

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
Базовая кафедра «Мехатроника и автоматизация»
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. базовой кафедрой
В.Р. Гасияров

2017 г.

Система управления малогабаритным фрезерным станком

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ 15.03.04.2017.13-120-1413 ПЗ (ВКР)

Консультант
к.т.н., доцент кафедры «ЭПиУП»
Е.Ж. Васильев

2017 г.

Руководитель работы
к.т.н., доцент
В.М. Нуждов

2017 г.

Нормоконтролер
Преподаватель
Е.А. Маклакова

2017 г.

Автор работы
студент группы П-455
Дмитрий Евгеньевич Васяев

2017 г.

Ст. преподаватель
С.С. Воронин

2017 г.

Челябинск 2017

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 _____ Васяеву Дмитрию Евгеньевичу
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Система управления малогабаритным фрезерным станком

утверждена приказом по университету от 28.04.2017г. № 835
(утверждена распоряжением по факультету от _____ 2017 г. № _____)

2 Срок сдачи студентом законченной работы _____

3 Исходные данные к работе (проекту)

1. «Электроавтоматика станков с ЧПУ», П.Г. Мазеин;
2. Материалы преддипломной практики;
3. СТО ЮУрГУ 04-2008.

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

1 Введение;

2 Краткое описание конструкции и работы малогабаритного фрезерного станка;

3 Анализ задачи автоматизации станка и разработка технического задания;

3.1 Анализ задачи автоматизации станка;

3.2 Технические требования к системе управления станком;

4 Выбор оборудования и разработка схем системы управления станком;

4.1 Выбор электродвигателей приводов подач;

4.2 Выбор управляющего микроконтроллера;

- 4.3 Разработка структурно-функциональной схемы;
- 4.4 Разработка принципиальной электрической схемы системы управления;
- 5 Разработка платы и печатного узла;
- 6 Техничко-экономические показатели системы;
- 7 Заключение.

5 Перечень графического и иллюстративного материала

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

Всего 8 листов

Согласовано:

Консультант по экономике и
управлению производством:

подпись

Васильев Е.Ж.

Фамилия И.О.

Руководитель _____

подпись

к.т.н., доцент

Должность, звание

Нуждов В.М.

Фамилия И.О.

Дата выдачи задания « » _____ 201_г.

Задание принял к исполнению студент _____

подпись

Васяев Д.Е.

Фамилия И.О.

АННОТАЦИЯ

Васяев Д. Е. «Система управления малогабаритным фрезерным станком». Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе. – Челябинск: ЮУрГУ, П–455; 2017, 45 с. 17 ил., библиогр. список – 6 наим., 9 прил., 10 таб.

В выпускной квалификационной работе рассмотрен малогабаритный фрезерный станок и разработана система управления для него. Система предназначена для управления приводами станка и для оповещения оператора об имеющихся в системе ошибках.

Задача выпускной квалификационной работы – описание этапов разработки автоматизированной системы управления малогабаритным фрезерным станком.

					<i>15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васяев</i>			Система управления малогабаритным фрезерным станком	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Нуждов</i>					2	45
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маклакова</i>			<i>Базовая кафедра «МиА»</i>			
<i>Утверд.</i>		<i>Гасияров</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ объекта автоматизации.....	6
1.1 Характеристики объекта автоматизации.....	6
1.2 Пути автоматизации.....	9
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ.....	11
2.1 Разработка структурно-функциональной схемы.....	11
2.2 Разработка схемы электрической принципиальной.....	15
2.2.1 Разработка схемы подключения кнопочной клавиатуры к микроконтроллеру.....	16
2.2.2 Разработка схемы подключения концевых микропереключателей к микроконтроллеру.....	17
2.2.3 Разработка схемы подключения матричной клавиатуры к микроконтроллеру.....	18
2.2.4 Подключение шаговых электродвигателей к микроконтроллеру.....	20
2.2.5 Подключение ЖК-индикатора к микроконтроллеру.....	22
2.2.6 Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру.....	24
2.2.7 Разработка блока питания.....	25
3 РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ И ПЕЧАТНОГО УЗЛА.....	28
3.1 Выбор компонентов для печатной платы.....	28
3.2 Компоновка элементов печатной платы и трассировка.....	28
3.3 Изготовление печатной платы комбинированным позитивным методом.....	29
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	31
4.1 Расчет коэффициента технического уровня.....	31
4.2 Расчет стоимости компонентов печатной платы.....	33
4.3 Расчет стоимости выполнения работ по проектированию системы и окончательной сборке компонентов системы.....	36
4.4 Расчет себестоимости создания системы и возможной прибыли.....	38

										Лист
										3
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	43
Приложение А «Общий вид объекта автоматизации».....	44
Приложение Б «Структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления малогабаритным фрезерным станком».....	45
Приложение В «Электрическая принципиальная схема автоматизированной системы управления малогабаритным фрезерным станком».....	46
Приложение Г «Схема автоматизации системы управления малогабаритным фрезерным станком».....	47
Приложение Д «Чертеж печатной платы системы управления малогабаритным фрезерным станком»	48
Приложение Е «Чертеж печатного узла системы управления малогабаритным фрезерным станком»	49
Приложение Ж «Блок-схема алгоритма программы системы управления малогабаритным фрезерным станком»	50
Приложение К «Лист технико-экономических показателей».....	51

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов является решающим фактором в повышении производительности труда и качества выпускаемой продукции. Автоматизация - это внедрение новейших систем промышленной автоматике, 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 позволяет освободить человека от полного или частичного участия в процессе какого-либо производственного цикла, или частичного его уменьшения влияния, путем выполнения конкретных задач.

В данной работе проектируется система управления малогабаритным фрезерным станком «СУ МФС». Разработанная система позволит:

- Повысить точность при обработке деталей и заготовок;
- Сократить рабочее время, требуемого для выполнения процесса обработки деталей или заготовки;
- Повысить показатель надёжности системы, путем внедрения подсистемы контроля положения рабочего стола;
- Уменьшение влияния человеческого фактора при контроле и дальнейшей обработке полученных данных.

Разработка и проектирование автоматической системы контроля крупногабаритных деталей включает 3 этапа: анализ объекта автоматизации, проектный и экономический разделы.

									Лист
									5
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ				

1 Анализ объекта автоматизации

Назначение данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании системы управления малогабаритным фрезерным станком Proxxon MF-70.

1.1 Характеристики объекта автоматизации

Микро фрезерный станок Proxxon MF-70 предназначен для обработки малогабаритных деталей или заготовок из обычных материалов или ювелирным металлов, пластмасс и дерева.

Микрофрезерный станок Proxxon MF-70 позволяет выполнять основные фрезерные работы, востребован небольшими металлообрабатывающими предприятиями, автомастерскими, а также для домашнего пользования. Малые размеры позволяют устанавливать такие варианты в гараже. Мини-станки используются в школах и профтехучилищах для обучения фрезерному делу, а также для научно-исследовательских целей.

Станок предназначен для высокоточной фрезерной обработки маленьких заготовок или деталей, ювелирных изделий или оптики. За счет высокооборотистого шпинделя и короткому шагу смещения координатного стола обеспечивается высокая точность обработки.

Данный станок может выполнять следующие операции:

- Фрезерование;
- Зенкерование;
- Сверление;
- Гравировку.

