

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы			
Модернизация системы управления дискового отрезного станка			
УДК 621.914.3-529			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Аньшин Геннадий Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Зарницын Александр Юрьевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
P3	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
<i>Универсальные компетенции</i>	
P6	Интегрировать знания в области анализа, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем со знаниями из смежных областей
P7	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.
P8	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P10	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности
P12	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Уровень образования – бакалавриат
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.05.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2020	Основная часть	60
04.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
13.05.2020	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	К.Т.Н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Зарницын Александр Юрьевич			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Мамонова Т.Е.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Е62	Аньшин Геннадий Дмитриевич

Тема работы:

Модернизация системы управления дискового отрезного станка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.03.2020, 62-14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.05.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является дисковой отрезной станок. Режим работы: циклический. Станок должен эксплуатироваться на производстве мебели. Система должна обеспечивать автоматическую подачу и резку профильных труб круглого сечения с рабочим ходом рабочего стола 500 мм и скоростью подачи 0,5 м/с.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Аналитический обзор аналогов. 2) Изучение существующего оборудования. 3) Разработка структурной схемы управления. 4) Разработка функциональной схемы автоматизации. 5) Модернизация существующей принципиальной электрической схемы. 6) Выбор датчиков и исполнительных механизмов. 7) Выбор средств управления. 8) Разработка принципиальных электрических схем. 9) Разработка программного обеспечения.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Структурная схема, функциональная схема</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Матвиенко Владимир Владиславович, ассистент ООД ШБИП

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Зарницын Александр Юрьевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Аньшин Геннадий Дмитриевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Е62	Аньшину Геннадью Дмитриевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ - <u>выполнить</u> 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - <u>выполнить</u> 	
---	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		27.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Аньшин Геннадий Дмитриевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Е62	Аньшину Геннадию Дмитриевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Тема ВКР:

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИСКОВОГО ОТРЕЗНОГО СТАНКА

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является дисковой отрезной станок.. Область применения: производство мебели.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</p> <p>2. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</p> <p>3. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Опасный уровень напряжения в электрической цепи. — Опасность движущихся машин. — Повышенный уровень шума. — Недостаточная освещённость. — Отклонение показателей микроклимата. — Отсутствие или недостаток естественного света.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Загрязнение атмосферы может произойти в результате попадания СОЖ на нагретые поверхности заготовок, а также металлообрабатывающего оборудования. Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса СОЖ в сточные воды.</p> <p>Твердые отходы в виде стружки.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара на производстве.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Аньшин Геннадий Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 90 страниц, 23 рисунка, 25 таблиц, список используемых источников содержит 30 наименований.

Ключевые слова: станок, контроллер, шарико-винтовая передача, двигатель, датчик.

Цель работы – модернизация системы управления дискового отрезного станка SOCO MC-315AC.

В процессе выполнения работы был проведен анализ аналогов, был произведен обзор станка SOCO MC-315AC, была разработана структурная и функциональные схема, была модернизирована текущая принципиальная электрическая схема. Также был произведен выбор исполнительных механизмов и средств управления, были разработаны принципиальные электрические схемы подключения ПЛК и контроллера для серводвигателя, было разработано программное обеспечение в среде Tia Portal.

Содержание

Введение	13
1 Обзор аналогов	15
1.1 SOCO FA-127DR	15
1.2 TRIUMPH TS-400A	16
2 Функции системы и оператора, параметры заготовок, описание технологического процесса и обзор станка SOCO MC-315AC	18
2.1 Функции, которая система должна выполнять	18
2.2 Параметры заготовок	18
2.3 Функции оператора	18
2.4 Описание технологического процесса	18
2.5 Обзор станка SOCO MC-315AC	19
2.5.1 Обзор исполнительных механизмов станка	21
3 Разработка структурной, функциональной и принципиальных электрических схем	25
3.1 Структурная схема АСУ ТП	25
3.2 Функциональная схема автоматизации	26
3.3 Модернизация текущей электрической принципиальной схемы	26
3.4 Принципиальные электрические схемы подключения ПЛК и контроллера для серводвигателя	26
4 Выбор датчиков и исполнительных механизмов	27
4.1 Шарико-винтовая передача	27
4.2 Расчет серводвигателя	28
4.2.1 Расчет момента, прикладываемого к валу серводвигателя	29
4.2.2 Расчет требуемой мощности серводвигателя	29
4.2.2.1 Диаграмма скорости	30
4.2.2.2 Диаграмма сил	30
4.2.2.3 Диаграмма мощности	34
4.3 Выбор серводвигателя	35
4.4 Датчик наличия	36

4.5 Датчик нижнего уровня	37
5 Выбор средств управления системы	39
5.1 Программируемый логический контроллер	39
5.2 Панель оператора	40
5.3 Сервоконтроллер	41
5.4 Источник питания	42
5.5 Электромеханическое реле	43
6 Разработка программного обеспечения	45
7 Вывод по основной части	47
8 Финансовый менеджмент, ресурс-эффективность и ресурсосбережение	48
8.1 Организация и планирование работ	48
8.1.1 Продолжительность этапов работ	49
8.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	54
8.2.1 Расчет затрат на материалы	54
8.2.2 Расчет заработной платы.....	55
8.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	56
8.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	56
8.2.5 Расчет амортизационных расходов	57
8.2.6 Расчет прочих расходов	57
8.2.7 Расчет общей себестоимости разработки.....	58
8.2.8 Расчет НДС	58
8.2.9 Цена разработки НИР.....	58
8.3 Расчет экономической эффективности проекта	59
8.4 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсо-эффективности и ресурсосбережению	59
9 Социальная ответственность	61
9.1 Введение	61
9.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
9.2.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	61

