



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
ООП/ОПОП	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Специализация	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы			
Разработка автоматической системы управления машиной микроконтактной сварки			
УДК 004.896:004.415:621.791ё.763.1			
Обучающийся			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Данилов Никита Эдуардович		

#### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

#### Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	-		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.	-		

#### Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дерюшева В.Н.	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Томск – 2023 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и

	систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
<b>ПК(У)-2</b>	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
<b>ПК(У)-3</b>	Способен применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
<b>ПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-6</b>	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
<b>ПК(У)-18</b>	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
<b>ПК(У)-20</b>	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций

<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
<b>ПК(У)-22</b>	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
ООП/ОПОП Автоматизация сварочных процессов и производств  
Специализация Автоматизация сварочных процессов и производств  
Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Данилов Никита Эдуардович

Тема работы:

Разработка автоматической системы управления машиной микроконтактной сварки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 39-33/с от 08.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	22.06.2023
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</p>	<p><b>Объектом исследования является:</b> автоматическая система управления машиной микроконтактной сварки.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> (аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</p>	<p>контактная точечная сварка; устройство машины контактной сварки; пневматическая система сжатия электродов; описание технологического процесса; разработка алгоритмов управления; выбор оборудования.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>структурная схема автоматизированной системы; функциональная схема автоматизации;</p>

	мнемосхема машины микроконтактной сварки.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али-оглы, профессор ОСГН, д.э.н.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	-		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Данилов Никита Эдуардович		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
ООП/ОПОП Автоматизация сварочных процессов и производств  
Специализация Автоматизация сварочных процессов и производств  
Отделение электронной инженерии

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Данилов Никита Эдуардович

Тема работы:

Разработка автоматической системы управления машиной микроконтактной сварки
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2023	Введение	10
04.03.2023	Обзор литературы	25
01.05.2023	Выбор комплектации	20
22.05.2023	Разработка автоматизированной системы управления машиной контактной сварки	35
31.05.2023	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	-		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Данилов Никита Эдуардович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 100 с., 24 рис., 28 табл., 32 источников, 4 прил.

Ключевые слова: автоматизация сварочного производства, система управления, программируемый логический контроллер, микроконтактная сварка.

Объектом разработки является автоматическая система управления машиной микроконтактной сварки.

Цель работы – заключается в разработке автоматической системы управления машиной микроконтактной сварки с использованием ПЛК.

В ходе работы проводился подбор оборудования, написание программного кода, разработка SCADA-системы.

В результате была разработана автоматическая система управления машиной микроконтактной сварки, обеспечивающая последовательность операций сварочного процесса, сбор основных параметров режима сварки и управление исполнительными механизмами.

Система управления может быть внедрена в существующий сварочный процесс.

Областью применения является сварочное производство.

Экономическая эффективность заключается в низкой цене в сравнении с аналогами.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	15
1.1. Контактная точечная сварка .....	15
1.2. Устройство машины контактной сварки .....	16
1.3. Пневматическая система сжатия электродов .....	21
2. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ .....	23
2.1. Описание технологического процесса .....	23
2.2. Разработка алгоритмов управления .....	25
2.2.1. Алгоритм управления проверки оборудования, инициализации .....	26
2.2.2. Задание параметров режима сварки .....	27
2.2.3. Алгоритм управления процессом сварки .....	27
2.3. Структурная схема автоматизированной системы .....	29
2.4. Функциональная схема автоматизации .....	31
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ .....	34
3.1. Пропорциональный регулятор давления .....	34
3.2. Распределитель .....	35
3.3. Дроссель с обратным клапаном .....	36
3.4. Пневмоцилиндр .....	37
3.5. Электропривод .....	38
3.1. Конвертер .....	38
3.2. Источник питания .....	39
3.3. Датчик тока .....	40
3.4. Датчик давления .....	41
3.5. Датчик положения .....	42
3.6. Программируемый логический контроллер .....	42
3.7. Блок питания .....	44
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	49
4.1. Введение по разделу .....	49
4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	50
4.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	50
4.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	51

4.3. Производственная безопасность .....	52
4.4. Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	53
4.4.1. Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха .....	53
4.4.2. Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума .....	53
4.4.3. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека, постоянного характера, связанного с повышенным образованием электростатических зарядов ...	54
4.4.4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги, согласно ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) [26] .....	54
4.4.5. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека, согласно ГОСТ Р 51337-99 [27].....	55
4.4.6. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, такими как: инфракрасное, ультрафиолетовое излучение..	55
4.5. Экологическая безопасность .....	56
4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	57
4.7. Вывод по разделу .....	59
<b>5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>	<b>62</b>
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	62
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	62
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....	63
5.1.3. SWOT-анализ .....	65
5.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию .....	66
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	66
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	67
5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования .....	68

5.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	68
5.2.5. Расчет материальных затрат НТИ .....	69
5.2.6. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .....	70
5.2.7. Основная заработная плата исполнителей темы .....	71
5.2.8. Расчет дополнительной заработной платы .....	73
5.2.9. Отчисления на внебюджетные фонды .....	73
5.2.10. Накладные расходы .....	74
5.2.11. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ .....	75
5.3. Заключение по разделу .....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	80
Приложение А .....	85
Приложение Б .....	89
Приложение В .....	92
Приложение Г .....	95

## ВВЕДЕНИЕ

Контактная сварка является эффективным и широко используемым методом получения неразъемных соединений различных металлов. Данный вид сварки занимает первое место по степени механизации и автоматизации среди остальных видов сварки, вследствие чего обрел широкое применение в промышленном массовом и серийном производстве однотипных изделий.

В свою очередь сварку деталей толщиной от несколько микрометров до 0,5 миллиметров относят к микросварке. В таком случае возрастают требования к машинам сварки, а также к технологии процесса [1].

Автоматизация процесса контактной точечной микросварки позволяет решить ряд проблемы:

1. Обеспечение высокого качества сварных соединений, посредством контроля параметров режима сварки.
2. Увеличение производительности. Автоматизированные системы в отличии от человека, могут работать непрерывно, тем самым повышая производительность труда.
3. Уменьшение риска травм и профессиональных заболеваний. При использовании автоматизированных систем, уменьшается влияние на человека вредных и опасных факторов производства, за счет минимизации механической работы и времени пребывания во вредной среде.

Цель работы заключается в разработке автоматической системы управления машиной микроконтактной сварки с использованием ПЛК, которая обладает следующими функциями:

- обеспечение последовательности операций сварочного процесса;
- автоматизированный сбор основных параметров режима сварки;
- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- своевременная сигнализация о неисправностях оборудования.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**автоматизированная система (АС):** Система, предоставляющая собой организационно-техническую систему аппаратных и программных средств, предназначенную для управления различными процессами в рамках технологического процесса;

**интерфейс:** Совокупность аппаратных и программных средств, необходимых для взаимодействия с программой, устройством, функцией и т.д.

**программируемый логический контроллер (ПЛК):** Микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, обработки, информации и выработки команд управления для исполнительных механизмов.

**протокол:** Набор правил интерфейса логического уровня, которые определяют обмен данными между программируемыми устройствами;

**технологический процесс (ТП):** Упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата.

## **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

АС – автоматизированная система;

ВЭ – верхний электрод;

ДВП – датчик верхнего положения штока;

ДД1 – датчик давления поршневой полости;

ДД2 – датчик давления штоковой полости;

ДНП – датчик нижнего положения штока;

ДТ – датчик тока;

НЭ – нижний электрод;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПП – пневмоцилиндр;

ПС – пневматическая система;

ТП – технологический процесс;

ЭП – электропривод.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Контактная точечная сварка

Описание контактной сварки представлено в учебнике Орлов Б. Д. «Технология и оборудование контактной сварки» [1].

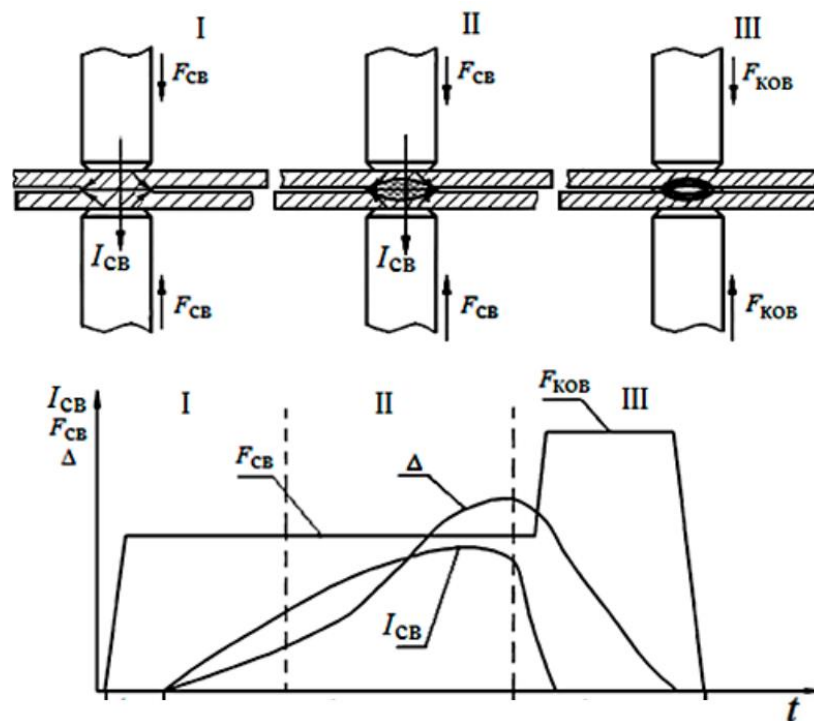
Отличительными особенностями контактной сварки являются большие токи и усилия при малом времени сварки. Однако для образования качественного соединения необходимо получить общую зону расплавленного металла заданных размеров, которые регламентируются ГОСТ 15878-79. В следствии чего образование точечного соединения состоит из трех стадий:

На первой стадии сварки происходит обжатие деталей, что приводит к их деформации. Далее включается ток, который нагревает металл, разрушает поверхностные пленки, создает электрический контакт.

На второй стадии, благодаря прохождению тока, металл расплавляется, образуя ядро, которое растет до необходимых размеров. Происходит перемешивание металла и формирование металлических связей в жидкой фазе.

На третьей стадии прекращается подача тока. Происходит охлаждение и кристаллизация металла, образуется общее литое ядро. Охлаждение приводит к уменьшению объема металла и появлению остаточных напряжений, которые могут вызвать дефекты. Для их предотвращения используют значительные усилия.

При необходимости в еще одном соединении, цикл повторяется через определенную паузу.



$I_{св}$  — кривая сварочного тока;  $\Delta$  — деформации;  $F_{св}$  — сварочное усилие;  
 $F_{к}$  — ковальное усилие

Рисунок 1 Стадии образования соединения при точечной сварке.

Из данного процесса понятно, что основными параметрами точечной сварки являются: сварочный ток  $I_{св}$ , усилие сжатия  $F_{сж}$ , время сварки, а при сварке нескольких точек еще и время паузы  $I_{п}$ .

## 1.2. Устройство машины контактной сварки

Орлов Б. Д. в учебнике «Технология и оборудование контактной сварки» [1] делит машину контактной сварки на две взаимосвязанные части:

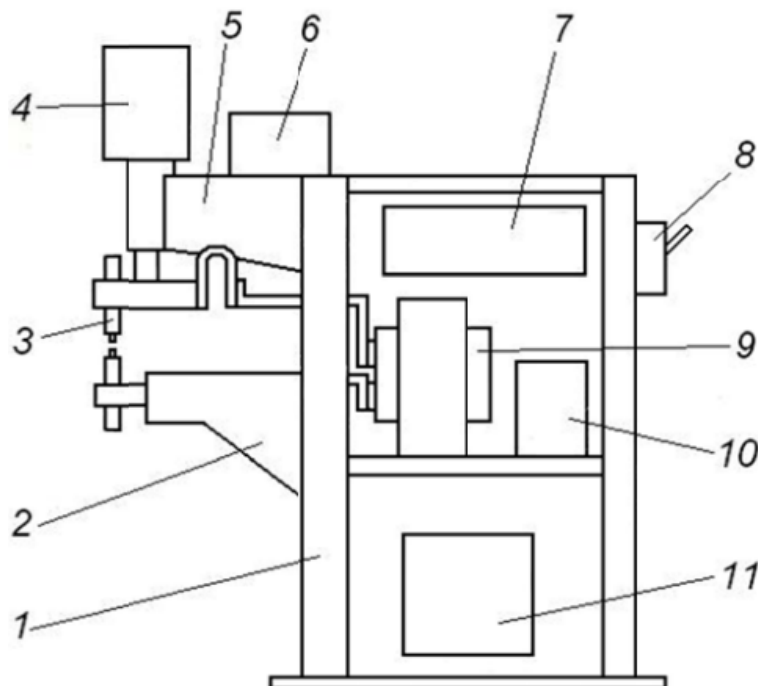
«Механическая часть — это комплекс конструктивных элементов, создающих жесткость и прочность машины, воспринимающих усилия (...), и механизмов, предназначенных для закрепления, сжатия и перемещения свариваемых деталей. Некоторые конструктивные элементы и узлы механизмов проводят сварочный ток.

Электрическая часть обычно состоит из источника питания, преобразующего энергию сети промышленной частоты для получения



сварочного тока (...), и вторичного (сварочного) контура для непосредственной передачи тока к деталям» [1].

На Рисунке 1 приведена типовая конструкция машины для точечной сварки:



- 1 – корпус; 2 – нижний кронштейн; 3 – сварочный контур;  
4 – пневмоцилиндр; 5 – верхний кронштейн; 6 – пневматическая система;  
7 – регулятор цикла сварки; 8 – автоматический выключатель;  
9 – сварочный трансформатор; 10 – переключатель режимов;  
11 – тиристорный контактор

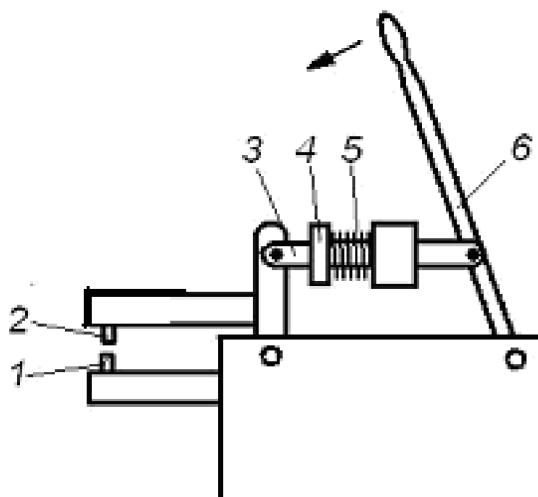
Рисунок 2 Конструктивная схема машины для точечной сварки.

Исходя из текста приводы относятся к механизмам сжатия, они обеспечивают необходимое усилие на свариваемые детали, что позволяет получить качественное соединение. Еще одной функцией приводов является деформация деталей, для придания необходимой формы изделию. В машинах контактной сварки используют следующие типы приводов:

- рычажный;
- педально-грузовой;
- пружинный с педальным приводом;

- пневматический;
- гидравлический;
- электромагнитный.

