то устанавливается следующая уставка на напорный насос, и происходит переход к пункту б алгоритма;
- Отключение напорного насоса;
- Закрытие электромагнитного клапана контура контроля по обнулению расхода через эталонный расходомер.

По описанным выше действиям, был разработан алгоритм функционирования всей системы, который представлен в Приложении Б.

2.3 Разработка схемы электрической принципиальной

Разработаем электрическую принципиальную схему пульта управления в соответствии с функциональными требованиями, указанными на структурно-функциональной схеме (Приложение А).

Основным компонентом пульта управления является, как уже сказано ранее, микроконтроллер ATMEGA128-16AU, основные характеристики которого представлены в таблице 2. Расположение выводов микроконтроллера ATMEGA128-16AU представлено на рисунке 4.

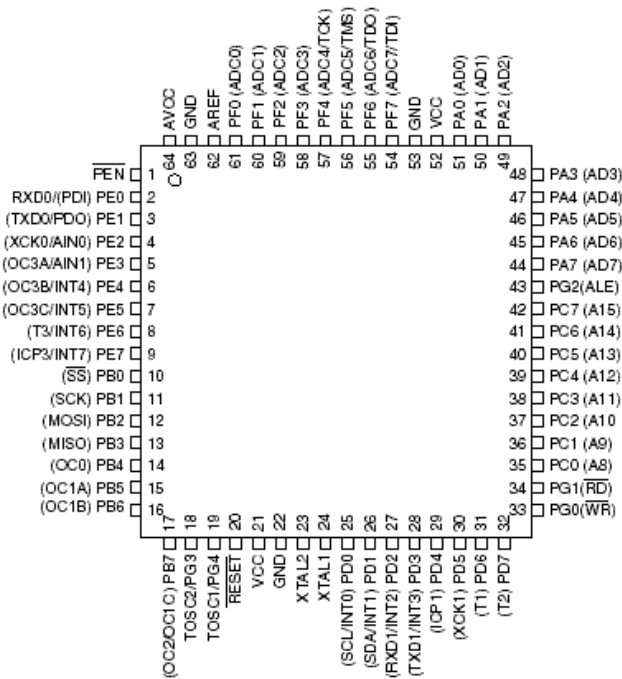


Рисунок 4 - Расположение выводов микроконтроллера ATMEGA128-16AU

2.3.1 Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру

Кварцевые резонаторы предназначены для использования в аналогово-цифровых цепях для стабилизации и выделения электрических колебаний определённой частоты или полосы частот. Выбираем кварцевый резонатор НС-49S на 12 МГц, аббревиатура S означает усеченный. Схема подключения кварцевого резонатора к микроконтроллеру представлена на рисунке 5. Номиналы емкостей конденсаторов C1 и C2 выбраны согласно рекомендации производителя микроконтроллера и составляют 22 пФ. Кварцевый резонатор подключается к выводам XTAL1 и XTAL2 микроконтроллера.

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

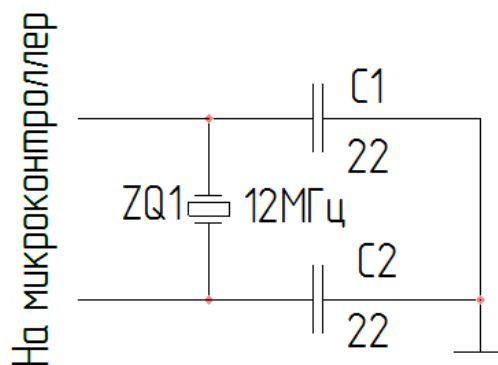


Рисунок 5 - Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру

2.3.2 Подключение датчиков к микроконтроллеру

Так как в системе имеется 17 датчиков с аналоговым выходом, а микроконтроллер оснащен 8 аналоговыми входами, то будем использовать микросхему CD4051, которая представляет собой аналоговый мультиплексор/демультиплексор. Основные параметры микросхемы CD4051 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные параметры микросхемы CD4051

Упит.раб.*	3-15V
Ток потребления	<0,2мА
Типовое сопротивление открытого канала	125 ом
Уровни сигналов	КМОП (CD40xx/K561)
Диапазон температур	-10..+70°C
Корпус	SO-16

Расположение выводов микросхемы CD4051 представлено на рисунке 6.