9.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	62
9.3 Производственная социальная безопасность.....	62
9.3.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и во время эксплуатации	62
9.3.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	64
9.3.2.1 Отклонение показателей микроклимата	64
9.3.2.2 Превышение уровня шума	65
9.3.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны	65
9.3.2.4 Поражение электрическим током.....	66
9.3.2.5 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.....	67
9.4 Экологическая безопасность	68
9.4.1 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	68
9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
9.5.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	69
9.6 Вывод по социальной ответственности	70
Заключение	71
Conclusion	72
Список используемых источников.....	73
Приложение А (обязательное) Функциональные, принципиальные схемы и общий вид системы	73
Приложение Б (обязательное) Код программ функциональных блоков.....	85

Введение

В современном мире, одна из самых актуальных сфер деятельности – это производство. Любое производство требует наличия различных станков для организационного производственного процесса. На данный момент стоимость высокотехнологичных станков оценивается сотнями тысяч долларов, что больно ударяет по бюджету любой компании, но без таких станков модернизация всего производственного процесса практически невозможна.

Тогда встает вопрос, что же делать с устаревшими моделями, которые недостаточно эффективны? Их можно автоматизировать, добавляя какие-либо составляющие или целые модули для улучшения производительности, ведь это значительно дешевле, чем покупка нового оборудования.

В роли заказчика выступила компания ООО “Фортресс”, занимающаяся производством мебели. Предприятие изготавливает обширный ряд продукции для различных групп мебели.

Большинство каркасов стульев и ног для столов изготавливаются из профильных труб разного диаметра, а на данный момент одна из главных целей предприятия – повысить производительность резки труб, что можно реализовать с помощью модернизации системы управления текущего оборудования, поскольку бюджет такой разработки значительно дешевле, чем покупка новых станков.

Объектом исследования является дисковой отрезной станок.

Предметом исследования является автоматизация и модернизация станков.

Цель работы: спроектировать систему автоматической подачи труб для пневматического дискового станка для холодной резки.

Задачи:

- изучить существующее оборудование;
- составить описание технологического процесса;
- разработать структурную схему управления;
- разработать функциональную схему автоматизации;

- модернизировать текущую принципиальную электрическую схему;
- сделать выбор исполнительных механизмов;
- сделать выбор средств управления;
- разработать принципиальные электрические схемы;
- разработать программное обеспечение.

1 Обзор аналогов

На данный момент довольно много станков, которые имеют нужные функции, ниже представлены два наиболее подходящих из них.

1.1 SOCO FA-127DR

Станок SOCO FA-127DR [1] (Китай) представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – SOCO FA-127DR

Принцип работы данного автоматического станка заключается в том, что после установки, труба или несколько труб зажимаются, а после автоматически подается на заданную длину и отрезается, что циклически повторяется до тех пор, пока труба не израсходуется.

Данный станок является станком колонного типа, то есть пила перемещается вертикально, это обеспечивает более высокую жесткость и точность, по сравнению с другими любыми станками маятникового типа.

В данной модели можно регулировать и программировать большое количество различных параметров, например скорость опускания пилы и скорость ее вращения и т.д.

Оптимально подходит как для резки тонкостенных, так и для резки толстостенных труб, также имеется возможность пакетной резки в зависимости от сечения профильных труб, что весомо увеличивает производительность резки без потери качества.

Стоимость оборудования: 85000\$

В Таблице 1 представлены преимущества и недостатки данного станка.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки SOCO FA-127DR

Преимущества	Недостатки
Огромный функционал	Высокая цена
Резка тонкостенных и толстостенных труб/профиля	Медленный рез
Станок колонного типа	
Производитель - один из лидеров рынка	
Можно задавать множество параметров	

1.2 TRIUMPH TS-400A

Станок TRIUMPH TS-400A [2] (Германия) представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – TRIUMPH TS-400A

Данная модель, также как и предыдущий аналог, служит для нарезки профильных металлических труб фасонного профиля и сплошного проката. С помощью пильного диска, который очищается приводными щетками во время всего процесса реза, отрезает на заданный размер тонкостенные и толстостенные трубы и профиль различного сечения.

Его принцип работы: автоматическая подача заготовок в место резки в соответствии с заданием, зажим в пневматических тисках, отрезка. Имеет большой функционал: установка длины подачи заготовки, установкой величины и скорости опускания пилы и др.

Стоимость: 75000\$

В Таблице 2 представлены преимущества и недостатки данного станка.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки TRIUMPH TS-400A

Преимущества	Недостатки
Огромный функционал	Высокая цена
Резка тонкостенных и толстостенных труб/профиля	Медленный рез
Станок колонного типа	
Оборудуется приводными щетками для очистки диска	

2 Функции системы и оператора, параметры заготовок, описание технологического процесса и обзор станка SOCO MC-315AC

2.1 Функции, которая система должна выполнять

- определение наличия заготовок в месте реза;
- мониторинг нужного количества СОЖ в баке;
- автоматическая подача заготовок в место реза;
- автоматическая резка профильной трубы на изделия в соответствии с заданием (нужной длины).
- автоматическое выключение после выполнения задания.

2.2 Параметры заготовок

- диаметр профиля (круглое сечение): 16 мм, 22 мм, 25 мм, 28 мм;
- масса профиля на 1 погонный метр: 0,397 кг, 0,518 кг, 0,592 кг, 0,793 кг соответственно;
- длина профиля: (5800 – 6000) мм;
- толщина стенок профиля: (1 – 1,5) мм;
- диаметр дисковой пилы: 325 мм;
- рабочий ход тисков: 500 мм.

