

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 ООП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы
<b>Автоматизация станка наплавки центров и резьбовой части колёсных пар ЛОКОМОТИВОВ</b>

УДК 621.791.92:629.421.027.4

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Балахнин Илья Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Тутов И. А.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГ ШИП	Жиронкин С.А.	Д.Э.Н., профессор		

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
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	К.Т.Н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>УК(У)-10</b>	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
<b>УК(У)-11</b>	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	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>	Готов 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)-7</b>	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>ПК(У)-8</b>	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
<b>ПК(У)-9</b>	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
<b>ПК(У)-10</b>	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
<b>ПК(У)-11</b>	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
<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>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Скороспешкин М. В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т91	Балахнин Илья Александрович

Тема работы:

<b>Автоматизация станка наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-91/с от 03.02.2023 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p>	<p><b>Объект исследования:</b> станок наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов.</p> <p><b>Цель работы:</b> увеличение производительности и качества наплавки.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка технического задания;</li> <li>– описание установки;</li> <li>– выбор средств реализации АС;</li> <li>– разработка электрической принципиальной схемы;</li> <li>– разработка алгоритмов работы установки и реализация их в среде OwenLogic;</li> <li>– настройка экрана визуализации программируемого реле;</li> <li>– настройка экрана визуализации панели оператора;</li> <li>– организация сетевого обмена данными;</li> <li>– разработана САР, предназначенной для поддержания выбранного режима сварки за счет регулирования скорости подачи проволоки.</li> </ul>

<b>Перечень графического материала</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– электрическая принципиальная схема станка;</li> <li>– электрическая принципиальная схема управления ДПТ.</li> </ul>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ст. преподаватель ОБД
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жиронкин Сергей Александрович, профессор ОСГН ШИП, д.э.н.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	03.02.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Тутов И.А.			03.02.2023 г.

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Балахнин И.А.		03.02.2023 г.

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Уровень образования – Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

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

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т91	Балахнин И.А.

Тема работы:

Автоматизация станка наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов
--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Тутов И.А.			03.02.2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	к.т.н.		03.02.2023 г.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Балахнин И.А.		03.02.2023 г.



## Реферат

Пояснительная записка содержит 92 страницы машинописного текста, 24 таблицы, 27 рисунков, 14 использованных источника, 3 приложения.

Целью работы является разработка автоматизированной системы для повышения производительности станка для наплавки изношенных частей деталей вагонов.

Объект исследования – станок наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов.

Разработанная система управления позволит увеличить производительность станка и повысить качество наплавки.

В результате была разработана автоматизированная система управления станком для наплавки олова под слоем флюса на базе программируемого реле ОВЕН ПР200.

Ниже представлен перечень ключевых слов: программно-аппаратный комплекс, станок, автоматизированная система управления, наплавка, программируемое реле, установка, наплавочная головка.

## Содержание

Введение.....	13
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ .....	14
1 Техническое задание.....	15
1.1 Обзор литературы .....	15
1.2 Назначение станка для наплавки .....	15
1.3 Основные цели и задачи .....	15
2 Основная часть .....	17
2.1 Описание установки .....	17
2.2 Управление установкой .....	18
2.2.1 Управление подачей проволоки.....	21
2.2.2 Управление сварочным аппаратом.....	25
2.3 Выбор средств реализации системы управления .....	27
2.3.1 Выбор датчиков положения .....	27
2.3.2 Выбор контроллерного оборудования .....	30
2.3.2 Выбор преобразователя частоты.....	32
2.4 Разработка программного обеспечения.....	33
2.4.1 Автоматическое поддержание выбранного режима сварки.....	33
2.4.2 Настройка ПИ – регулятора напряжения.....	34
2.4.3 Направление вращения стола .....	36
2.4.4 Работа энкодера .....	37
2.4.5 Сетевой обмен данными .....	37
2.4.6 Создание визуализации на экране ПР200 .....	39
2.4.7 Создание визуализации панели оператора .....	40
3 Электрическая принципиальная схема .....	43
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	45
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережений.....	45
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	45

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	46
4.1.3 Технология QuaD.....	47
4.1.4 SWOT-анализ .....	48
4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	51
4.2.1 Цели и результаты проекта.....	51
4.3 Планирование научно-исследовательских работ .....	52
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	52
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	53
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	54
4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	57
4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	57
4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) затрат.....	58
4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	59
4.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	61
4.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ..	62
4.3.4.6 Накладные расходы .....	62
4.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-технического проекта....	63
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	64
4.5 Выводы по разделу .....	67
5 Социальная ответственность .....	70
5.1 Введение .....	70
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	71
5.2.1 Правовые нормы .....	71
5.2.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.....	72
5.3 Производственная безопасность .....	73
5.3.1 Отсутствие и недостаток искусственной освещенности.....	74
5.3.2 Умственное перенапряжение, в том числе вызванное	

информационной нагрузкой .....	75
5.3.3 Превышение уровня шума и другие его неблагоприятные характеристики .....	76
5.3.4 Отклонение показателей микроклимата .....	77
5.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током....	78
5.4 Экологическая безопасность .....	79
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	80
5.6 Вывод по разделу .....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	84
Приложение А (обязательное) Схема управления ДПТ .....	87
Приложение Б (обязательное) Электрическая схема шкафа.....	89
Приложение В (обязательное) Электрическая схема пульта .....	91

## **Введение**

В России железнодорожный транспорт является одним из основных видов транспорта. Он занимает 50 % от всего грузооборота страны. Техническое состояние железнодорожной отрасли зависит от эффективности ремонта.

При эксплуатации вагонов неизбежно происходит износ различных деталей, так как находятся в условиях постоянного трения. Это может привести к большим трудностям при интенсивном использовании вагонов, и поэтому ремонт становится необходимостью.

Если количество вагонов постоянно увеличивается, то и количество вагонов, требующих ремонта и качества технического обслуживания тоже увеличивается.

Более экономичным способом восстановления деталей вагонов является наплавка. Она эффективна и не требует сложного технологического оборудования. Также, необходимость использования более эффективных и современных методов ремонта в железнодорожной отрасли становится все более актуальной. Таким образом, развитие новых методов и технологий в этой области является важной задачей, которая будет продолжать привлекать внимание профессионалов в будущем.

Объект исследования – станок наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

Работа содержит следующие термины:

**автоматизированная система (АС):** Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций;

**шнек:** это транспортирующее устройство для сыпучих, мелкокусковых, пылевидных, порошкообразных материалов;

**сварочная головка:** устройство, осуществляющее возбуждение дуги, подачу электродной проволоки, поддержание режима и прекращение процесса сварки;

**колонна:** вертикальная часть установки, на которой установлена стрела, сварочная головка, механизм подачи флюса;

**планшайба:** приспособление на станке для крепления, зажима, обрабатываемой на нем детали;

**широотно-импульсная модуляция (ШИМ):** способ управления подачей мощности к нагрузке.

**операционный усилитель (ОУ):** многокаскадный усилитель с дифференциальным входом, предназначенный для выполнения математических операций с аналоговыми сигналами.

Работа содержит следующие сокращения:

ОУ – операционный усилитель;

ШИМ – широкоотно-импульсная модуляция;

FBD – FunctionalBlockDiagram – диаграммы функциональных блоков;

ДПТ – двигатель постоянного тока;

ПР – программируемое реле;

САУ – система автоматического управления;

ПЧ – преобразователь частоты.

## **1 Техническое задание**

### **1.1 Обзор литературы**

Для реализации автоматизированного станка наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов были использованы сравнительные характеристики различных средств управления, таких как индуктивные датчики [6], преобразователи частоты [7] и программируемые реле [5,8].

Основным документом по установке и эксплуатации продукта ОВЕН было использовано конструкторская документация.

В качестве реализации программного обеспечения ПР102 и ПР200 была использована бесплатная среда разработки OwenLogic [4].

При проектировании системы управления двигателем постоянного тока, за основу системы использовался ШИМ [1,2] на основе ОУ [3].

Для визуализации панели оператора, объектов, которые используются на ней был задействован источник [9].

### **1.2 Назначение станка для наплавки**

Данная автоматическая установка предназначена для наплавки под слоем флюса по ободу колесного центра, внутреннему и наружному диаметру ступицы, по торцам ступиц, обода и резьбовой части оси колесных пар локомотивов.

### **1.3 Основные цели и задачи**

Целью является повышение производительности станка для наплавки изношенных частей деталей вагонов.

Задачами являются:

беспечить возможность позиционирования детали:

- возможность задавать направление вращения и её скорость по часовой или против часовой стрелки;
- возможность регулировать угол наклона.

беспечить возможность позиционирования наплавочной головки:

– Возможность регулирования перемещением  
вверх/вниз/вперёд/назад.

беспечить возможность управления параметрами сварочного процесса:

- возможность регулирования тока;
- возможность регулирования напряжения.

беспечить возможности выбора режима:

- ручной;
- автоматический.

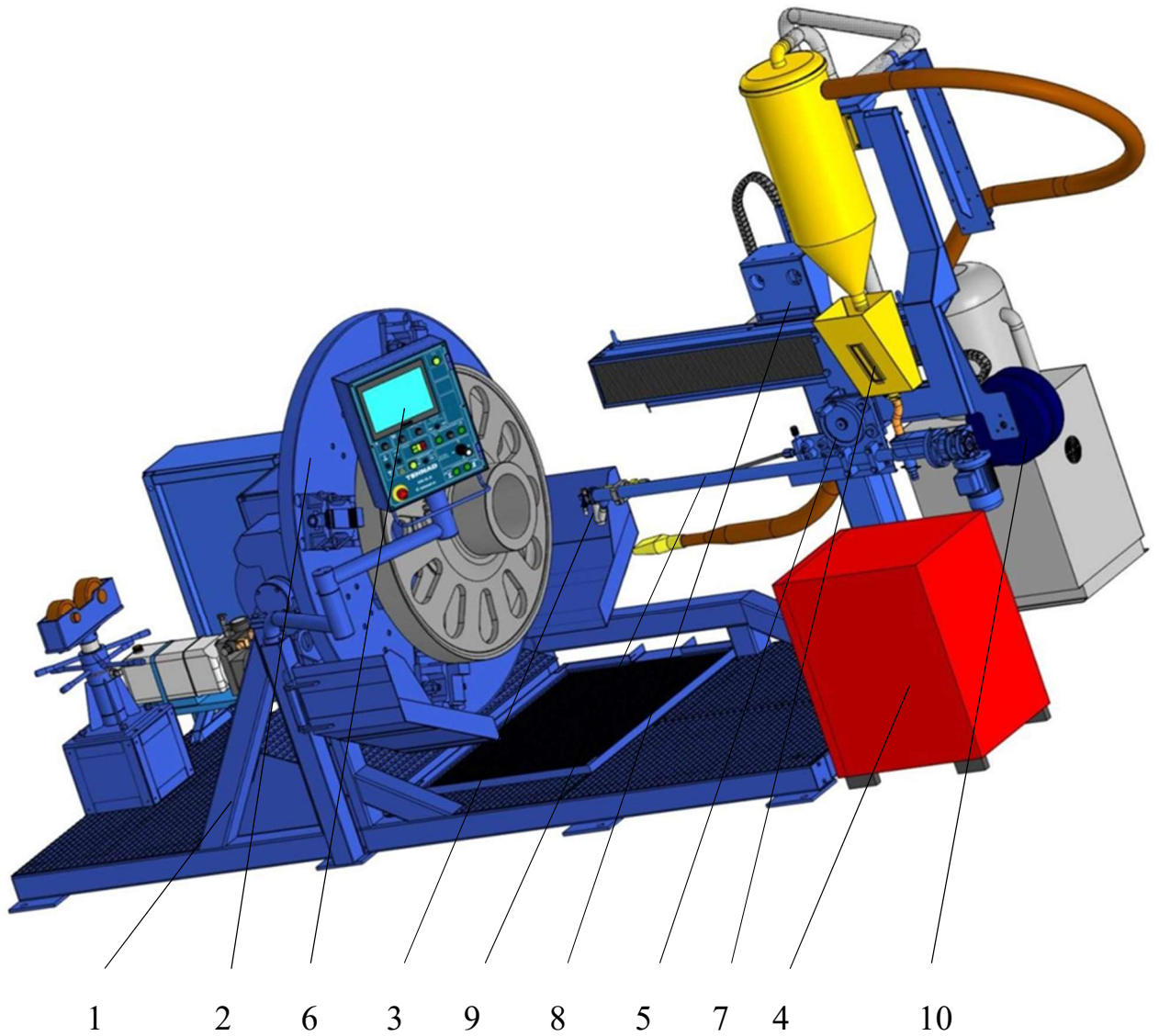
беспечить возможность аварийного отключения от сети.



## 2 Основная часть

### 2.1 Описание установки

Установка по наплавке представлена на рисунке 1.



1 – основание; 2 – стол; 3 – сварочная головка; 4 – выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-506С; 5 – механизм подачи проволоки; 6 – пульт управления; 7 – механизм подачи флюса; 8 – колонна; 9 – стрела; 10 – катушка с проволокой  
Рисунок 1 – Внешний вид станка

На рисунке 1 изображён вид станка, который состоит из основания (позиция 1), на котором установлены:

– стол (позиция 2), предназначенный для крепления, поворота и вращения с нужной скоростью детали;

- колонна (позиция 8), на которой установлена стрела (позиция 9), сварочная головка (позиция 3), механизм подачи флюса (позиция 7);
- механизм подачи проволоки (позиция 5) и катушка со сварочной проволокой (позиция 10) установлены на стреле;

Так же на боковой движущейся части станка установлен пульт управления (позиция 6). Рядом с основанием станка установлен выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-506 УЗ (позиция 4).

Движение сварочной головки по вертикали и горизонтали обеспечивается соответствующими приводами. Перемещение привода осуществляется с помощью двигателя переменного тока с возможностью плавно регулировать скорость.

Изделие для наплавки крепится на поворотном столе, который в свою очередь оснащён двумя электроприводами, которые обеспечивают вращение детали с разными скоростями по часовой и против часовой стрелки и поворот детали на 90 градусов. На пульте управления размещены кнопки, джойстики, световая индикация и панель оператора, с помощью которых можно управлять сварочным процессом.

## **2.2 Управление установкой**

На рисунке 2 изображён пульт управления.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

1 – панель оператора; 2 – тумблер для смены направления подачи проволоки; 3 – энкодер управления током; 4 – аварийный выключатель; 5 – тумблер включения лазера; 6 – энкодер управления напряжением; 7 – сигнализирующая лампа о подаче флюса; 8 – кнопка «Пуск»; 9 – тумблер для подачи флюса; 10 – кнопка «Стоп»; 11 – энкодер управления селектором панели; 12 – кнопка вращения планшайбы против часовой; 13 – кнопка наклон планшайбы внутрь; 14 – тумблер направления смещения сварочной головки; 15 – энкодер управления скоростью вращения планшайбы; 16 – кнопка наклон планшайбы наружу; 17 – джойстик; 18 – кнопка вращения планшайбы по часовой; 19 – сигнализирующая лампа о наличии питания

Рисунок 2 – Пульт управления

На шкафу автоматики расположен поворотный выключатель электропитания, при его включении на пульте оператора загорается световая индикация «СЕТЬ», которая сигнализирует о наличии питания.