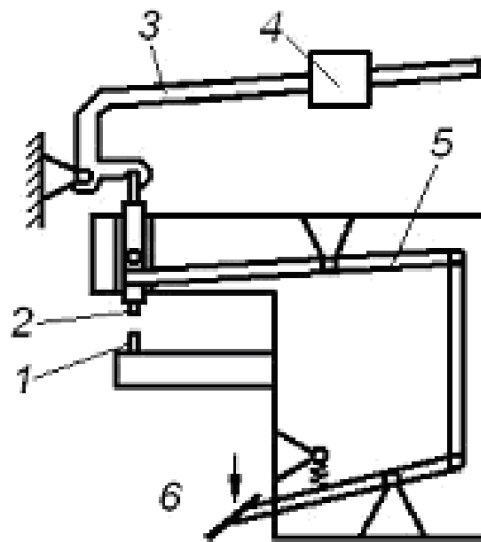
В рычажном приводе человек вручную сжимает детали при помощи рычага, из-за чего утомление работника происходит очень быстро. Усилие сжатия при этом небольшое (до 300 Н) и постоянное, вследствие чего накладываются ограничения на свариваемые детали.



- 1 – нижний электрод; 2 – верхний электрод; 3 – шток;  
 4 – регулировочная гайка; 5 – пружина; 6 – рычаг

Рисунок 3 - пример с рычажным приводом

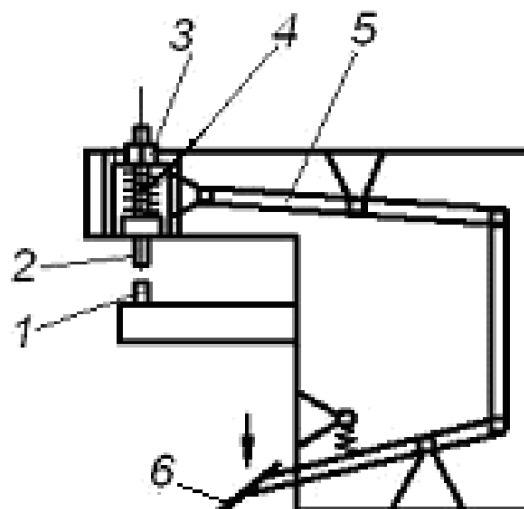
Следующий тип привода педально-грузовой, в нем работник прикладывает усилие используя педаль. Величина регулируется перемещением груза по шкале. Данный способ позволяет точнее регулировать усилие, и имеет более высокое максимальное значение усилия по сравнению с рычажным (до 1000 Н). Но такой способ также приводит к быстрому утомлению работника.



1 – нижний электрод; 2 – верхний электрод; 3 – рычаг; 4 – груз;  
5 – система рычагов; 6 – педаль

Рисунок 4 – пример с рычажно-педальным приводом

В пружинном с педальным приводом, вместо груза используется пружина, а регулировка происходит за счет изменения предварительного сжатия пружины. Данный способ также имеет большее максимальное значение усилия, по сравнению с предыдущими (до 2500 Н), как и быструю утомляемость работника.



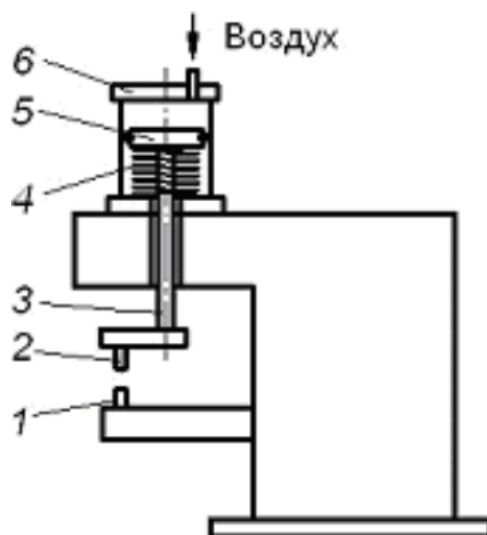
1 – нижний электрод; 2 – верхний электрод; 3 – гайка; 4 – пружина;  
5 – система рычагов; 6 – педаль

Рисунок 5 – пример с пружинным механизмом сжатия

Далее следует пневматический тип привода. Такой привод лишен необходимости использования физической силы человека, вследствие чего работник меньше подвержен утомляемости. Данный тип привода имеет следующие преимущества:

- простота конструкции и эксплуатации;
- экономичность;
- высокий диапазон усилий (300-250000 Н);
- большая вариативность циклограмм усилий;
- способность работы в автоматическом режиме.

Усилие в пневмоприводе образуется за счет давления воздуха в камерах цилиндра. Воздух под давлением двигает шток, а он в свою очередь электрододержатель с электродом.



1 – нижний электрод; 2 – верхний электрод; 3 – шток; 4 – пружина; 5 – поршень; 6 – пневмоцилиндр

Рисунок 6 - пример пневматического привода

Предпоследний привод – гидравлический. Конструкция привода схожа с пневматической, разница в рабочей среде. В пневматическом используется воздух, а в гидравлическом масле. Это позволяет уменьшить объем цилиндра, при одинаковом выдаваемом усилии, но требуется дополнительное оборудование для масла.

По сравнению с пневматическим приводом гидравлический имеет:

- сложную конструкцию, по этой причине меньшую надежность;
- высокую стоимость и меньшую скорость срабатывания.

Последний привод – электрический, преобразует электрическую энергию в механическую. Имеет наибольшую точность из перечисленных. Позволяет считывать положение, используя энкодер.

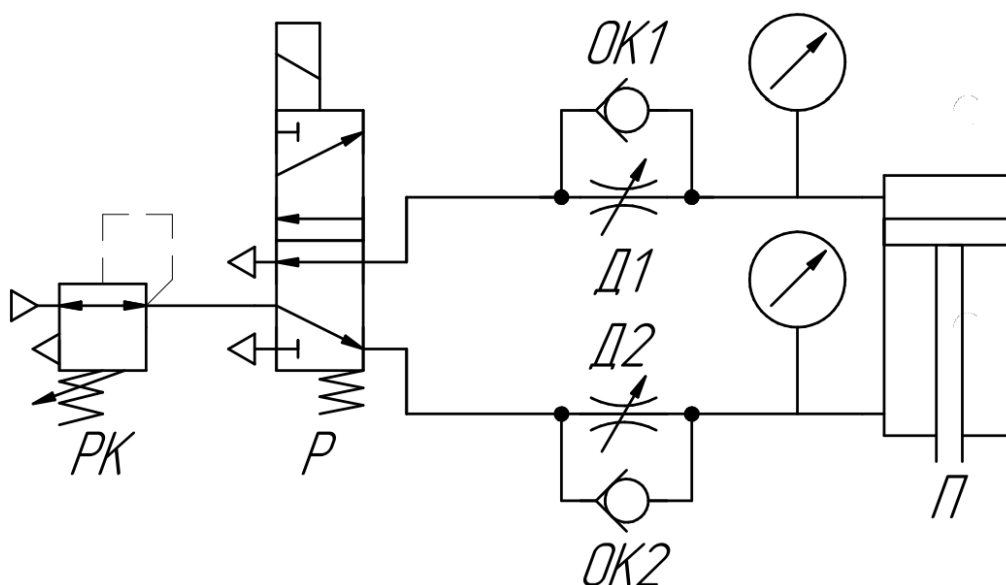
Недостатками являются:

- высокая стоимость. Является самым дорогим в использовании;
- сложность конструкции, из-за чего имеет трудности в обслуживании и ремонте.

Из всех типов приводов пневматический наиболее распространен в машинах контактной сварки, в основном из-за его простоты, надежности и высокой скорости работы.

### 1.3. Пневматическая система сжатия электродов

Пневматическая система используется в составе привода сжатия. Она основана на использовании сжатого воздуха для передачи энергии и управления различными механизмами и устройствами. Схема пневматического привода представлена на Рисунке 7.



PK – редукционный пневмоклапан; P – распределитель; Д – дроссель;

ОК – обратный клапан; П – пневмоцилиндр

Рисунок 7 Схема пневматического привода

Воздух из пневматической линии предприятия поступает на редуцирующий пневмоклапан, который понижает давление воздуха, до заданного значения. Регулирование происходит благодаря специальным пружинам и механизмам внутри клапана. Под давлением пружина сжимается и при достижении заданного значения закрывается клапан, ограничивая давление в системе. Если давление в системе падает, то пружина разжимается и клапан открывается, вследствие чего давление в линии восстанавливается. Таким образом, редуцирующий пневмоклапан помогает поддерживать стабильное давление в пневматической системе, предотвращая повреждения элементов пневмосистемы из-за избыточного давления.

После стабилизации давления воздух поступает на пневматический распределитель, в котором направление потока воздуха зависит от наличия управляющего сигнала. При его наличии, золотник перемещается в рабочее положение, тем самым меняя схему соединения каналов пневмораспределителя, и воздух начинает поступать в штоковую полость пневмоцилиндра (обратный ход). В свою очередь при отсутствии управляющего сигнала, пружина возвращает золотник в исходное положение, и воздух начинает наполнять поршневую область, образуя прямой ход пневмоцилиндра, при котором электроды сжимают свариваемые детали. Таким образом регулируется направление хода пневмоцилиндра.

Для регулирования скорости движения штока пневмоцилиндра, необходимо использовать дроссели с обратным клапаном, которые устанавливаются на линиях поршневой и штоковой полостей. Наполнение полостей происходит через обратный клапан, у которого диаметр прохода равен диаметру трубопровода (соединён напрямую). Во время разряжения полостей, обратный клапан закрыт, а воздух проходит через дроссель, проводимость которого регулируется закручиванием винта.

## 2. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

### 2.1. Описание технологического процесса

Технологический процесс представляет собой контактную точечную микросварку металлических заготовок. Процесс происходит следующим образом:

- на первой стадии электроды предварительно сжимают детали, устраняя зазор между ними с необходимым усилием;
- на второй стадии протекает сварочный ток, и в контакте деталь – деталь металл расплавляется, образуя ядро;
- на заключительной стадии прекращается подача сварочного тока, при неизменном усилии сжатия. Металл ядра остывает и кристаллизуется, образуя соединение.

Циклограмма усилия и тока показаны на рисунке 8:

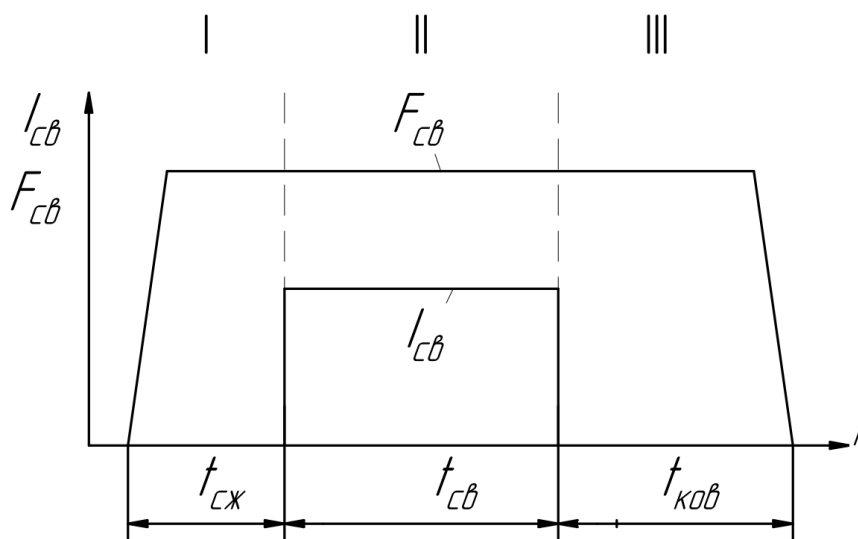


Рисунок 8 – Циклограмма усилия и тока

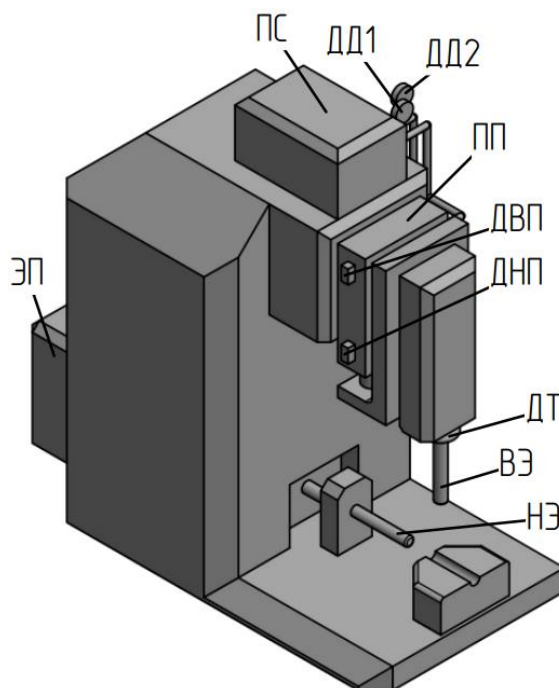
Для сжатия электродов используются пневмопривод (ПП). Усилие регулируется посредством регулятора давления, через аналоговый сигнал. Значения давления измеряют датчики (ДД1, ДД2), расположенные на линиях подвода воздуха к пневмоцилиндрам. На корпусах пневмоцилиндров находятся датчики верхнего (ДВП) и нижнего положения (ДНП). Верхний

срабатывает, когда шток находится в исходном положении. Нижний, когда шток максимально выдвинут. Направление хода штока пневмоцилиндра, задается распределителем, через подачу напряжения на управляющую катушку.

Источник питания обеспечивает заданную циклограмму сварочного тока, а датчик (ДТ), установленный на верхнем электроде (ВЭ), измеряет значение этого тока.

Для создания нескольких сварных точек, используется электропривод (ЭП). Он перемещает нижний электрод (НЭ) вместе с заготовкой. Для определения положения заготовки, энкодер измеряет положение ротора электропривода.

Вид машины контактной точечной микросварки представлен на рисунке 9.



ЭП – электропривод; ПС – пневматическая система; ДД2 – датчик давления штоковой полости; ДД1 – датчик давления поршневой полости; ПП – пневмоцилиндр; ДВП – датчик верхнего положения штока; ДНП – датчик нижнего положения штока; ДТ – датчик тока; ВЭ – верхний электрод; НЭ – нижний электрод.

Рисунок 9 – Машина контактной точечной микросварки



## 2.2. Разработка алгоритмов управления

Алгоритм управления — это последовательность действий, определяющая, каким образом управлять системой или процессом. Для удобства проектирования системы управления, процесс разделяют на части, где в каждой свой алгоритм управления. Для процесса контактной микросварки можно выделить следующие части:

1. Включение.
2. Проверка оборудования, инициализация.
3. Задание параметров.
4. Сварка.
5. Выключение.