2.3 Функции оператора

- складирование заготовок между тисками;
- регулирование тисков в соответствии с диаметром профиля;
- ввод данных (заданное количество и размеры изделий);
- запуск работы станка с помощью кнопки "Start" и нажатия педали.

2.4 Описание технологического процесса

Первым этапом оператор осуществляет ввод данных с (выбирает нужные длины и количество изделий, на которые профиль должен будет распилен), с помощью панели оператора. После этого при нажатии кнопки "START" и последующего нажатия педали, с панели управления подается

сигнал о начале работы. Происходит опрос датчиков, если все в норме, то работа начинается.

Датчик D1 следит за наличием заготовок в месте резки, если заготовок нет, на ПЛК подается сигнал о том, что для начала работы нужно загрузить заготовки в тиски.

Датчик D2 следит за наличием СОЖ в баке, если ее недостаточно, на ПЛК подается сигнал о ее недостатке.

Рабочий стол с тисками T2 приводятся в движение с помощью двигателя M3.

После начала работы, тиски T1 и тиски T2 зажимают заготовки, голова фрезы опускается и отпиливает концы труб, которые заранее были уперты в подпор – это будет являться нулем и позволит торцевать заготовки перед началом работы.

Далее тиски T1 разжимаются, а тиски T2 остаются в зажиме. С помощью двигателя M3, заготовки продвигаются на заданное расстояние, тиски T1 зажимаются, а тиски T2 разжимаются, стол проезжает в обратную сторону такое же расстояние, на которое проехал до этого и тиски T2 снова зажимаются. При зажатых T1 и T2, голова фрезы опускается и отпиливает конец трубы. Далее весь цикл повторяется, пока изделия, заданные оператором, не будут выполнены и датчик наличия заготовок не покажет 0.

2.5 Обзор станка SOCO MC-315AC

Станок, который на сейчас используется на производстве, SOCO MC-315AC [3], представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – SOCO MC-315AC

Данный полуавтоматический станок служит для резки профиля и труб диаметром до 115 мм. Отрезает трубу чисто и быстро и в дальнейшем не требуется производить операцию по чистовой обработке торцов отрезанной детали, что очень актуально для многих задач.

После установки и зажима заготовки тисками, дисковая пила начинает опускаться с заранее отрегулированной скоростью, после нажатия на педаль. В процессе работы на данном станке не бывает ударных нагрузок из-за некорректной работы оператора, нагрузка на зубья осуществляется равномерно, что положительно влияет на ресурс пильного диска.

Система состоит из следующих элементов:

- Асинхронный электродвигатель;
- Насос подачи СОЖ;
- Пневмораспределители;
- Блок подготовки воздуха.

Пневматическая схема системы представлена на рисунке 4.

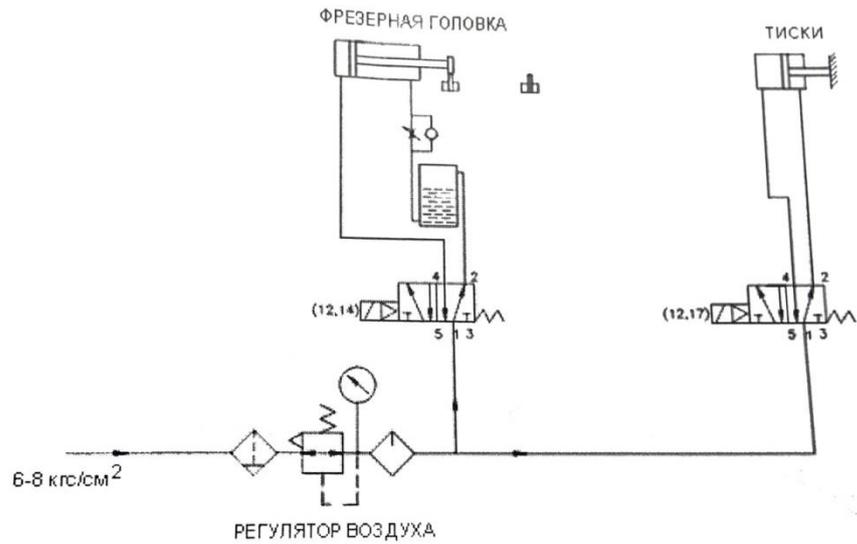


Рисунок 4 – Пневматическая схема системы

2.5.1 Обзор исполнительных механизмов станка

– асинхронный электродвигатель FUKUTA AEVP Series [4] представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – FUKUTA Induction motor AEVP Series

В таблице 3 представлены его характеристики.

Таблица 3 – Технические характеристики FUKUTA Induction motor AEVP Series

	1 скорость	2 скорость
Мощность, л.с.	1,5	3
Частота, Гц	50	
Номинальная частота вращения, об/мин	1460	2850
Номинальное напряжение, В	400	
Номинальный ток, А	2,8	5
Вес, кг	30	

– насос подачи СОЖ DA KANG PUMP DV0815 [5] представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – DA KANG PUMP Coolant pump DV0815

В таблице 4 представлены его характеристики.

Таблица 4 – Технические характеристики DA KANG PUMP Coolant pump DV0815.