																			Лист		
																					6
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ																

Таблица 1 – Технические характеристики станка Прохон MF-70

	Наименование параметра	Значение
1	Максимальная потребляемая мощность, Вт	100
2	Напряжение питающей сети, В	220-240, 50-60 Гц
3	Скорость вращения шпинделя, об/мин	5000-20000
4	Габариты стола, мм	200x70
5	Регулировка по оси X, мм	134
6	Регулировка по оси Y, мм	46
7	Ход подачи, мм	80
8	Габариты основания, мм	130x255
9	Общая высота, мм	370
10	Вес, кг	≈7
11	Режим работы	длительный

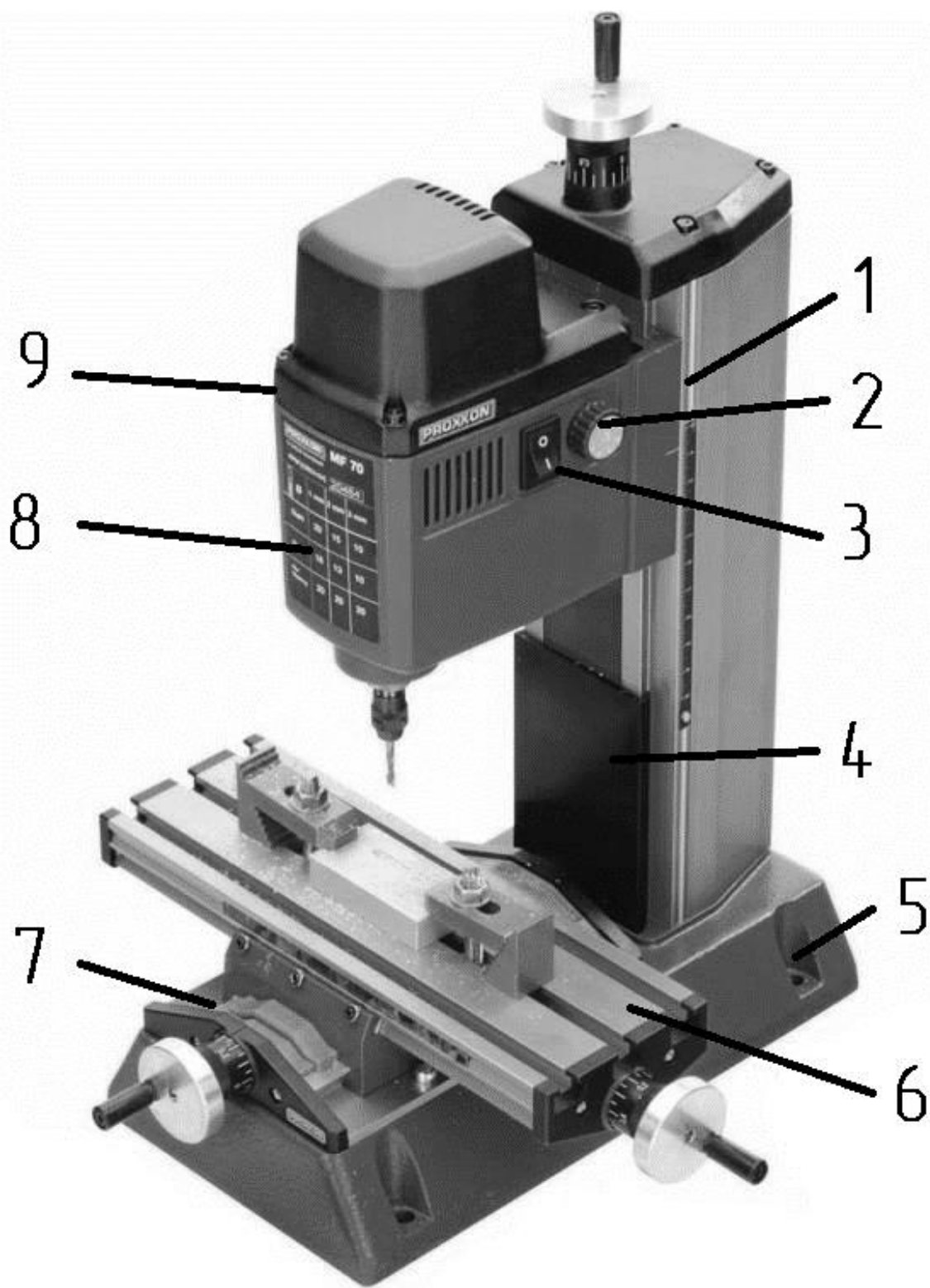


Рисунок 1– Общий вид станка

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

8

Микро фрезерный станок Proxxon MF-70 состоит из чугунного основания 5, закрепленного на нем координатного стола 6 и стойкой 1 с перемещающимся на ней шпинделем 9. Перемещение координатного стола и подача шпинделя осуществляется с помощью рукояток передвижения координатного стола 7 (по оси X), 8 (оси Y), 9 (оси Z). Основание имеет 4 отверстия для закрепления станка на более твердом основании для увеличения устойчивости. Шпиндель имеет ручку с кнопкой 2 для настройки частоты вращения шпинделя.

Блок управления 4 разделён на 2 части: переднюю и заднюю. На передней стороне расположены жидкокристаллический дисплей, контроллер, и драйверы электродвигателей, кнопочная клавиатура управления. В задней части находятся разъемы для подключения электродвигателей, датчиков и блок питания.

Для контроля перемещения координатного стола используются концевые датчики, которые при срабатывании сигнализируют об ошибке положения координатного стола, о его положении в крайнем положении и невозможности его перемещения в ту или иную сторону. Срабатывание датчика полностью блокирует перемещение рабочего стола в ту сторону, где этот датчик сработал. Данная защита от перемещения позволит повысить показатель надежности автоматизированной системы в целом.

1.2 Пути автоматизации

Автоматизация микро фрезерного станка подразумевает разработку пульта управления, который позволит решать следующие задачи:

- Оповещение оператора в случае срабатывания датчиков критического положения рабочего стола;
- Автоматизированное управление перемещениями координатного стола и шпинделя;

										Лист
										9
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ					

Пульт управления должен быть компактным, информативным и простым в обращении. Обязательно наличие дисплея для информирования оператора о процессе перемещения рабочего стола и рабочего органа.

					15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		10

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.

Разработку структурно-функциональной схемы автоматизации необходимо начинать с анализа объекта автоматизации. В нашем случае объектом автоматизации является микрофрезерный станок.

Перемещение координатного стола и шпинделя будет осуществляться с помощью шаговых электродвигателей FL-57STH56-2006, характеристики которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики шагового двигателя FL-57STH56-2006

	Наименование параметра	Значение
1	Шаг, градусы	0,9
2	Ток/фаза, А	2
3	Крутящий момент, Нм	0,8826

Продолжение таблицы 2

4	Сопротивление/фаза, Ом	1,8
5	Индуктивность/фаза, мГн	4,5
6	Количество выводов Продолжение таблицы 2	6
7	Длина, мм	56
8	Диаметр вала, мм	6,35
9	Вес, кг	0,7

Габаритные размеры шагового электродвигателя FL-57STH56-2006 представлены на рисунке 2.

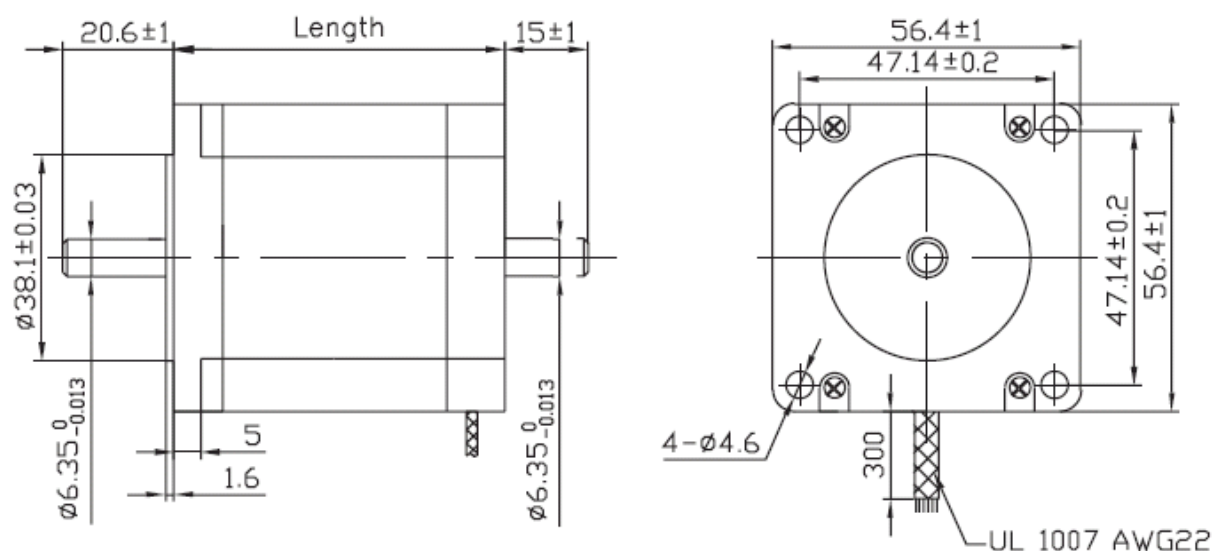


Рисунок 2 – Шаговый электродвигатель FL-57STH56-2006

Данные о критическом положении координатного стола и шпинделя будут поступать с концевых датчиков (концевых микропереключателей) MSW-02 on-off, установленных на переходной плите привода оси. Технические характеристики приведены в таблице 3.