Для обеспечения последовательности данных процессов сварки, был выбран язык программирования для промышленных контроллеров SFC (Sequential function chart). Он представляет собой графический язык, который описывает последовательность состояний и условия переходов. Код реализующий данный алгоритм представлен на рисунке 1 (Приложение А).

В таблице 1 представлена используемая информация сигналов контроллера, которая участвует в алгоритмах управления.

DO – дискретный выходной сигнал;

АО – аналоговый выходной сигнал;

DI – дискретный входной сигнал;

AI – аналоговый входной сигнал.

Таблица 1 – Используемые сигналы в управлении машиной микросварки

№	Тип сигнала	Наименование
1	DO	Старт
2	DO	Стоп
3	DO	Ошибка
4	DO	Готовность к работе
5	DO	Включение источника питания
6	DO	Управление распределителем
7	АО	Значение давления на регулятор
8	АО	Положение электропривода

Продолжение таблицы 1.

9	DI	Верхнее положение штока пневмоцилиндра
10	DI	Нижнее положение штока пневмоцилиндра
11	AI	Давление в поршневой полости
12	AI	Давление в штоковой полости
13	AI	Значение сварочного тока

### **2.2.1. Алгоритм управления проверки оборудования, инициализации**

После включение оборудования, существует необходимость проверки готовности оборудования перед запуском. В таблице 2 приведены сигналы, участвующие в алгоритме.

Таблица 2 – Используемые сигналы для проверки готовности оборудования

№	Тип сигнала	Наименование
1	DO	Управление распределителем
2	DI	Верхнее положение штока пневмоцилиндра
3	AI	Давление в штоковой полости
4	AI	Положение электропривода

При включении оборудования происходит обнуление подачи сигнала на распределитель.

Регулятор давления имеет в памяти значение. При включении, это значение является его уставкой, и воздух в штоковой полости пневмоцилиндра должен быть под этим давлением. Поэтому при включении оборудования, датчик должен показывать такое же значение давления, как и в исходной уставке регулятора. В нашем случае уставкой является значение двух бар. Если значение меньше, то происходит утечка воздуха, в таком случае выдается сигнал Ошибка.

Наличие низкого уровня сигнала с датчика верхнего положения и давления в штоковой полости пневмоцилиндра означает, что пневмоцилиндр в ходе работы заклинило, и выдается сигнал Ошибка

Электропривод должен находиться в начальном положении. Если значение с энкодера не совпадает с начальным, то на электропривод подается сигнал, после чего он перемещается в начальное положение.

Когда все условия соблюдены дается разрешение к пуску и активируется состояние Готовность к работе.

Код, реализующий алгоритм проверки оборудования, представлен на рисунке 2 (Приложение А). Блоки таймеров приведены на рисунке 3 (Приложение А)

### **2.2.2. Задание параметров режима сварки**

После того как получено разрешение к пуску, оператор задает параметры сварки, приведенные в таблице 3. Значения параметров вписываются в окна ввода, на экране. Далее для начала процесса сварки остается нажатие кнопки Старт.

Таблица 3 – Параметры сварки

№	Наименование
1	Значение давления на регулятор
2	Количество сварных точек
3	Расстояние между сварными точками
4	Время сварки
5	Время проковки
6	Значение сварочного тока

### **2.2.3. Алгоритм управления процессом сварки**

Для удобства написания алгоритма управления процессом микроконтактной сварки, следует поделить процесс на следующие части:

1. Перемещение нижнего электрода в заданное положение.
2. Перемещение вниз верхнего электрода.
3. Подача источником питания сварочного тока по записанной программе.
4. Сравнение значений сварочного тока и времени его протекания.
5. Перемещение верхнего электрода в начальное положение.
6. Перемещение нижнего электрода в начальное положение.

В процессе сварки участвуют сигналы, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Сигналы, используемые в управлении процессом сварки

№	Тип сигнала	Наименование
1	DO	Включение источника питания
2	DO	Управление распределителем
3	AO	Задание давления на регулятор давления
4	DI	Верхнее положение штока пневмоцилиндра
5	DI	Нижнее положение штока пневмоцилиндра
6	AI	Давление в поршневой полости
7	AI	Давление в штоковой полости

При нажатии кнопки Старт, на электропривод подается значение положения. После чего тот нижний электрод начинает свое движение в заданное положение. Код, реализующий движение нижнего электрода, представлен на рисунке 4 (Приложение А).

Далее на регулятор давления подается значение давления, заданное оператором. Когда датчик ДД2 покажет, что давление в штоковой полости пневмоцилиндра равно заданному, подается напряжение на управляющую катушку распределителя. Воздух начинает поступать в поршневую полость пневмоцилиндра и электрод начинает движение вниз. Стабилизация значения давления с датчика ДД1, при высоком уровне сигнала одного из датчиков верхнего и нижнего положения, означает что шток пневмоцилиндра не начал движение, либо не коснулся заготовки, в таком случае выдается сигнал Ошибка. Если на датчиках положения низкий уровень сигнала, значит электрод сжал заготовку с необходимым усилием, и можно начать подачу сварочного тока. Код, реализующий движение верхнего электрода, представлен на рисунке 5 (Приложение А).

На источник питания подается управляющий импульс, где уже выставлены значение сварочного тока и его длительность. Начинается процесс сварки. Через пару миллисекунд значение с датчика тока (ДТ), подается на ПЛК, где сравнивается с выставленным. Если фактические значения не совпадают с заданным, значит процесс сварки произошел со сбоями и выдается

сигнал Ошибка. При прекращении подачи тока, выдерживается время проковки. Блоки, реализующие отсчет времени сварки и проковки, приведены на рисунке 6 (Приложение А). После проковки с катушки распределителя снимается управляющее напряжение, и электрод начинает движение вверх. Срабатывание датчика верхнего положения и стабилизация давления с датчика ДД2 означает, что электрод вернулся в исходное положение. Код реализующий процесс сварки представлен на рисунке 7 (Приложение А).

Если в процессе сварки не было сигналов Ошибка, цикл сварки продолжается.

Разработанная в MasterSCADA 4D мнемосхема проекта изображена на рисунке 10.

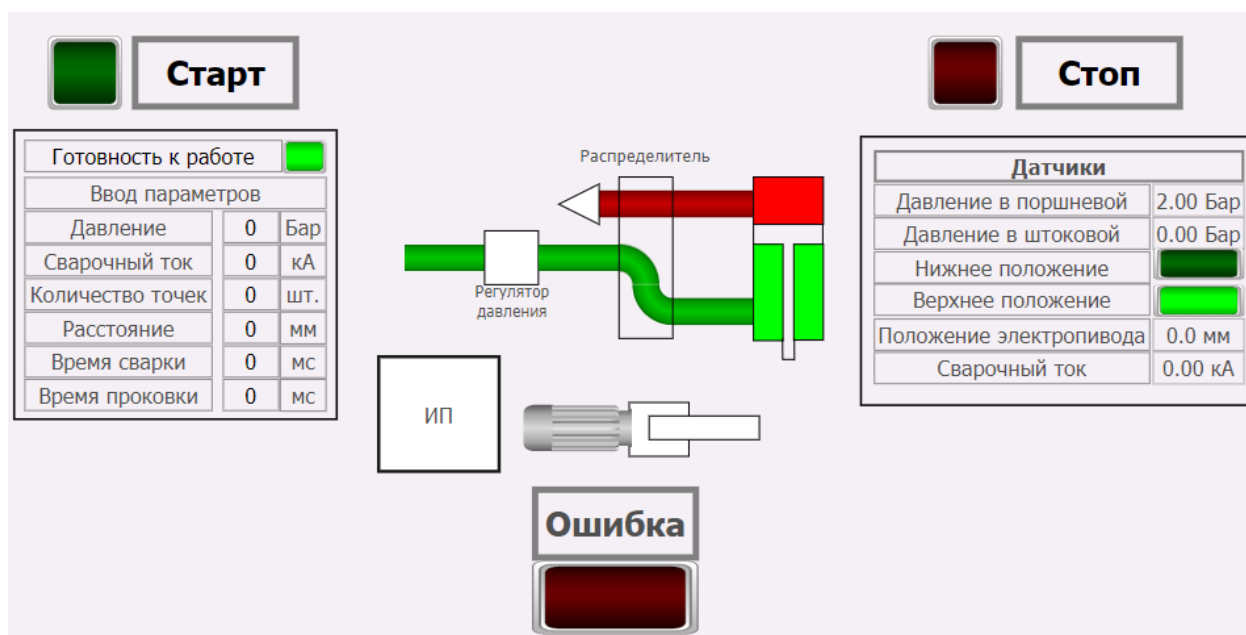


Рисунок 10 – Мнемосхема проекта

### 2.3. Структурная схема автоматизированной системы

Структурная схема автоматизированной системы процесса контактной сварки является иерархической системой из трех уровней, где каждый уровень выполняет свои функции и взаимодействует с другими уровнями через интерфейсы.

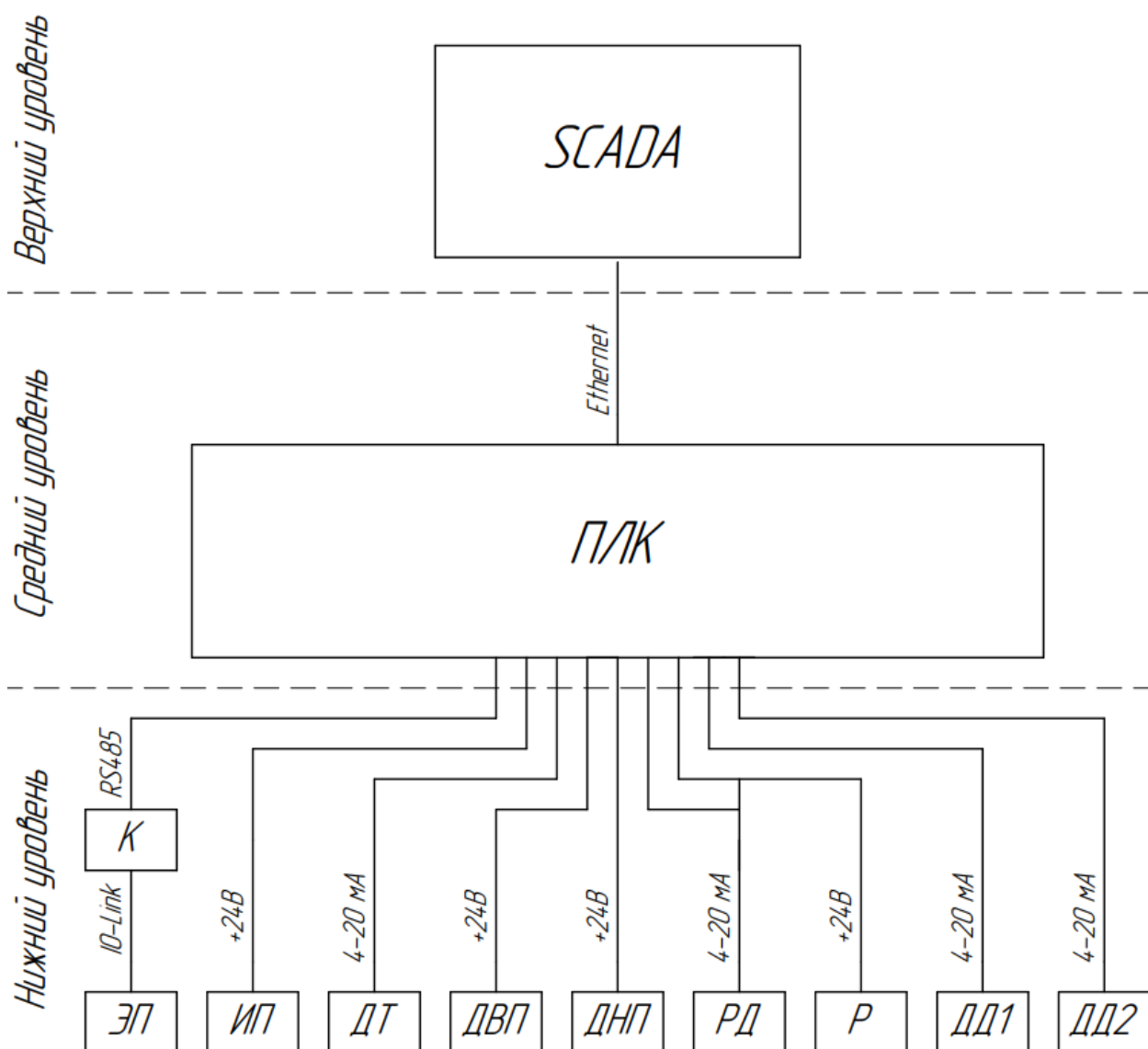
Первый уровень (полевой) — это уровень сенсоров и датчиков, которые собирают информацию о параметрах режима сварки, кроме того, к этому

уровню относятся и исполнительные механизмы. Полевой уровень системы состоит из следующих датчиков: давления, положения, и тока.

Средний уровень системы управления отвечает за управление, регулирование, запуск и отключение оборудования. Информация от нижнего уровня, передается на контроллер посредством аналоговых или дискретных сигналов. Программируемые логические контроллеры обрабатывают информацию и управляют исполнительными механизмами. Еще одной функцией является передача сигналов на элементы высокого уровня системы.

Верхний уровень системы управления представляет собой SCADA-сервера, которые выполняют сбор и обработку информации от контроллеров на среднем уровне. SCADA-сервера используются для мониторинга и управления производственными процессами на удаленных объектах. Важной функцией SCADA-систем является предоставление пользователю графического интерфейса, позволяющего визуализировать производственные процессы. Операторы и инженеры могут наблюдать за работой оборудования и принимать решения на основе полученной информации.

Разработанная структурная схема представлена на рисунке 11.



К - конвертер; ЭП - электропривод; ИП - источник питания; ДТ - датчик тока; ДВП - датчик верхнего положения; ДНП - датчик нижнего положения.

РД - регулятор давления; Р - распределитель; ДД1, ДД2 - датчик давления

Рисунок 11 – Структурная схема автоматизированной системы

#### 2.4. Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации — это графическое представление процесса автоматизации, позволяющее увидеть все элементы системы автоматизации, их взаимодействие и пути передачи информации между ними.