Характеристика	Значение
Мощность, л.с.	8
Номинальное напряжение, В	400
Номинальная частота вращения, об/мин	3400
Номинальный ток, А	0,2

– пневмораспределитель серии MVSC-220 [6], представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Пневмораспределители MVSC-220

В таблице 5 представлены их характеристики:

Таблица 5 – Характеристики пневмораспределителя MVSC-220

Характеристика	Значение
Присоединение	Rc1/8, Rc1/4
Среда	Воздух
Рабочее давление, МПа	0,2-0,8
Максимальное давление, МПа	1
Характеристика	Значение
Расход, Л/мин	980,871
Время срабатывания, мс	30
Напряжение питания, В	220

– блока подготовки воздуха FRL. BFC-3000 [7], представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Блок подготовки воздуха FRL. BFC-3000

В Таблице 6 представлены его характеристики.

Таблица 6 – Характеристики FRL. BFC-3000

Характеристика	Значение
Подсоединение воздуха	3/8"
Рабочая температура, °С	5-60
Вес, кг	0,9
Размер фильтруемых частиц, мкм	25
Характеристика	Значение
Объем стакана масла, см ³	90
Объем стакана воздуха, см ³	60
Регулируемый диапазон давления, МПа	0,05-0,9
Максимальное рабочее давление, МПа	0,99
Давление разрушения, МПа	1,5
Вязкость масла	ISO VG 32
Пропускная способность, Л/мин	3000

3 Разработка структурной, функциональной и принципиальных электрических схем

На основе технологического процесса был разработан комплект схем, а именно: структурная схема, функциональная схема, электрические принципиальные схемы и спецификация.

3.1 Структурная схема АСУ ТП

Для того что бы представить принцип работы системы управления, была реализована структурная схема АСУ ТП, она определяет основные элементы системы, их назначение и взаимодействие между ними. Представлена на рисунке 7.

Обмен данными между ПЛК и панелью оператора осуществляется ч помощью промышленного протокола Ethernet.

А обмен данными между ПЛК и контроллером для серводвигателя осуществляется с помощью протокола Profinet.

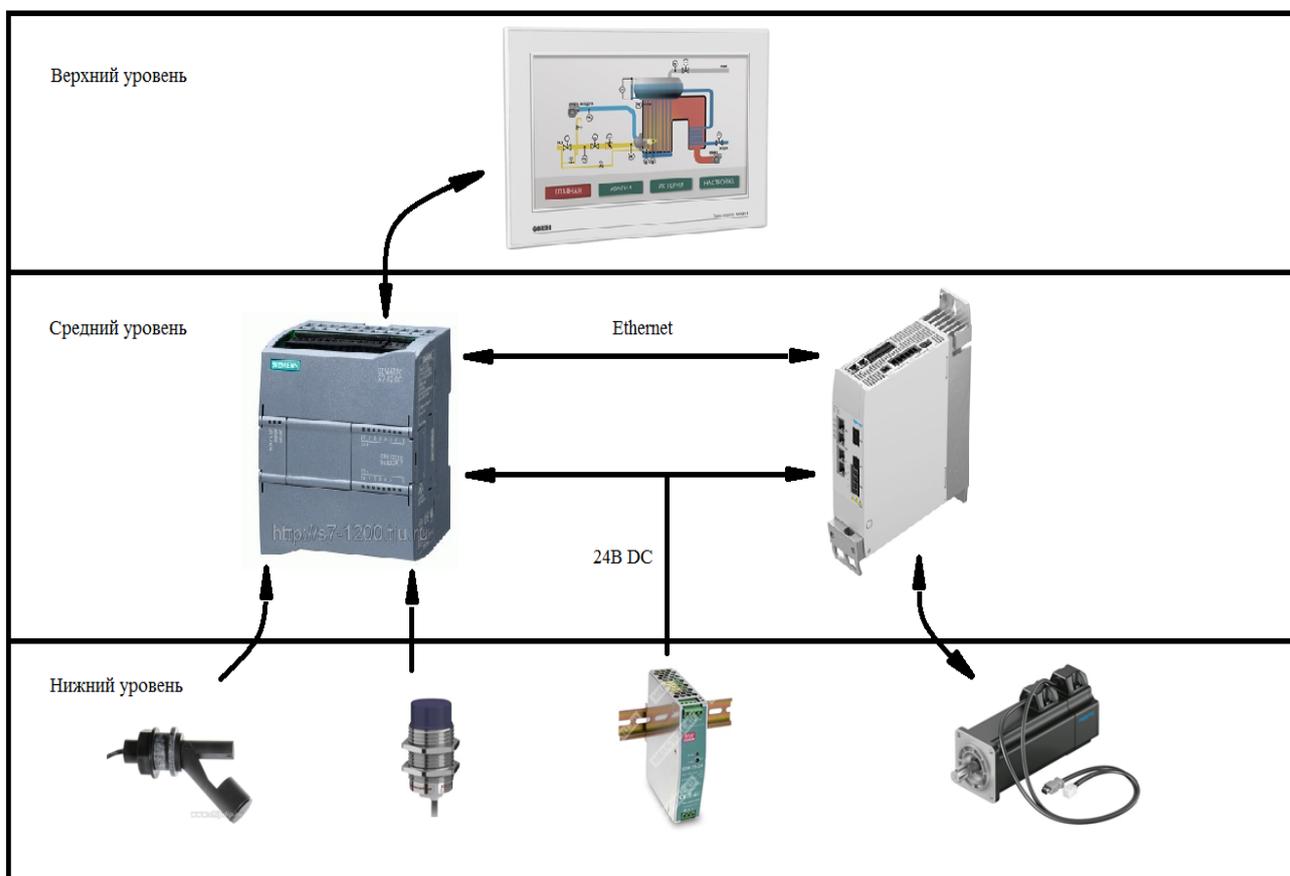


Рисунок 7 – Структурная схема АСУ ТП

3.2 Функциональная схема автоматизации

Функциональные схемы автоматизации – это чертежи, на которых показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы, средства автоматизации и другие агрегатные комплексы с указанием связей между приборами и средствами автоматизации, а также таблицы условных обозначений и пояснения к схеме.