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

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

12

Таблица 3 – Характеристики концевого микропереключателя MSW-02 on-off:

	Наименование параметра	Значение
1	Максимальное пропускаемое напряжение, В	250
2	Максимальный пропускаемый ток, А	10

Габаритные размеры концевого микропереключателя MSW-02 on-off представлены на рисунке 3

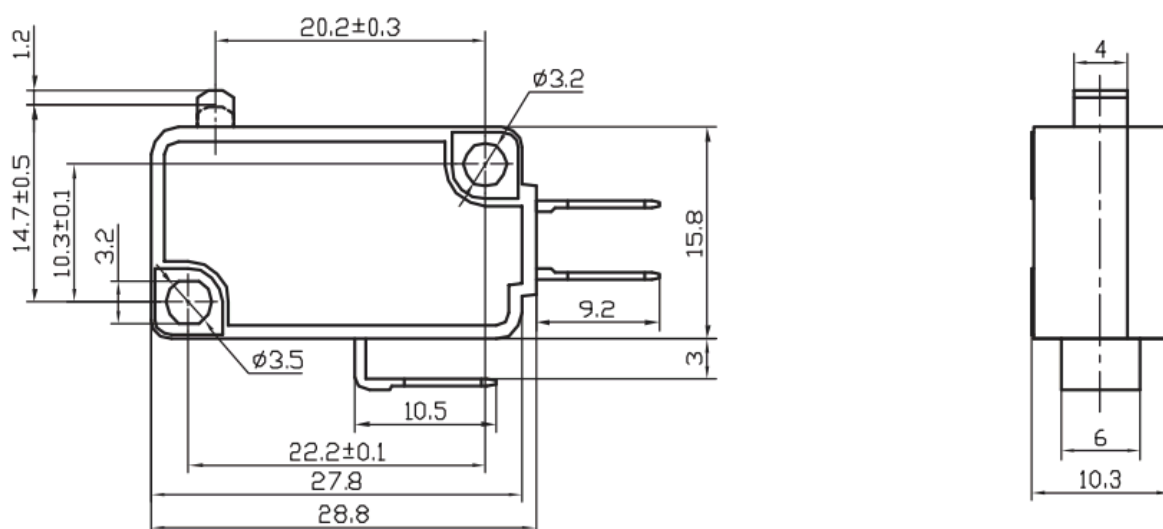


Рисунок 3 – Концевой переключатель MSW-02 on-off

Срабатывания датчиков должны фиксироваться и отображаться на жидкокристаллическом дисплее по команде определенного устройства. Это пульт управления процессом обработки детали.

Пульт управления должен обеспечивать информативность, легкость управления приводами, а также сигнализировать о том, что рабочий стол находится в крайнем положении по одной из осей перемещения. Управление различными операциями осуществляется кнопочной клавиатурой, расположенной на пульте управле-

ния. Наличие ЖК-индикатора позволит оператору отслеживать скорость перемещения координатного стол, его линейное значение перемещения, а так позволит сигнализировать и его критическом крайнем положении.

Основное требование к пульта управления – компактность.

Основным вычислительным модулем пульта управления должен быть микроконтроллер. Он должен обладать:

- 1 Высокой производительностью;
- 2 Низким показателем энергопотребления;
- 3 Достаточным объёмом внутренней памяти;
- 4 Достаточным количеством выходов для подключения 3 шести контактных шаговых электродвигателей, 6 кнопок управления, 6 датчиков, а также ЖК-индикатора.

Наиболее подходящим вариантом является микроконтроллер ATmega128-16AU компании Atmel. Его основные характеристики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные характеристики ATmega128-16AU

Производитель	Atmel Corporation
Наименование	ATMEGA128-16AU
Ядро	AVR 8-bit
Flash-память	128 KB
Объем RAM-памяти	4K×8
Объем EEPROM-памяти	4K×8
Количество линий ввода/вывода	53
Тактовая частота	16 МГц
Каналы ШИМ	2
Тип подключения	I ² C, SPI, UART/USART
Преобразователь данных	A/D 8×10b
Напряжения питания	4,5В...5,5В

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

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

14

Продолжение таблицы 4

Корпус	TQFP64
Температурный диапазон	От -40°C до 85°C

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

2.2 Разработка схемы электрической принципиальной

Разработаем электрическую принципиальную схему блока контроля, сбора и обработки данных в соответствии с функциональными требованиями, указанными на структурно-функциональной схеме (Приложение А).

Основным компонентом пульта управления является, как уже сказано ранее, микроконтроллер ATmega 128-16AU, основные характеристики которого представлены в таблице 4. Расположение выводов микроконтроллера ATmega128-16AU представлено на рисунке 4.

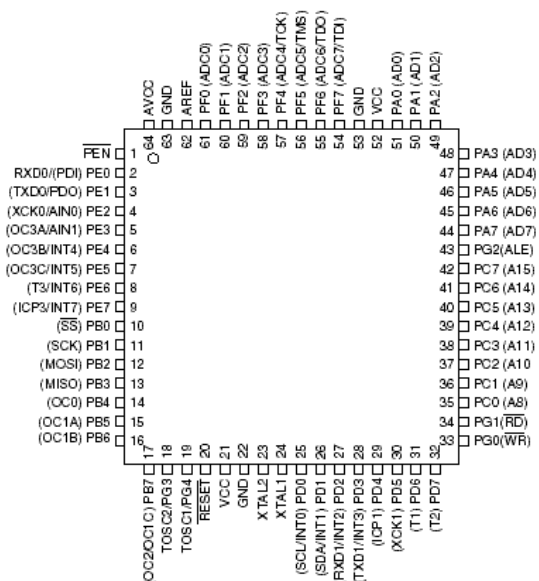


Рисунок 4 - Расположение выводов микроконтроллера ATmega128-16AU

Управление процессом управления и оповещения будет осуществляться с использованием кнопочной клавиатуры. Рассмотрим схему подключения кнопочной клавиатуры к микроконтроллеру.

2.2.1 Разработка схемы подключения кнопочной клавиатуры к микроконтроллеру

Кнопочная клавиатура представляет собой совокупность трех тактовых кнопок с самовозвратом (рисунок 5). При нажатии на тактовую кнопку на ее выходе формируется высокий логический уровень, если кнопку отпустить – низкий логический уровень. «Дребезг контактов», представляющий собой неконтролируемые замыкания и размыкания контактов за счет упругости материалов и деталей контактной системы, устраним с применением RC-цепи и триггера Шмитта.

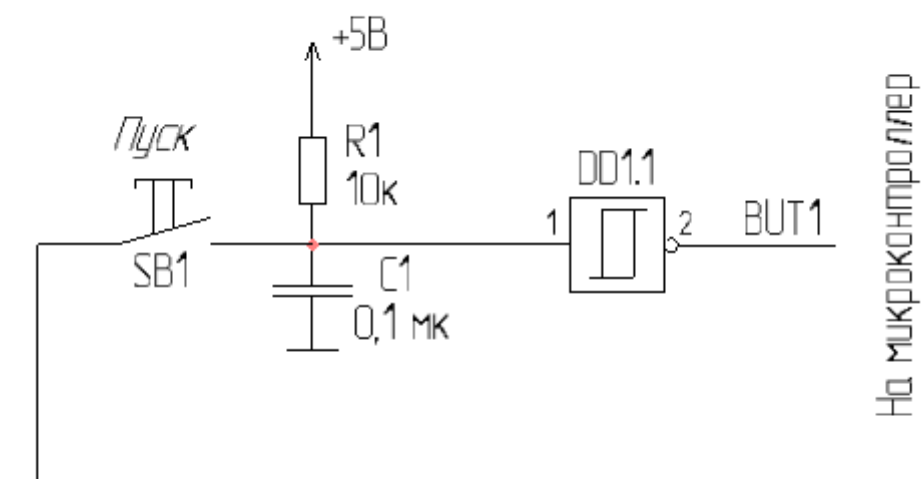


Рисунок 5 – Фрагмент кнопочной клавиатуры

Кнопочная клавиатура подключается к выводам PF0...PF7, PD0, PD1 и PG7 микроконтроллера.