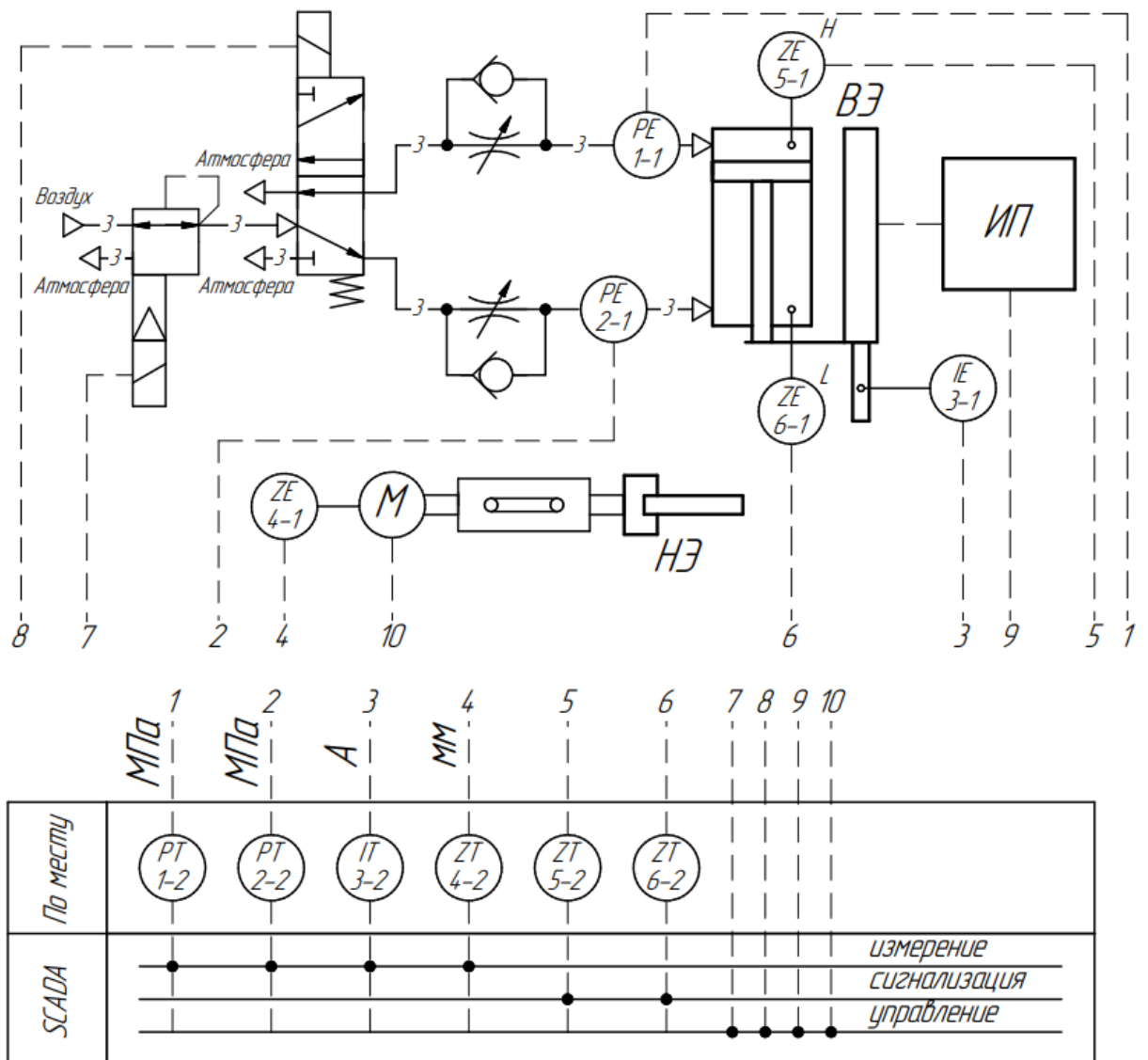
Функциональная схема автоматизации состоит из различных элементов, каждый из которых отвечает за определенную функцию в системе.

Основные элементы функциональной схемы включают в себя:

- датчики и сенсоры – предназначены для получения информации об управляемом процессе с машин, установок и оборудования;
- исполнительные механизмы – предназначены для воздействия на объект управления в соответствии с полученными сигналами управления;
- контроллеры – предназначены для обработки данных, полученных от датчиков и сенсоров. Выдают управляющие сигналы на исполнительные механизмы.

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [2] представлена на рисунке 12.





ИП - источник питания; ВЭ - верхний электрод; ВН - нижний электрод.

Рисунок 12 – Функциональная схема автоматизации

### 3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Схема подключения к ПЛК и спецификация оборудования представлены в приложениях Б и В соответственно.

#### 3.1. Пропорциональный регулятор давления

Регулятор давления должен обладать необходимым диапазоном давления, точностью и пропускной способностью, а также возможность задавать значение давления посредством аналогового сигнала.

Данным требованиям соответствует пропорциональный регулятор давления Festo VPPE-3-1-1/8-6-420-E1, внешний вид которого представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Регулятор давления Festo VPPE-3-1-1/8-6-420-E1

Основные технические характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики [3]

Производитель	Festo
Входное давление	От 6 до 8 бар
Тип управления	Электрическое
Тип конструкции	Мембранный регулятор с пилотным управлением
Присоединение	G1/8
Диапазон регулировки давления	От 0,06 до 6 бар
Точность повторения	0,5 % FS
Максимальный стандартный расход	800 литров в минуту
Рабочий цикл	100 %
Электрическое подключение	5-пин
Диапазон рабочего напряжения	От 21,6 до 26,4 В DC
Диапазон сигнала, аналоговый вход	От 4 до 20 мА

Продолжение таблицы 5.

Температура окружающей среды	От 0 °С до +60 °С
Рабочая среда	Сжатый воздух в соответствии с ISO 8573-1:2010 Инертные газы
Срок службы	10 лет
Цена	50 963 Р

### 3.2. Распределитель

Распределитель должен иметь две позиции. Переключение осуществляется по наличию управляющего сигнала. При этом возврат в исходное положение с помощью пружины. Данным требованиям соответствует распределитель Festo VUVS-L20-M52-MD-G18-F7-1C1, внешний вид которого представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Распределитель Festo VUVS-L20-M52-MD-G18-F7-1C1

Основные технические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики [4]

Производитель	Festo
Количество линий/позиций	5/2
Тип управления	Электромагнитное
Тип конструкции	Золотниковый
Тип сброса	Пружинный
Максимальный стандартный расход	700 литров в минуту
Рабочий цикл	100 %
Рабочее напряжение катушки	24 В DC
Максимальное рабочее давление	10 бар
Минимальное рабочее давление	2,5 бар
Температура окружающей среды	От -10 °С до +60 °С
Рабочая среда	Сжатый воздух в соответствии с ISO8573-1:2010
Присоединение	G1/8
Срок службы	10 лет
Цена	8 604 Р

### 3.3. Дроссель с обратным клапаном

Дросселирование должно происходить на выходе, при этом обладая необходимой пропускной способностью. Данным требованиям подходит дроссель с обратным клапаном Festo GRLA-1/8-QS-6-D, внешний вид которого представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Дроссель с обратным клапаном Festo GRLA-1/8-QS-6-D

Основные технические характеристики представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики [5]

Производитель	Festo
Элемент настройки	Винт под шплиц
Стандартный расход через дроссель	370 л/мин
Максимальный стандартный расход через дроссель	185 л/мин
Функция дросселирования воздуха	На выходе
Стандартный расход через обратный клапан	От 330 до 390 л/мин
Максимальный стандартный расход через обратный клапан	От 160 до 240 л/мин
Присоединение	G 1/8
Максимальное рабочее давление	10 бар
Минимальное рабочее давление	0,2 бар
Температура окружающей среды	От -10 °С до +60 °С
Рабочая среда	Сжатый воздух в соответствии с ISO8573-1:2010
Присоединение	G1/8
Срок службы	15 лет
Цена	2 056 Р

### 3.4. Пневмоцилиндр

К основным требованиям к пневмоцилиндру относятся, получение требуемого усилия сжатия, а также возможность присоединения электрододержателя. Данным требованиям соответствует мини-суппорт Festo DGST-25-20-PA, внешний вид которого представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Мини-суппорт Festo DGST-25-20-PA

Основные технические характеристики представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики [6]

Производитель	Festo
Ход	20 мм
Диаметр поршня	25 мм
Определение позиции	При помощи датчиков положения
Демпфирование	Нерегулируемое
Теоретическое усилие при 6 бар, прямой ход	589 Н
Теоретическое усилие при 6 бар, обратный ход	495 Н
Точность повторения	$\leq 0,3$ мм
Максимальное рабочее давление	8 бар
Минимальное рабочее давление	1 бар
Температура окружающей среды	От $-10$ °C до $+60$ °C
Рабочая среда	Сжатый воздух в соответствии с ISO8573-1:2010
Присоединение	G1/8
Срок службы	12 лет
Цена	43 611 Р

### 3.5. Электропривод

Внешний вид электропривода Festo EPCE-TB-60-80- FL-MF-ST-M-H1-PLK-AA представлен на рисунке 17.

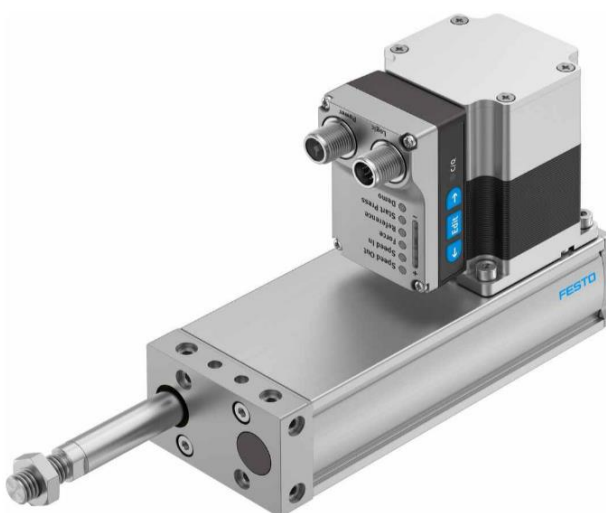


Рисунок 17 – Электропривод Festo EPCE-TB-60-80-FL-MF-ST-M-H1-PLK-AA

Основные технические характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики [7]

Производитель	Festo
Ход	80 мм
Тип двигателя	шаговый двигатель
Датчик положения ротора	абсолютный энкодер
Максимальная скорость	0,6 м/с
Точность повторения	$\pm 0,05$ мм
Номинальное напряжение DC	24 V
Температура окружающей среды	0 °C ... 50 °C
Срок службы	12 лет
Цена	18 934 Р

### 3.1. Конвертер

Управление электропривода осуществляется по протоколу IO-Link, который не поддерживает ПЛК. Поэтому необходимо использовать конвертер HD67861-A1-4A, который преобразует IO-Link в Modbus RTU. Внешний вид представлен на рисунке 18.

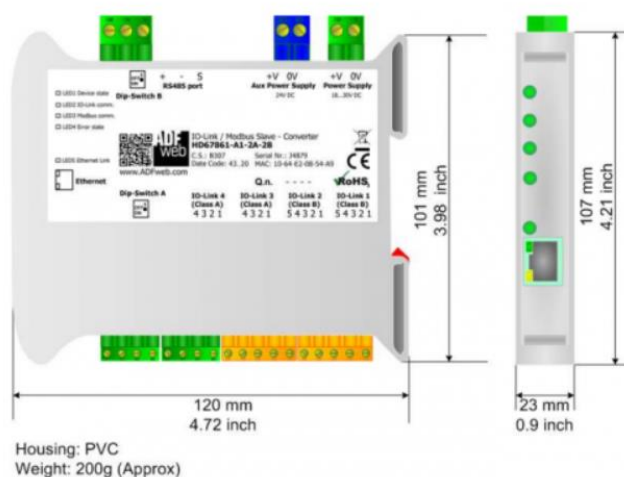


Рисунок 18 – Конвертер HD67861-A1-4A

Основные технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики [8]

Производитель	ADFWeb
Поддержка интерфейсов	1 RS485; 1 Ethernet; 4 IO-Link
Протоколы	IO-Link Modbus RTU
Номинальное напряжение питания	24 В
Рабочая температура	-40...85°C
Срок службы	10 лет
Цена	34 661 Р

### 3.2. Источник питания

Источник питания должен обеспечивать необходимые значения и форму сварочного тока, а также иметь возможность дистанционного включения и выключения. Этим требованиям подходит источник тока контактной сварки «Импульс-3», внешний вид которого представлен на рисунке 19



Рисунок 19 – Источник тока контактной сварки «Импульс-3»

Основные технические характеристики представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики [9]

Напряжение питания,	380 В
Вид сварочного тока	постоянный
Амплитуда сварочного тока (регулируемая),	200 - 7500 А
Длительность сварочного импульса, регулируемая	1 - 20 мс
Длительность фронта импульса тока, регулируемая	0 - 10 мс
Максимальная производительность	10 сварок/с
Точность поддержания установленного значения сварочного тока при колебаниях напряжения сети плюс 10%, минус 15%	±2%
Срок службы	15 лет
Цена	63 193 Р

### 3.3. Датчик тока

Выбранный датчик тока, должен обладать достаточным диапазоном измерений, высокой точностью и быстродействием. Для передачи значений сварочного тока, к датчику необходим преобразователь сигнала, для унифицирования сигнала. Этим требованиям подходит пояс Роговского с интегратором, внешний вид пояса Роговского ТТС-KR представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 – источник тока контактной сварки «Импульс-3»

Основные технические характеристики представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики [10]

ТТС-KR - Пояс Роговского	
Номинальная сила тока	100А ... 100 кА
Выходное напряжение	0...5 В (с интегратором)
Длина пояса	20...2000 мм
Рабочая температура	-25...70 °С



Продолжение таблицы 12.

Срок службы	20 лет
Цена	2 384 Р
Интегратор RS5000-5000A	
Номинальный ток	±5000A
Диапазон частот	10...10 KHz
Выходной сигнал	4-20 mA DC
Напряжение питания	9...15 V/12...30 V
Время отклика	≤1 мсек
Рабочая температура	-25...+70 С
Срок службы	10 лет
Цена	4 248Р

### 3.4. Датчик давления

Датчик давления должен соответствовать следующим требованиям:

- достаточный диапазон измерения и высокая точность;
- возможность передачи сигнала, через аналоговый сигнал.

Выбранным датчиком давления является Агава АДМ-100.3. Он соответствует всем требованиям. Внешний вид представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Датчик давления Агава АДМ-100.3

Основные технические характеристики представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики [11]

Производитель	Агава
Диапазоны измерений	0...6,0 МПа
Приведённая погрешность по току	1,5 %
Выходной сигнал	4-20 мА.
Температура измеряемой среды	10 до +80 °С.
Рабочая среда	жидкости и газы
Срок службы	10 лет
Цена	6 716 Р

### 3.5. Датчик положения

Датчик положения должен иметь возможность крепиться на корпус пневмоцилиндра. Данному требованию подходит датчик положения Festo SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE, внешний вид представлен на рисунке 22.



Рисунок 22 – датчик положения Festo SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE

Основные технические характеристики представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики [12]

Производитель	Festo
Измеряемая величина	Положение
Метод измерения	Магниторезистивный
Выходной сигнал	PNP
Номинальное рабочее напряжение	24 В DC
Максимальная коммутируемая мощность	2,8 Вт
Способ крепления датчика	T-образный паз
Температура окружающей среды	От -40 °С до +85 °С
Срок службы	20 лет
Цена	4 704 Р

### 3.6. Программируемый логический контроллер

Основные требования к ПЛК:

- Производительность: ПЛК должен иметь достаточную производительность для обработки большого количества данных и обеспечения быстрой реакции на изменения в процессе.
- Совместимость: ПЛК должен быть совместимым с другими устройствами.
- Количество портов: ПЛК должен обладать достаточным количеством портов, для подключения всего оборудования.