3.3 Модернизация текущей электрической принципиальной схемы

Был проведен анализ текущей электрической принципиальной схемы и осуществлена ее модернизация.

Была убрана педаль, место нее было добавлено электромеханическое реле.

Также была добавлена катушка пневматического клапана, который отвечает за сжатие вторых тисков.

3.4 Принципиальные электрические схемы подключения ПЛК и контроллера для серводвигателя

На основе выбранных исполнительных механизмов и средств автоматизации была разработана принципиальная электрическая схема подключения ПЛК и сервоконтроллера.

Для ознакомления со всем пакетом схем, необходимо обратиться к приложению А.

4 Выбор датчиков и исполнительных механизмов

Система будет состоять из следующих элементов:

- серводвигатель (с многооборотным энкодером);
- шарико-винтовая передача;
- датчик наличия;
- датчик нижнего уровня.

Кинематическая схема системы представлена на рисунке 8.

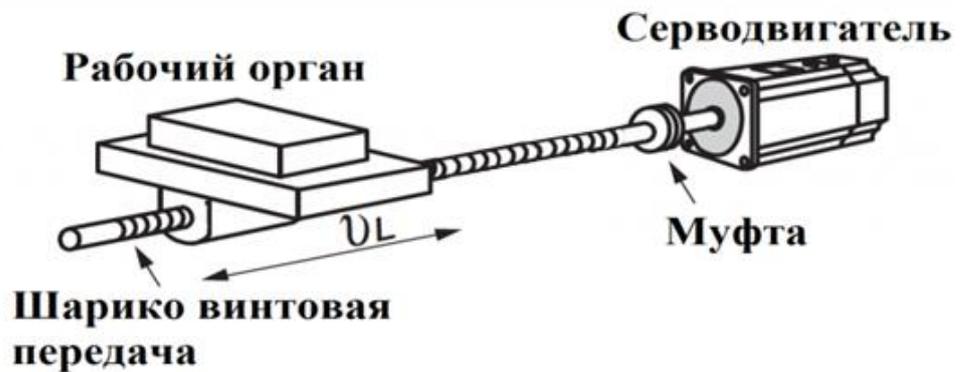


Рисунок 8 – Кинематическая схема механизма

С общим видом системы можно ознакомиться в приложении А.

4.1 Шарико-винтовая передача

Была выбрана именно эта передача, так как она идеально подходит для данного проекта в силу некоторых характеристик:

- малые потери на трение;
- высокая нагрузочная способность при малых габаритах;
- размерное поступательное перемещение с высокой точностью;
- высокое быстродействие;
- плавный и бесшумный ход.

Исходные параметры:

- скорость нагрузки – $v_L = 30$ м/мин;
- скорость вращения вала двигателя – $n = 3000$ об/мин;
- дистанция перемещения – $l = 0,5$ м.

Для выбора шарико-винтовой передачи (ШВП) [9] мы должны знать следующие параметры:

– расчет скорости вращения винта ШВП:

Скорость вращения винта ШВП равна скорости вращения вала двигателя:

$$n_L = n = 3000 \text{ об/мин}$$

– шаг резьбы ШВП вычисляют по формуле (1):

$$P_B = \frac{v_L}{n_L}, \quad (1)$$

где P_B – шаг резьбы ШВП;

v_L – скорость поступательного движения, м/с;

n_L – скорость вращения винта ШВП, об/мин.

Подставим значения в формулу (1):

$$P_B = \frac{v_L}{n_L} = \frac{30}{3000} = 10 \text{ мм.}$$

Длина ШВП равна дистанции перемещения:

$$b = l = 0,5 \text{ м.}$$

Диаметр винта ШВП d_B был выбран в соответствии с данным шагом, для шага резьбы 10 мм соответствует диаметр винта 25 мм.

4.2 Расчет серводвигателя

Было решено использовать серводвигатель с абсолютным многооборотным энкодером, в счет наличия обратной связи, высокой точности и высокой скорости, что очень важно при реализации данного проекта.

Исходные параметры:

– масса элементов поступательного движения – m , кг;

– КПД ШВП – $\eta_{\text{ШВП}} = 0,96$;

– ускорение свободного падения – $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

– скорость вращения вала двигателя – $n = 3000 \text{ об/мин}$;

– скорость поступательного движения – $v_L = 30 \text{ м/мин}$;

- ускорение поступательного движения – $a = 2,5 \text{ м/с}^2$;
- дистанция перемещения – $l = 0,5 \text{ м}$.

Для выбора двигателя [8] нам потребуются следующие параметры:

- момент, прикладываемый к валу серводвигателя;
- мощность двигателя;
- скорость вращения вала двигателя.

4.2.1 Расчет момента, прикладываемого к валу серводвигателя

Момент, прикладываемый к валу серводвигателя рассчитывается по формуле (2):

$$M = \frac{F_{\text{тр ск}} \cdot P_{\text{в}}}{2\pi \cdot \eta_{\text{ШВП}}}, \quad (2)$$

где M – момент сил трения, Н·м;

$F_{\text{тр ск}}$ – сила трения скольжения, Н;

$P_{\text{в}}$ – шаг резьбы ШВП, мм;

$\eta_{\text{ШВП}}$ – КПД ШВП, безразмерный.