При необходимости, в случае аварийной ситуации установку можно обесточить путём нажатия на аварийный выключатель на пульте управления.

При подаче питания станок находится в ручном режиме, что позволяет настроить положение сварочной головки, положение стола и детали:

- управление наклоном стола осуществляется одной из двух кнопок «наклон планшайбы» в горизонтальное или вертикальное положение;

- управление вращением стола осуществляется при помощи одной из двух кнопок «вращения планшайбы» по часовой или против часовой стрелки;

- управление перемещением сварочной головкой осуществляется при помощи джойстика, вверх, вниз, вперёд или назад. При одновременном управлении джойстиком и зажатии на нём кнопки, перемещение осуществляется на большей скорости;

- управление подачей проволоки осуществляется с помощью тумблера, вверх или вниз.

При нажатии на кнопку «Работа» осуществляется включение автоматического режима наплавки, при этом:

- включается дистанционное управление сварочного аппарата (перед включением режима наплавки сварочный аппарат должен быть включён и переведён в режим удалённого управления);

- перед включением режима наплавки требуется задать ток и напряжения сварочного аппарата, направление вращения планшайбы, скорость вращения стола, величину и направление шага. Направление проволоки задаётся автоматически и в процессе наплавки запрещается его менять.

## 2.2.1 Управление подачей проволоки

Для управления подачей проволоки на стрелу установлена катушка, на которую намотана сама проволока, так же установлен двигатель постоянного тока для её подачи через сварочную головку.

Чтобы управлять двигателем постоянного тока (24в, 5А) была реализована широтно-импульсная модуляция (ШИМ).

За основу был взят операционный усилитель LM324.

Для реализации ШИМ было рассмотрено несколько схем с включением операционного усилителя.

вух-полярный стабилизирующий блок питания со средней точкой (рисунок 3).

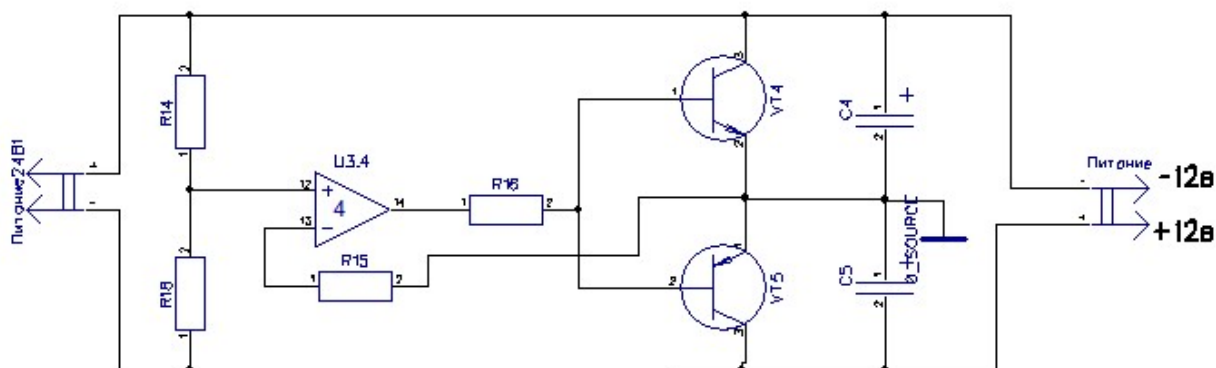


Рисунок 3 – Двух-полярный стабилизирующий блок питания со средней точкой

Двух-полярное питание необходимо для питания операционных усилителей.

Для создания простого конвертера, который преобразует однополярное напряжение в двухполюсное, можно использовать делитель напряжения, используя резисторы с одинаковым сопротивлением. Два резистора с одинаковым сопротивлением подключаются последовательно к источнику однополярного напряжения 24 вольта, что приводит к получению +12 вольт на положительном полюсе и -12 вольт на отрицательном полюсе. Однако, такая схема имеет недостаток - при использовании на неравномерной нагрузке на разных плечах источника двухполюсного напряжения, будет неравномерное напряжение относительно общей точки. Для решения этой проблемы

применяется стабилизация напряжения с помощью транзисторов, таких как ТП125 и КТ805АМ, которые позволяют добиться равномерного напряжения относительно общей точки.

При подключении КТ805АМ к источнику питания, на его коллектор поступает напряжение +24 В, а на эмиттере относительно минуса - стабилизированное +12 В. Разница напряжений между коллектором и эмиттером составляет 12 В, что используется ТП125, на эмиттере которого также стабилизированное напряжение +12 В относительно эмиттера КТ805АМ и напряжение +24 В относительно минуса.

Операционный усилитель LM324 измеряет разность потенциалов между общим проводом и на выходе с делителя напряжения, и при изменении этой разницы, ОУ стабилизирует выходное напряжения, уменьшая или увеличивая его.

При подаче входного напряжения на схему, емкости конденсаторов С1 и С2 заряжаются половинным напряжением питания. При сбалансированной нагрузке, эти напряжения являются выходным напряжением двух-полярного источника питания.

уммирование напряжений (не инвертирующий сумматор).

Операционный усилитель можно использовать для суммирования различных сигналов. С помощью резисторов можно задавать «вес» каждого из сигнала в общей сумме. Такая схема была использована для смещения входного сигнала. Схема не инвертирующего сумматора приведена ниже на рисунке 4.

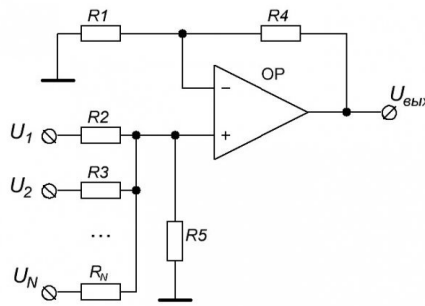


Рисунок 4 – Схема не инвертирующего сумматора

Формулы для расчёта:

$$U_{out} = U_{in1} * K_1 + U_{in2} * K_2$$

Масштабирующие коэффициенты:

$$K_1 = \frac{R_5}{R_2}$$

$$K_2 = \frac{R_5}{R_3}$$

Таким образом, при регулировании сигнала от 0 до 10в, выходной сигнал с операционного усилителя начинался не с 0в, а, например, с 1,5-2в. генератора треугольных импульсов.

Для реализации генератора треугольных импульсов можно использовать процесс заряда конденсатора через резистор или источник тока. При достижении напряжения определённого порогового значения, конденсатор разряжается, и цикл начинается заново. Для достижения этого эффекта можно использовать внешнюю цепь, которая обеспечивает изменение полярности тока заряда при достижении порогового напряжения. Это позволяет генерировать колебания треугольной формы, и такие генераторы называются релаксационными генераторами.

На рисунке 5, показан классический релаксационный RC-генератор. При подаче питания выходной сигнал ОУ уходит в положительное насыщение (на выходе устанавливается положительное напряжение питания). Конденсатор начинает заряжаться до напряжения  $U_{пит+}$  с постоянной времени  $\tau = R \cdot C$ . Когда напряжение на конденсаторе достигнет половины напряжения

источника питания, ОУ переключает свой выход в состояние отрицательного насыщения (поскольку положительная обратная связь через делитель обеспечивает работу ОУ как триггера Шмитта) и конденсатор начинает разряжаться до  $U_{пит\_}$  с той же самой постоянной времени.

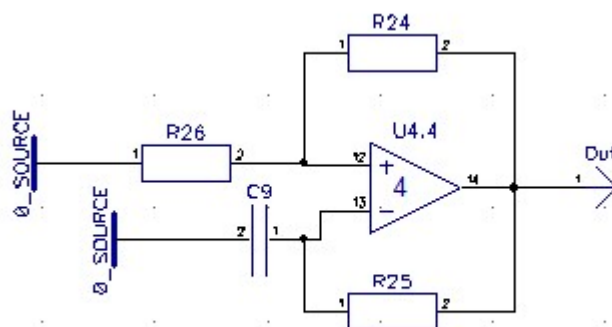


Рисунок 5 – Релаксационный генератор на базе ОУ

#### 4. Сравнивающее устройство.

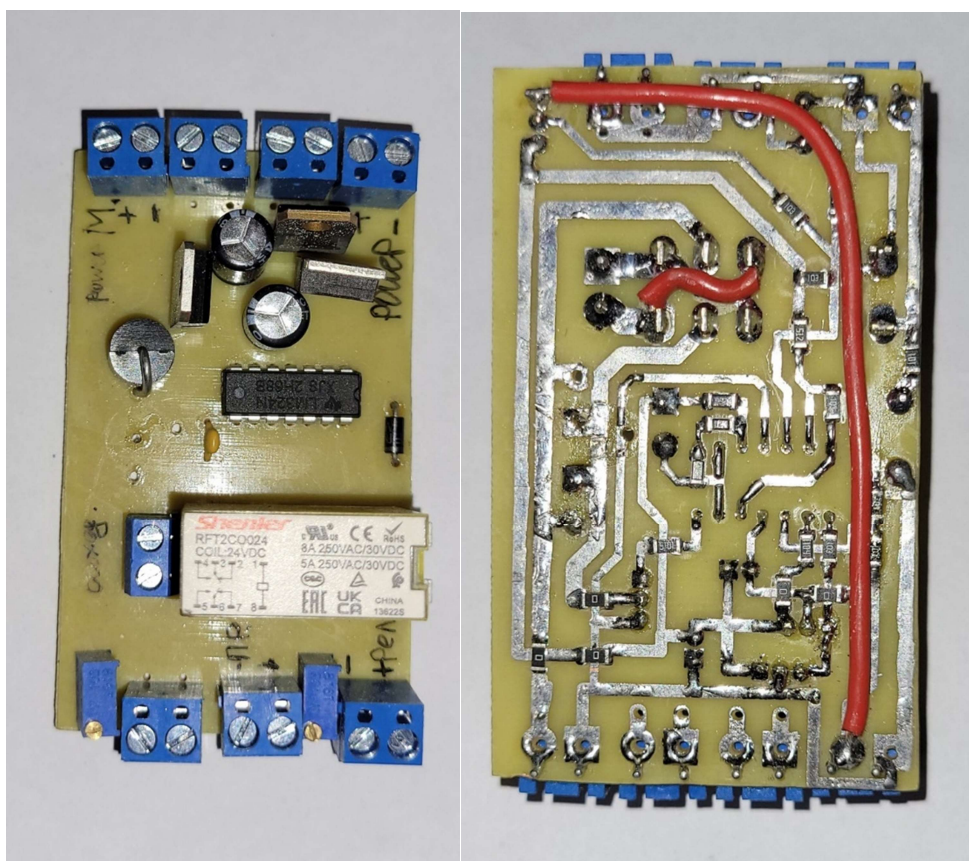
Треугольный сигнал подается на инвертирующий вход ОУ (компаратора), а информационный – на не инвертирующий. Если мгновенный уровень треугольного сигнала выше задающего сигнала, то на выходе компаратора ноль, если ниже – единица. На выходе получается дискретный импульсный сигнал с частотой, соответствующей частоте треугольника или пилы, и длиной импульса, пропорциональной уровню выходного сигнала – это и есть ШИМ.

Рассмотрев все нужные варианты работы ОУ была реализована плата, схема которой представлена в приложении А.

Для управления входным напряжением был использован аналоговый выход программируемого реле ПР200. Источником питания был блок питания 24в, 350Вт. Для смены направления подачи проволоки было вмонтировано реле, которое управлялось с дискретного выхода ПР200. Так же на выходе был поставлен шунтирующий диод RHR93060.

После построения схемы бала выполнена плата методом лазерно-утюжной технологией, фото платы представлено на рисунке 6.





а) верхняя сторона б) нижняя сторона

Рисунок 6 – Готовая плата

### 2.2.2 Управление сварочным аппаратом

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-506С предназначен для использования в качестве источника питания постоянным током одного сварочного поста при: полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде активных или инертных защитных газов и под флюсом при комплектации выпрямителя соответствующим подающим устройством (механизм подачи сварочной проволоки).

Напряжение сварочного выпрямителя ВДУ-506С управляется с помощью потенциометра на лицевой панели. Для управления в автоматическом режиме, в нашем случае с помощью аналогового выхода, программируемого реле ПР200, была разработана небольшая плата, схема которой представлена на рисунке 7.

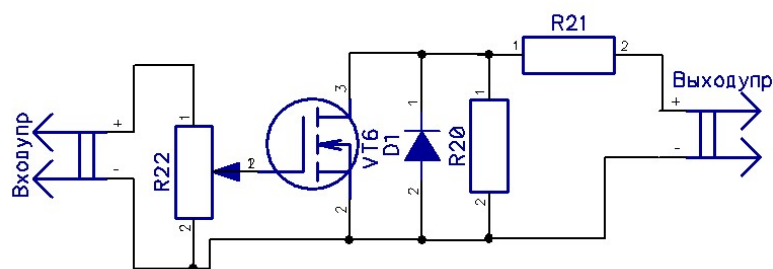


Рисунок 7 – Схема управления напряжением сварочного выпрямителя ВДУ-506С

За основу управления был взят N-канальный mosfet STP55NF06. Принцип работы управления состоит в том, что открытие канала сток-исток начинается при подаче напряжения на затвор-исток с 2,6в, заканчивается при 3,6в, в этом промежутке, при увеличении напряжения увеличивается сопротивление. Чтобы настраивать масштабирующий коэффициент, был поставлен потенциометр, который выполняет роль делителя, то есть при подаче с ПР200 10в, на входе на mosfet получается 4в. Результаты изменения напряжений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение напряжения сварочного выпрямителя ВДУ-506с

Напряжение с выхода ПР200, В	Потребляемый ток I, А	Напряжение сварочного выпрямителя ВДУ-506с, В
7,20	4,50	14,00
7,40	8,40	15,00
7,50	11,50	23,00
7,60	14,40	34,00
7,70	17,20	45,00
7,80	18,80	51,00
7,90	19,50	54,00
8,00	19,90	55,00
8,10	20,00	56,00
8,20	20,00	56,00

В результате измерений был построен график с зависимостью напряжения на сварочном аппарате от выходного напряжения с ПР200. График изображен на рисунке 8.