2.2.2 Разработка схемы подключения концевых микропереключателей к микроконтроллеру

Рассмотрим схему подключения концевых микропереключателей.

Как сказано ранее, сигнализировать о крайнем критические положения координатного стола или шпинделя мы будем с помощью концевых микропереключателей. Максимально пропускаемый ток и напряжение составляют 10 ампер и 250 вольт соответственно. Данный концевой переключатель замыкает цепь при срабатывании концевика. Пропускаемой через него напряжение составляет 5 вольт, что удовлетворяет его характеристикам. Подключен данный микропереключатель будет подобно кнопочной клавиатуре.

Срабатывание концевой микропереключателя влечет за собой срабатывание световой сигнализации об ошибке положения координатного стола. Данная идея реализована посредством подключения к данному микропереключателю светодиода HL1. Светодиод подключен к цепи концевой переключателя через ключевой транзистор VT1. При наличии логического нуля на концевой переключателе транзистор VT1 закрыт и ток через светодиод не течет. Установкой линии переключателя в единицу мы открываем транзистор VT1, который уже подключает катод светодиода к минусу источника питания, подавая на него тем самым прямое напряжение. Таким образом, мы ушли от токовых ограничений вывода линии концевой датчика. В данном случае необходимо учитывать, что значение максимально допустимого тока коллектора транзистора должно быть больше чем значение номинального тока светодиода.

Фрагмент подключения концевых микропереключателей представлен на рисунке 6.

									Лист
									17
Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ				

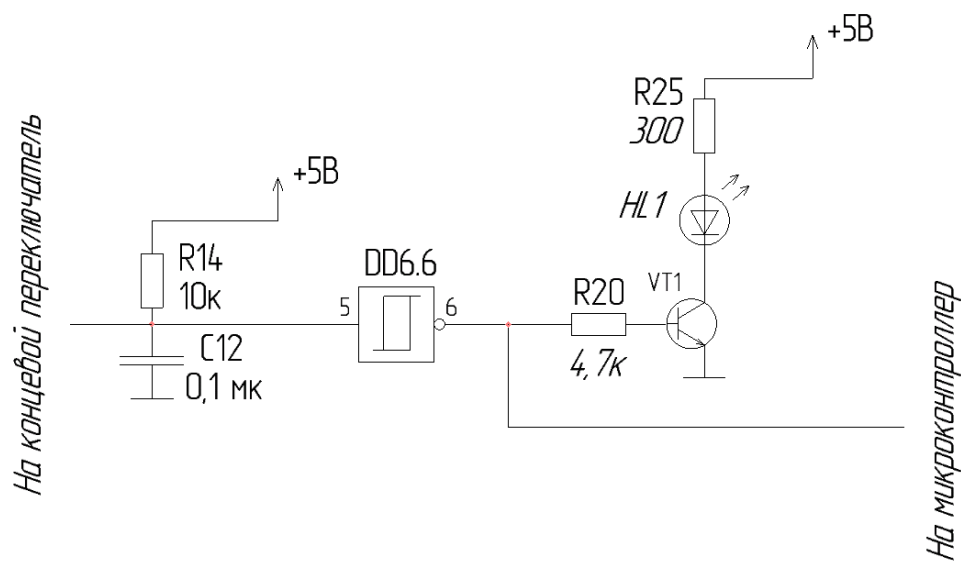


Рисунок 6– Подключение концевой микропереключателя MSW-02 on-off

2.2.3 Разработка схемы подключения матричной клавиатуры к микроконтроллеру

Для ввода координат перемещения используется матричная клавиатура АК-1604-N-WW13 (рис.7)



Рисунок 7 – Матричная клавиатура АК-1604-N-WW13.

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

18

Габаритные размеры матричной клавиатуры АК-1604-N-WW13 представлены на рисунке 8.

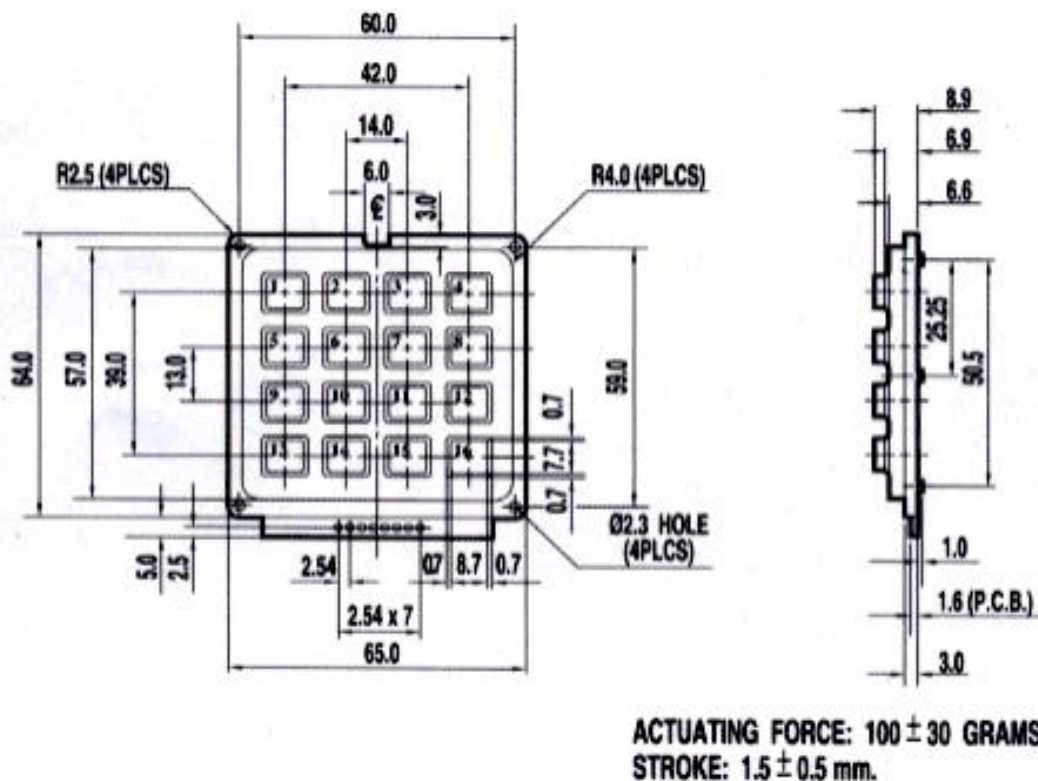


Рисунок 8 – габаритные размеры матричной клавиатуры АК-1604-N-WW13.

Данная матричная клавиатура подключается напрямую к порту микроконтроллера PB0...PB7.

Кнопки данной клавиатуры подключаются к общим столбцам и к общим строкам, линии порта микроконтроллера разделяются на ввод PB4 – PB6, и вывод PB0 – PB3. В каждый момент времени сигнал низкого уровня подается только на одну строку кнопок, на остальные должна подаваться логическая единица. Это исключит неоднозначность определения номера нажатой кнопки. Двоичные сигналы, присутствующие при этом на столбцах клавиатуры, считываются через порт ввода микроконтроллера.

Схема подключения матричной клавиатуры к микроконтроллеру представлена на рис 9.

		ХРЗ	
		Цепь	Конт
На микроконтроллер	K1	1	1
	K2	2	2
	K3	3	3
	KA	A	4
	KB	B	5
	KC	C	6
	KD	D	7

Регистр столбцов
 Разъем подключения матричной
 клавиатуры

Рисунок 9 - Схема подключения матричной клавиатуры к микроконтроллеру.

2.2.4 Подключение шаговых электродвигателей к микроконтроллеру

Используемые нами шаговые электродвигатели FL57STH56-2006A имеют 4 независимые обмотки. Максимальный ток, пропускаемый через обмотку составляет 2 А. Максимальное питающее напряжение составляет 15 В.

Микроконтроллер ATMEGA128-16AU питается напряжением +5 В, отличным от напряжения питания шаговых электродвигателей, значит нам необходимо согласовать логические уровни. Принцип согласования уровней простой - нужно из 5-и вольт получить 11.0 – 12.5 В.

Согласование уровней мы будем проводить с помощью драйвера шагового двигателя L293D, который представляет собой двунаправленный 4 портовый преобразователь уровней с индивидуальным напряжением питания V_{si} и V_{ss} . Порт входа может работать в диапазоне 4.5В...7В, порт выхода в диапазоне 5В...36В. Однако напряжение питания порта входа обязательно должно быть меньше питания порта выхода. Расположение выходов микросхемы L293D и подключение представлено на рисунке 12. Характеристики данной микросхемы представлены в таблице 5.