Сила трения скольжения рассчитывается по формуле (3):

$$F_{\text{тр ск}} = \mu \cdot m \cdot g, \quad (3)$$

где $F_{\text{тр ск}}$ – сила трения скольжения, Н;

μ – коэффициент трения скольжения (табличное значение), безразмерный;

m – масса элементов поступательного движения, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Подставим формулу (3), в формулу (2) и получим формулу (4):

$$M = \frac{F_{\text{тр ск}} \cdot P_{\text{в}}}{2\pi \cdot \eta_{\text{ШВП}}} = \frac{\mu \cdot m \cdot g \cdot P_{\text{в}}}{2\pi \cdot \eta_{\text{ШВП}}}, \quad (4)$$

Подставим значения в формулу (4):

$$M = \frac{\mu \cdot m \cdot g \cdot P_{\text{в}}}{2\pi \cdot \eta_{\text{ШВП}}} = \frac{(0,2 \cdot 100 \cdot 9,8 \cdot 0,01)}{(2\pi \cdot 0,96)} = \frac{1,96}{6,03} = 0,325 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

4.2.2 Расчет требуемой мощности серводвигателя

Для того чтобы оценить требуемую мощность двигателя, требуется построить диаграмму мощности.

Мощность вычисляется по формуле (5):

$$P = F \cdot v, \quad (5)$$

где P – мощность, Вт;

F – сила, Н;

v – скорость, м/с.

Так как мощность – это произведение силы на скорость, построим диаграмму скорости и диаграмму сил.

4.2.2.1 Диаграмма скорости

В нашем случае движение рабочего органа будет циклическим, построим диаграмму скорости (рисунок 9).

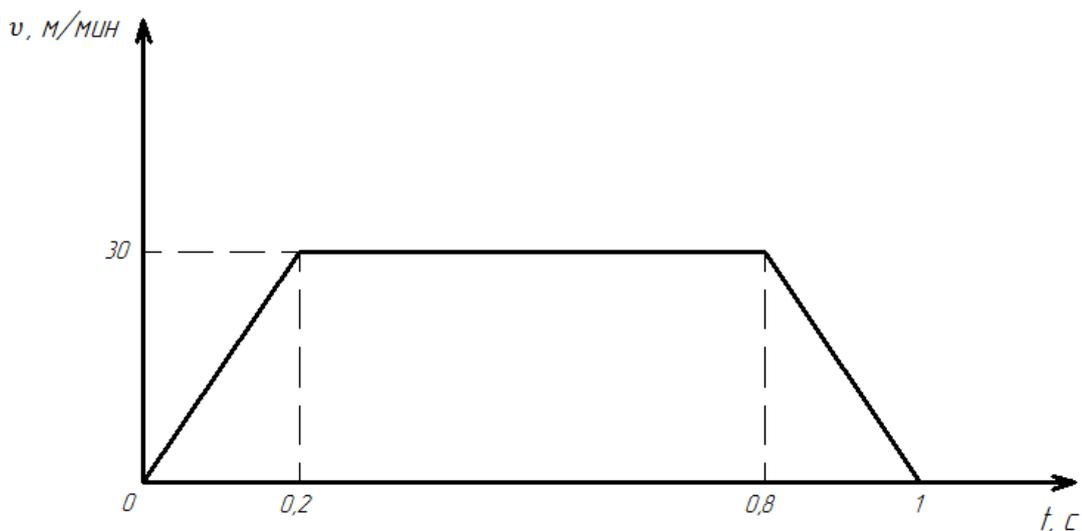


Рисунок 9 – Диаграмма скорости

Из диаграммы видно, что время ускорения и торможения имеют равные значения, следовательно, мы получаем:

$$t_a = t_d = 0,2 \text{ с},$$

где t_a – время ускорения;

t_d – время торможения.

4.2.2.2 Диаграмма сил

Чтобы построить диаграмму сил нужно рассмотреть все три промежутка диаграммы скорости:

– на первом промежутке система разгоняется до требуемой скорости v_L с ускорением a .

Силу, действующее на тело можем рассчитать по формуле (6):

$$F_I = m_A \cdot a + F_{\text{тр ск}}, \quad (6)$$

где F_I – сила, действующая на тело на первом промежутке диаграммы скорости;

m_A – масса, приведенная к точке А;

a – ускорение, м/с²;

$F_{\text{тр ск}}$ – сила трения скольжения, Н.

Силу трения скольжения можно вычислить по формуле (3).

Подставим формулу (3) в формулу (6) и получим формулу (7):

$$F_I = m_A \cdot a + F_{\text{тр ск}} = m_A \cdot a + \mu \cdot m \cdot g. \quad (7)$$

– на втором промежутке скорость принимает постоянное значение, следовательно ускорение равно нулю.

Силу, действующее на тело можем рассчитать по формуле (8):

$$F_{II} = F_{\text{тр ск}}, \quad (8)$$

где F_{II} – сила, действующая на тело на втором промежутке диаграммы скорости;

$F_{\text{тр ск}}$ – сила трения скольжения, Н.

Силу трения скольжения можно вычислить по формуле (3).

Подставим формулу (3) в формулу (8) и получим формулу (9):

$$F_{II} = F_{\text{тр ск}} = \mu \cdot m \cdot g. \quad (9)$$

Подставим значения в формулу (9):

$$F_{II} = \mu \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 100 \cdot 9,8 = 196,000 \text{ Н.}$$

– на третьем промежутке система тормозит, следовательно сила трения принимает отрицательное значение.