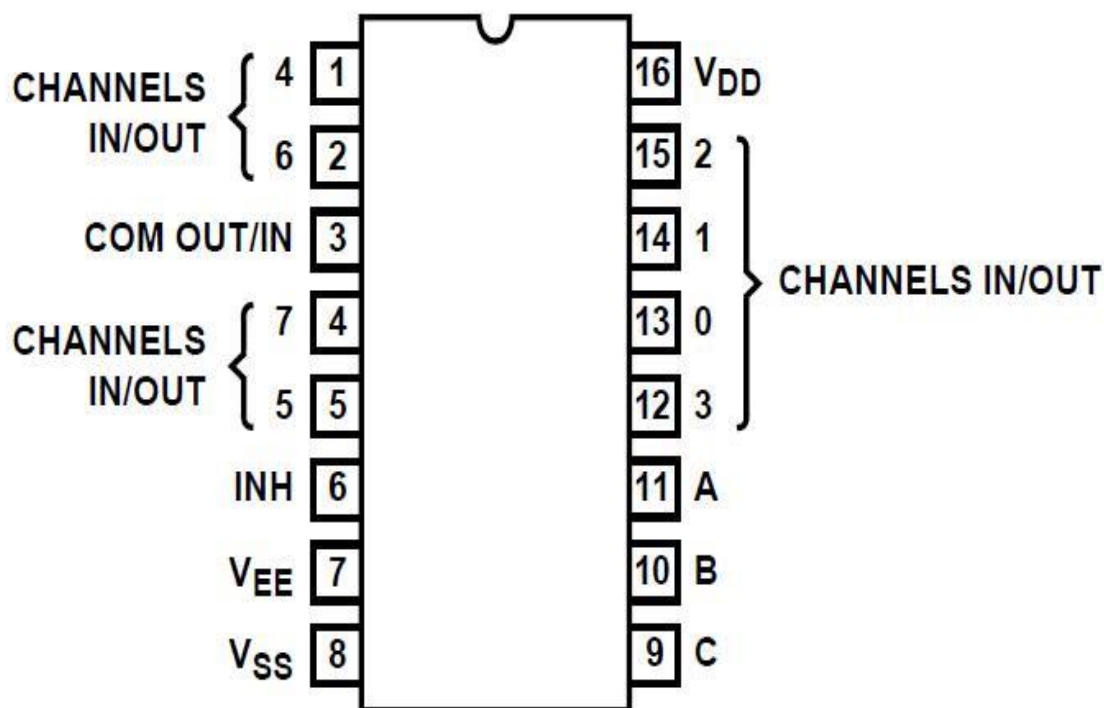


Рисунок 6 - Расположение выводов микросхемы CD4051

Назначение выводов микросхемы CD4051 представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Назначение выводов микросхемы CD4051

Вывод микросхемы	Назначение вывода
1-2	Вход/выход сигнала
3	Вход/выход сигнала общий
4-5	Вход/выход сигнала
6	Вход разрешения
7	Питание аналоговое(минус)
8	Общий
9-11	Вход управления
12-15	Вход/выход сигнала
16	Питание

К выводам 1-2, 4-5 и 12-15 микросхемы будут подключаться датчики, к выводам 9-11 подключается микроконтроллер для опрашивания микросхемы, который будет считывать при этом значение с вывода 3 микросхемы.

2.3.3 Подключение напорных насосов к микроконтроллеру

Так как насосы оборудованы последовательным интерфейсом RS-485, то обмен данными между микроконтроллером и напорными насосами согласуем с использованием приемопередатчика МАХ485, основные технические параметры которого представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные технические параметры приемопередатчика МАХ485

Количество приемо/передатчиков	1/1
Скорость передачи, Мбит/с	0,25
Режим работы	дуплекс
Время реакции приемника, нс	2000
Время реакции передатчика, нс	2500
Напряжение питания, В	5
Температурный диапазон, °С	(0...70) °С
Тип корпуса	dip8

Расположение выводов микросхемы МАХ485 представлено на рисунке 7.

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

23

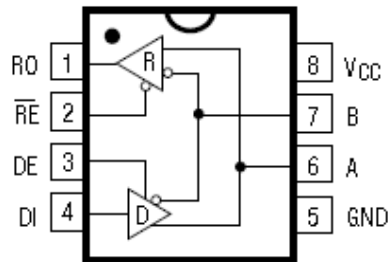


Рисунок 7 - Расположение выводов микросхемы MAX485

Назначение выводов микросхемы MAX485 представлено в таблице 6.