Выводы IN1...IN2 подключены к микроконтроллеру. Выводы OUT1...OUT4 подключены к обмоткам шагового электродвигателя.

Таблица 5 – Характеристики микросхемы L293D

Диапазон напряжения питания, V_s , В	5...36
Выходной диапазон напряжения, В	$V_s \pm 3$
Диапазон напряжения питания, V_{ss} , В	4.5...7
Входной диапазон напряжения, КВ	128
Максимальный выходной ток, ($t < 100\text{mks}$), А	1.2
Напрерынвый выходной ток, А	0.6

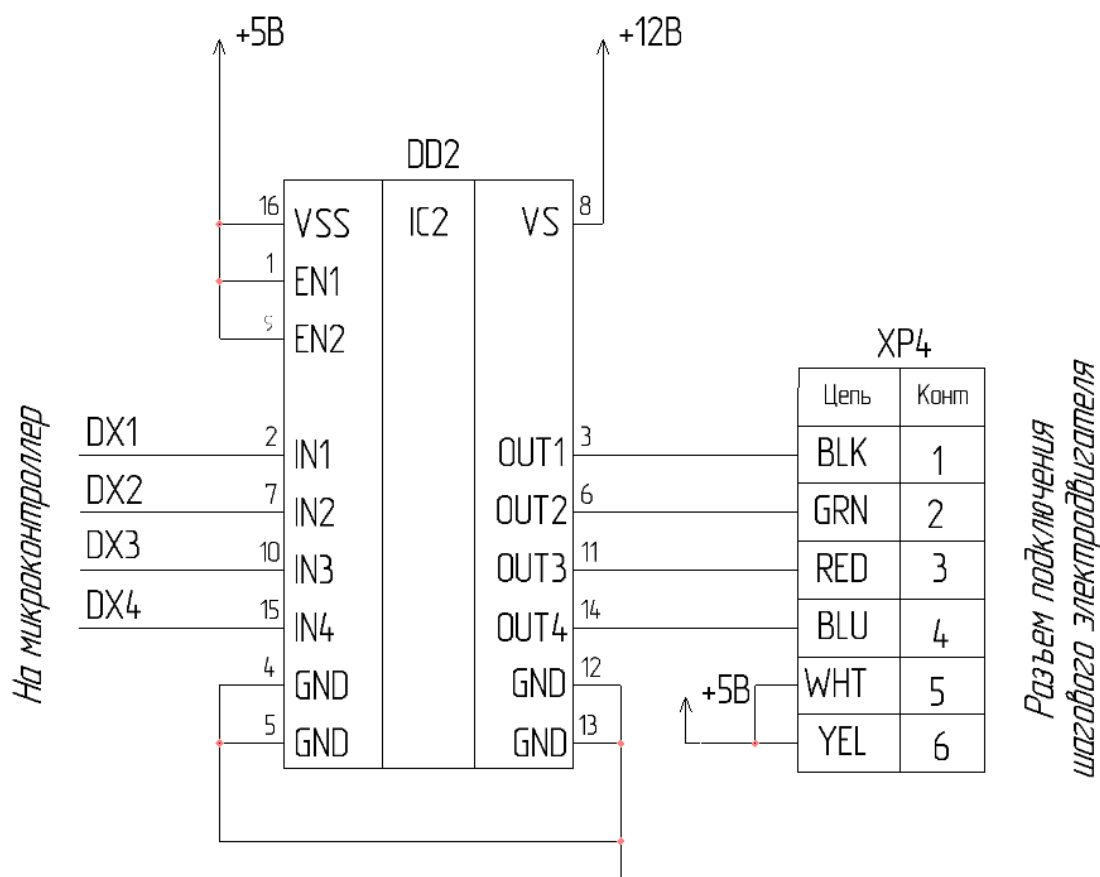


Рисунок 10 – Расположение выводов микросхемы L293D

2.2.5 Подключение ЖК-индикатора к микроконтроллеру

Наличие ЖК-индикатора на пульте управления позволит оператору отслеживать положение координатного стола, скорости перемещения, задавать значение точки перемещения.

ЖК-индикатор должен быть компактный, поддерживать русский язык и обладать подсветкой, оптимальное разрешение графического дисплея составляет 128x64 точки.

Выберем ЖК-индикатор MT-12864J-23FLW-3V0-890.

Размеры ЖКИ MT-12864J-23FLW-3V0-890 представлены на рисунке 11.

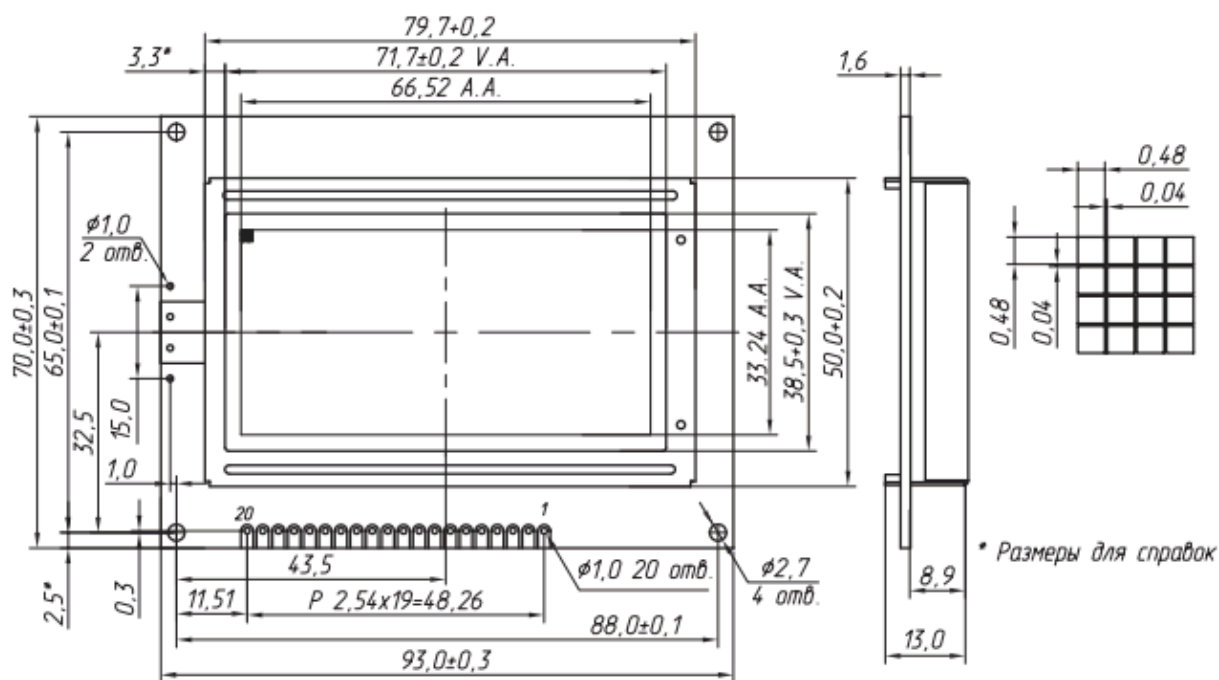


Рисунок 11 - Габаритные размеры МТ-12864J-23FLW-3V0-890

Назначение выводов МТ-12864J-23FLW-3V0-890 представлено в таблице 6.

Таблица 6 - Назначение выводов МТ-12864J-23FLW-3V0-890

Вывод	Обозначение	Назначение вывода
1	GND	Общий вывод (ОВ)
2	UCC	Питание модуля (цифровая часть)
3	U ₀	Вход питания ЖК панели
4	A0	Адресный сигнал
5	R/W	Выбор режима записи или чтения
6	E	Разрешение обращения к модулю
7	DB0	Шина данных 0-й разряд
8	DB1	Шина данных 1-й разряд
9	DB2	Шина данных 2-й разряд
10	DB3	Шина данных 3-й разряд

Продолжение таблицы 6

11	DB4	Шина данных 4-й разряд
12	DB5	Шина данных 5-й разряд
13	DB6	Шина данных 6-й разряд
14	DB7	Шина данных 7-й разряд
15	E1	Выбор 1 кристалла
16	E2	Выбор 2 кристалла
17	RES	Сигнал начального уровня
18	VEE	Выход DC-DC преобразователя
19	LED+	+питания подсветки
20	LED-	-питание подсветки

Выводы DB0-DB7 подключаются к выводам микроконтроллера PB0-PB7, выводы RS, RW, E к выводам PE2-PE4. Подстроечный резистор R13 необходим для управления контрастностью, его номинал равен 10 кОм, согласно рекомендациям документации на данный ЖКИ.