Силу, действующее на тело можем рассчитать по формуле (10):

$$F_{III} = m_A \cdot a - F_{\text{тр ск}}, \quad (10)$$

где F_{III} – сила, действующая на тело на первом промежутке диаграммы скорости;

m_A – масса, приведенная к точке А;

a – ускорение, м/с²;

$F_{тр ск}$ – сила трения скольжения, Н.

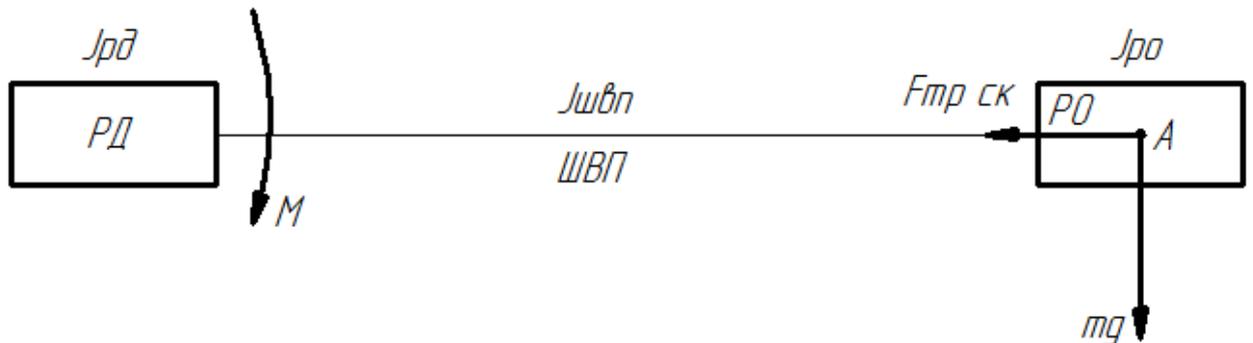
Силу трения скольжения можно вычислить по формуле (3).

Подставим формулу (3) в формулу (10) и получим формулу

(11):

$$F_{III} = m_A \cdot a - F_{тр ск} = m_A \cdot a - \mu \cdot m \cdot g. \quad (11)$$

Для расчета приведенной массы нам потребуется построить динамическую модель системы [10] (рисунок 10).



РД – ротор двигателя; РО – рабочий орган; M – момент на выходном валу двигателя; $J_{рд}$ – момент инерции якоря двигателя; $J_{швп}$ – момент инерции подшипников шарико-винтовой передачи; $J_{ро}$ – момент инерции рабочего органа; A – точка приведения; $F_{тр ск}$ – сила трения скольжения.

Рисунок 10 – Динамическая модель системы

Рассчитаем все моменты инерции системы:

– расчет момента инерции ШВП

Так как точка А была выбрана точкой приведения, следовательно приведенную массу [11] можно вычислить по формуле (12):

$$m_A = m_{ро} \cdot \left(\frac{v_L}{v_A}\right)^2 + J_{швп} \cdot \left(\frac{\omega_{швп}}{v_A}\right)^2, \quad (12)$$

где m_A – масса, приведенная к точке А;

$m_{ро}$ – масса рабочего органа;

v_L – скорость поступательного движения;

v_A – скорость движения точки А;

$J_{\text{ШВП}}$ – момент инерции ШВП;

$\omega_{\text{ШВП}}$ – угловая скорость винта ШВП.

Масса рабочего органа равна массе элементов поступательного движения:

$$m_{\text{ро}} = m = 100,00 \text{ кг.}$$

Скорость движения точки А равна скорости поступательного движения:

$$v_A = v_L = 0,5 \text{ м/с.}$$

Момент инерции ШВП [12] вычисляют по формуле (13):

$$J_{\text{ШВП}} = \frac{\pi \cdot b \cdot \rho \cdot d^4}{32}, \quad (13)$$

где $J_{\text{ШВП}}$ – момент инерции ШВП;

b – длина ШВП, м;

ρ – плотность материала, кг/м³;

d – диаметр ШВП, м.

Угловая скорость винта ШВП равна угловой скорости вала двигателя:

$$\omega_{\text{ШВП}} = \omega_{\text{д}}.$$

Угловую скорость вала двигателя можно рассчитать по формуле (14):

$$\omega_{\text{д}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}, \quad (14)$$

где $\omega_{\text{д}}$ – угловая скорость якоря двигателя;

n – скорость вращения вала двигателя, об/мин.

Подставим формулу (13) и формулу (14) в формулу (12) и получим формулу

(15):

$$m_A = m_{\text{ро}} \cdot \left(\frac{v_L}{v_A}\right)^2 + J_{\text{ШВП}} \cdot \left(\frac{\omega_{\text{ШВП}}}{v_A}\right)^2 = m_{\text{ро}} \cdot \left(\frac{v_L}{v_A}\right)^2 + \left(\frac{\pi \cdot b \cdot \rho \cdot d^4}{32}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot v_A}\right)^2. \quad (15)$$

Подставим значения в формулу (15):

$$m_A = m_{po} \cdot \left(\frac{v_L}{v_A}\right)^2 + \left(\frac{\pi \cdot b \cdot \rho \cdot d^4}{32}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot v_A}\right)^2 = 100 \cdot \left(\frac{0,5}{0,5}\right)^2 + \left(\frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 7850 \cdot (0,025)^4}{32}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 3000}{60 \cdot 0,5}\right)^2 = 100 + (0,61 \cdot 10^{-4}) \cdot (628,32)^2 = 124,79 \text{ кг}$$

Подставим значения в формулу (8):

$$F_I = m_A \cdot a + \mu \cdot m \cdot g = 124,79 \cdot 2,5 + 0,2 \cdot 100 \cdot 9,8 = 311,975 + 196 = 507,975 \text{ Н};$$

Подставим значения в формулу (11):

$$F_I = m_A \cdot a - \mu \cdot m \cdot g = 124,79 \cdot 2,5 - 0,2 \cdot 100 \cdot 9,8 = 311,975 - 196 = 115,975 \text{ Н}.$$

На основании полученных данных построим диаграмму сил (рисунок 11).