Таблица 6 - Назначение выводов микросхемы MAX485

Вывод микросхемы	Назначение вывода
RO	Выход приемника
DI	Вход передатчика
RE	Разрешение на прием
DE	Разрешение на передачу
A	Прямой вход/выход
B	Инверсный вход/выход

Схема подключения микроконтроллера к напорным насосам представлена на рисунке 8.

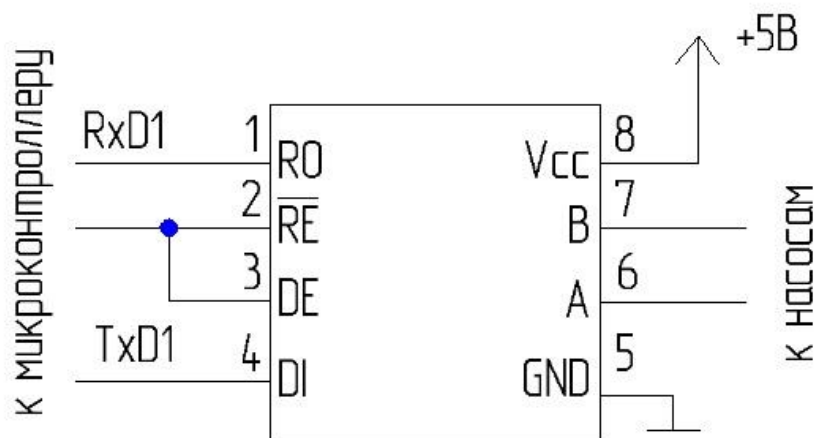


Рисунок 8 - Схема подключения микроконтроллера к напорным насосам

2.4 Разработка печатной платы и печатного узла

Проектирование схемы электрической принципиальной и печатной платы будем выполнять в прикладном программном продукте DipTrace. Проектирование схемы электрической принципиальной выполняется в программном продукте DipTraceSchematicCapture, а проектирование печатной платы – в программном продукте DipTracePCBLayout. Библиотека данного ПО довольно объемная и включает большинство современных корпусов микросхем.

Прикладной программный продукт DipTrace бесплатно предоставляется для некоммерческого использования с ограничением в 1000 выводов и 2 сигнальных слоя.

2.4.1 Выбор компонентов для печатной платы

Выбор компонентов для печатной платы осуществлялся с учетом их доступности для последующей покупки с целью расчета стоимости всей печатной платы.

2.4.2 Изготовление печатной платы комбинированным позитивным методом

Комбинированный позитивный метод - применяется при производстве двусторонних печатных плат, выполненных методом попарного прессования.

Этапы комбинированного позитивного метода:

- нарезка технологических заготовок;
- очистка поверхности фольги (дезоксидация);
- сверление отверстий (подлежащих металлизации) на станках с ЧПУ;
- активация поверхности под химическую металлизацию;

										Лист
										25
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ					

- тонкая химическая металлизация (до 1 мкм) или палладирование при использовании технологического процесса прямой металлизации отверстий;
- предварительная тонкая гальваническая металлизация (до 6 мкм);
- нанесение и экспонирование фоторезиста через фотошаблон-позитив;
- основная гальваническая металлизация (до 25 мкм толщины меди внутри отверстий);
- нанесение металлорезиста;
- удаление экспонированного фоторезиста;
- травление обнаженных участков тонкой фольги между элементами печатного рисунка;
- удаление металлорезиста;
- нанесение контактных покрытий на концевые печатные ламели;
- отмывка платы, сушка;
- нанесение паяльной маски;
- нанесение финишного покрытия на контактные площадки;
- обрезка платы по контуру;
- электрическое тестирование, контроль.

Класс точности изготовления печатной платы – 3.

Проектирование печатного узла позволит нам определить все габаритные размеры печатной после установки на нее компонентов.

Печатная плата микроконтроллерного блока автоматизированной установки для контроля расходомеров представлена в приложении Г.

Печатный узел пульта управления процессом контроля крупногабаритных деталей представлен в приложении Д.

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		26

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Содержание экономического раздела

Экономическая составляющая является неотъемлемой частью абсолютно любого проекта по созданию автоматизированной системы. Данный раздел позволяет выявить экономическую обоснованность создания данной АС.