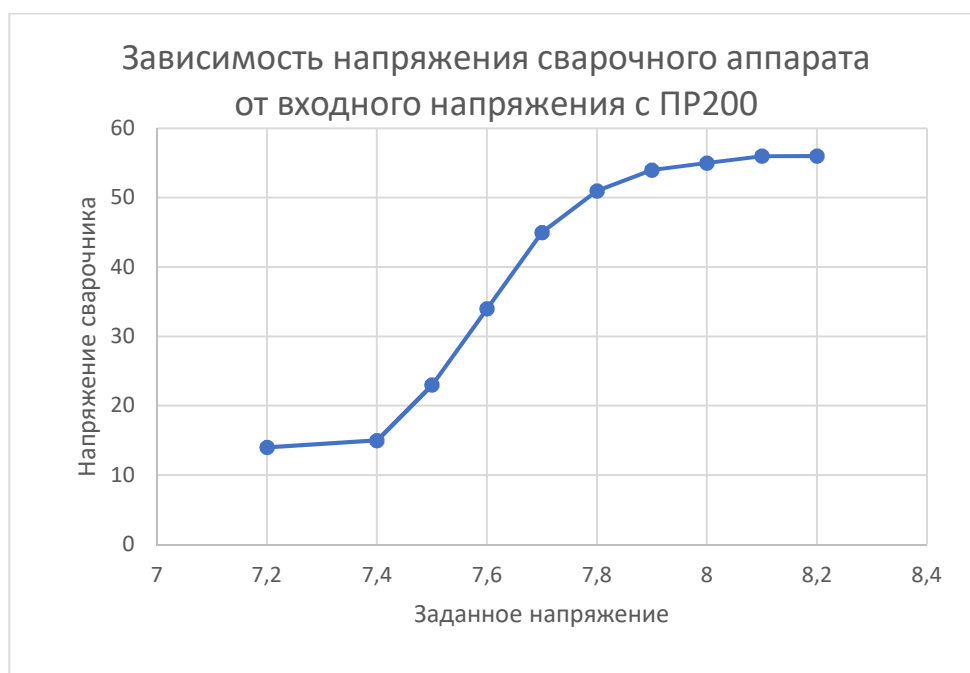


Рисунок 8 – Зависимость напряжений

Из графика видно, что зависимость получилась не линейная, поэтому для компенсации нелинейности был использован ПИ-регулятор.

## 2.3 Выбор средств для системы управления

### 2.3.1 Выбор датчиков положения

Одним из источников информации в автоматике являются датчики положения. В данном станке было использовано 7 концевых выключателей:

- 2 концевых выключателя сигнализируют о достижении крайних положений движения стрелы по горизонтали;
- 2 концевых выключателя сигнализируют о достижении крайних положений движения стрелы по вертикали;
- 2 концевых выключателя сигнализируют о достижении крайних положений движения стола;
- 1 концевой выключатель используется для считывателя оборотов поворота стола.

Существует несколько типов датчиков положения, которые могут быть классифицированы на оптические, индуктивные и механические, в зависимости от принципа их работы.

Как показано на рисунке 9, оптические датчики используют источник света и фотоприемник внутри своего корпуса. Эти датчики широко используются в станках, где требуется высокая точность обработки до 1 мкм. Однако, такие датчики очень чувствительны к загрязнению, воздействию постороннего света и температуре, что является их существенным недостатком.

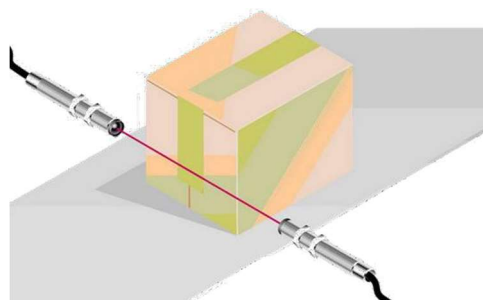


Рисунок 9 – Оптический датчик положения

Датчики положения могут быть механическими и срабатывать при механическом воздействии на управляющий механизм, такой как колесико, кнопка или рычаг. Рисунок 10 иллюстрирует пример механического датчика положения.



Рисунок 10 – Механический датчик положения

Механические датчики положения имеют основной недостаток - механический износ и возможные отказы из-за отсутствия контактов.

На рисунке 11 приведён пример индуктивного датчика положения. Их очень часто используют в промышленности, в станках и механизмах для

контроля крайнего положения движущихся элементов. Индуктивный датчик имеет тип бесконтактного датчика, который изменяет состояние выхода при приближении металлического объекта к его чувствительной поверхности.



Рисунок 11 – Индуктивный датчик положения

Сравнив различные типы датчиков, был выбран индуктивный датчик. По сравнению с другими типами датчиков, этот датчик считается очень надежным для работы в промышленных условиях. Даже при перекрытии чувствительной поверхностью грязью или пылью, индуктивный датчик продолжает работать стабильно, что делает его превосходным по сравнению с механическими и оптическими датчиками. Таблица 2 содержит сравнение различных типов индуктивных датчиков.

Таблица 2 – Сравнение характеристик индуктивных датчиков

Производитель	Мега-К	Autonics	Sels
Модель датчика	PS2-12M33-4N11-K	PR12-4DN	PCIA-8R
Расстояние срабатывания, мм	4	2	8
Частота переключения макс., Гц	650	1500	1000
Длина, мм	33	39	76
Способ монтажа	заподлицо	заподлицо	не заподлицо
Цена, руб.	1100	2900	5600

Выбор пал на модель PS2-12M33-4N11-K производства Мега-К из трех доступных вариантов индуктивных датчиков. Этот выбор обусловлен тем, что

способ монтажа датчика заподлицо, наиболее подходящее расстояние срабатывания, а также наиболее низкая цена.

### 2.3.2 Выбор контроллерного оборудования

Для реализации автоматизированного процесса требовалось контроллерное оборудование. Было проведено сравнение нескольких программируемых реле, изображенных на рисунках 12-14:

- Овен ПР200 -24.2(4).Х (рисунок 12);
- Siemens LOGO! 24RCE (рисунок 13);
- Schneider Electric SR2B121B (рисунок 14).

Сравнительные характеристики приведены в таблице 3.



Рисунок 12 – Овен ПР200



Рисунок 13 – Schneider Electric ZelioLogic



Рисунок 14 – Siemens LOGO!

Таблица 3 – Сравнение технических характеристик ПР

Название		ОВЕН ПР200	Schneider Electric ZelioLogic	Siemens LOGO!
Модель		24.2(4).X	SR2B121B	24RCE
Напряжение питания, В		24	24	12/24
Входы	Дискретные	8	10	4
	Аналоговые	4	6	4
Выходы	Дискретные	8	10	4
	Аналоговые	2	0	0
Расширяемое исполнение		+	+	+
Интерфейс RS485		+	Модуль	-
Порт для программирования		MiniUSB	SR2CBL	LOGO!
Цена, руб.		11280	46080	18000

В результате сравнения за основу было взято программируемое реле ПР200 24.2(4).X компании ОВЕН. Этот вариант является самым дешёвым и доступным, компания ОВЕН является Российским производителем. Дополнение к этому, написание программы осуществляется в бесплатной программируемой среде OwenLogic.

### 2.3.2 Выбор преобразователя частоты

Для реализации системы управления станком было проведено сравнение наиболее подходящих преобразователей частоты:

- ProfiMaster PM150A,
- Овен ПЧВЗ,
- Schneider Electric ATV310.

Сравнительные характеристики ПЧ приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение технических характеристик ПЧ

Производитель	ОВЕН ПЧВЗ	Schneider Electric ATV310	ProfiMaster PM150A
Модель	ПЧВЗ-К75-В [М01]	ATV310H037N4E	PM150A-4Т-0.7В
Мощность, кВт	0,75	0,37	0,7
Номинальный входной ток, А	3,0	1,8	3,4
Интерфейс RS485	+	+	+
Векторное управление	+	+	+
Цена, руб.	19650	30 240	17200

В результате сравнений был выбран преобразователь частоты ProfiMaster PM150A-4Т-0.7В (рисунок 15). Он удовлетворяет всем требующим характеристикам, а также важным фактором является цена и доступность.



Рисунок 15 – Преобразователь частоты ProfiMaster PM150A-4Т-0.7В



## **2.4 Разработка программного обеспечения**

Программирование ПР200 было реализовано в программном обеспечении OwenLogic. Для написания кода был выбран язык программирования FBD – язык функциональных блоков.

### **2.4.1 Автоматическое регулирование выбранного режима сварки**

Автоматическое поддержание режима сварки под слоем флюса – это процесс, который используется при сварке с использованием флюсовых материалов. Флюс – это материал, который используется для защиты сварочной зоны от окисления и других негативных воздействий, которые могут негативно повлиять на качество сварного соединения.

Поддержание режима сварки под слоем флюса осуществляется автоматически с помощью специальных устройств, которые контролируют и регулируют параметры сварки, такие как ток, напряжение и скорость подачи проволоки. Эти устройства позволяют поддерживать оптимальный режим сварки, что в свою очередь обеспечивает высокое качество сварного соединения.

Одним из ключевых элементов этого процесса является ванна расплава металла. При наплавке по краям она застывает, а в центр подаётся проволока, за счёт действия сварочного тока происходит подпитывание расплава. Чем больше ванна, тем больше нужно проволоки, чтобы её поддерживать. А так как ванна большая, то и площадь контакта расплава тоже большая. Чем больше площадь, тем больше ток при одном и том же напряжении. Но если проволоки подаётся меньше, то подпитка ванны расплава становится меньше, соответственно уменьшается и ток.

Таким образом, ванна расплава является важной составной частью процесса автоматического поддержания режима сварки под слоем флюса, позволяющей обеспечить стабильные условия сварки и высокое качество сварных соединений.

## 2.4.2 Настройка ПИ – регулятора напряжения

Задача системы автоматического регулирования (САР) объекта управления сводится к поддержанию заданного тока сварки. Для этого был выполнен ПИ-регулятор.

Настройка метода проводилась методом проб и ошибок.

Первым этапом была реализация П-регулятора, с помощью программы OwenLogic. Код программы на языке FBD представлен на рисунке 16.

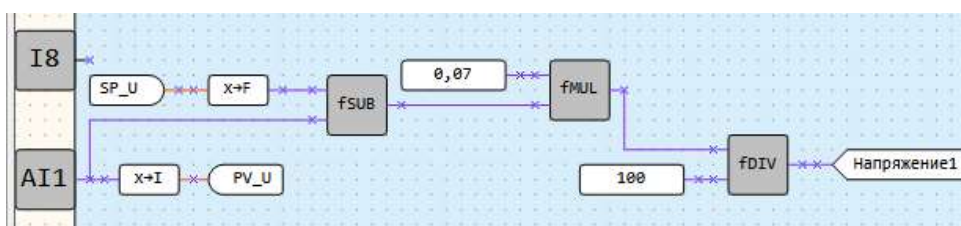


Рисунок 16 – Код программы П-регулятора

Переменная SP\_U является задающей уставкой требуемого напряжения она задаётся с помощью энкодера на пульте управления. PV\_U является измеренным значением со сварочного выпрямителя ВДУ-506С. Проведя несколько экспериментов, были получены значения и построен график, изображённый на рисунке 17.

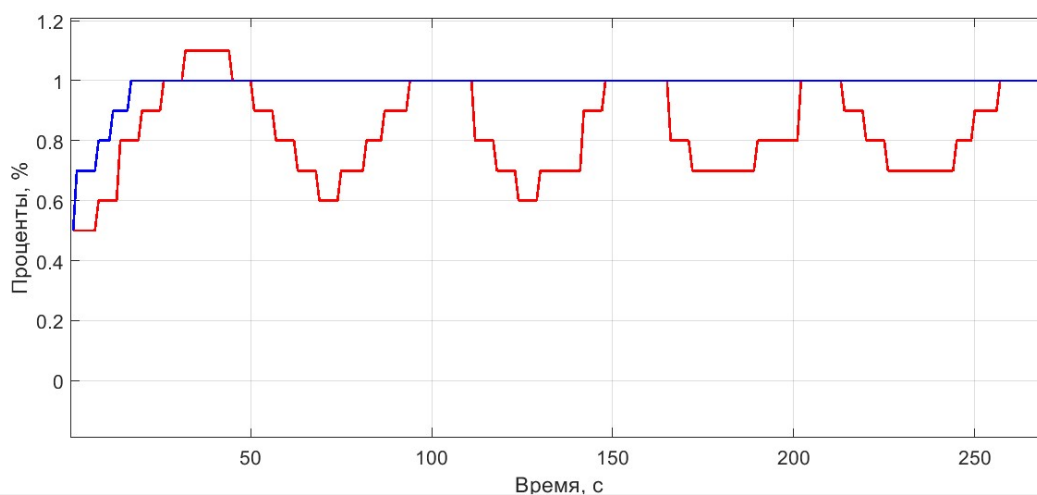


Рисунок 17 – П-регулирование с коэффициентом  $\Pi = 0,73$

На рисунке 17 изображён график пропорционального регулирования, с коэффициентом 0,73. Из графика видно, что система сильно колеблется.

При изменении коэффициента П получаются либо колебания, либо статическая ошибка. График со статической ошибкой с пропорциональным коэффициентом  $\Pi = 0,5$  изображён на рисунке 18.

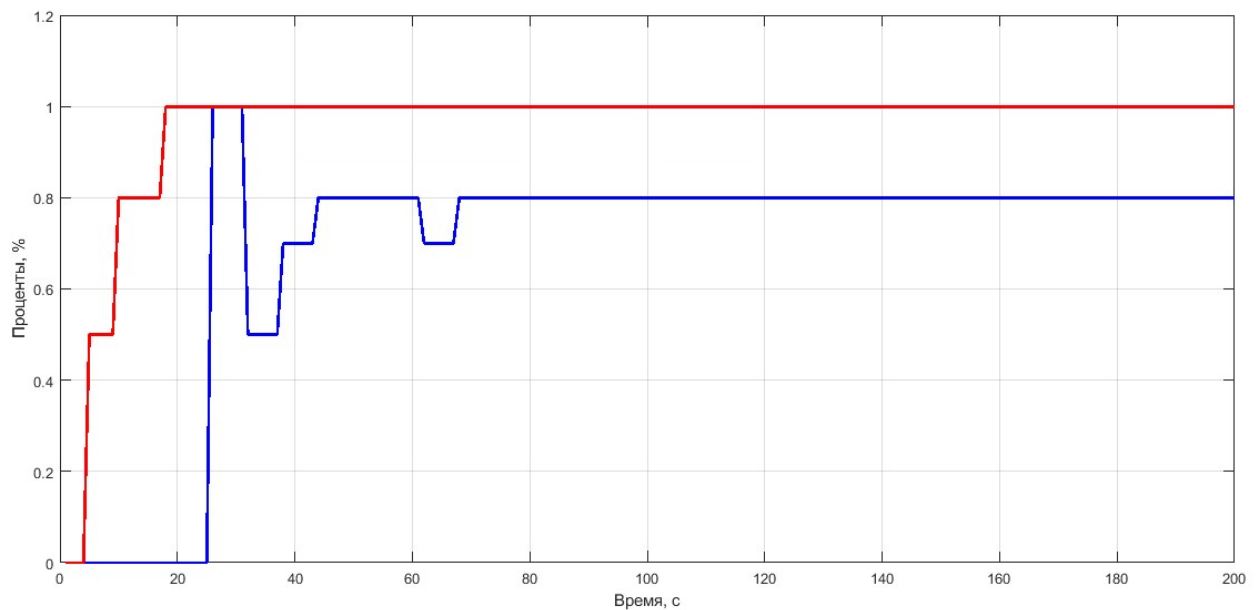


Рисунок 18 – П-регулирование с коэффициентом  $\Pi = 0,5$

Так как пропорционального регулирования недостаточно, для исключения статической ошибки была добавлена интегральная составляющая, код программы изображён на рисунке 19.