Этим требованиям подходит Owen ПЛК160-24.И-М [M02], внешний вид которого предстален на рисунке 23.



Рисунок 23 – ПЛК160-24. И-М [M02]

Основные технические характеристики представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики [13]

Производитель	Owen
Напряжение питания	9...30 В (номинальное 24 В)
Центральный процессор	RISC-процессор Texas Instruments Sitara AM1808
Время выполнения пустого цикла (стабилизированное)	1 мс
Интерфейсы связи	
Ethernet 100 Base-T	
Количество портов	4 × Ethernet 10/100 Мбит/с (RJ45) Порты 1–3 – коммутатор Порт 4 – отдельный сетевой адаптер
Поддерживаемые промышленные протоколы	ModBus-TCP, CODESYS Gateway, TCP-IP, UDP-IP, CODESYS Network Variables (over UDP), PPP.
RS-485	
Количество портов	2
Поддерживаемые протоколы	ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON, ОВЕН.
Скорость передачи	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200 бит/с
Подтягивающие резисторы	Есть
Дискретные входы (DI)	
Режимы работы	определение логического уровня

Продолжение таблицы 15.

Подключаемые входные устройства	контактные датчики; трехпроводные датчики имеющие на выходе транзистор n-p-n- или р-п-р-типа с открытым коллектором
Аналоговые входы (AI)	
Подключаемые сигналы	унифицированные сигналы: 0...5 мА, 4...20 мА, 0...10 В
Дискретные выходы (DO)	
Тип контакта	Нормально-разомкнутый контакт
Режимы работы	переключение логического состояния; генерация ШИМ-сигнала; генерация заданного количества импульсов.
Аналоговые выходы (АО)	
Тип выходного сигнала	Ток 4...20 мА.
Минимальный период обновления выходов	100 мс
Питание аналоговых выходов, внешнее	24±3 В
Срок службы	10 лет
Цена	64 920 Р

### 3.7. Блок питания

Для питания ПЛК, датчиков и оборудования пневмосистемы, был выбран блок питания Owen БП120К-24, внешний вид которого представлен на рисунке 24.



Рисунок 24 – Блок питания Owen БП120К-24

Основные технические характеристики представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики [14]

Производитель	Owen
Номинальное напряжение (Uном)	24 В
Номинальный ток (Iном)	5 А
Номинальная мощность (Рном)	120 Вт
Напряжение питания переменного тока	90...264 В
Рабочая температура	40...70 °С
Срок службы	10 лет
Цена	12 540 Р

## ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В91	Данилов Никита Эдуардович

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

#### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объект исследования:</i> система управления машиной микроконтактной сварки  <i>Область применения:</i> сварочное производство  <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение  <i>Размеры помещения</i> 12 × 12  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> источник питания, программируемый логический контроллер, пневмопривод, датчики: тока, напряжения, давления, усилия.  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сварочный процесс, измерение параметров сварки</p>
--	--

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022)          ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.          ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.          ГОСТ 23000-78 Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.          ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.</p>
---	---

<p><b>2. Производственная безопасность:</b>  2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов  2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><b>Опасные и вредные</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>– производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги;</li> <li>– производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, такими как инфракрасное и ультрафиолетовое излучение.</li> </ul> <p><b>Вредные факторы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха.</li> <li>– производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума;</li> <li>– производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека, постоянного характера, связанного с повышенным образованием электростатических зарядов.</li> </ul> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> защитная маска сварщика, перчатки, респиратор, средства защиты органов слуха (затычки, беруши), защитная обувь, защитная одежда (накидки, халаты).</p>
--	---

<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> низкая степень негативного воздействия на среду обитания (IV класс предприятия). Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны 100 м.</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> образование отходов в виде остатков металла и электродов.</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> загрязнение воды при охлаждении электрода.</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> загрязнение от пыли, аэрозолей металлов и их окислов.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b> Природные катастрофы (наводнения, природные пожары, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (аварии на коммунально-энергетических сетях, пожары (взрывы) и обрушения крыш зданий).</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожары и взрывы</p>

<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	
--	--

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ООД ШБИП</p>	<p>Мезенцева И.Л.</p>	<p>-</p>		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1В91</p>	<p>Данилов Никита Эдуардович</p>		



## **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **4.1. Введение по разделу**

Сущность выпускной квалификационной работы заключается в создании системы управления машиной микроконтактной сварки. Итоговое решение обеспечивает контроль параметров на всех этапах сварки деталей, за счет сбора данных с датчиков и подачи управляющих сигналов на исполнительные механизмы. Созданная система управления позволит снизить монотонность труда, за счет минимизации работы оператора, что в свою очередь повысит качество труда на производстве.

Область применения распространяется на такие отрасли промышленности, как машиностроение и приборостроение. Рабочая зона производственного помещения составляет около  $12 \times 12$  м<sup>2</sup>.

Для выполнения и контроля процесса сварки используется следующие оборудование: источник питания, электроды, программируемый логический контроллер, пневмопривод, а также датчики: тока, напряжения, давления и усилия. Процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: сварочный процесс, измерение параметров сварки.

## **4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **4.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Каждый работник, согласно Трудовому Кодексу РФ [15], имеет ряд прав, которые гарантируют ему социальную защиту и содействуют наилучшим условиям труда.

В первую очередь, работник имеет право на обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами. Это обеспечивает ему надежную защиту от несчастных случаев, болезней, инвалидности и других форс-мажорных обстоятельств.

Важным моментом является обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. Работодатель обязан обеспечить сотрудников всем необходимым оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами для их работы. Кроме того, работнику положено своевременное обеспечение средствами индивидуальной защиты, за счет средств работодателя, а также определенное оснащение места работы средствами коллективной защиты.

Кроме того, права работника включают предоставление полной и достоверной информации об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте. Это включает не только информацию о правилах охраны труда, но и информацию о квалификационных требованиях, условиях оплаты труда и всей выборке социальных льгот и гарантий.

Работник имеет право на получение заработной платы не реже двух раз в месяц в соответствии с трудовым договором, а также на оплачиваемый ежегодный отпуск. Кроме того, работник вправе требовать оплаты сверхурочных работ, а также времени отдыха после их выполнения.

Также нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю, при этом в течение рабочего дня (смены)

работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

#### **4.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Для гарантированной безопасности работающих при контактной сварке необходимо соблюдать требования, которые прописаны в ГОСТ 12.3.003-86 [16].

При организации процессов контактной сварки машины должны быть оборудованы защитными экранами, предохраняющими работающих от брызг расплавленного металла, магнитного излучения и других вредных факторов. Если экраны перемещаются в процессе работы, то усилие на перемещение не должно превышать 40 Н.

Допустимые нормы воздухообмена следует учитывать при сварке различных материалов. При контактной сварке черных металлов с чистой поверхностью необходима общеобменная вентиляция помещения с воздухообменом 600 м<sup>3</sup>/ч на каждые 50 кВА. В свою очередь, при сварке цветных металлов и черных металлов с покрытиями следует производить работу при наличии местной вытяжной вентиляции, удаляющей сварочный аэрозоль непосредственно от источника его образования.

Кроме того, важно размещать оборудование и многопостовые источники питания с учетом безопасности работающих. Ширина проходов должна быть не менее 1,5 м.

Также необходимо принимать меры, чтобы избежать воздействия опасных и вредных факторов на работающих, если сварка осуществляется в одном помещении с другими работами.

Для обеспечения правильного расположения и компоновке рабочей зоны необходимо воспользоваться ГОСТ 12.2.032-78 [17] и ГОСТ 23000-78 [18]. Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля, то есть в пределах 400 мм от края рабочей поверхности. При работе

оператора в положении сидя органы управления на фронтальной панели. Для средств отображения информации применяют следующие требования, очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом +/- 15° от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом +/- 15° от сагиттальной плоскости, также по ГОСТ 22269-76 [19] средства отображения информации необходимо группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования или с функциональными связями элементов систем, которые они представляют.

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 [20] конструкция органов управления должна учитывать:

- требуемую точность и скорость движений при осуществлении управления, а также частоту использования органа управления;
- допустимые динамические и статические нагрузки на двигательный аппарат человека;
- антропометрические характеристики двигательного аппарата человека; необходимость быстрого распознавания органов управления, формирования и закрепления навыков по управлению.

### **4.3. Производственная безопасность**

Все травмы и заболевания, связанные с процессом труда, возникают из-за неблагоприятного воздействия на организм человека различных факторов производственной среды и трудового процесса. Согласно СП 2.2.3670-20 [21] при разработке и внедрении технологических и технических мероприятий необходимо устранять, предотвращать или уменьшать опасность в источнике образования и распространения вредных и (или) опасных производственных факторов.

В приказе от 11 декабря 2020 г. N 884н. [22] приведены опасные и вредные факторы при выполнении сварочного процесса. Данные факторы

квалифицированы в соответствии с ГОСТом 12.0.003-2015 [23] и занесены в таблицу 1 (Приложение А).

#### **4.4. Анализ опасных и вредных производственных факторов**

##### **4.4.1. Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха**

При плавлении металлов выделяются вредные газы, такие как оксиды азота, оксиды углерода.

По ГОСТ 12.1.005-88 [24], пары оксида азота относятся к классу опасности 3. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны 5 мг/м<sup>3</sup>. В тоже время пары оксида углерода уже относятся к 4 классу опасности. Предельно допустимая концентрация которых в воздухе рабочей зоны 20 мг/м<sup>3</sup>.

Эти газы могут вызвать различные заболевания, включая раздражение глаз, кожи и дыхательных путей, а также болезни легких и сердца.

Поэтому при точечной сварке необходимо соблюдать меры безопасности, такие как использование защитной маски и вентиляции помещения.

##### **4.4.2. Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума**

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания.

Источниками шума на сварочном производстве являются сварочные машины. Повышенный шум высокочастотного характера создают машины для точечной электросварки с пневматическими приводами.

По СанПиН 1.2.3685-21 [25] работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 80 дБА не допускаются.

Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Для минимизации воздействия фактора необходимо использовать звукопоглощающие конструкции, акустические экраны, средства индивидуальной защиты.

#### **4.4.3. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека, постоянного характера, связанного с повышенным образованием электростатических зарядов**

Одним из источников электромагнитного излучения при контактной сварке является источник питания.

По СанПиН 1.2.3685-21 [25] напряженности электрических и магнитных полей на рабочем месте, не должны превышать 5,0 кВ/м и 80,0 А/м соответственно.

Продолжительное воздействие электромагнитных излучений может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, проявляющееся в виде усталости, нарушения сна, головных болей, нервно-психических расстройств.

Для минимизации воздействия электромагнитного излучения на организм человека могут применяться различные меры. Можно использовать защитные экраны, которые помогают снизить уровень излучения. Также можно использовать специальную одежду и обувь, которые защищают от электромагнитного излучения.

#### **4.4.4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги, согласно ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) [26]**

Вторичное напряжение контактных машин мало и безопасно для жизни. Однако в случае пробоя первичной обмотки сварочного трансформатора на вторичную возможно попадание высокого напряжения на вторичный контур и корпус машины.

Поражение электрическим током, является основной травмой данного фактора.

При работе со сварочным оборудованием всегда необходимо соблюдать меры предосторожности, использовать соответствующую защитную экипировку. Также должна быть надежная изоляция проводов и заземление корпуса источника питания.

#### **4.4.5. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека, согласно ГОСТ Р 51337-99 [27]**

Температура металла при точечной сварке может значительно изменяться в зависимости от многих факторов, включая толщину металла, скорость сварки, время сварки и другие параметры сварочного процесса.

Обычно температура металла в зоне сварки может достигать очень высоких значений, до 1500-2000 градусов Цельсия, что могут вызвать ожоги тканей человека.

Для минимизации влияния данного фактора необходимо:

- использование индивидуальных средств защиты, таких как защитная маска сварщика, перчатки, защитная обувь, защитная одежда;
- обучение работников правилам безопасности при работе с сварочным оборудованием, включая правила обращения с инструментами и средствами защиты, а также правила эксплуатации оборудования.

#### **4.4.6. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, такими как: инфракрасное, ультрафиолетовое излучение**

При контактной сварке происходит выделение неионизирующего излучения, такого как инфракрасное (тепловое) и ультрафиолетовое

излучение. Источником этих излучения раскаленный металл. Это излучение может оказывать влияние кожу человека приводя к ожогам и воспаления, а также глаз приводя к катаракте и меланоме.

По СанПиН 1.2.3685-21 [25] при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение, допустимая интенсивность облучения в области длинноволнового и средневолнового ультрафиолетового излучения не должна превышать 1 Вт/м<sup>2</sup>.

Для минимизации воздействия излучения при контактной сварке следует соблюдать ряд мер предосторожности, включая:

- использование защитных очков, масок или шлемов, которые предотвращают контакт с излучением;
- использование защитной одежды, которая защищает от тепла и ультрафиолетовых лучей;
- предотвращение длительного контакта с излучением, например, путем сокращения времени работы;
- регулярный контроль и техническое обслуживание оборудования, чтобы обеспечить его правильную работу и минимизировать излучение.

Соблюдение этих мер предосторожности поможет защитить работников от неблагоприятных последствий и минимизировать воздействие неионизирующего излучения при контактной сварке.

#### **4.5. Экологическая безопасность**

Предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, имеет низкую степень негативного воздействия на среду обитания, ориентировочный размер санитарно-защитной зоны 100 м.

В связи с реализацией разработанной системы управления машиной микроконтактной сварки источники загрязнения подразделяются на твердые, жидкие и газообразные.

Твердые отходы: остатки металла в результате сварочных работ, включая изделия с дефектами, а также изношенные электроды.



Жидкие отходы: загрязненная вода в следствии охлаждения электродов.

Газообразные отходы: пыль, окислы и аэрозоли металлов, образовавшиеся в результате сварочных работ. На рабочем месте предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе составляет 1,0 мг/м<sup>3</sup> [28].

Согласно ГОСТ 17.0.0.01-76 [29] твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичном сырье. Металлические отходы идут на переплавку и повторное использование. Перед выбросом, газообразные отходы должны пройти обязательную очистку в фильтровентиляционных системах, чтобы защитить атмосферу от загрязнений. Поэтому, каждый сварочный пост должен иметь вытяжку с фильтрами, чтобы улавливать аэрозоли и пыль, которые выделяются в процессе сварки. Максимально допустимая концентрация вредных примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30%. Чтобы предотвратить загрязнение гидросферы, жидкие отходы направляются в городскую канализацию и подвергаются очистке на очистных сооружениях.

#### **4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Можно выделить следующие группы возможных ЧС:

1. Природные катастрофы – Бедствия, вызванные природными явлениями, включают в себя наводнения, природные пожары, ураганы и другие подобные события.
2. Геологические воздействия – бедствия возникают вследствие движения литосферных плит и процессов, происходящих под земной корой, таких как землетрясения, оползни, обвалы и провалы территории.
3. Техногенные аварии – это неблагоприятные и неуправляемые процессы на технических объектах, такие как пожары, обрушения зданий, поражения электрическим током и взрывы.