2.2.6 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 КХ-3НТ на 12 МГц. Схема подключения кварцевого резонатора к микроконтроллеру представлена на рисунке 12. Номиналы емкостей конденсаторов С18 и С19 выбраны согласно рекомендации производителя микроконтроллера и составляют 22 пФ. Кварцевый резонатор подключается к выводам XTAL1 и XTAL2 микроконтроллера.

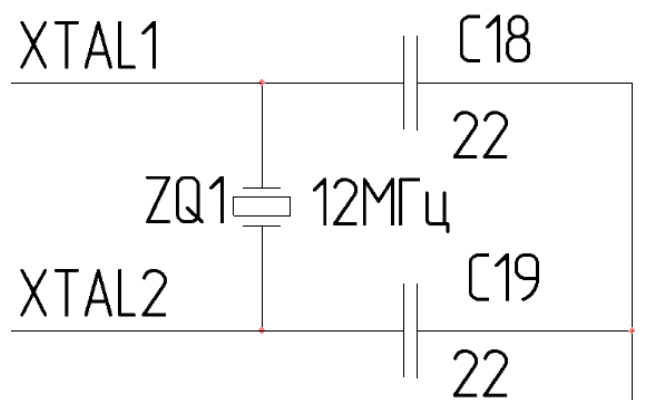


Рисунок 12- Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру

Схема электрическая блока сбора, обработки и контроля данных представлена в приложении В.

2.2.7 Разработка блока питания

Питание пульта управления должно осуществляться от сети 220В. Напряжение питания практически всех микросхем составляет 5В и суммарный ток их потребления 1 А, за исключением микросхемы L293D. Выходное питающее напряжение данной микросхемы должно составлять 12 В а максимальный ток 1.2 А. Таких микросхем 3. Следовательно суммарный ток должен составлять 4.8 А.

Необходимо создать схему AC-DCпреобразователя, который умеет конвертировать входящее напряжение сети 220 В. в стабильное 12 В. За основу была взята микросхема LM 338.

Схема включения микросхемы LM338 показана на рисунке 13.

					15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		25

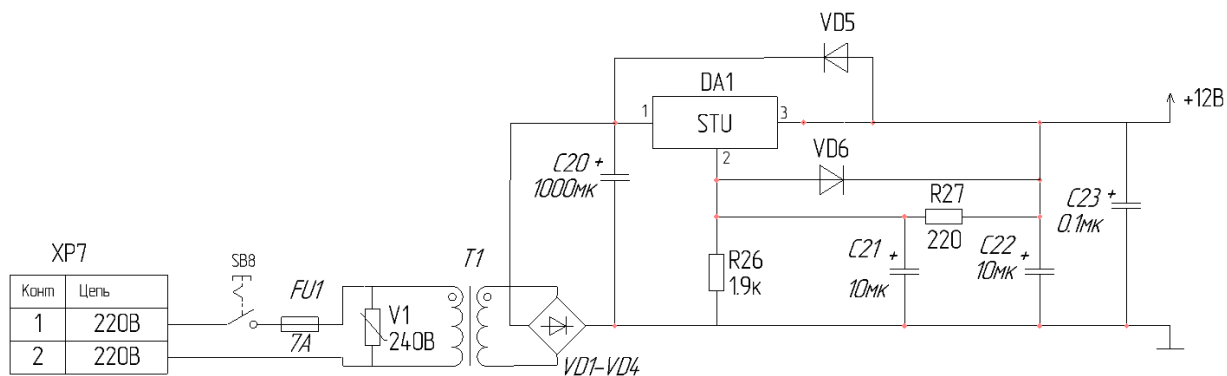


Рисунок 13 – Схема включения микросхемы LM338

Разъем XP7 предназначен для подключения напряжения сети 220 В, движковый переключатель SB8 – для включения пульта управления. Трансформатор Т1 понижающий, с напряжением вторичной обмотки не ниже 15 вольт, с током нагрузки не менее 5 А. Электролитический конденсатор предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Варистор V1 на 240 вольт, используется для защиты схемы блока питания от выбросов напряжения в электросети. Диоды VD5 и VD6 используются в качестве защиты для предотвращения разряда конденсаторов C21 и C22 от незначительного тока утечки в регуляторе LM338. Конденсатор C23 используется для фильтрации высокочастотной составляющей блока питания.

К питанию 12В подключаются 3 микросхемы L293D.

Величина напряжения питания микроконтроллера, ЖК-индикатора и других микросхем отличается от величины питания микросхем L293D, и составляет 5 В.

Линейный стабилизатор напряжения 12 В – 5 В реализован с использованием стабилизатора напряжения TS7805CZ, рассчитанный на величину входного напряжения 12 В и 1 А. Схема включения стабилизатора TS7805CZ представлена на рисунке 14. Для устранения самовозбуждения стабилизатора, его входные и выходные цепи шунтируются полярными танталовыми конденсаторами C25 и C26, C24 и C27. Емкости конденсаторов, согласно рекомендациям производителя, составляют 0.1 мкФ и 47 мкФ соответственно.

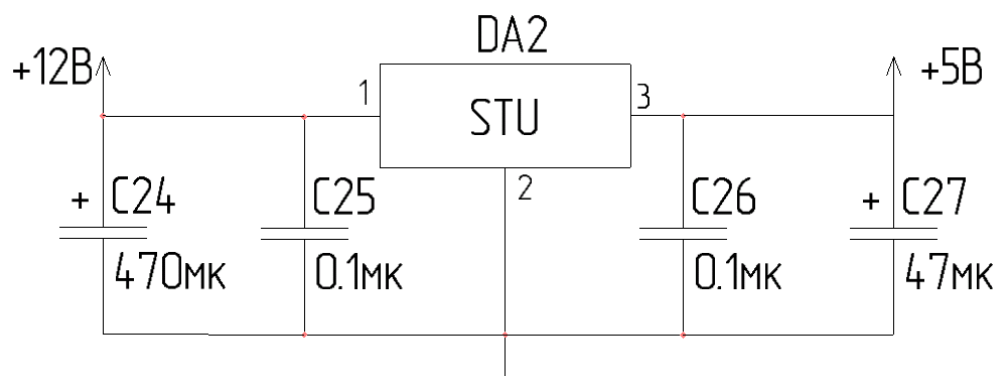


Рисунок 14 – Схема включения микросхемы TS7805CZ

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

27

3 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 DipTrace Schematic Capture, а проектирование печатной платы – в программном продукте DipTrace PCB Layout. 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.

3.1 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.

Наименования корпусов импортных микросхем указаны в перечне элементов для схемы электрической принципиальной.

3.2 Компоновка элементов печатной платы и трассировка.

Предварительная компоновка элементов печатной платы производилась в ПО DipTrace PCB Layout.

Изначально задаем предварительный размер платы 110×110 мм.

Микроконтроллер ATmega 128-16AU имеет сопряжение с большинством компонентов печатной платы, и поэтому располагается в ее центре.

Разъемы для подключения к шунту, делителю, внешнему программатору, блоку питания, разъема для внешней карты памяти располагаются, непосредственно, по краям печатной платы для более практичного монтажа.

									Лист
									28
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ				

Кварцевый резонатор располагается в непосредственной близости к подключаемым выводам микроконтроллера.

Расположение элементов остальных элементов печатной платы не регламентируется.

Количество сигнальных слоев платы – 2.

Трассировку выполнять с использованием 2-х классов проводников: силовые и сигнальные. Силовые проводники имеют ширину дорожек 0,6 мм, сигнальные – 0,3 мм.

3.3 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;
- 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;

											Лист
											29
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ						

- 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.

Установку элементов печатной платы производить согласно ОСТ 4 ГО.010.030-81.

Элементы на печатную плату паять припоем ПОС61 ГОСТ 21937-76.

Печатная плата пульта управления процессом контроля крупногабаритных деталей представлена в приложении Г.