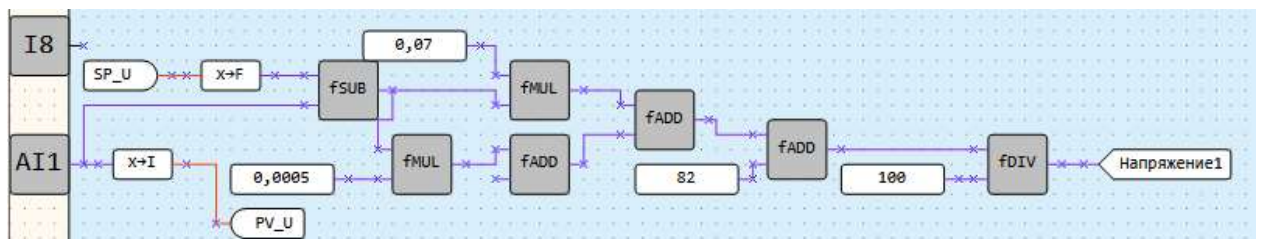


Рисунок 19 – Код программы ПИ-регулятора

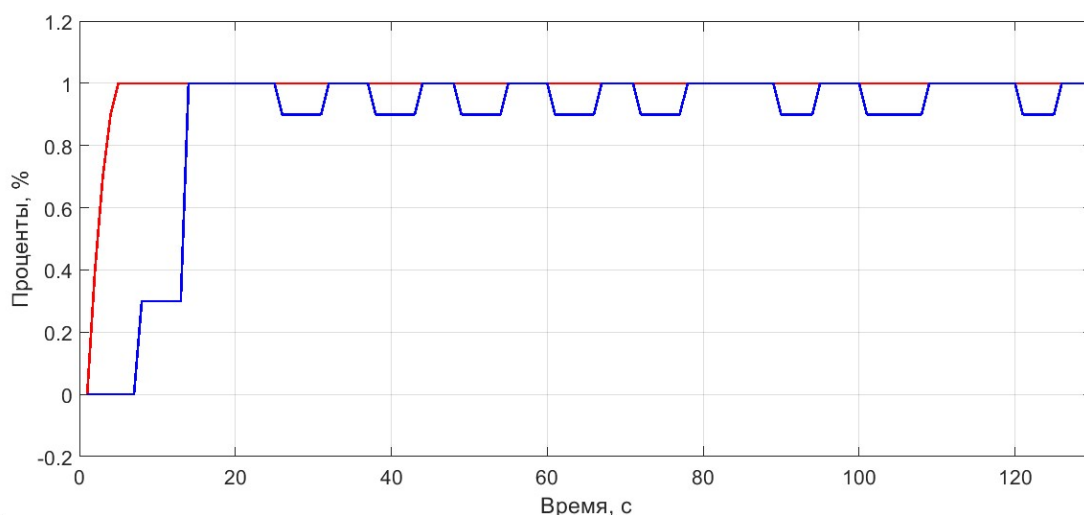


Рисунок 20 – ПИИ-регулирование

На рисунке 20 изображён график ПИИ-регулятора. Коэффициент «П» составляет 0.05, коэффициент «И» 0,0001.

### 2.4.3 Направление вращения стола

Для выбора направления стороны вращения стола был разработан алгоритм, представленный на рисунке 21.

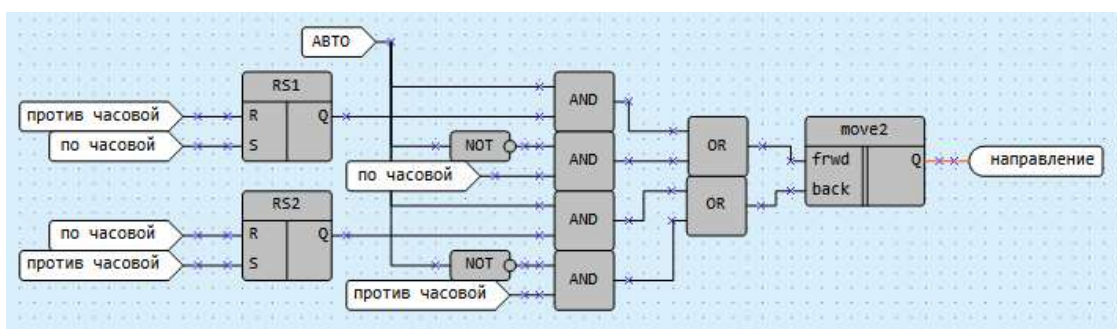


Рисунок 21 – Код для выбора направления вращения стола

Направление вращения стола задаётся с помощью кнопок на пульте управления, по часовой или против часовой стрелки. Для безопасности того, что одновременно будут зажаты две кнопки, было использовано два триггера RS1 и RS2, которые исключают одновременное нажатие кнопок. Направление вращения стола можно задавать как в автоматическом, так и в ручном режиме. В макросе move2 осуществляется передача команды в интерфейс Modbus RTU, в зависимости выбора нужного направления вращения стола.

#### 2.4.4 Работа энкодера

Задание требуемой уставки тока осуществляется с помощью энкодера, установленного на лицевой панели пульта. Программный код для считывания значений с энкодера показан на рисунке 22.

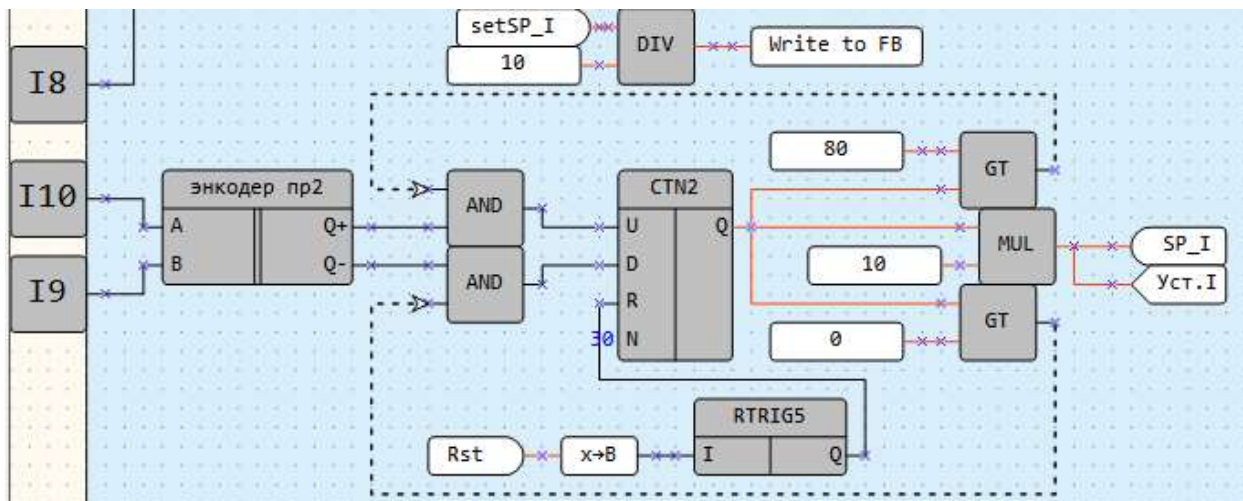


Рисунок 22 – Считывание значений с энкодера

Значения с энкодера приходят на дискретные входы ПР102. В макросе «энкодер пр» реализован алгоритм обработки энкодера. На выходе с макроса подаются значения на счётчик, для уменьшения или увеличения числа. После этого значения преобразуются в требуемую величину и записываются в сетевую переменную.

#### 2.4.5 Сетевой обмен данными

Для управления асинхронных двигателей в установке используются два преобразователя частоты ProfiMaster PM150A. Также на установке установлена панель оператора Weintek сMT2108x2. Управление ПЧ осуществляется через интерфейс RS-485 с помощью ПР200.

Для работы прибора в ПР200 установлено два RS-485. К первой сети подключены ПЧ и сервопривод, для них в этой сети ПР200 настроена как Master. Ко второй сети подключены панель оператора и ПР102. Во второй как Master настроена ПР102, остальные как Slave. В среде программирования OWEN Logic были настроены все нужные сетевые настройки:

выбран режим протокола Master или Slave;

обавлено 4 устройства:

- ПЧ для управления перемещения стрелы (вертикального перемещения наплавочной головки) и подачи флюса;
  - ПЧ для управления вращением стола;
  - Панель оператора;
  - ПР102.
- 3) всем устройствам присвоены имена и адреса;
  - 4) настроены параметры каждого устройства.

Для регулирования скорости часто используется задание через интерфейс RS-485. При векторном управлении, диапазон частот на выходе ПЧ может варьироваться от 0 до 200 Гц.

В программировании есть тип переменных, называемый сетевыми переменными, которые могут быть использованы для создания сетевых возможностей. Пользователь определяет назначение каждой сетевой переменной на этапе создания коммутационной схемы. Чтобы использовать переменную в проекте, ее нужно создать в таблице переменных (рисунок 23).

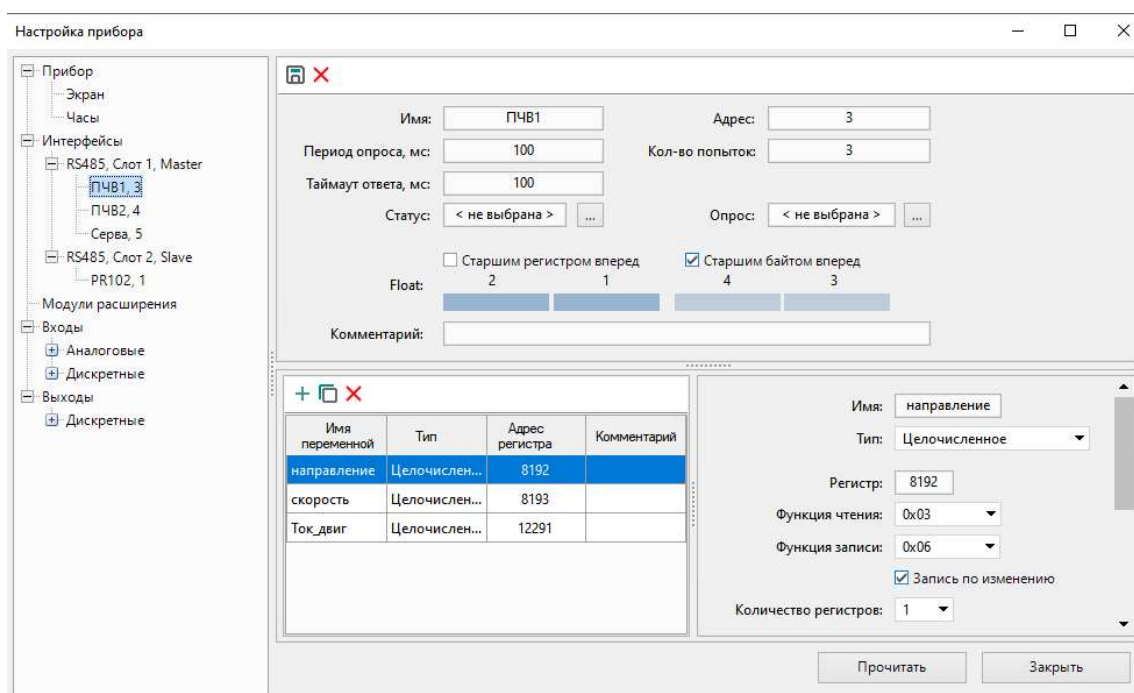


Рисунок 23 – Настройки прибора

## 2.4.6 Создание визуализации на экране ПР200

Программируемые реле OWEN ПР200 предоставляют возможность управления технологическим процессом через человеко-машинный интерфейс, используя встроенный дисплей и функциональные кнопки.

Создание визуализации экранов осуществляется в программной среде OWEN Logic. Функциональные кнопки предоставляют возможность изменять значения переменных, прокручивать экраны и переходить между ними.

С помощью экрана на ПР200 можно решать следующие задачи:

- отображение текущей скорости вращения детали;
- выбора режима наплавки вал/колесо;
- отображение текущего напряжения;
- отображение текущего тока;
- регулирование длиной шага;
- регулирование скоростью подачи флюса.

На вкладке «Редактор экрана», представленная на рисунке 24, продемонстрирована созданная визуализация.

С	к	о	р	о	с	т	ь	:			0	0	0
Р	е	ж	и	м	:	В	а	л					
Н	а	п	р	я	ж	е	н	и	е		0	0	0
Т	о	к									0	0	0
Ш	а	г									0	0	0
Ф	л	ю	с								0	0	0

Рисунок 24 – Редактор экрана

#### 2.4.7 Создание визуализации панели оператора

Панели оператора – это устройства для приёма данных, визуализации и управления. Такие панели используются в качестве графических систем управления технологическими процессами. Для визуализации была использована панель Weintek cMT2108x2. Панель имеет сенсорный экран с диагональю 10.1 дюймов, поддержку Modbus RTU, интерфейс RS-485, два Ethernet (LAN) и один USB 2.0, что является достаточным, для выполнения требуемых задач. Для программирования панели была использована бесплатная среда программного обеспечения EasyBuilder Pro.

Для оповещения сварщика-оператора информацией о параметрах сварки, на экран были выведены:

- значения уставки напряжения, В;
- измеренные значения напряжения, В;
- значения уставки тока, А;
- измеренное значение тока, А;
- скорость вращения стола, Гц;
- длину шага, мм;
- мощность двигателя подачи флюса, %;
- графическое представление уставки тока и измеренного значения

тока.

Для построения графика была использована выборка данных, также по которым были построены описанные ранее переходные процессы ПИ-регулятора, окно выборки представлен на рисунке 25.