Среди наиболее возможных чрезвычайных ситуаций во время сварочных работ является пожар и (или) взрыв. Причинами могут стать короткое замыкание, расплавленный металл при сварке, искры.

Для предотвращения пожара необходимо соблюдать следующие требования пожарной безопасности:

- необходимо убедиться, что рабочая область свободна от легковоспламеняющихся материалов, таких как бензин, керосин и другие летучие жидкости;
- необходимо проверять, что все электрические соединения в порядке и не имеют повреждений;
- перед началом работы необходимо убедиться, что заземление сварочного аппарата в порядке;
- запрещено работать вблизи влажных поверхностей или в местах с высокой влажностью;
- запрещено держать сварочный аппарат включенным без надзора.

При возникновении аварии или аварийной ситуации сотрудники должны:

1. Сообщить в пожарную охрану (телефон - 01 или 112).
2. Необходимо оповестить всех окружающих коллег о пожаре.
3. Попробовать, используя пожарные краны, огнетушители, подручные средства, потушить огонь, если сил потушить не хватает, то необходимо покинуть опасную зону.
4. По прибытии пожарных объяснить, что и где горит.

Место проведения огневых работ должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения (огнетушитель, кошма, ящик с песком и лопатой, ведро с водой) и подготовлено для безопасного и удобного их выполнения (организованы удобные подходы, удалены мешающие предметы и т.д.). Для защиты оборудования и сгораемых конструкций от искр, следует использовать металлические щиты, листы или асбестовое полотно. На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 30.04.2021)

"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [30] производственное помещение имеет категорию группы Г, возможный класс пожара Е. Вещества и материалы, находящиеся в помещении: негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, установки под напряжением. К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители порошковые ОП-3(З) и углекислотные ОУ-1. Сварочные посты относятся к категории «Г», поэтому на данном участке должно быть не менее двух переносных огнетушителей, расположенных на видных местах на высоте не более 1,35 м.

#### **4.7. Вывод по разделу**

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были затронуты в данном разделе.

Категория производственного помещения по электробезопасности соответствует второму классу – «помещения с повышенной опасностью». Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путем обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна проходить не менее 20 часов. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы.

Категория тяжести труда в производственном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [25] относится к категории Ib, то есть работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [30] производственное помещение имеет категорию группы Г, возможный

класс пожара Е. К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители порошковые ОП-3(З) и углекислотные ОУ-1.

Промышленное предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих низкую степень негативного воздействия на среду обитания. Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны 100 м.

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

Студенту:

Группа 1В91	ФИО Данилов Никита Эдуардович
----------------	----------------------------------

Школа	Бакалавр	Отделение школы (НОЦ) Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
-------	----------	--	---

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты 2680 руб. Затраты на спецоборудование 435768 руб. Основная заработная плата исполнителей НИ 196691 руб. Дополнительная заработная плата исполнителей тема 25034 руб. Отчисления во внебюджетные фонды 51820 руб. Накладные расходы 113919 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент города Томска – 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциальные потребители результатов исследования, анализ конкурентных технических решений, SWOT – анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Цель и результат НТИ
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование сметы затрат
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
7. Потенциальные риски

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Данилов Никита Эдуардович		

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

В разработке данного исследовательского проекта участвует группа из двух человек: руководитель и студент.

Одной из целей раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательской работы, а также снижение затрат и повышение качества и эффективности. Важным аспектом является также определение возможных рисков и разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет затрат на исследования;
- произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

#### **5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Целевым рынком результатов разработки автоматической системы управления машиной контактной точечной микросварки являются предприятия, где есть необходимость сваривания деталей малой толщины с высоким качеством сварного соединения, такие как предприятия, производящие автомобили, авиатехнику, другие виды транспорта, а также предприятия сферы приборостроения.

Исходя из сфер использования, а также размера компаний, возможно составить карту сегментирования рынка

Таблица 17 – Сегментирование рынка

		Сфера использования		
		Машиностроение	Приборостроение	Авиастроение
Классификация организация	Частные малые предприятия	-	-	-
	Частные крупные предприятия	+	+	-
	Гос. предприятия	+	+	+

Исходя из получившейся карты сегментирования рынка, наиболее привлекательными являются государственные и крупные частные организации в сфере машиностроения, так как такие компании в большей степени направлены автоматизацию производства и готовы к затратам.

Результаты сегментирования:

- основные сегменты: государственные и крупные частные организации, работающие в сферах машиностроения, приборостроения;
- основные усилия по разработке системы управления машиной микроконтактной сварки будут направлены на частные организации, работающие в сфере машиностроения;
- в будущем разработку планируется внедрит и в сферу приборостроения.

### **5.1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Анализ конкурентных решений позволяет оценить эффективность разработки и определить направления для ее улучшения в плане ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 18.

В таблице представлены основные конкуренты и критерии оценки конкурентной способности. Каждый показатель оценивается по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей определяется в соответствии с их значимостью и в сумме составляет единицу.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (5.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основными конкурентами являются немецкая компания Matuschek Mestechnik GmbH [31], а также американская Sunstone Engineering [32]. У которых есть схожие системы управления.

Таблица 18 – Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>Р</sub>	Б <sub>К1</sub>	Б <sub>К2</sub>	К <sub>Р</sub>	К <sub>К1</sub>	К <sub>К2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество сварного соединения	0,2	5	5	5	1	1	1
2. Повышение производительности труда	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
3. Надежность оборудования	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Универсальность метода	0,15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
5. Удобство эксплуатации	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
6. Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
7. Конкурентоспособность	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
8. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>4,3</b>	<b>4,15</b>	<b>4,2</b>

где  $B_R$  – разработанная система управления машиной микроконтактной сварки,  $B_{K1}$  – Matuschek,  $B_{K2}$  – Sunstone;

$K_R$ ,  $K_{K1}$ ,  $K_{K2}$  – конкурентоспособность систем управления соответственно.

По таблице 18 видно, что разрабатываемая система управления может конкурировать с решениями от других компаний. Главным преимуществом является цена, а также более высокая производительность труда. Наиболее низкая оценка оказалась по критерию универсальности, так как для каждого



случая необходимо модифицировать систему. Также стоит отметить тот факт, что сейчас множество компаний уходят с российского рынка, что делает более выгодным разрабатываемый продукт.

### 5.1.3. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 19:

Таблица 19 – Матрица SWOT – анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Высокая степень автоматизации процесса; С2 Система умеет большее количество параметров для контроля качества; С3. Разработка технологии с опытным руководителем; С4. Нетребовательность к квалификации рабочего.	В1. Повышение стоимости конкурентных разработок; В2. Появление дополнительного спроса из-за ухода иностранных компаний с российского рынка; В3. Нетребовательность к квалификации оператора позволяет легко приспособить данный метод к использованию в других странах. В4. Ориентированность государства на импортозамещение;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Узко направленность решения; Сл2. Сложность в адаптации существующего оборудования; Сл3. Не большой опыт в данной сфере.	У1. Ограничения на экспорт технологии; У2. Возвращение иностранных компаний на российский рынок; У3. Ограничения на покупку оборудования для проведения испытания опытного образца.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах.

Таблица 20 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	Сильные стороны				Слабые стороны			
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	-	+	+	+	-	+	-
	B2	+	+	-	+	+	0	-
	B3	+	-	+	+	+	-	+
	B4	+	+	+	-	-	-	+

Таблица 20 - Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны				Слабые стороны			
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	-	0	-	+	+	+
	У2	+	0	-	-	-	-	+
	У3	+	+	-	+	+	+	+

Самой большой угрозой для разработки управления являются ограничения на покупку оборудования для проведения испытания опытного образца. Что касается слабых сторон, то оборудования полностью подходящего нет в производстве, из-за чего необходимо адаптировать существующие, что замедляет процесс.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT – анализа, представленная в таблице 1 (приложение Г).

## **5.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию**

### **5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным работ приведен в таблице 2 (приложение Г).

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющих данные работы.

### 5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Получившиеся временные показатели научного исследования приведены в таблице 3 (Приложение Г).

### 5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (5.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (5.5)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - (118 + 14)} = 1,56; \quad (5.6)$$

Получившейся график представлен таблице 4 (Приложение Г).

### 5.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;

- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

### 5.2.5. Расчет материальных затрат НИИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Материальные затраты представлены в таблице 21.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + K_T) \sum_{i=1}^m C_i N_{расхi}, \quad (5.7)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем данный коэффициент равным 0.2.

Общие материальные затраты основного проекта составили 2680 руб.

Таблица 21 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.			Количество, шт.			Затраты на материалы, (Зм), руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага офисная, упаковка 500 листов	330	330	330	1	2	2	330	660	660
Канцелярский набор	950	950	950	1	1	2	950	950	1900
Картридж для лазерного принтера	1400	1400	1400	1	1	1	1400	1400	1000
Итого							2680	3010	3560

### 5.2.6. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов). При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении работы имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Специальное оборудование, которое необходимо закупить приведено в таблице 5 (Приложение Г). Получившееся значение стоимости 427225 рублей.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (5.8)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times I}{12} \times m, \quad (5.9)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Для вычисления амортизационных отчислений за период написания выпускной квалифицированной работы, требуется умножить ежемесячные амортизационные отчисления на время, отведенное на написание работ (3 месяца).

Амортизационные отчисления приведены в таблице 6 (Приложение Г).

Сумма амортизационных отчислений за период выполнения ВКР составила 8 543 рублей.

### 5.2.7. Основная заработная плата исполнителей темы

Затраты на заработную плату включают в себя основную и дополнительную заработные платы, а также отчисления от заработной платы.

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} \times Z_{доп}, \quad (5.10)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (15% от  $Z_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (5.11)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (5.12)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (5.13)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Примем ставку на должность лаборант-исследователь равную 14 900 рублей. Ставка для научного сотрудника со степенью кандидата наук 28 550.

Месячный должностной оклад руководителя ВКР, руб.:

$$Z_{м} = 28550 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 55672 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад лаборанта-исследователя, руб.:

$$Z_{м} = 14990 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 29230 \text{ руб}$$

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	480	487
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	192

Среднедневная заработная плата руководителя ВКР, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{55672 \times 10,4}{199} = 2909 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата лаборанта-исследователя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{29230 \times 10,4}{192} = 1583 \text{ руб}$$

Из таблицы 22 рабочее время для руководителя – 22 раб. дней, для лаборанта-исследователя – 65 раб. дней.

Основная заработная плата научного руководителя составила, руб.:



$$Z_{\text{осн}} = 2909 \times 22 = 63998 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата лаборанта-исследователя составила, руб.:

$$Z_{\text{осн}} = 1583 \times 65 = 102895 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы сотрудников

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	14 900	0,3	0,2	1,3	55672	2909	22	63998
Лаборант-исследователь	28 550	0,3	0,2	1,3	29230	1583	65	102895
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.								196691

### 5.2.8. Расчет дополнительной заработной платы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}, \quad (5.14)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принимается равным 0,15;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила, руб.:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \times 63\,998 = 9\,600 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата лаборанта-исследователя составила, руб.:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \times 102\,895 = 15\,434 \text{ руб.}$$

### 5.2.9. Отчисления на внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (5.15)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году, водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Итого, руб.
Руководитель проекта	63998	9600	0,27	19871
Лаборант-исследователь	102895	15 434		31949
Итого				51820

### 5.2.10. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице 15.

Величина накладных расходов определяется по формуле 5.16:

$$Z_{\text{накл}} = \left( \sum \text{статей} \div 5 \right) \times k_{\text{нр}}, \quad (5.16)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 25– Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Затраты на специальное оборудование, руб.	Мат. затраты	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Итого без накладных расходов
435768	2680	196691	25034	51820	711993

Затраты по статьям представлены в таблице 26

Таблица 26 - Бюджет затрат проекта

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты	2 680
2	Затраты на специальное оборудование	435 768
3	Затраты по основной заработной плате	196 691
4	Затраты по дополнительной заработной плате	25 034
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51 820
6	Накладные расходы	113 919
Бюджет затрат проекта: 825 912 руб.		

Себестоимость проекта составляет: 825 912 руб. Основные затраты приходятся на специальное оборудование.

### 5.2.11. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.17)$$

где  $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

Рассчитаем интегральный показатель для трех вариантов по формуле 5.17:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{825912}{1273869} = 0,65;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{1193790}{1273869} = 0,94;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{1273869}{1273869} = 1;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.18)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы 27.

Таблица – 27 Оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
Качество сварного соединения	0,25	5	4	4
Повышение производительности труда	0,2	5	5	4
Надежность оборудования	0,15	4	3	4
Универсальность метода	0,2	3	4	4
Удобство эксплуатации	0,2	5	3	4
Качество сварного соединения	0,25	5	4	4
Итого	1			

По данным из таблицы 27 определяется интегральный показатель ресурсоэффективности для текущего проекта:

$$I_{\text{р-текущ.проект}} = 0,25 \times 5 + 0,2 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 3 + 0,2 \times 5 + 0,25 \times 5$$

$$= 4,45;$$

$$I_{p-исп1} = 0,25 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 3 + 0,25 \times 4 \\ = 3,85;$$

$$I_{p-исп2} = 0,25 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,25 \times 4 \\ = 4.$$

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект является более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-текущ.проект}}{I_{фин.р}} = \frac{4,45}{0,65} = 6,85;$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}^{исп1}} = \frac{3,85}{0,94} = 4,1;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}^{исп2}} = \frac{4}{1} = 4.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных по формуле 5.19:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}, \quad (5.19)$$

Таблица – 28 Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Текущий проект	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,65	0,94	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,85	4
Интегральный показатель эффективности	5,36	4,1	4
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6	0,58

Как видно из расчетов, использование данной разработки является наиболее оптимальным и целесообразным решением.

### **5.3. Заключение по разделу**

В разделе "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение" проведена оценка перспективности научно-исследовательской работы, определены потенциальные потребители и конкуренты технических решений.

В качестве потребителей выступают государственные и крупные частные организации, работающие в сфере машиностроительного производства. При SWOT-анализе была выявлена основная угроза - ограничения на покупку оборудования для проведения испытания опытного образца.

Были подсчитаны затраты на разработку, которые составили 825 912 рублей. Основная статья расходов – специальное оборудование (626 750 рублей), на втором месте – заработная плата сотрудников (196 691 рублей).

Также была проведена оценка экономической эффективности разработки, которая по сравнительному показателю превосходит другие технические решения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы была разработана автоматическая система управления машиной микроконтактной сварки с использованием программируемого логического контроллера Owen ПЛК210, и обладающая следующими функциями:

- обеспечение последовательности операций сварочного процесса;
- автоматизированный сбор основных параметров режима сварки;
- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- своевременная сигнализация о неисправностях оборудования.

Для обеспечения последовательности процессов сварки, был выбран язык программирования для промышленных контроллеров SFC (Sequential function chart), а для самых процессов использовался язык ST (Structured text). Были разработаны экранные формы SCADA-системы для управления процессом микроконтактной сварки в программном пакете MasterSCADA 4D.