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

Таблица 7 – 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	-

Продолжение таблицы 7

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	-
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	Разработка SCADA-системы	2	3	2	-	1	1

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

28

11	Написание листинга программы	4	5	4	-	1	-
----	------------------------------------	---	---	---	---	---	---

					<i>150304.2017.413.00.02 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Недокум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		29

Продолжение таблицы 7

12	Разработка структурно-функциональной схемы	2	3	2	-	1	-
13	Разработка печатной платы	2	3	2	-	1	-
14	Разработка печатного узла	2	3	2	-	1	-
15	Проведение первичных испытаний	1	3	2	1	1	1
16	Доработка технической части и окончательные испытания	1	1	1	1	1	1
17	Утверждение технической части	1	1	1	1	1	-
18	Утверждение экономической части	1	1	1	1	1	-
19	Нормоконтроль и проверка на антиплагиат	1	1	1	1	1	-

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

30

20	Оформление графической части проекта	5	8	6	1	1	1
----	--	---	---	---	---	---	---

					<i>150304.2017.413.00.02 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Недокум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

Продолжение таблицы 7

21	Оформление пояснительной записки проекта	3	5	4	2	1	1
22	Защита проекта	1	1	1	1	1	-

Ожидаемая продолжительность работы рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{\text{ожид}} = 0,6 t_{\text{мин}} + 0,4 t_{\text{макс}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{мин}}$ – минимальная продолжительность работы;

$t_{\text{макс}}$ – максимальная продолжительность работы.

Полученные дробные значения ожидаемой продолжительности работы рекомендуется округлять до ближайшей целой величины.

Третьим шагом по заполнению таблицы является выбор исполнителей работ.

В процессе создания технического проекта будут принимать участие три категории работников:

А) руководители. Это непосредственный руководитель диплома от выпускающей кафедры, консультант по экономической части проекта;

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 расчета 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 по формуле:

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

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

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

$N_{\text{лаб}}$ – численность лаборантов, занятых в работе ij .

Например, для работы 21 в таблице 7: $Ч_{21} = 2 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,5 = 4,5_{\text{привед. инж.}}$

Расчет приведенной трудоемкости работы ij (в инженер-днях) рассчитывается по формуле:

$$T_{ij} = Ч_{ij} \cdot t_{\text{ожид.}} \quad (4)$$

									Лист
									33
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ				

Например, для работы 21 в таблице 7: $T_{21} = 4,5 \cdot 4 = 18$ инж. днях.

Среднедневная заработная плата инженера, то есть сколько получает инженер за один рабочий день рассчитывается по формуле:

$$СД_{з/п} = (З_{осн} + З_{доп}) / РД \quad (5)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата в месяц. Назначается ведущим инженером проекта;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, которая может быть рассчитана по формуле:

$$З_{доп} = (0,1 \dots 0,12) \cdot З_{осн} \quad (6)$$

$РД$ – число рабочих дней в месяце.

Например, $СД_{з/п} = (20000 + 2000) / 25 = 880$ руб./день.

Среднедневные прочие затраты.

Перечень прочих затрат на проектирование представлен в таблице 8. Данные затраты могут быть рассчитаны по представленным в таблице 8 формулам относительно основной и дополнительной зарплаты в месяц, а могут рассчитываться по фактическим затратам, величину которых, можно взять на конкретном предприятии. При этом необходимо помнить, что величина реальных затрат должна браться за месяц (величину прочих затрат на весь проект по каждому пункту необходимо разделить на число месяцев существования проекта). Затем все прочие затраты суммируются и делятся на число рабочих дней в месяце:

$$СД_{пз} = \Sigma Z_{проч} / РД \quad (7)$$

Например, $СД_{пз} = 44600/25 = 1790$ руб./день

										Лист
										34
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата						

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Таблица 8 – Прочие затраты на проектирование

Номер п/п	Наименование затрат	Соотношение затрат	Величина затрат за один месяц, руб.
1	Единый социальный налог	$0,3 \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$	6600
2	Стоимость материалов и покупных изделий, необходимых для проектирования	$(0,15 \dots 0,55) \cdot Z_{осн}$	6000
3	Накладные расходы	$(0,45 \dots 0,85) \cdot Z_{осн}$	14000
4	Командировочные расходы	$(0,15 \dots 0,20) \cdot Z_{осн}$	-
5	Контрагентные услуги сторонних организаций	$(0,20 \dots 0,50) \cdot Z_{осн}$	8000
6	Стоимость оборудования и приборов необходимых для проектирования	$(0,40 \dots 0,60) \cdot Z_{осн}$	10000
ИТОГО			44600

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

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

Например, $C_{Динж. дня} = 880 + 1790 = 2670$ руб./день.