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

										Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ					30

4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Экономическая составляющая является неотъемлемой частью абсолютно любого проекта по созданию автоматизированной системы. Данный раздел позволяет выявить экономическую обоснованность создания данной АС, а также произвести расчет себестоимости и возможной прибыли. Расчет стоимости создания системы управления малогабаритным фрезерным станком будет состоять из нескольких этапов, включающих расчет стоимости компонентов данной системы, выполнения работ исполнителем и работ со стороны.

4.1 Расчет коэффициента технического уровня

Под техническим уровнем изделия понимается совокупность показателей, характеризующих качественные свойства изделия и их соответствие лучшим мировым образцам или отечественным образцам. Для оценки этого уровня используется коэффициент технического уровня (КТУ).

Коэффициент технического уровня (КТУ) – отношение суммы относительных величин, ранжированных параметров, определенных по отношению соответствующих параметров образцов отечественной продукции к приведенному числу параметров.

$$КТУ = \frac{\sum_{i=1}^S k_{ni} \times G_i}{\sum_{i=1}^S G_i} \quad (1)$$

$$k_{ni} = \frac{B}{B_0} \quad (2)$$

где B – частный параметр конструируемого устройства

B_0 – частный параметр лучшего отечественного образца

										Лист
										31
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ					

S—число показателей или параметров (от 4 до 8)

G_i – коэффициент весомости частного параметра.

$$G_i = \frac{i}{2^{i-1}} \quad (3)$$

Ранжируемые параметры разрабатываемого устройства и лучшего оригинального образца представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Ранжируемые параметры разрабатываемого устройства и лучшего отечественного образца

	Ранжируемый параметр	Разрабатываемое устройство	Отечественный образец
1	Точность позиционирования, мм	0,005	0,005
2	Максимальная скорость подачи, мм/сек	8	4
3	Наличие драйвера приводов подачи	есть	нет
4	Напряжение питания, В	220	220
5	Стоимость драйвера приводов подачи	3400	18000
6	Стоимость, руб.	50000	98000

В ходе выполнения расчетов, величина КТУ составила 1,76, следовательно, разрабатываемое устройство более совершенно и конкурентоспособно нежели лучший отечественный образец. Плакат, содержащий сведения о показателях экономической эффективности, представлен в приложении.

4.2 Расчет стоимости компонентов печатной платы

Стоимость компонентов для печатной платы, установленной в пульт управления, а также их количество, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Стоимость компонентов

	Наименование	Кол,шт	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
	<u>КОНДЕНСАТОРЫ</u>			
1	GRM32NF52A1042A01L, 0.1 мкФ	20	3.40	68
2	ЕСАР (К50-35 мини), 0.1 мкФ	1	5	5
3	ЕСАР (К50-35 мини), 10 мкФ	2	5	10
4	ЕСАР (К50-35 мини), 470 мкФ	1	8	8
5	ЕСАР (К50-35), 1000 мкФ	1	15	15
6	GRM2195C2D220J, 22 пФ	2	5	10
	<u>РЕЗИСТОРЫ</u>			
7	RT0805CRE0710KL, 10КОм	17	9	153
8	251247K, 4.7 КОм	6	3	18
9	RT0402BRD07300RL, 300 Ом	6	15	90
10	2512100R, 100 Ом	1	3	3
11	2512220R, 220 Ом	1	3	3
12	251256R, 56 Ом	1	3	3

Продолжение таблицы 8

13	25121.9R, 1.9 Ом	1	4	4
14	3362Н-1-103ЛТ, 10КОм	1	80	80
	<u>ЭЛЕМЕНТЫ КОММУТАЦИИ</u>			
15	Разъём ВН-06	3	9	27
16	Разъём ВН2-20	1	5	5
17	Разъём ВН-08	1	5	5
18	Разъём ВН2-12	1	45	45
19	Разъём IDC-06МС	3	9	27
20	Разъём IDC2.0-20М	1	5	5
21	Разъём DS1013-08S	1	5	5
22	Разъём DS1012-12	1	45	45
	<u>МИКРОСХЕМЫ</u>			
23	АТМega 128-16AU	1	450	450
24	SN74НС24N	3	11	33
25	L293D	3	150	450
26	LM338	1	85	85
27	КР142ЕН5В	1	26	26
	<u>ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАЦИИ</u>			
28	Дисплей МТ-12864J-2FLW-3V0	1	870	870
29	Светодиоды ВL-L101НRC	6	15	90
	<u>ТРАНЗИСТОРЫ</u>			
30	BCV71	6	16	96
	<u>ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ</u>			
31	Двигатель FL-57STH56-2006	3	1200	3600
32	Концевой переключатель MSW-02	6	50	300
33	Кнопки HS7-TS6601-11-180	11	4	44
34	Кнопка RS-202-6C3-B/B	1	65	65

Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата

15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 8

	<u>КВАРЦЕВЫЙ РЕЗОНАТОР</u>			
35	НС-49U	1	140	140
	<u>ДИОДЫ</u>			
36	Д310	2	12	24
	<u>ДИОДНЫЙ МОСТ</u>			
37	КВРС1002	1	50	50
	<u>ВАРИСТОРЫ</u>			
38	JVR-05N241K	1	6	6
Итого				6963

Стоимость компонентов для изготовления печатной платы и монтажа элементов, также их количество, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Компоненты для изготовления печатной платы и монтажа элементов

	Наименование	Кол,шт	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
1	Стеклотекстолит фольгированный СФ-2-35 г -1,5мм , ГОСТ 10316-78	1	370	370
2	Хлорное железо безводное 900 гр.	1	560	560
3	Флюс ЛТИ-1200.5 л	1	510	510
4	ПОС 61 прв d=0.5мм 200 г	1	1 000	1 000
5	Фоторезист пленочный 300x1000 мм	1	520	520
6	Отмывочная жидкость Solins US 0.5 л	1	300	300
Итого				2740

Печатная плата будет заказана и изготовлена специалистами стороннего предприятия, поэтому необходимо выполнить расчет стоимости изготовления печатной платы и монтажа элементов, а также срок выполнения работ. Расчет стоимости единицы рабочего времени (1 рабочий час) был выполнен с учетом среднего оклада

						15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата			35

рабочего в 12000 рублей за 124 рабочих часа. Стоимость работ по изготовлению печатной платы и монтажу элементов, а также срок их выполнения, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Стоимость изготовления печатной платы и монтажа элементов и сроки их выполнения

Наименование	Время работы, час.	Стоимость работы за ед. времени, руб.	Сумма, руб.
Создание печатной платы	2	200	400
Пайка компонентов на печатную плату	8	250	2000
Сборка всех узлов и компонентов системы	8	325	2600
Настройка и контроль работоспособности всех компонентов системы	4	350	1400
Итого			6400

4.3 Расчет стоимости выполнения работ по проектированию системы и окончательной сборке компонентов системы

Зададим срок выполнения работ по проектированию системы и окончательной сборке элементов, равным 10 рабочих дней или 80 рабочих часов. Расчет стоимости единицы рабочего времени был выполнен с учетом среднего оклада рабочего в 12000 рублей за 124 рабочих часа. Стоимость работ по проектированию системы и окончательной сборке компонентов системы, а также сроки их выполнения, представлены в таблице 11.

Затраты на различные комплектующие и расходные материалы, не входящие под конкретный раздел расходов, вынесены отдельно в таблице 16.

Таблица 11 – Стоимость работ по проектированию системы и окончательной сборке компонентов системы и сроки их выполнения

Наименование	Время работы, час.	Стоимость работы за ед. времени, руб.	Сумма, руб.
Анализ технического задания, разработка структурно-функциональной схемы	16	200	3200
Разработка схемы электрической принципиальной, подбор элементной базы	16	300	4800
Разработка печатной платы и конструкции электронного блока	24	300	7200
Разработка алгоритма функционирования системы и ПО	24	350	8400
Итого			23600

Таблица 12 – Прочие расходы

	Наименование	Кол, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
1	Электроэнергия, 100 кВт	1	2,70	270
2	Арендная плата за использования ПО Компас-3DV14, час.	32	30	960
3	Плата за прочее ПО.	-	-	1000
4	Затраты на транспортировку	-	-	600
5	Транспортировка компонентов	-	-	3000
Итого				5230

4.4 Расчет себестоимости создания системы и возможной прибыли

Рассчитаем себестоимость создания системы сбора, обработки и контроля данных путем сложения всех вышеперечисленных затрат. Все вышеперечисленные затраты были разбиты на подгруппы, величина каждой из затрат представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Величина себестоимости и перечень затрат

	Затраты	Сумма, руб
1	Материалы	9700
2	Услуги со стороны	6 400
3	Транспортные расходы	3 000
4	Заработная плата	12 000
5	Обязательные страховые взносы	7 080
	Себестоимость установки	47883

Для изготовления АС, необходимо взять кредит в размере 50000 рублей, что приблизительно равно себестоимости создания АС. Кредит берется на 3 месяца со ставкой 15,9 %, следовательно, к расходам добавятся еще выплаты по процентной ставке по кредиту в размере 1987 рублей.