Произведен подбор необходимого оборудования и разработана соответствующая схема подключения к ПЛК.

Проведена оценка экономической эффективности разработки, которая по сравнительному показателю превосходит существующие технические решения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с. (дата обращения: 25.04.2023).
2. ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах»: дата введения 01.11.2014. – URL: [https://old.mintest.pro/downloads/document\\_folders/60/ГОСТ%2021.208-2013%20Межгосударственный%20стандарт.%20Система%20проектной%20документации%20для%20строительства.pdf](https://old.mintest.pro/downloads/document_folders/60/ГОСТ%2021.208-2013%20Межгосударственный%20стандарт.%20Система%20проектной%20документации%20для%20строительства.pdf) (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
3. Регулятор давления Festo VPPE-3-1-1/8-6-420-E1 // Промышленная автоматизация URL: <https://industrialization.ru/557775/> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.
4. Распределитель с электроуправлением Festo VUVS-L20-M52-MD-G18-F7-1C1 // Промышленная автоматизация URL: <https://industrialization.ru/575264/> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.
5. Дроссель с обратным клапаном Festo GRLA-1/8-QS-6-D // Промышленная автоматизация URL: <https://industrialization.ru/193144/> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.
6. Мини-суппорт Festo DGST-25-20-PA // Промышленная автоматизация URL: <https://industrialization.ru/8085150/> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.
7. Electric cylinder unit // FESTO SE URL: [https://www.festo.com/se/en/a/8102171/?q=~:sortByCoreRangeAndSp2020~:CC\\_Stroke\\_mm\\_C\\_FP\\_GLOBAL~:80.0](https://www.festo.com/se/en/a/8102171/?q=~:sortByCoreRangeAndSp2020~:CC_Stroke_mm_C_FP_GLOBAL~:80.0) (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.
8. HD67861-A1-4A IO-Link Конвертеры и шлюзы // Автоматика и промышленная электроника Consteel Electronics URL: <https://consteel->



[electronics.ru/sistemy-avtomatizacii/preobrazovateli/io-link/hd67861-a1-4a](https://electronics.ru/sistemy-avtomatizacii/preobrazovateli/io-link/hd67861-a1-4a) (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

9. «ИМПУЛЬС-3» - источник тока контактной сварки инверторного типа // ТехноТрон. Завод сварочного оборудования URL: [https://www.festo.com/se/en/a/8102171/?q=~:sortByCoreRangeAndSp2020~:CC\\_Stroke\\_mm\\_C\\_FP\\_GLOBAL~:80.0](https://www.festo.com/se/en/a/8102171/?q=~:sortByCoreRangeAndSp2020~:CC_Stroke_mm_C_FP_GLOBAL~:80.0) (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

10. TTC-KR - Пояс Роговского // Энергометрика URL: <https://www.energometrika.ru/catalog/ttc-kr-poyas-rogovskogo.html> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

11. АДМ-100 СТРЕЛОЧНЫЙ МАНОМЕТР С АНАЛОГОВЫМ И ЦИФРОВЫМ ВЫХОДАМИ // Научно- Производственная Фирма. РАСКО URL: <https://packo.ru/katalog/adm-100-strelochnyy-manometr-s-analogovyim-i-tsifrovym-vyihodami> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

12. Proximity sensor SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE // FESTO SE URL: <https://www.festo.com/se/en/a/574335/?q=SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE~:festoSortOrderScored> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

13. ПЛК160 [M02] контроллер для средних систем автоматизации с DI/DO/AI/AO (обновленный) // Контрольно-измерительные приборы ОВЕН URL: <https://owen.ru/product/plk160> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

14. БП100К, БП120К блоки питания для ПЛК и ответственных применений с интерфейсом Ethernet // Контрольно-измерительные приборы ОВЕН URL: <https://owen.ru/product/bp100k> (дата обращения: 25.04.2023). Текст: электронный.

15. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон N 197-ФЗ: [принят от 30.12.2001 года, с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023]. Москва, 2023. – 384 с. ISBN 978-5-392-39193-6.

16. ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности: дата введения 1988-01-01. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/c05/4294849563.pdf> (дата обращения 15.03.2023). – Текст: электронный.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 01.01.1979. – URL: <http://rsmcapt29.ru/wpcontent/uploads/2020/10/ГОСТ-12.2.032-78.-Рабочее-место-сидя.pdf> (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
18. ГОСТ 23000-78 Система "Человек-машина". Пульты управления. Общие эргономические требования: дата введения 01.01.1979. – URL: <https://gostrf.com/normadata/1/4294830/4294830961.pdf> (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
19. ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования: дата введения 01.01.1978. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294831/4294831567.pdf> (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
20. ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования: дата введения 01.01.1982. – URL: <https://gostrf.com/normadata/1/4294839/4294839131.pdf> (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
21. СП 2.2.3670-20. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. URL: [https://sudact.ru/law/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rf-ot\\_1360/sp-2.2.3670-20/](https://sudact.ru/law/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rf-ot_1360/sp-2.2.3670-20/) (дата обращения 22.04.2023). Текст: электронный.
22. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ. Об утверждении правил по охране труда при выполнении электросварочных и

газосварочных работ: Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты от 11.12.2020 N 884н. – Москва. - URL: [https://rzot.ru/files/npa/PrikazMinTrudaN884n\\_11122020.pdf](https://rzot.ru/files/npa/PrikazMinTrudaN884n_11122020.pdf) (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

23. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы: дата введения 01.03.2017. – URL: <https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2021/05/gost-12.0.003-2015> (дата обращения 25.04.2023). Текст: электронный.

24. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 1989-01-01. – URL: <https://ekan.ru/sites/docs/GOST-12-1-005-88.pdf> (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

25. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-28-01. – URL: <http://mdou62nn.ru/assets/files/2021/санпин-1.2.3685-21.pdf> (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

26. ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016). Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования: дата введения 2020-06-01. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293725/4293725420.pdf> (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

27. ГОСТ Р 51337-99. Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей: дата введения 2000-07-01. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/185/18545.pdf> (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

28. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: дата введения 01.01.1977. – URL: 84

<https://www.reglament.by/wp-content/uploads/docs/gost/GOST-12.1.007-76.pdf>

(дата обращения 25.04.2023). Текст: электронный.

29. ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения: дата введения 1977-01-01. – URL: [https://www.testprom.ru/img\\_user/gosts/13/020/gost\\_17.0.0.01-76.pdf](https://www.testprom.ru/img_user/gosts/13/020/gost_17.0.0.01-76.pdf) (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

30. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. – URL: [https://74.mchs.gov.ru/uploads/resource/2022-10-11/normativnyye-pravovyye-akty\\_16654872191279888637.pdf](https://74.mchs.gov.ru/uploads/resource/2022-10-11/normativnyye-pravovyye-akty_16654872191279888637.pdf) (дата обращения 25.04.2023). – Текст: электронный.

31. Weld Timer for Micro Welding Applications // Matuschek URL: <https://www.matuschek.de/micro-welding/weld-timer.htm> (дата обращения: 25.04.2023).

32. Home of Orion Welders // Sunstone Welders URL: <https://sunstonewelders.com/> (дата обращения: 25.04.2023).

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Код программы**



Рисунок А.1 – Код для реализации последовательности процессов сварки

```

1 IF Разрешение_проверки THEN
2
3     Распределитель := FALSE;
4
5     IF Дадчик_давления2 = 2 AND NOT Готовность_к_работе THEN
6         Разрешение1 := TRUE;
7         Разрешение_таймера1 := FALSE;
8     ELSE
9         Регулятор := 2;
10        Разрешение_таймера1 := TRUE;
11    END_IF;
12
13    IF T1 THEN
14        Ошибка := TRUE;
15    END_IF;
16
17    IF ДВП AND NOT Готовность_к_работе THEN
18        Разрешение2 := TRUE;
19    ELSE
20        Ошибка := TRUE;
21    END_IF;
22
23    IF ДП = 0 AND NOT Готовность_к_работе THEN
24        Разрешение3 := TRUE;
25    ELSE
26        Положение_ЭП := 0;
27        Разрешение_таймера2 := TRUE;
28    END_IF;
29
30    IF T2 THEN
31        Ошибка := TRUE;
32    END_IF;
33
34    IF NOT Распределитель AND Разрешение1 AND Разрешение2 AND Разрешение3 THEN
35        Готовность_к_работе := TRUE;
36        Разрешение1 := FALSE;
37        Разрешение2 := FALSE;
38        Разрешение3 := FALSE;
39        Разрешение_таймера1 := FALSE;
40        Разрешение_таймера2 := FALSE;
41    END_IF;
42
43 END_IF;

```

Рисунок А.2 – Код проверки оборудования

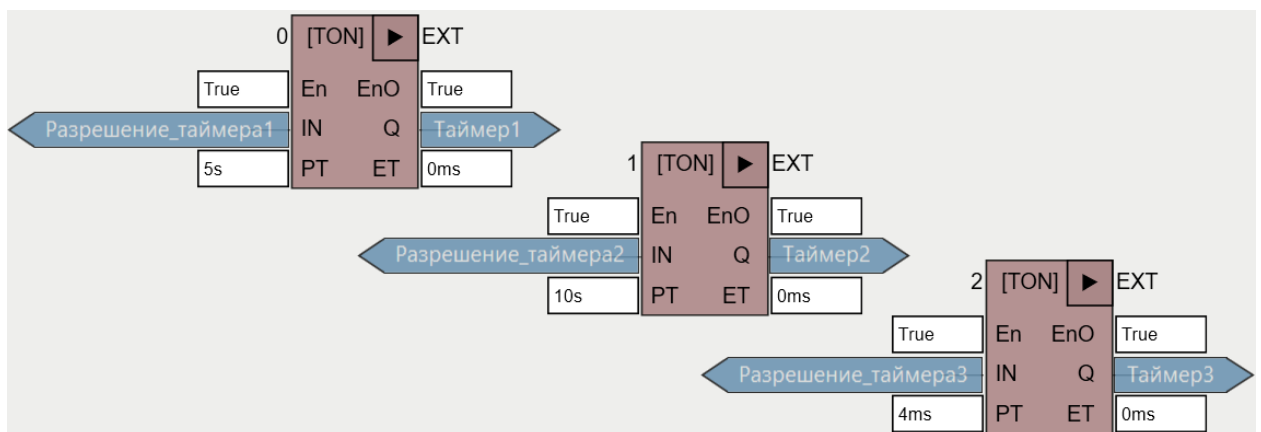


Рисунок А.3 – Блоки таймеров

```

1 IF Старт THEN
2
3     Готовность_к_работе := FALSE;
4     Конец_работы := FALSE;
5     Конец := FALSE;
6     Ошибка := FALSE;
7
8     Расстояние := Расстояние_между_точками*Номер_сварной_точки;
9     Положение_ЭП := Расстояние;
10
11 IF ДП = Расстояние THEN
12     Разрешение1 := TRUE;
13 END_IF
14
15 END_IF
16
17
18 IF Разрешение_возврата2 THEN
19
20     Положение_ЭП := 0;
21
22     IF ДП = 0 THEN
23         Конец := TRUE;
24         IF Количество_точек = Номер_сварной_точки THEN
25             Конец_работы := TRUE;
26             Номер_сварной_точки := 1;
27         ELSE
28             Номер_сварной_точки := Номер_сварной_точки + 1;
29         END_IF
30     END_IF
31
32 END_IF

```

Рисунок А.4 – Код движения нижнего электрода

```

1 IF Разрешение1 = TRUE THEN
2
3     Разрешение1 := FALSE;
4     Регулятор := Давление;
5
6     IF ДД2 = Давление THEN
7         Распределитель := TRUE;
8     END_IF
9
10    IF ДД1 = Давление AND ДВП THEN
11        Ошибка := TRUE;
12    END_IF
13
14    IF ДД1 = Давление AND ДНП THEN
15        Ошибка := TRUE;
16    END_IF
17
18    IF ДД1 = Давление AND NOT ДВП AND NOT ДНП THEN
19        Разрешение2 := TRUE;
20    END_IF
21
22 END_IF
23
24
25
26 IF Разрешение_движения_вверхнего_электрода THEN
27
28     Распределитель := FALSE;
29
30     IF ДД2 = Давление AND ДВП THEN
31         Разрешение_возврата2 := TRUE;
32     END_IF
33
34 END_IF