Выборки данных

№	Комментарий	Адрес чтения	Режим выборки	Адрес триггера	Контрольный адрес	Формат
1	SP_U and PV_U	Local HMI : LW-513	Регулярный	Запретить	Запретить	Pa
2	Уставка по току и измеренное значение	Local HMI : LW-516	Регулярный	Запретить	Запретить	Pa
3	Выход регулятора тока	Local HMI : LW-524	Регулярный	Запретить	Запретить	Pa

Количество выборок данных : 3 / 256  
Длина данных в словах : 6

Создать... Удалить Параметры... Экспорт... Импорт...  
Копировать Вставить Вставить (добавить) Выход

Рисунок 25. Окно выборки данных

Готовый интерфейс визуализации представлен на рисунке 26.

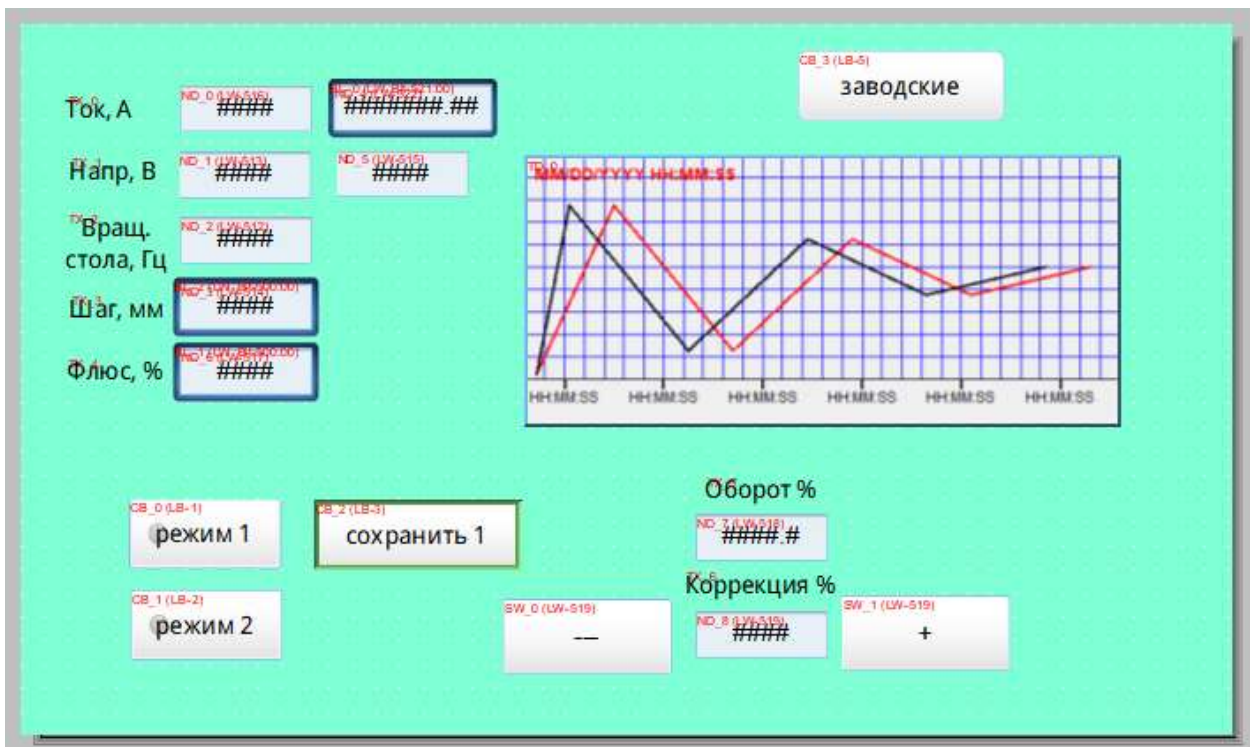


Рисунок 26 – Интерфейс панели оператора

Кроме информативных данных, на панель оператора были добавлены кнопки для управления коррекции смещения шага и кнопки для сохранения и выбора требуемых и часто используемых режимов наплавки.

Также благодаря возможностям панели оператора был добавлен стартовый экран, при загрузке панели появлялась нужная заставка. Окно загрузки программы в панель изображено на рисунке 27.

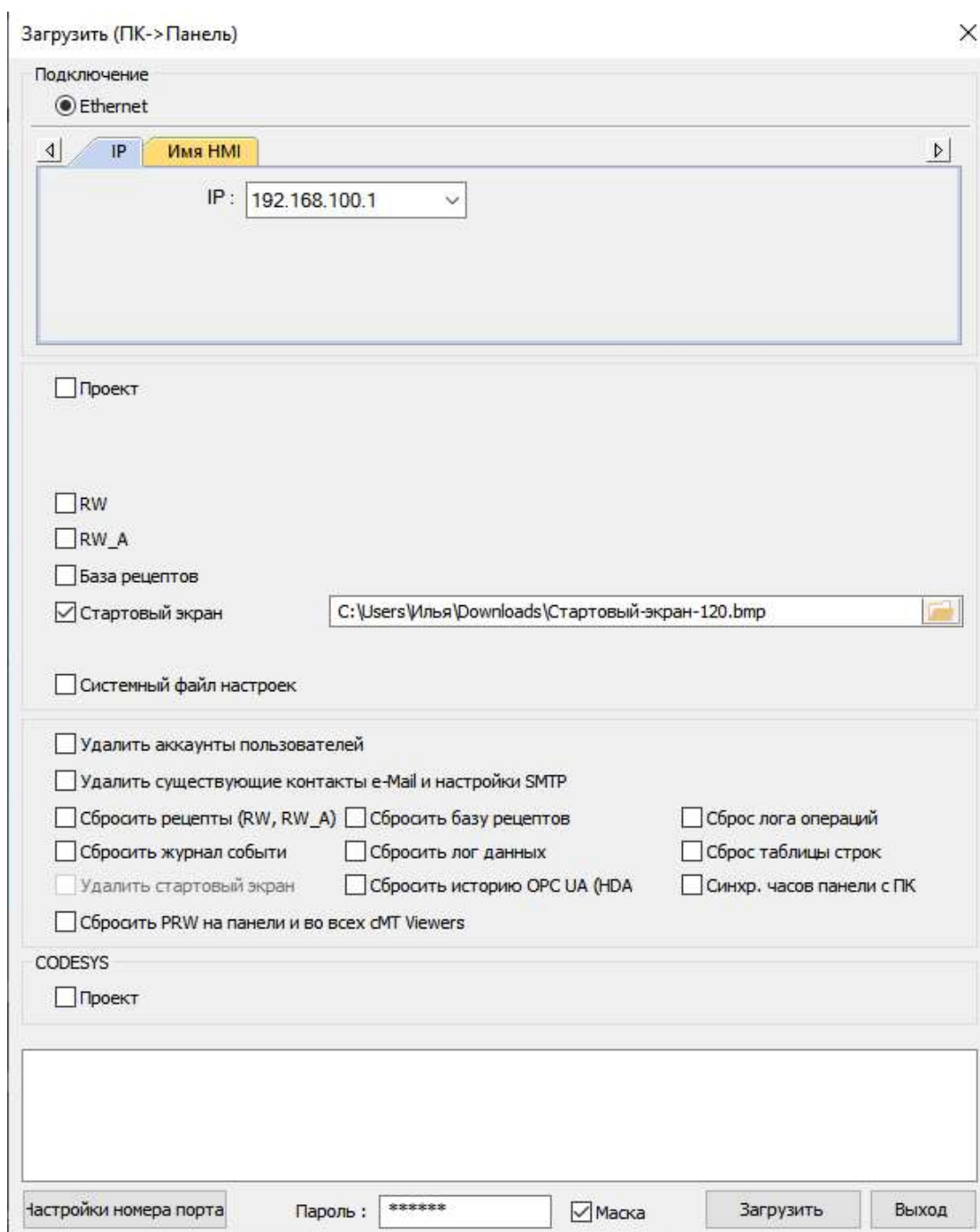


Рисунок 27 – Окно загрузки программы в панель

### **3 Электрическая принципиальная схема**

На входные клеммы переключателя SA0 подается напряжение питания А, В, С. При переключении переключателя в положение «ВКЛ», напряжение подается на главный автоматический выключатель QF1. Затем питание через магнитный пускатель KM1 передается внутренним потребителям. Чтобы выключить обмотку пускателя KM1, необходимо нажать кнопку SB1 «Аварийный стоп».

Каждый потребитель имеет свой автоматический выключатель.

Для запуска двигателя M1, который управляет движением стрелы вверх/вниз, обмотка статора подключается к напряжению питания. Управление перемещением стола возможно, как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Управление скоростью вращения стола может осуществляться одним из двух двигателей с разными передаточными числами. Менее мощный двигатель M3 управляется частотным преобразователем A2, он используется для более быстрого вращения детали, например, для наплавки по внешнему диаметру колеса. А более мощный двигатель M4 используется для медленного вращения, для направки внутреннего диаметра. С помощью энкодера на пульте управления задается скорость вращения стола.

Когда кнопки управления на входы DI1 и DI2 ПР102 нажимаются для задания направления вращения стола, на эти входы поступают соответствующие сигналы.

На основе этих сигналов формируется сигнал, который по интерфейсу RS-485 отправляется на ПЧ A2. Этот преобразователь генерирует необходимую частоту переменного тока для электродвигателя M3 или M4, чтобы достичь нужной скорости вращения стола.

Управление двигателем M2, который отвечает за подачу флюса, осуществляется по тому же самому принципу, что и двигатели M3 и M4.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т91	Балахнин Илья Александрович

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	Отделение автоматизации и робототехники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности разработки автоматизированной системы управления станком наплавки под слоем флюса колесных пар локомотивов</i>

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i></li> <li>2. <i>Матрица SWOT</i></li> <li>3. <i>График проведения НИИ</i></li> <li>4. <i>Определение бюджета НИИ</i></li> <li>5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i></li> </ol>	
--	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Жиронкин Сергей Александрович	Доктор экономических наук		

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Т91	Балахнин Илья Александрович		

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережений**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Суть данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке автоматизированной системы управления станком наплавки под слоем флюса обода колёсного центра, внутреннего, внешнего диаметра и торца ступицы, обода и резьбовой части ос колесных пар локомотивов. Данная разработка позволяет без участия специалиста выполнять работы, что увеличивает эффективность и качество выполнения работ.

Целевым рынком нынешней разработки является промышленная сфера. Данная сфера является перспективной с данной стороны, в связи с нехваткой специалистов в необходимой сфере деятельности. Что касается потенциальных потребителей, ими могут выступать различные производственные организации, занимающиеся производством, обслуживанием, восстановлением колесных пар, валов, ступиц, обода.

Сегментировать рынок услуг возможно по степени размеру организации и предназначению автоматизированной области. Результат сегментирования представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке автоматизированных систем.

		Предназначение		
		Автоматизации противоаварийной защиты	Автоматизация станков наплавки	Автоматизации переработки отходов
Размер	Крупная			
	Средняя			
	Мелкая			

– Фирма А    
  – Фирма Б    
  – Фирма В

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В ходе анализа предметной области было выявлено, что на рынке конкуренты существуют в форме разработчиков АСУ ТП, например, ОВЕН (К1) и Элеси (К2). Анализ конкурентных решений был проведен с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта сравнения конкурентных разработок

Критерии оценивания	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>Ф</sub>	Б <sub>К1</sub>	Б <sub>К2</sub>	К <sub>Ф</sub>	К <sub>К1</sub>	К <sub>К2</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
нергоэффективность	0,15	5	1	4	0,75	0,15	0,6
функционал	0,15	5	2	5	0,75	0,3	0,75
отребность в ресурсах	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
скорость работы	0,2	5	3	5	1	0,6	1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
стоимость внедрения	0,15	3	5	2	0,45	0,75	0,3
редполагаемый срок актуальности разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
цена обслуживания	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
финансирование разработки	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
<b>Итого</b>	1	36	28	33	4,5	3,25	4,1

Анализ конкурентных решений определяется по формуле 1:

$$K = \sum V_i * B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V<sub>i</sub> – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на рассчитанных значениях, можно предположить, что данная разработка имеет конкурентное преимущество по сравнению с другими решениями.

#### 4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Результат QuaD-анализа исследования представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка критериев в соответствии с технологией QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Потребность в ресурсах	0,1	100	100	1	0,1
Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08
Инновационная привлекательность	0,15	100	100	1	0,15
Функциональность	0,2	100	100	1	0,2
Простота эксплуатации	0,1	100	100	1	0,1
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
Цена	0,15	80	100	0,8	0,12
Послепродажное обслуживание	0,1	80	100	0,8	0,08
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	80	100	0,8	0,08
Итого:	1	-	-	-	0,91

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равен 0,91 (попадает в промежуток 0,8 – 1), то есть такая разработка считается перспективной.

#### 4.1.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории:

- Strengths (сильные стороны);
- Weaknesses (слабые стороны);
- Opportunities (возможности);
- Threats (угрозы).

К внутренним факторам (то, на что объект способен повлиять), относятся сильные и слабые стороны, а к внешним факторам (то, что влияет на объект извне и не контролируется объектом) – возможности и угрозы.

В рамках данного анализа выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы. Результат SWOT-анализа представлен в таблице 8.



Таблица 8 – SWOT-анализ проекта

		<b>Внутренние факторы</b>	
		<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
		С1. Высококвалифицированный труд С2. Простота настройки и эксплуатации системы	Сл1. Отсутствие прототипа проекта Сл2. Возможные недостатки в функционале системы
<b>Внешние факторы</b>	<b>Возможности:</b>	В1С1. Высококвалифицированный труд сотрудника позволяет использовать существующее программное обеспечение	В2Сл2. При эксплуатации продукта возможно выявление критериев для расширения функционала
	<b>Угрозы:</b>	У2С2. Из-за простоты настройки и эксплуатации системы развита конкуренция технологий производства, что приводит к введению новых технологий	У1Сл1. При отсутствии прототипа проекта и спроса на новые технологии, пересмотр концепции проекта и поиск новых возможностей

Из матрицы SWOT-анализа можно сделать вывод, что лучшей стратегией развития проекта является привлечение высококвалифицированных кадров, что позволит использовать готовое программное обеспечение для расширения функционала.

Самой большой потенциальной угрозой является отсутствие прототипа проекта и спроса на новые технологии, что приводит к пересмотру всей концепции проекта и поиск новых возможностей.

## 4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

### 4.2.1 Цели и результаты проекта

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 9:

Таблица 9 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидание заинтересованных сторон</b>
Оператор-сварщик	Упрощение процесса контроля и качества сварки
Инженер АСУ ТП	Удачное выполнение проекта и защита
Научный руководитель	Выполненная выпускная квалификационная работа

Цели и результат проекта представлены в таблице 10:

Таблица 10 – Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Собрать набор алгоритмов и изучить их.</li><li>– Спроектировать функционал в соответствии с требованиями.</li><li>– Написать программу исходя из алгоритма.</li><li>– Произвести тестирование и отладку программы технологического процесса.</li></ul>
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Успешная разработка по автоматизации станка
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Успешное тестирование функционала в соответствии с функциональным требованием.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Выполненные все пункты функционального требования</li><li>– Разработанный функционал полностью соответствует проектным решениям.</li></ul>

### 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Важным этапом проведения научно-исследовательских работ является необходимость планирования работ, которое включает в себя определение полного перечня работ, а также их распределение между всеми исполнителями проекта. Исполнителями проекта являются студент и руководитель.