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

$$C_{P-II} = T_{II} \cdot C_{Динж. дня} \quad (9)$$

Например, для работы 21 таблицы 7: $СР_{П} = 18 \cdot 2670 = 48060$ руб.

Рассчитывается суммарная сметная стоимость всех работ при разработке проекта, то есть затраты на проектирование ($З_{ПР}$).

Полученные результаты расчетов заносятся в таблицу 13.

Таблица 9 – Трудоемкость и сметная стоимость работ

Номер работы	Ожидаемая продолжительность работы, дн	Категория персонала, чел			Приведенная численность работников, привед. инж.	Приведенная трудоемкость работы, инж.-дн.	Сметная стоимость работы, руб.
		Руководитель	Инженер	Лаборант			
1	12	1	1	-	2,5	30	80100
2	2	-	1	-	1	2	5340
3	1	1	1	1	3	3	8010
4	3	1	1	-	2,5	7,5	20025
5	1	1	1	-	2,5	2,5	6675
6	3	-	1	-	1	3	8010
7	4	-	1	-	1	4	10680
8	2	-	1	1	1,5	3	8010
9	2	-	1	1	1,5	3	8010
10	2	-	1	1	1,5	3	8010
11	4	-	1	-	1	4	10680
12	2	-	1	-	1	2	5340

Продолжение таблицы 9

13	2	-	1	-	1	2	5340
14	2	-	1	-	1	2	5340
15	2	1	1	1	3	6	16020
16	1	1	1	1	3	3	8010
17	1	1	1	-	2,5	2,5	6675
18	1	1	1	-	2,5	2,5	6675
19	1	1	1	-	2,5	2,5	6675
20	6	1	1	1	3	18	48060
21	4	2	1	1	4,5	18	48060
22	1	1	1	-	2,5	2,5	6675
Итого							336420

3.2 Расчёт сметной стоимости материалов

В таблице 6 представлен перечень материалов и комплектующих, необходимых для строительного-монтажных работ по внедрению проекта, а также их количество и стоимость. Стоимость представленных материальных элементов дана с учетом транспортных затрат.

Таблица 10 – Сводная таблица материалов и комплектующих

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед., тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
Микроконтроллер Atmega128	1	540,00	540,00
Операционный усилитель LM358	20	22,00	440,00
Резистор 0.5 Вт 2512 240 Ом	20	2,00	40,00
Резистор 0.5 Вт 2512 2кОм	20	2,00	40,00

Продолжение таблицы 10

Резистор 0.5 Вт 2512 1.5 кОм	40	2,00	80,00
Резистор 0.5 Вт 2512 1.2 кОм	20	2,00	40,00
Конденсатор 100мкФ X7R 10% 1кВ 2220, GRM55DR73A104K	1	85,00	85,00
Конденсатор ЕСАР (К50-35), 1000 мкФ, 10 В	1	58,00	58,00
Конденсатор 1мкФ X7R 10% 1кВ 2220, GRM55DR73A104K	3	44,00	132,00
Конденсатор 22пФ X7R 10% 1кВ 0805, GRM2195C2D220J	2	5,00	10,00
Конденсатор 0.1мкФ X7R 10% 1кВ 2220, GRM55DR73A104K	5	34,00	238,00
Конденсатор 4.7мкФ X7R 10% 1кВ 2220, GRM55DR73A104K	2	48,00	96,00
Кнопка 1571563-9 (FSM8JSMATR)	1	47,00	47,00
Кварцевый резонатор НС-49SM 1.6МГц	1	15,00	15,00
Стабилитрон 2С147А	10	6,00	60,00
Стабилизатор МС78L06АВРG	1	17,00	17,00

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

38

Продолжение таблицы 10

Трансформатор ОСО-0.25 20/24В	1	810,00	810,00
Диодный мост GBU606	1	240,00	240,00
Микросхема МАХ809SQ463Т1G	1	120,00	120,00
DC-DC преобразователь ТМА 2412D	1	480,00	480,00
Микросхема FT232R	1	380,00	380,00
Микросхема МАХ4081ТАСА	14	150,00	2100,00
Микросхема МАХ485СРА	3	65,00	195,00
Микросхема CD4051BE	3	13,00	39,00
Реле 801Н-1С-С 05VDC	7	140,00	980,00
Разъем mini-USB на плату SMT	1	130,00	130,00
Разъем PBS2-2 (DS1026-01 -1x2S)	40	12,00	480,00
Напорный насосы CRE10-09	2	242500,00	485000,00
Конструкция	1	10000,00	10000,00
Напорный насос CRE3-19	1	136000,00	136000,00
Кориолисовый расходомер ЭМИС-МАСС 260	3	236000,00	708000,00
Датчик температуры ТС-Б-У	8	1500,00	12000,00
Датчик давления DMP 331	5	14000,00	70000,00
Электромагнитный клапан SL7555F	6	15500,00	93000,00
Трубчатый электронагреватель ЭВАН В1-9	2	16590,00	33180,00
Накопительный бак	2	7500,00	15000,00
Регулирующий вентиль VFM 2	4	80000,00	320000,00
Итого			1890072,00