```

Рисунок А.5 – Код движения верхнего электрода

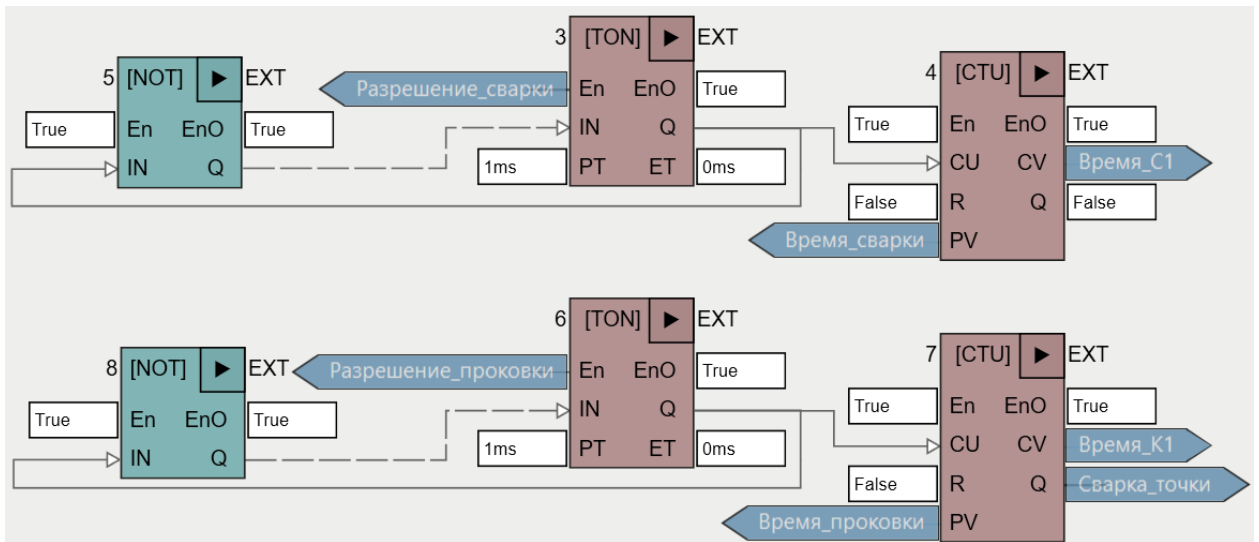


Рисунок А.7 – Блоки отсчета времени сварки и проковки

```

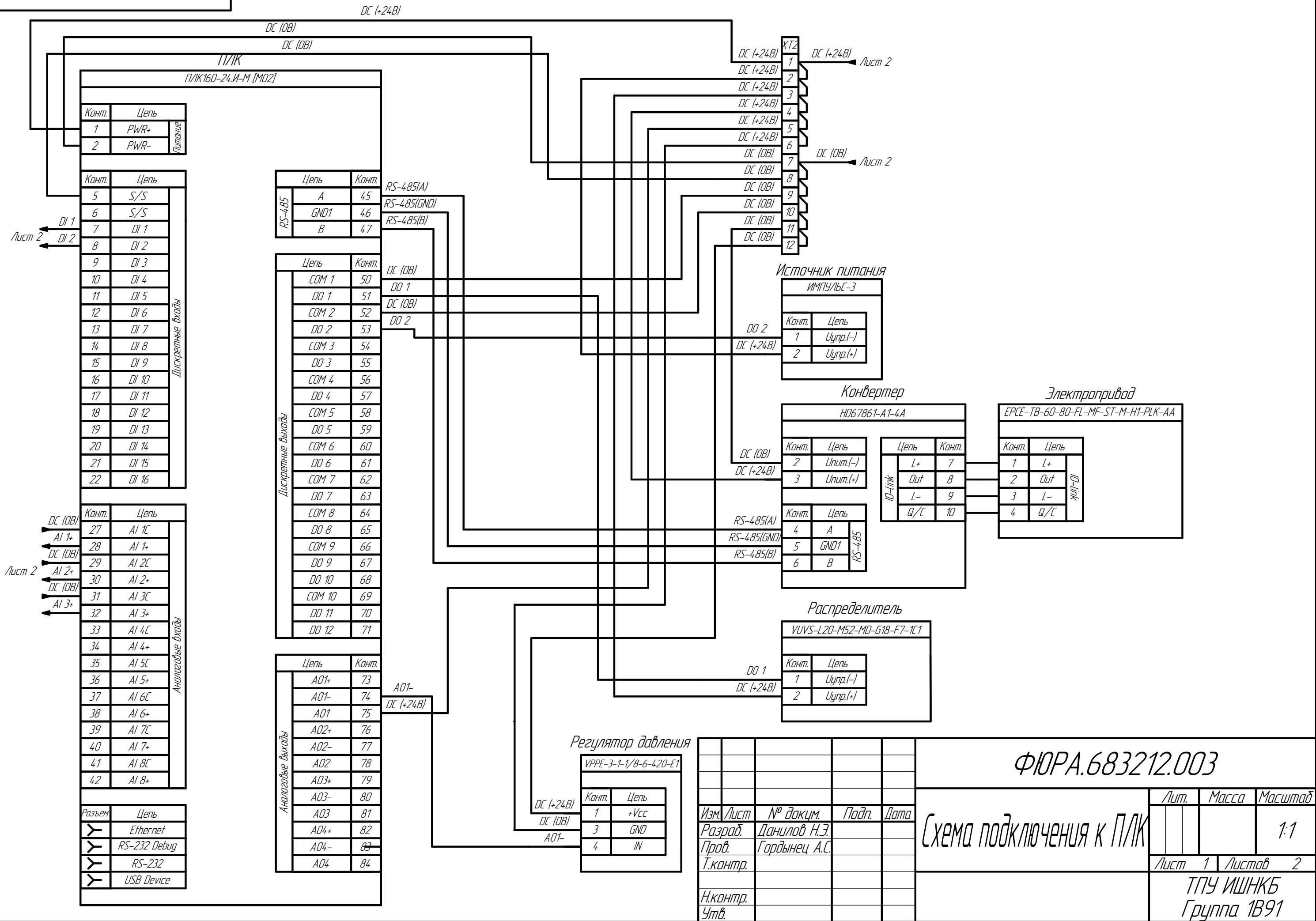
1 IF Разрешение1 THEN
2
3     Разрешение2 := FALSE;
4     Включение_источника_питания := TRUE;
5
6     IF ДТ > 0 THEN
7         Разрешение_таймера3 := TRUE;
8         Разрешение_сварки := TRUE;
9         Сварка := TRUE;
10    END_IF
11
12    IF Таймер3 THEN
13        IF ДТ = Сварочный_ток THEN
14            Ток := TRUE;
15        ELSE
16            Ошибка := TRUE;
17        END_IF
18    END_IF
19
20    IF ДТ = 0 AND Сварка THEN
21        Сварка := FALSE;
22        Разрешение_проковки := TRUE;
23    END_IF
24
25    IF Сварка_точки AND Время_С1 = Время_сварки AND Время_К1 = Время_проковки THEN
26        Разрешение_движения_вверхнего_электрода := TRUE;
27        Разрешение_таймера3 := FALSE;
28        Разрешение_сварки := FALSE;
29        Разрешение_проковки := FALSE;
30    ELSE
31        Ошибка := TRUE;
32    END_IF
33
34 END_IF

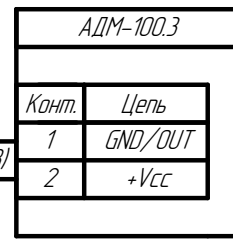
```

Рисунок А.6 – Код процесса сварки электрода



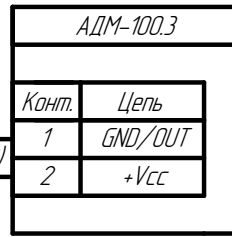
**Приложение Б**  
**(обязательное)**  
**Схема подключения к ПЛК**





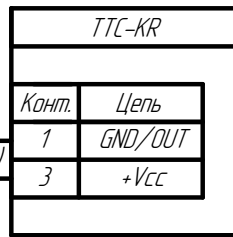
Лист 1 ← AI 1+  
DC (+24В)

Датчик давления2



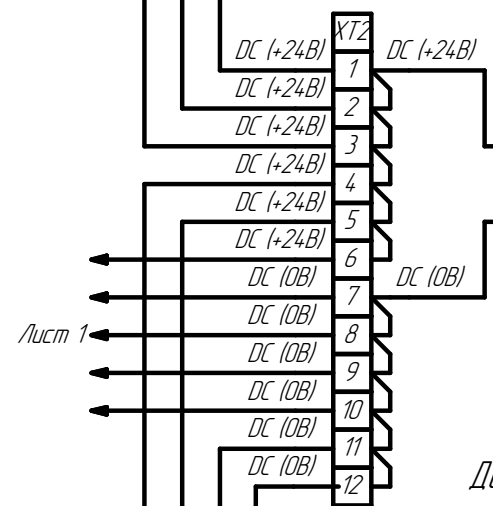
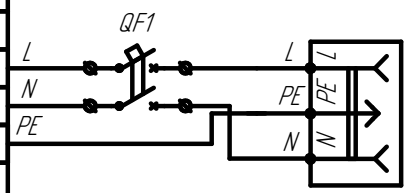
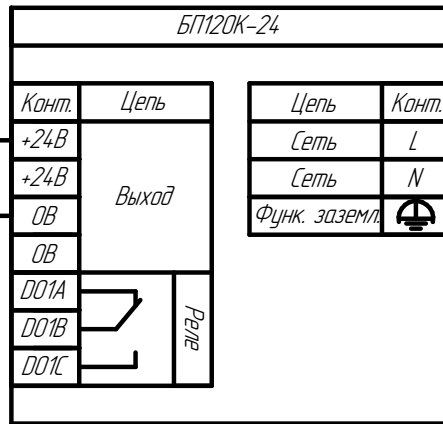
Лист 1 ← AI 2+  
DC (+24В)

Датчик тока



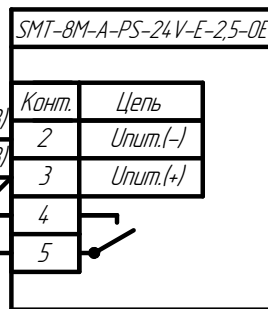
Лист 1 ← AI 3+  
DC (+24В)

Блок питания 24В



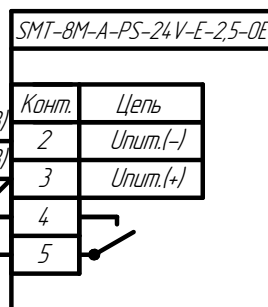
Лист 1 ←

Датчик верхнего положения



Лист 1 ← DI 1

Датчик нижнего положения



Лист 1 ← DI 2

**Приложение В**  
**(обязательное)**  
**Спецификация оборудования**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3			ФЮРА.683212.003 Э5	Схема подключения к ПЛК		
				<u>Оборудование</u>		
		1		Блок питания Owep БП120К-24	1	
		2		Датчик давления Агава АДМ-100.3	2	
		3		Датчик положения Festo STM-8M-A-PS- 24V-E-2,5-0E	2	
		4		Датчик тока ТТС-КR	1	
		5		Дроссель с обратным клапаном Festo GRLA-1/8-QS-6-D	2	
		6		Источник питания Импульс-3	1	
		7		Конвертер ADFweb HD67861-A1-4A	1	
		8		Пневмоцилиндр Festo DGST-25-20-PA	1	
		9		Программируемый логический контроллер Owep ПЛК-160-24. И-М	1	

ФЮРА.683212.003

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Данилов Н.Э.		
Пров.		Гордынец А.С.		
Н.контр.				
Утв.				

Спецификация

Лит. Лист Листов

4 1 2

НИ ТПУ ИШНКБ  
группа 1В91

Формат А4



## Приложение Г

### (обязательное)

#### Комплект таблиц

Таблица Г.1 – Итоговая матрица SWOT - анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Высокая степень автоматизации процесса;</p> <p>С2 Система умеет большее количество параметров для контроля качества;</p> <p>С3. Разработка технологии с опытным руководителем;</p> <p>С4. Нетребовательность к квалификации рабочего.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Узко направленность решения;</p> <p>Сл2. Сложность в адаптации существующего оборудования;</p> <p>Сл3. Не большой опыт в данной сфере.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса из-за ухода иностранных компаний с российского рынка;</p> <p>В3. Нетребовательность к квалификации оператора позволяет легко приспособить данный метод к использованию в других странах.</p> <p>В4. Ориентированность государства на импортозамещение;</p>	<p>Благодаря высоким характеристикам, а также уменьшению конкуренции от иностранных компаний, разрабатываемое решение будет иметь высокий спрос.</p>	<p>В настоящее время в производстве отсутствует полностью подходящее оборудование, поэтому необходимо адаптировать уже имеющееся, что замедляет процесс.</p>
<p>У1. Ограничения на экспорт технологии;</p> <p>У2. Возвращение иностранных компаний на российский рынок;</p> <p>У3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p>	<p>Благодаря опыту руководителя, возможна адаптация существующего оборудования, что уменьшит его нехватку.</p>	<p>Для устранения всех угроз и слабых сторон, необходимо увеличить универсальность решения, что также повысит конкурентоспособность системы.</p>

Таблица Г.2 – Перечень этапов и работ, распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Бакалавр Руководитель
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор оборудования	Руководитель Бакалавр
	6	Написание программной части для системы управления	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ результатов и проверка научным руководителем	Руководитель Бакалавр
Написание раздела «Социальная ответственность»	8	Анализ работы с точки зрения безопасности	Бакалавр
Написание раздела «Финансовый менеджмент»	9	Анализ работы с экономической точки зрения	Бакалавр
Оформление отчета по НИР	10	Подведение итогов, оформление работы	Бакалавр



Таблица Г.3 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	$t_{mini}$ , чел-дни		$t_{maxi}$ , чел-дни		$t_{ож}$ , чел-дни		$t_{pi}$		$t_{ki}$	
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Выбор темы ВКР	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,5	-	1	-	1	-
Выбор направления исследований	1	1	2	2	1,5	1	1	1	1	1
Подбор и изучение материалов по теме	-	7	-	11	-	9	-	10	-	13
Календарное планирование работ	2	2	4	4	3	3	2	3	2	3
Подбор оборудования	3	10	5	15	4	12	4	14	5	17
Написание программной части для системы управления	-	8	-	11	-	9	-	10	-	12
Анализ результатов и проверка научным руководителем	10	10	14	14	12	12	13	13	17	17
Анализ работы с точки зрения безопасности	-	4	-	6	-	5	-	5	-	8
Анализ работы с экономической точки зрения	-	2	-	4	-	3	-	3	-	5
Подведение итогов, оформление работы	-	4	-	7	-	5	-	5	-	8
Итого	18	49	29	76	23	60	22	65	27	85

Исп. 1 – научный руководитель; Исп.2 – студент

Таблица Г.4 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Выбор темы ВКР	Студент Руководитель	1	■												
2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	■												
4	Выбор направления исследований	Студент Руководитель	1	■												
5	Подбор и изучение материалов по теме	Студент Руководитель	3		■											
6	Календарное планирование работ	Студент	16		■	■	■									
7	Подбор оборудования	Студент Руководитель	9				■	■								
8	Написание программной части для системы управления	Студент	9						■	■						
9	Анализ результатов и проверка научным руководителем	Студент Руководитель	23								■	■	■			
10	Анализ работы с точки зрения безопасности	Студент	8											■		
11	Анализ работы с экономической точки зрения	Студент	3												■	
12	Подведение итогов, оформление работы	Студент	8													■

■ – научный руководитель;

■ – студент.

Таблица Г.5 – Специальное оборудование

Оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за шт, руб.	Итоговая цена	Срок полезного действия
Компьютер	Шт.	1	60000	60000	от 2 до 3 лет
Принтер	Шт.	1	20000	20000	от 5 до 7 лет
Датчик тока	Шт.	1	2000	2000	от 8 до 10 лет
Регулятор давления	Шт.	1	51000	51000	от 7 до 10 лет
Распределитель	Шт.	1	8500	8500	от 8 до 10 лет
Дроссель	Шт.	2	2000	4000	от 12 до 15 лет
Пневмоцилиндр	Шт.	1	43500	43500	от 10 до 12 лет
Электропривод	Шт.	1	19000	19000	от 10 до 12 лет
Источник питания	Шт.	1	63000	63000	от 8 до 10 лет
Датчик давления	Шт.	2	7000	14000	от 10 до 12 лет
Датчик положения	Шт.	2	4500	9000	от 10 до 12 лет
ПЛК	Шт.	1	53000	65000	от 12 до 15 лет
Блок питания	Шт.	1	49000	12500	от 8 до 10 лет
Итого					371500 руб.
Итого с учетом затрат по доставке и монтажу (15%)					427225 руб.

Таблица Г.6 – Амортизационные отчисления

Приспособление	Цена, руб.	Срок полезного действия	Н <sub>д</sub> - норма амортизации	А – амортизация оборудования за период выполнения ВКР, руб.
Компьютер	60000	10 лет	0,1	1500
Принтер	20000	7 лет	0,14	700
Датчик тока	2000	10 лет	0,1	50
Регулятор давления	51000	10 лет	0,1	1275
Распределитель	8500	10 лет	0,1	212,5
Дроссель	4000	15 лет	0,07	70
Пневмоцилиндр	43500	12 лет	0,08	870
Электропривод	19000	12 лет	0,08	380
Источник питания	63000	10 лет	0,1	1575
Датчик давления	14000	12 лет	0,08	280
Датчик положения	9000	12 лет	0,08	180
ПЛК	65000	15 лет	0,07	1138
Блок питания	12500	10 лет	0,1	312,5
Итого				8543