Основная работа по разработке и проектированию системы закрепляется за студентом, в то время как руководитель устанавливает цели, задачи, а также контролирует выполнение проделанной студентом работы.

В таблице 11 представлен перечень работ, а также распределение исполнителей по ним.

Таблица 11 – Перечень работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Наименование работы	Должность исполнителя
Выбор направления работы	1	Выбор научного руководителя	Студент
	2	Составление и утверждение работ	Студент, Руководитель
	3	Составление календарного плана-графика	Студент, Руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по теме работы	Студент
	5	Анализ предметной области	Студент
Практическая часть бакалаврской работы	6	Проектирование системы	Студент
	7	Разработка программы	Студент
Оценка результатов	8	Согласование и оценка работы с руководителем	Студент, Руководитель
Оформление отчета	9	Выполнение иных работ (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы	Студент, Руководитель

### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

В данной работе трудовые затраты составляют основную часть стоимости разработки, поэтому необходимо определить трудоемкость работ для каждого из участников исследования.

Определение трудоёмкости выполнения работ осуществляется на основе экспертной оценки ожидаемой трудоёмкости выполнения каждой работы путём расчёта длительности работ в рабочих и календарных днях каждого этапа раб

Трудоемкость оценивается по формуле 2:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5} \quad (2)$$

где  $t_{ож\ i}$  – это ожидаемая трудоемкость  $i$ -ой работы (чел-дни),

$t_{min\ i}$  – это минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка) (чел-дни),

$t_{max\ i}$  – это максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка) (чел-дни).

После оценки ожидаемой трудоемкости производится определение продолжительности каждой работы в рабочих днях по формуле 3:

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} \quad (3)$$

где  $T_{p\ i}$  – это продолжительность одной работы (раб-дни),

$t_{ож\ i}$  – это ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы (чел-дни),

$Ч_i$  – это численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на этом этапе (чел.).

Рассчитанные трудоёмкости приведены в таблице 8.

### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для того чтобы в дальнейшем построить график работ с помощью диаграммы Ганта, необходимо также произвести перевод длительности работ из рабочих дней в календарные по формуле 4

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$  – это коэффициент календарности, равный 1,225.

Коэффициент календарности  $k_{\text{кал}}$  рассчитывается по формуле 5

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5)$$

где  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности;

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

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

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

С учётом того, что календарных дней в 2023 году 365, а сумма выходных и праздничных дней составляет 67 при шестидневной рабочей неделе, коэффициент календарности равен  $k_{\text{кал}} = 1,225$ .

В таблице 12 приведены временные показатели научного исследования.

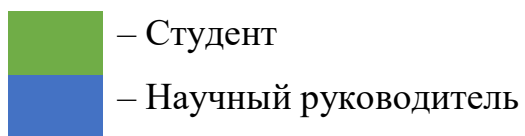
Таблица 12 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в раб. днях, $T_{pi}$	Длительность работ в кал. днях, $T_{ki}$
	$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож\ i}$			
Выбор научного руководителя	3	5	3,8	Студент	3,8	4,7
Составление и утверждение работ	2	5	3,2	Студент	1,6	2,0
				Руководитель	1,6	2,0
Составление календарного план-графика	5	7	5,8	Студент	2,9	3,6
				Руководитель	2,9	3,6
Подбор и изучение литературы по теме работы	8	12	9,6	Студент	9,6	11,8
Анализ предметной области	4	6	4,8	Студент	4,8	5,9
Проектирование системы	10	12	10,8	Студент	10,8	13,2
Разработка программы	20	30	24	Студент	24	29,4
Согласование и оценка работы с руководителем	5	9	6,6	Студент	3,3	4,0
				Руководитель	3,3	4,0
Выполнение иных работ (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	15	25	19	Студент	19	23,3
Подведение итогов, оформление работы	6	10	7,6	Студент	3,8	4,7
				Руководитель	3,8	4,7

На основе данных, представленных в таблице 12, построены календарный план-график каждого этапа работ в рамках выполняемого проекта, представленная диаграммой Ганта (табл. 13). Стартовой календарной отметкой выбрано начало текущего учебного семестра – 23.01.2023.

Таблица 13 – Диаграмма Ганта проекта

№ Работы	Продолжительность выполнения работ									
	23.01	28.01	02.02	09.02	21.02	27.02	11.03	10.04	19.04	14.05
	- 27.01	- 01.02	- 08.02	- 20.02	- 26.02	- 10.03	- 09.04	- 18.04	- 13.05	- 23.05
1	■									
2		■								
3			■							
4				■						
5					■					
6						■				
7							■			
8								■		
9									■	
10										■





#### 4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В состав бюджета входит стоимость всех расходов, необходимых для выполнения работ по проекту. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

##### 4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- стоимость сырья и материалов, приобретаемых на стороне;
- стоимость покупных полуфабрикатов и комплектующих;
- стоимость работ и услуг, которые выполняла сторонняя организация;
- стоимость топлива всех видов, приобретаемого со стороны;
- стоимость энергоресурсов всех видов;
- комиссионные вознаграждения, оплата брокерских и иных посреднических услуг.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле 6:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас\ xi} \quad (6)$$

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

$N_{рас\ xi}$  – 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.

Данное исследование не использует материальных затрат, кроме электроэнергии, которая затрачивается на электропотребление компьютера (на двоих исполнителей). Так как студент работает 104 дней, а научный руководитель – 14, суммарная работа над исследованием – 118 дней.

В среднем за один час энергопотребление компьютера составляет 116,85 Вт/час или 0,117 кВт/час, что за рабочий день в 8 часов составляет 0,936 кВт/час (примерно 1кВт).

Стоимость электроэнергии в Томской области – 3,16 рубля/кВт.

$k_T = 0$ , так как транспортировка не требуется.

Таким образом,

$$Z_m = (1 + 0) \cdot 3.16 \cdot 118 = 372,88$$

Общая стоимость материальных затрат составила 372,88 рублей.

#### **4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) затрат**

Данная статья затрат включает в себя затраты на приобретение специального оборудования. Также в эту статью включаются затраты по доставке и монтажу оборудования, равные 15% от его стоимости.

В ходе работы над проектом использовалось оборудование, имеющееся у исполнителей, соответственно необходим расчет его амортизации.

При создании информационной системы был использован персональный компьютера стоимостью 50000 рублей.

Срок полезного использования для машин офисных согласно ОКОФ: код 330.28.23.23 составляет 3 года (36 месяцев). Планируемое время использования ПК для написания ВКР – 5 месяцев.

Амортизация основных средств рассчитывается по формуле 7:

$$A = A_n \cdot OC_{пер} \quad (7)$$

где  $OC_{пер}$  – первоначальная стоимость основных средств;

$A_n$  – норма амортизации.

Норма амортизации основных средств рассчитывается по формуле 8:

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% \quad (8)$$

где  $n$  – установленный срок в месяцах;

Расчет нормы амортизации:

$$A_n = \frac{1}{36} \cdot 100\% = 2,78\%$$

Расчет ежемесячных амортизационных отчислений:

$$A_m = 0,0278 \cdot 50000 = 1389 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации за 5 месяцев:

$$A = 1389 \cdot 5 = 6945 \text{ руб.}$$

#### 4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1		Студент	104	4500	4500
2		Руководитель	14	30000	30000
Итого:					34500

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (9)$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (10)$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

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

Среднедневную заработную плату можно получить по формуле 11:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (1)$$

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

$M$  – количество месяцев работы равно:

При отпуске в 24 рабочих дня  $M = 11,2$  месяца, 5 – дневная неделя;

При отпуске в 48 рабочих дней  $M = 10,4$  месяца, 6 дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени персонала по разработке.

Баланс рабочего времени представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	67	67
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	56
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	242	242

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (12)$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент (0,3);

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$k_p$  – районный коэффициент (для Томска 1,3);

Результаты расчета основной заработной платы приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты расчета основной заработной платы

Исполнители	$Z_{mc}$	$k_{np}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$	$Z_{дн}$	$T_p$	$Z_{осн}$ , руб.
Студент	10000	0,3	0,2	1,3	19500	838	104	87154
Руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58500	2514	14	35196
Итого $Z_{осн}$								122350

После расчетов итоговая сумма затрат на основную заработную плату составила 122 350 руб.

#### 4.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда и выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчёт дополнительной заработной платы осуществляется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (13)$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15);

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

Расчет затрат на дополнительную заработную плату приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	$Z_{осн}$ , руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$ , руб.
Студент	87154	0,12	10458
Руководитель	35197	0,12	4224
Итого			14682

Итоговая сумма затрат на дополнительную заработную плату составила 14 682 руб.

#### 4.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

К отчислениям во внебюджетные фонды относятся отчисления:

- отчисления органам государственного социального страхования (ФСС);
- отчисления в пенсионный фонд (ПФ);
- отчисления медицинского страхования (ФФОМС).

Сумма отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается на основе затрат на оплату труда исполнителей и может быть вычислена по формуле 14.

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (14)$$

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

Размер коэффициента определяется законодательно и в настоящее время согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен в размере 30%.

Расчет затрат на отчисления во внебюджетные фонды приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет затрат на отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.	$k_{внеб}$	$Z_{внеб}$ , руб.
Студент	87154	10458	0,3	29284
Руководитель	35197	4224	0,3	11826
Итого				41110

После расчетов итоговая сумма отчислений во внебюджетные фонды составила 41 110 руб.

#### 4.3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы – расходы на организацию, управление и обслуживание процесса производства товара, оказания услуги; носят комплексный характер. Накладные расходы вычисляются по формуле 15:

$$Z_{нкл} = (\text{сумма затрат}) \cdot k_{нр} \quad (15)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент накладных расходов (16% от суммы затрат, подсчитанных выше).

Расчет накладных расходов приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет накладных расходов

Статьи затрат	Сумма, руб
Материальные затраты	372,88
Затраты на специальное оборудование (амортизация)	6945
Затраты на основную заработную плату	122350
Затраты на дополнительную заработную плату	14682
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	41110
<b>Накладные расходы</b>	<b>29674</b>

Итоговая сумма накладных расходов составила 29 694 руб

#### 4.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-технического проекта

После того, как была подсчитана каждая из статей расходов, можно приступить к формированию общего бюджета затрат проекта.

Итоговый бюджет затрат каждой статьи представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб
Материальные затраты	373
Затраты на специальное оборудование (амортизация)	6944
Затраты на основную заработную плату	122350
Затраты на дополнительную заработную плату	14682
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	41110
Накладные расходы	29674
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>215133</b>

Таким образом, общий бюджет НТИ составляет 215133 рубля

#### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

В целях определения эффективности исследования рассчитывается интегральный показатель эффективности научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (16)$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности исполнения объекта исследования можно определить по формуле 17:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (17)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент;

$b_i$  – бальная оценка, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;



$n$  – число параметров сравнения.

Для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности были выбраны следующие критерии:

- потребность в ресурсах памяти;
- надежность;
- инновационная привлекательность;
- функциональная мощность;
- простота в эксплуатации.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Потребность в ресурсах памяти	0,2	5	4	5
2. Надежность	0,1	3	4	5
3. Инновационная привлекательность	0,3	5	3	2
4. Функциональная мощность	0,3	4	4	3
5. Простота в эксплуатации	0,1	4	3	5
ИТОГО	1	21	18	20

$$I_{\Phi} = \frac{\Phi_i}{\Phi_{max}} = 0.24$$

$$I_{\Phi a1} = \frac{\Phi_{i a1}}{\Phi_{max}} = 0.22$$

$$I_{\Phi a2} = \frac{\Phi_{i a2}}{\Phi_{max}} = 0.25$$

$$I_p = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 = 4,4$$

$$I_{p a1} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,1 = 3,6$$

$$I_{p a2} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,1 = 3,5$$

$$I_{\text{финр}} = \frac{I_p}{I_{\phi}} = 18,48$$

$$I_{\text{финр а1}} = \frac{I_{p \text{ а1}}}{I_{\phi \text{ а1}}} = 16,2$$

$$I_{\text{финр а2}} = \frac{I_{p \text{ а2}}}{I_{\phi \text{ а2}}} = 14$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}}{I_{\text{финр а1}}} = \frac{18,48}{16,2} = 1,14$$

общие результаты расчетов для проекта и аналога представлены в виде таблицы (табл. 22).

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Проект	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,24	0,22
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	18,48	16,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,14	0,88

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокий показатель, то есть данная разработка имеет высокий потенциал.

В ходе работы над данным разделом было выявлено, что данная разработка является перспективной по всем рассчитанным параметрам.

#### 4.5 Выводы по разделу

Таким образом, в ходе выполнения раздела были применены различные аналитические инструменты и расчеты, с помощью которых были решены следующие задачи:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, определение потенциальных потребителей и выявление конкурентных преимуществ разработки, а именно: повышение надежности, безопасности и производительности, а также более низкая цена;
- составление SWOT-анализа, в котором были определены стратегии по использованию возможностей и нивелированию угроз и слабых сторон;
- проведено планирование научно-исследовательских работ, расчет трудозатрат и составлен календарный план-график проекта, определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективности исследования.

С учетом решенных задач можно сделать вывод о том, что проект является конкурентноспособным и более ресурсоэффективным по сравнению с имеющимися аналогами на рынке.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т91		Балахнин Илья Александрович	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

<i>Автоматизация станка наплавки центров и резбовой части колёсных пар локомотивов</i>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования: станок наплавки центров и резбовой части колёсных пар локомотивов</i>  <i>Область применения: промышленная</i>  <i>Рабочая зона: производственное помещение</i>  <i>Размеры помещения: 100м<sup>2</sup></i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: пульт управления</i>  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: эксплуатация станка сварщиком-оператором</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Трудовой кодекс РФ;</li> <li>- ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя;</li> <li>- СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Вредные производственные факторы:</b>  тсутствие и недостаток искусственной освещенности.  мственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой.  ревышение уровня шума и другие его неблагоприятные характеристики.  тклонение показателей микроклимата.</p> <p><b>Опасные производственные факторы:</b>  роизводственные факторы, связанные с электрическим током.</p> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> изоляция проводов, использование наушников и специальных очков при работе с компьютером.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p>Воздействие на селитебную зону не выявлено  Воздействие на литосферу не выявлено  Воздействие на гидросферу из-за неверного способа утилизации рабочей техники, канцелярских и прочих отходах</p>

	Воздействие на атмосферу из-за неверного способа утилизации рабочей техники, канцелярских и прочих отходах
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<b>Возможные ЧС:</b> Природные (землетрясения, лесные пожары и т.д.); Геофизические (землетрясения и т.д.); Техногенные (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросом химически/радиоактивно опасных веществ и т.д.); Биолого-социального (пандемия) <b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Балахнин Илья Александрович		

## **5 Социальная ответственность**

### **5.1 Введение**

В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы, которые касаются социальной ответственности при эксплуатации станка наплавки центров и резьбовой части колёсных пар локомотивов.