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

150304.2017.413.00.02 ПЗ

Лист

39

Затраты на приобретение материальных элементов (деталей, узлов, комплектующих), которые будут необходимы для создания разработанного объекта $Z_m = 1890072,00$ руб.

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

$$Z_{zp} = 0,4 Z_m = 0,4 \cdot 1890072 = 756028,8 \text{ руб.}$$

Затраты на внедрение проекта

$$Z_{вн} = Z_m + Z_{zp} = 1890072 + 756028,8 = 2646100,8 \text{ руб.}$$

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 ожидаемыми доходами от внедрения проекта и ожидаемыми расходами на реализацию проекта.

Доход – это сумма денег, полученная после реализации произведенных товаров или услуг. Рассчитывается по формуле:

$$D = P \cdot Q, \tag{9}$$

где P – рыночная цена контроля расходомера;

Q – количество контролируемых расходомеров предприятием за год.

$$D = 1000 \cdot 1584 = 1584000,00 \text{ руб.}$$

									Лист
									40
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 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 контролем расходомеров.

Затраты на внедрение проекта определим по формуле:

$$Z_{\text{вн}} = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{м}}$ – затраты на приобретение необходимого для внедрения проекта оборудования с учетом его доставки, рублей;

$Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату работников, которые будут внедрять проект, рублей.

$$Z_{\text{сум}} = 336420 + 2646100,8 = 2982520,8 \text{ руб.}$$

После расчета ожидаемых доходов 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.

Экономический эффект первого года проекта:

										Лист
										41
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ					

$$\text{Э1} = \text{Д}_1 - \text{З}_{\text{сум}} = 1584000 - 2982520,8 = -1398520,8 \text{ руб.}$$

Полученное отрицательное значение говорит о том, что за первый год проект не окупится.

Рассмотрим второй год:

$$\text{Э2} = 1584000 - 1398520,8 = 185479,2 \text{ руб.}$$

Положительное значение полученного результата говорит о том, что проект окупится во втором году, но на окупаемость пойдет не весь год, а только его часть. Следовательно, срок окупаемости составит:

$$\text{T}_{\text{ок}} = 1 + \text{d} / \text{D2} = 1 + 1398520,8 / 1584000 = 1,9 \text{ года}$$

Экономический эффект от внедрения проекта составит 185479,2 руб. за два года.

По результатам расчетов можно утверждать, что разработанный проект является экономически целесообразным и может быть рекомендован к внедрению.

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		42

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная установка для контроля расходомеров.

Для данной системы была разработана структурно-функциональная схема, схема функциональная, схема электрическая принципиальная, печатная плата и печатный узел.

На основе блок-схемы алгоритма работы системы было разработано программное обеспечение для микроконтроллера ATmega128.

При выполнении работы использовались различные стандарты (например, ГОСТ 21.408 – 93 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»). Данные о ценах на оборудование были получены с соответствующих страниц интернет-магазинов, а данные о технических характеристиках – с интернет-сайтов производителей соответствующего оборудования.

В организационно – экономической части был приведен полный расчет себестоимости и прочих расходов. Экономический эффект от внедрения проекта составит 2982520,8 рублей за один год.

По результатам расчетов можно утверждать, что разработанный проект является экономически целесообразным и может быть рекомендован к внедрению.

					150304.2017.413.00.02 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		43

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / сост. Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

2 Огарков, С.Ю. Оформление курсовых и дипломных проектов по специальности 210200 “Автоматизация производственных процессов и производств”: Учебно-методическое пособие / Огарков С.Ю., Виноградова Н.В. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. — 54с.

3 ГОСТ 21.404-85. СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

4 ГОСТ 2.782-96. ЕСКД. Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические.

5 http://emis-kip.ru/ru/prod/massovyj_rashodomer/

										Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	150304.2017.413.00.02 ПЗ					44