Отпускная цена на АС для установки определяется по следующей формуле:

$$\text{Отпускная цена} = (C/C + \frac{\text{Рентабельность}}{100} \cdot C/C) \cdot 1,18 \quad (4)$$

Прибыль после продажи определяется по следующей формуле:

$$\text{Прибыль} = \frac{\text{Рентабельность}}{100} \cdot C/C \cdot 1,18 \quad (5)$$

Чистая прибыль после продажи с вычетом налога на добавленную стоимость определяется по следующей формуле:

$$\text{Чистая прибыль} = \frac{\text{Рентабельность} \cdot \text{С/С}}{100 \cdot 1,18} - \text{займ по кредиту} \quad (6)$$

Значение прибыли и чистой прибыли, согласно зависимости отпускной цены от рентабельности (см. рисунок 15), представлены в таблице 14.

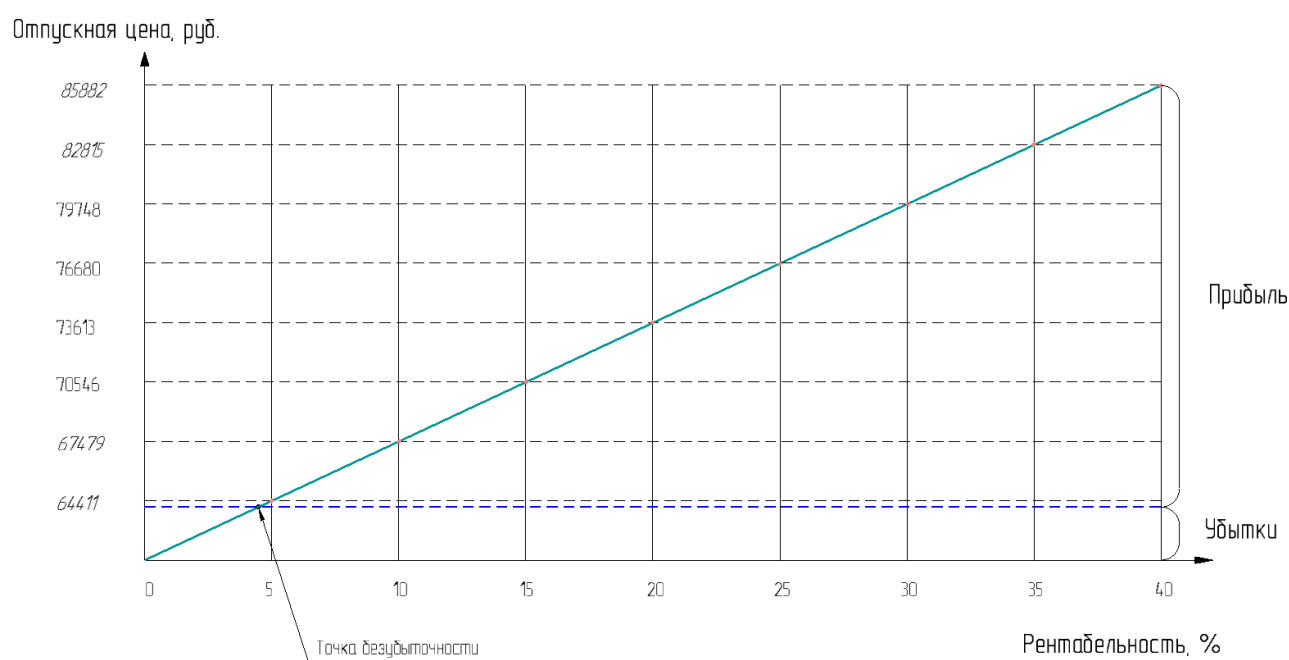


Рисунок 15 - Зависимость отпускной цены от рентабельности

Как видно из графика, точка безубыточности соответствует отпускной цене в 64111,3 рубля. При данной цене чистая прибыль составит 0 рублей. Ниже данной отпускной цены продажа системы будет приносить убытки. Если же отпускная цена будет выше, то система будет приносить прибыль.

Таблица 14 – Значение прибыли и чистой прибыли в зависимости от предполагаемой отпускной цены

	Рентабельность, %	Отпускная цена, руб.	Прибыль, руб.	Чистая прибыль, руб.
1	0	61344,66	0	-1987
2	4,51	64111,3	2766,644	0
3	5	64411,89	3067,233	215,84
4	10	67479,13	6134,466	2418,68
5	15	70546,36	9201,699	4621,52
6	20	73613,59	12268,93	6824,36
7	25	76680,83	15336,17	9027,19
8	30	79748,06	18403,4	11230,03
9	35	82815,29	21470,63	13432,87
10	40	85882,52	24537,86	15635,71

Назначим среднюю величину отпускной цены при величине рентабельности в 10%, равной 67479 рублей.

Определим цену с НДС, налоговая ставка НДС по умолчанию составляет 18%.
Зададимся уровнем рентабельности в 10%:

$$Ц = СС \cdot \left(1 + \frac{P}{100\%}\right) \cdot (100\% + \text{ставка НДС}) \quad (7)$$

$$Ц = 51987 + 0,10 * 51987) * 1,18 = 67479,13 \text{ р.}$$

Далее определим налог на добавленную стоимость:

$$\text{НДС} = Ц \cdot \frac{18\%}{100\% + 18\%} \quad (8)$$

										Лист
										40
Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ					

$$\text{НДС} = 67479,13 \cdot \frac{18\%}{100\% + 18\%} = 10293,43 \text{ р.}$$

Тогда выручка (нетто) составит:

$$B(\text{н}) = 67479,13 - 10293,43 = 57185,7 \text{ р.}$$

Произведем расчет чистой прибыли (налог на прибыль 0.2):

$$\text{ЧП} = (B(\text{н}) - \text{СС}) \cdot (1 - 0,2) \quad (9)$$

$$\text{ЧП} = (57187,7 - 51987) \cdot (1 - 0,2) = 4160,56 \text{ р.}$$

Итого в результате реализации на рынке СУ МФС чистая прибыль будет составлять 4160 рублей 56 копеек.

					<i>15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Была разработана система управления малогабаритным фрезерным станком. Данная система позволит повысить скорость обработки деталей или заготовок, повысить точность их обработки. Так же проведена экономическая оценка данной системы, в результате расчетов система выгодна в длительном промежутке использования.

								Лист
								42
Изм	Лист	№докум.	Подп.	Дата	15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ			

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микрофрезерный станок «Проххон» Модель MF 70. Руководство по эксплуатации.
2. Мазеин, П.Г. Электроавтоматика станков с ЧПУ: учебное пособие / П.Г. Мазеин, С.Р. Сайфутдинов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 92 с.
3. Гребенев, В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. – М.: ИП РадиоСофт, 2002. – 176 с.
4. Белов, А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и техника, 2005. – 256 с
5. Мазеин, П.Г. Наладка и программирование станков с устройством ЧПУ Fanuc: учебное пособие / П.Г. Мазеин, А.А. Савельев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 121 с.
6. Мазеин, П.Г. Высокоскоростная обработка на станках с ЧПУ: учебное пособие / П.Г. Мазеин, В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 44 с.
7. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «Atmel» / А. В. Евстифеев. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560с.
8. ГОСТ 23751-86. Печатные платы. Основные параметры конструкций. – М.: Изд-во стандартов, 1986 – 7с.
9. Stepmotors.ru : Управление шаговыми двигателями [Электронный ресурс]. – Спб.: Резонит, 2014 -. – Режим доступа: <http://stepmotors.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
10. Смирнов, В.А. Схемотехника микропроцессорных систем: Текст лекций / В. А. Смирнов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 110с.

					<i>15.03.04.2017.11-343-1921 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		43