Высокопроизводительная установка предназначена для наплавки под слоем флюса наружного диаметра колесного центра локомотивов, внутреннего и наружного диаметра ступицы, торцов ступиц, а также резьбы колесных осей. Установка представляет собой сварочный автомат, смонтированный на станине и имеющий возможность перемещаться вдоль нее, а также вверх-вниз в необходимых пределах. Деталь для наплавки устанавливается на планшайбе, закреплённого к станине установки и вращающейся со скоростью 0.3-10 оборотов в минуту. При необходимости делать наклоняется га 90 градусов для наплавки внутреннего диаметра детали.

В разделе затрагиваются вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды. В России охрана труда является одним из важнейших экологических, санитарногигиенических и социально-экономических мероприятий, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда.

Для достижения высокой эффективности труда специалиста на рабочем месте необходимо сохранять комфортные условия труда за счет сохранения здоровья человека и повышения его физического состояния. Подобные меры важны не только на установленном предприятии, но и на любом другом независимо от сферы деятельности при схожих факторах работы.

За пультом установки должен находиться сварщик-оператор, имеющие необходимые навыки для управления процессом наплавки. Станок, который планируется эксплуатировать, находится в помещении размером 100 квадратных метров. Рабочим процессом будет являться процесс наплавки олова на деталь.

## **5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.2.1 Правовые нормы**

Оплата труда, нормирование ее, выходных и отпусков, условий работы и другие важные аспекты отношений между сотрудником и работодателем представлены в трудовом кодексе Российской Федерации [3]. В том числе продолжительность рабочего времени в течение недели не должна превышать 40 часов, предоставление возможности сокращения рабочего времени.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

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

В большинстве своём сварщики-операторы относятся к I группе по электробезопасности, им необходимо проходить проверку на знания по работе с предоставленным оборудованием раз в 12 месяцев, помимо этого учитываются и необходимые регулярные медосмотры, которые позволяют выявить симптомы профессиональных заболеваний у сотрудников.

Установка обслуживается одним сварщиком-оператором, обученным и аттестованным к работе на установке работе. Наплавка под слоем флюса не требует высокой квалификации от сварщика, поэтому для ее производства не требуется искать специалиста, обладающего большим опытом именно в этом спектре сварочных работ. Периодическое обслуживание всей электрической схемы и профилактики механической части установки должны выполняться квалифицированным электриком и механиком.

## **5.2.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

Рабочее место для выполнения работ стоя [2] организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя:

- конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

- рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Эргономические требования к производственному оборудованию [5] должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда. Так же эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации производственного оборудования.



### 5.3 Производственная безопасность

Сотрудники заводов, работающие операторами на станках, являются большей частью трудоспособного населения. На данном рабочем месте воздействует большое количество различных факторов, включая и негативные. Более подробно факторы описаны в таблице ниже.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте сварщика-оператора

Факторы	Нормативный документ
Отсутствие и недостаток искусственной освещенности	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [1]
Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой	
Превышение уровня шума и другие его неблагоприятные характеристики	
Отклонение показателей микроклимата	
Производственные факторы, связанные с электрическим током	

### **5.3.1 Отсутствие и недостаток искусственной освещенности**

Для выполнения необходимых задач на рабочем месте требуется уделить немаловажное внимание освещению. Присутствует множество факторов, причиной которых является неверные решения в отношении падающего света, отражаемых поверхностей и других. Стоит выделить несколько важных пунктов оказывающих влияние на человеческий организм в негативную сторону:

- свет отражаемый или прямой от поверхностей;
- мерцание дешевых или некачественных ламп;
- недостаток освещения у рабочего места.

Все вышеперечисленные аспекты способны привести к снижению остроты зрения, раздражению сетчатки глаза и быстрому утомлению работника.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов).

Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 300 лк.

### **5.3.2 Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой**

Эксплуатация системы автоматизации непосредственно связано с работой за пультом оператора и является стрессовым. Постоянное воздействие данного фактора без необходимой «разгрузки» способен привести к ухудшению психологического состояния сотрудника, а в следствии и к физическим, здоровью.

Умственное перенапряжение способно привести к нервозности, головным болям, нарушению сна, снижению концентрации и другим последствиям. Впоследствии при отсутствии контроля возможны проблемы с пищеварительной системой, сердцем и сосудами.

Устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с компьютером для трудовой деятельности, которые определяются: для группы А – по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену не более 60000; для группы Б – по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену не более 40000; для группы В – по суммарному времени непосредственной работы с компьютером.

При 8-часовой рабочей смене и работе за пультом оператора следует устанавливать регламентированные перерывы, продолжительность 20 минут дважды – через 1.5-2 часа с начала смены и через 1.5-2 часа после обеденного перерыва. Или 15 минутный через каждый час работы. Также не стоит допускать, чтобы работник пропускал обеденный перерыв.

### **5.3.3 Превышение уровня шума и другие его неблагоприятные характеристики**

Источником возникновения данного фактора является все станочное оборудование. Данный фактор относится к природе физического характера.

Воздействие на организм сотрудника шумом происходит в широком диапазоне частот, а главную опасность представляет шум более высокого уровня, суммированный более чем из одного источника.

В большинстве случаев шум вызывает у человека раздражительность, ухудшению внимания, снижению слуха, упадку настроения или ухудшению сна, воздействует центральную и вегетативную нервную систему. Реже может вызвать нарушение обмена веществ и работы сердечно-сосудистой системы. В результате регулярного воздействия пагубного фактора возможно развитие неврита слухового нерва или «профессиональной тугоухости».

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 уровень шума на рабочих местах сотрудника не должен превышать 80 дБА для работы, требующей сосредоточенности.

В качестве мер ликвидации данного фактора будут использованы беруши, так как на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

Выше перечисленные факторы являются постоянными источниками шума, вследствие чего требуют большого внимания.

### 5.3.4 Отклонение показателей микроклимата

Источником возникновения отклонения показателей по большей мере служит отсутствие регулирования температуры воздуха в помещении. Также помимо температуры стоит учитывать такие факторы как: относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Значения допустимых и оптимальных перечисленных показателей варьируются в зависимости от периода года: теплый и холодный.

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, согласно СанПиН 1.2.3685-21 пункта 29 предоставлены в таблице 24.

В условиях охлаждающего микроклимата при длительной работе приводит к снижению иммунитета, что приводит к частым заболеваниям. Значительное снижение температуры кожи конечностей, особенно стоп, приводит к так называемым отраженным температурнососудистым реакциям в слизистой оболочке верхних дыхательных путей.

Таблица 24 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С, ниже оптимальных	Температура воздуха, °С, выше оптимальных	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	III (более 290)	(13,0 – 15,9)	(18,1 – 21,0)	(12 – 22)	(15 – 75)	0,4
Теплый	III (более 290)	(15,0 – 17,9)	(20,1 - 26,0)	(14 – 27)	(15 – 75)	0,5

В помещении должны быть предусмотрены система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха и система вентилирования и кондиционирования в летнее время.

### **5.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током**

К электрозащитным средствам проектируемой системы относятся: заземление всех токоведущих частей оборудования, устройство защитного отключения, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности, указатели напряжения.

Защитное заземление защищает человека от вероятного поражения в случае повреждения изоляции эксплуатируемой электроустановки. В щите управления описываемой установкой данный метод предусмотрен. Заземлены все выполненные из металла корпуса щитов, устройства сигнализации и защиты, а также электропривод. Важно понимать необходимость подключения проектируемой системы к заземлению при установке и не забывать про него.

В случае внештатной или аварийной ситуации установку необходимо обесточить нажатием аварийного выключателя, расположенного в левом нижнем углу пульта управления.

До подключения установки к электросети, основание установки и сварочные выпрямители заземлить согласно «Правилам устройства электроустановок». Подключение и обслуживание установки производить в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Сварочный выпрямитель ВДУ-506С, пульт управления, должны быть закрыты.

#### **5.4 Экологическая безопасность**

Проведение сварочных работ невозможно без загрязнения воздушной среды рабочего пространства парами сварочного аэрозоля. В его состав входят аэрозоли металлов и их окислов (железа, марганца, хрома, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений и многих других элементов. Кроме аэрозолей в состав могут входить вредные газы: окиси углерода, азота и озона.

Попадая в атмосферу населенных пунктов, эти загрязнители способны вызвать кислотные дожди, повысить заболеваемость населения болезнями дыхательных путей, вызвать аллергизацию населения, нарушить работу важнейших органов и систем органов в организме человека.

Снижение уровня негативного влияния на народонаселение близлежащих населенных пунктов может быть осуществлено посредством внедрения очистных установок (фильтры, вытяжные установки на рабочих местах, более мощная система вентиляции), внедрение «зеленых» технологий производства, ужесточения мониторинговых программ.

## 5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям относятся: природные (землетрясения, лесные пожары и т.д.), геофизические (землетрясения и т.д.), техногенные (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросом химически/радиоактивно опасных веществ и т.д.) и биолого-социальные (пандемия). С целью уменьшения возможных жертв следует проводить инструктажи по эвакуации и пожаротушения, следовать рекомендациям МЧС.

Наиболее критичная и вероятная чрезвычайная ситуация, которая может случиться – пожар. Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории Г.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

Класс возможного пожара – пожар горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е).

Первичным средством тушения горящего электрооборудования под напряжением должны осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5.

Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников;



- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин.

## 5.6 Вывод по разделу

Благодаря проведенному исследованию по разделу «Социальная ответственность» были выявлены вредные и опасные факторы, установленные нормативные акты, которые описывают неблагоприятные факторы, оказывающие влияние на сотрудника, меры по предотвращению их негативного воздействия.

Рассмотрены правовые отношения с сотрудником и эргономические требования к рабочей зоне, в которой непосредственно будет выполняться работа.

Проанализированы причины влияния на окружающую среду, теоретические методы их сокращения, что может благоприятно сказаться на культуре компании и ее развитии в какой-либо мере.

Были описаны возможные чрезвычайные ситуации и выявлена наиболее вероятная, пожар. Пути их устранения. Рассмотрены меры при возникновении таковых ситуаций и план действий.

Результаты произведенного исследования запланированы использоваться на практике, фактические значения потенциально возможных факторов будут соответствовать нормативным значениям, что благоприятно скажется на производительности труда, удовлетворенности и здоровье работников компании, повысится эффективность самой работы в целом.

Согласно ПУЭ помещение относится к 1 категории по электробезопасности, температура не превышает 35°C, а влажность воздуха 75%, присутствует приточно-вытяжная вентиляция. Допускаться к обслуживанию электроустановкам будут специалисты с 3-й группой допуска до 1000 вольт.

В соответствии СанПиН 1.2.3685-21 определена III категория тяжести труда, работа выполняется как сидя, так и стоя и сопровождается физическим напряжением.

Производственное помещение относится, как правило, к категории Г по пожарной опасности.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N 2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменением на 7 октября 2021 года) объект, оказывающий минимальное воздействие на окружающую среду относится к IV категории.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По результатам работы было выполнено описание установки и описание процесса управления. Было приведено сравнение средств реализации системы управления, а конкретнее сравнение контроллерного оборудования, выбор пал на программируемое реле ОВЕН ПР200, сравнение датчиков положения, был выбран PS2-12M33-4N11-K производства Мега-К и сравнение преобразователей частоты, был выбран ProfiMaster PM150A-4T-0.7B.

Была разработана принципиальная электрическая схема системы.

Также, была разработана САР, предназначенная для поддержания выбранного режима сварки за счет регулирования скорости подачи проволоки.

Для управления подачей проволоки был использован двигатель постоянного тока (24в, 5А). Чтобы им управлять была реализована широтно-импульсная модуляция (ШИМ), выполнена плата методом лазерно-утюжной технологией.

Чтобы управлять напряжением сварочного выпрямителя ВДУ-506С с программируемого реле, была выполнена схема, на основе N-канального транзистора mosfet, принцип которой заключается в том, что открытие канала сток-исток начинается при подаче напряжения на затвор-исток с 2,6в, заканчивается при 3,6в, в этом промежутке, при увеличении напряжения увеличивается сопротивление. Для программирования ПР200 и ПР102 использована программная среда OWEN Logic.

Также, был разработан интерфейс визуализации путем на программирования панели оператора Weintek сMT2108x2 в среде программирования EasyBuilder Pro. Организован сетевой обмен данными между ПР200, ПР102, двумя ПЧ и панелью оператора по интерфейсу RS-485 с использованием протокола Modbus RTU.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. ШИМ, назначение, использование – URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GREBENNIKOVVV/students/Tab4/Tab/ShIM\\_kontrollery.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GREBENNIKOVVV/students/Tab4/Tab/ShIM_kontrollery.pdf) (дата обращения: 25.01.2023). – Текст: электронный

2. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – URL: <https://robotclass.ru/tutorials/pwm/> (дата обращения: 25.01.2023). – Текст: электронный
3. Применение операционных усилителей – URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GREBENNIKOVVV/umm\\_disciplines\\_electronics\\_1\\_2/Tab1/Tab/21\\_Electronics\\_12\\_OpAmp\\_Application\\_2016.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GREBENNIKOVVV/umm_disciplines_electronics_1_2/Tab1/Tab/21_Electronics_12_OpAmp_Application_2016.pdf) (дата обращения: 10.02.2023). – Текст: электронный
4. Руководство пользователя OWEN Logic – URL: [https://www.owen.ru/uploads/158/rp\\_owen\\_logic\\_13.pdf](https://www.owen.ru/uploads/158/rp_owen_logic_13.pdf) (дата обращения: 15.03.2023). – Текст: электронный
5. Руководство по эксплуатации ПР200 – URL: [https://www.owen.ru/product/pr200/documentation\\_and\\_software](https://www.owen.ru/product/pr200/documentation_and_software) (дата обращения: 20.03.2023). – Текст: электронный
6. Индуктивный датчик. Принцип работы и подключение – URL: <https://electroandi.ru/elektronika/induktivnyj-datchik-printsip-raboty-i-podklyuchenie.html> (дата обращения: 18.02.2023). – Текст: электронный
7. Преобразователь частоты ProfiMaster PM150A. Инструкция по эксплуатации – URL: <https://profimaster.com.ru/files/Instrukciya-po-eksploatacii-profimaster-pm150.pdf> (дата обращения: 19.02.2023). – Текст: электронный
8. Руководство по эксплуатации ПР200 – URL: [https://owen.ru/uploads/188/re\\_pr102\\_1-ru-53000-1.22.pdf](https://owen.ru/uploads/188/re_pr102_1-ru-53000-1.22.pdf) (дата обращения: 26.03.2023). – Текст: электронный
9. Руководство пользователя EasyBuilder Pro – URL: [https://catalog.lantan-iot.ru/files/sredstva-peredachi-dannyh/shlyuzy/Program\\_3\\_Weintek\\_cMT-G01\\_en.pdf](https://catalog.lantan-iot.ru/files/sredstva-peredachi-dannyh/shlyuzy/Program_3_Weintek_cMT-G01_en.pdf) (дата обращения: 25.04.2023). – Текст: электронный
10. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 02.03.23) . – Текст: электронный

11. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 28.02.23) . – Текст: электронный

12. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/) (дата обращения 27.02.23) . – Текст: электронный

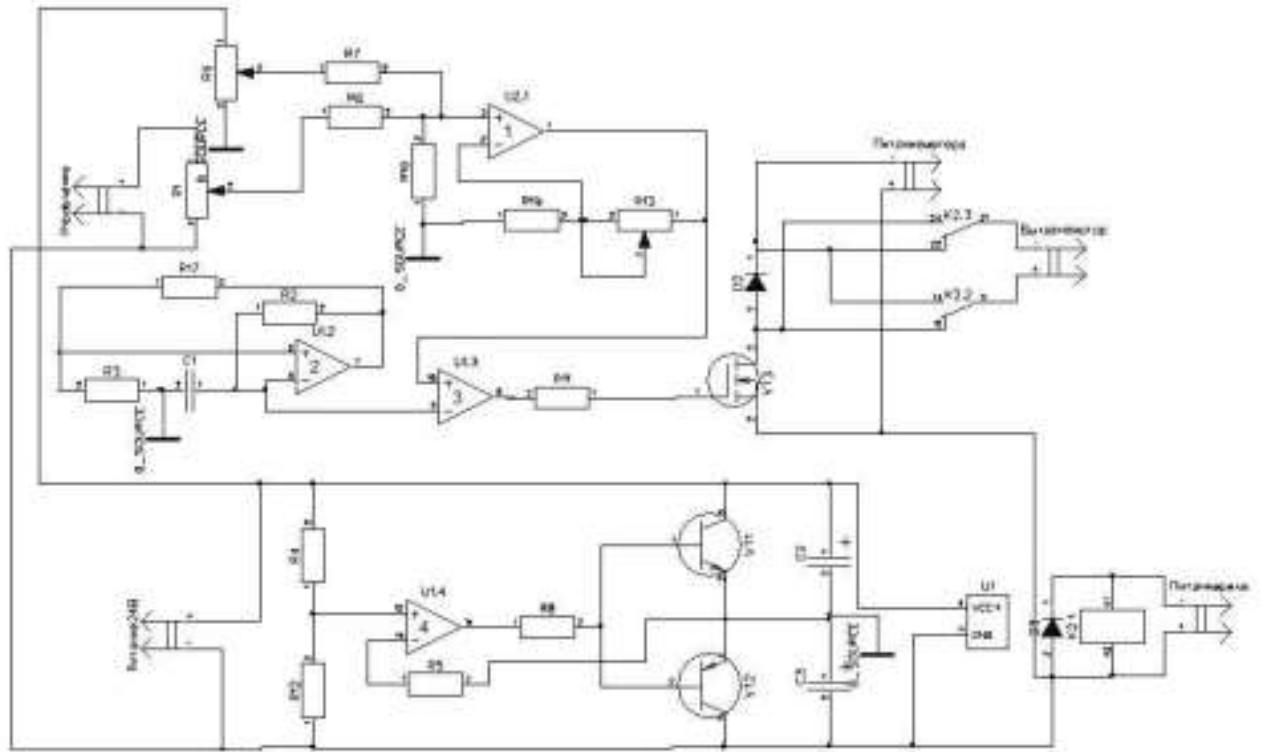
13. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156/> (дата обращения 02.03.23) . – Текст: электронный

14. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200234> (дата обращения 02.03.23). – Текст: электронный

**Приложение А  
(обязательное)  
Схема управления ДПТ**

ФЮРА.4.25280.001

Приложение А



ФЮРА.4.25280.001

Электрическая  
схема управления ДПТ

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1

Лист 1

ТПУ ИШИТР  
Группа 8Т91

Листов 1

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

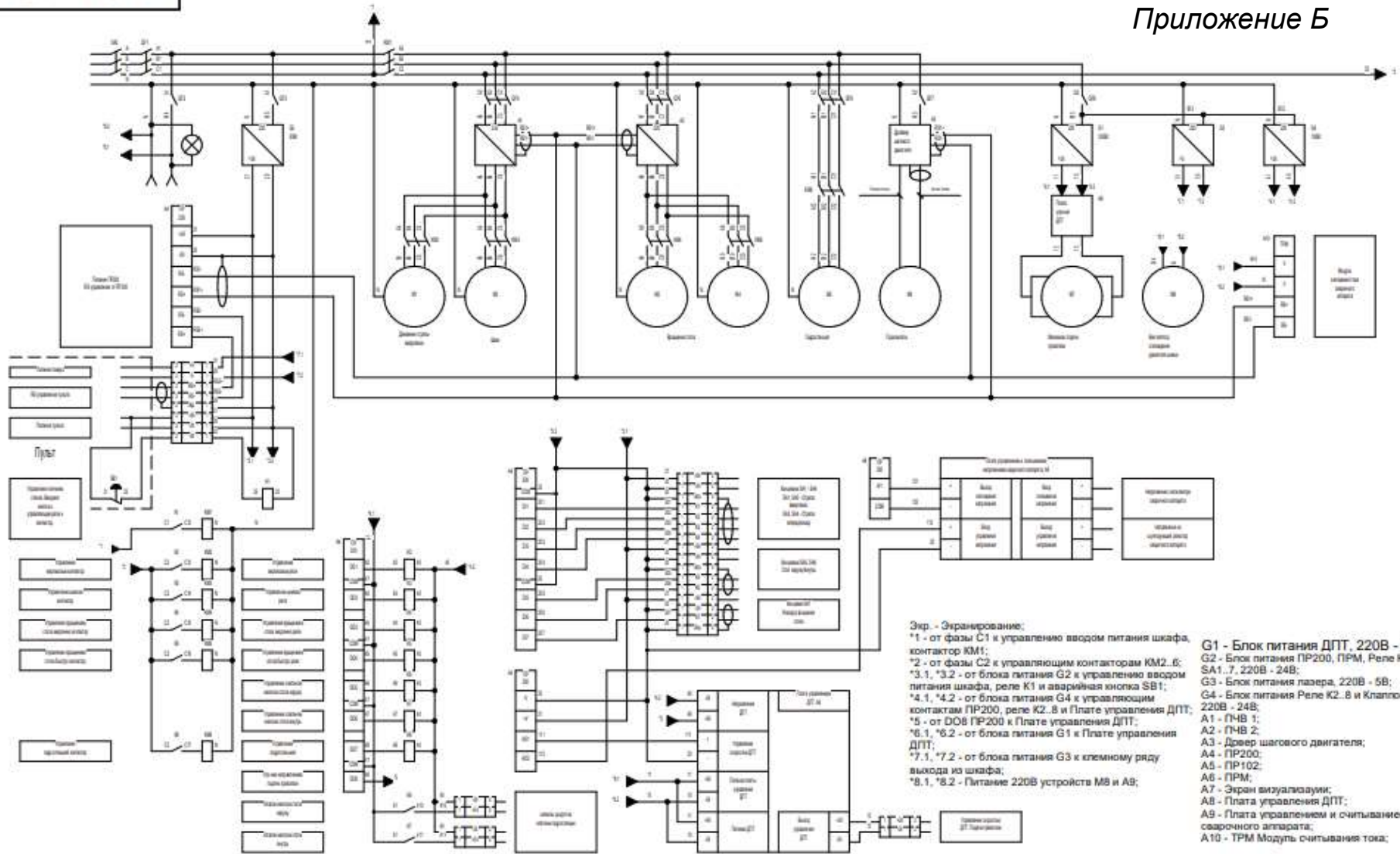
Подп. и дата

Изм. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Балахнин И.А.		
Проб.		Тутаев И.А.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				



**Приложение Б  
(обязательное)  
Электрическая схема шкафа**



- Экр. - Экранирование;  
 \*1 - от фазы C1 к управлению вводом питания шкафа, контактор КМ1;  
 \*2 - от фазы C2 к управляющим контактам КМ2.Б;  
 \*3.1, \*3.2 - от блока питания G2 к управлению вводом питания шкафа, реле К1 и аварийная кнопка SB1;  
 \*4.1, \*4.2 - от блока питания G4 к управляющим контактам ПР200, реле К2.8 и Плате управления ДПТ;  
 \*5 - от ДОВ ПР200 к Плате управления ДПТ;  
 \*6.1, \*6.2 - от блока питания G1 к Плате управления ДПТ;  
 \*7.1, \*7.2 - от блока питания G3 к клемному ряду выхода из шкафа;  
 \*8.1, \*8.2 - Питание 220В устройств М8 и А8;
- G1 - Блок питания ДПТ, 220В - 24В;  
 G2 - Блок питания ПР200, ПРМ, Реле К1 и концетиво SA1..7, 220В - 24В;  
 G3 - Блок питания лазера, 220В - 5В;  
 G4 - Блок питания Реле К2.8 и Клапновое наклана, 220В - 24В;  
 А1 - ПЧВ 1;  
 А2 - ПЧВ 2;  
 А3 - Дверь шагового двигателя;  
 А4 - ПР200;  
 А5 - ПР102;  
 А6 - ПРМ;  
 А7 - Экран визуализации;  
 А8 - Плата управления ДПТ;  
 А9 - Плата управление и считыванием напряжением сварочного аппарата;  
 А10 - ТРМ Модуль считывания тока;

Лист 1 из 1  
 Стр. 1 из 1  
 Изм. № 1  
 Взам. инв. №  
 Лист и дата  
 Инв. № докум.  
 Лист и дата  
 Лист и дата  
 Инв. № докум.

				ФЮРА.425280.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Электрическая схема шкафа</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Балахнин И.А.				У		1:1
Проб.		Тупов И.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШИТР Группа 8Т91		
Н.контр.					Копиробал Формат А3			

**Приложение В**  
**(обязательное)**  
**Электрическая схема пультa**

ФЮРА.425280.003

Приложение В

Листов примен.

Строч. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

- Направление вращения
- Направление вращения
- Подана флюса
- Подана флюса
- Подана проволоки
- Подана проволоки
- Экран. Кнопка
- Селектор панели
- Ускорение

Кнопка аварийной сигнализации

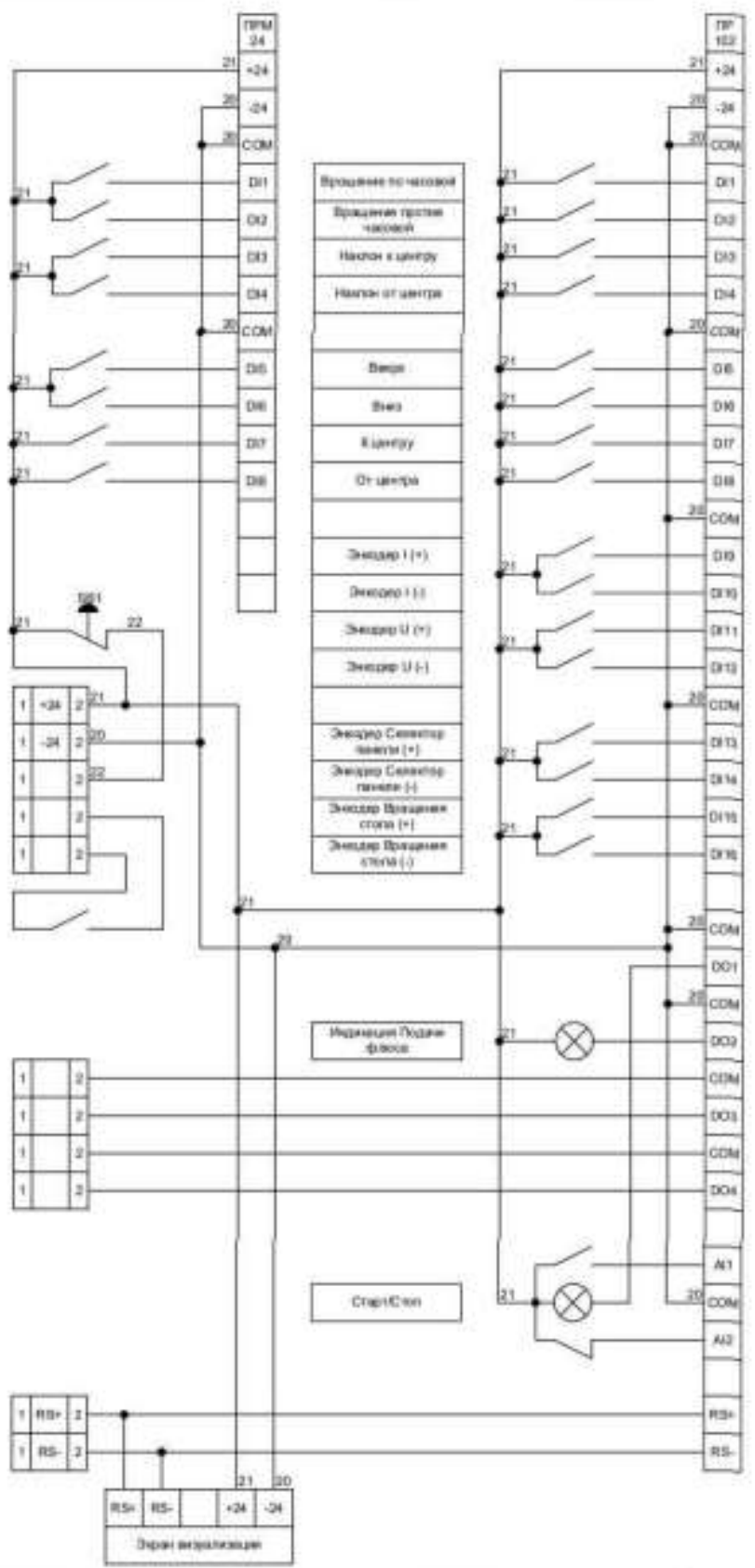
- Вход питания
- Подключение БКХ
- Управление Лазером

Лазер Выходит

Пуск Сварочника

Переключение режима Драйвера Сервопривода

RS- управление в ТР200



ФЮРА.425280.003

Электрическая  
схема пульта

Лист	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШИТР  
Группа 8Т91

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Балахнин И.А.		
Проб.		Туттов И.А.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				