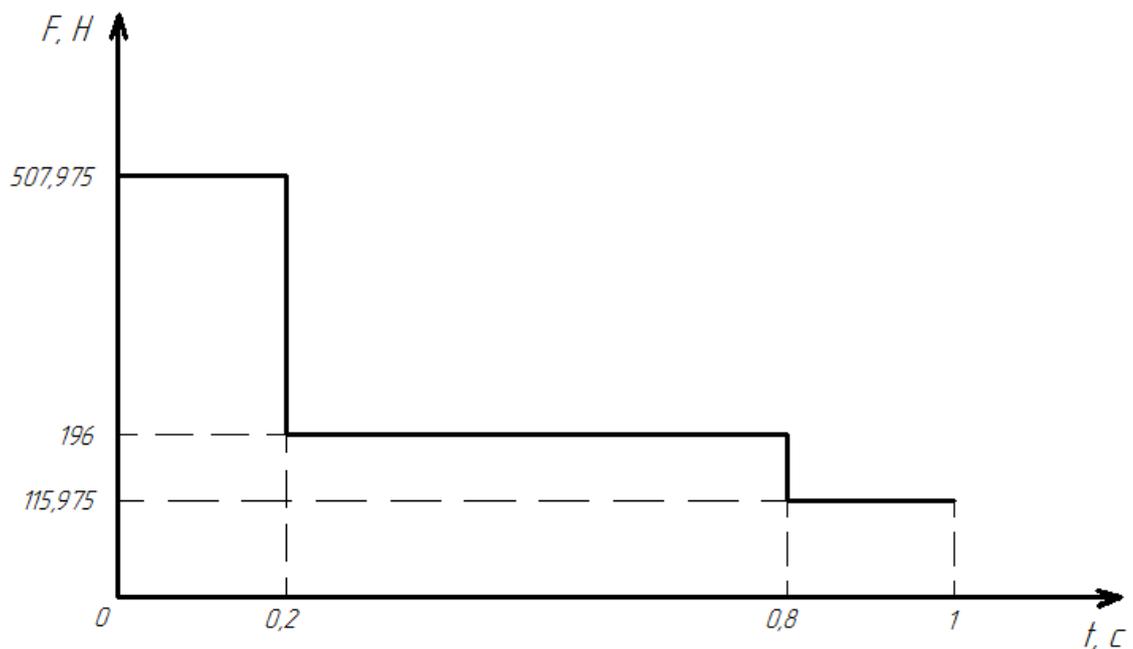


Рисунок 11 – Диаграмма сил

4.2.2.3 Диаграмма мощности

Пользуясь формулой (5), построим диаграмму мощности (рисунок 12).

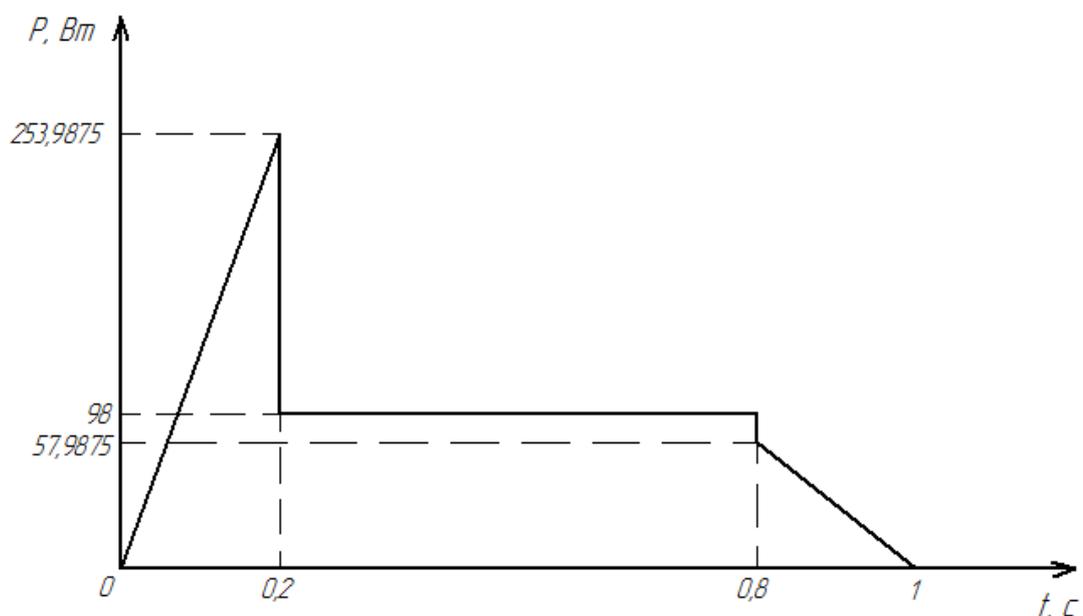


Рис. 13 – Диаграмма мощности

4.3 Выбор серводвигателя

Параметры выбираемого двигателя должны удовлетворять следующим условиям:

– номинальный крутящий момент на валу двигателя должен быть не меньше рассчитанного номинального крутящего момента на валу двигателя:

$$M_{\text{ном}} \geq M;$$

– номинальная мощность двигателя должна больше чем рассчитанная мощность двигателя:

$$P_{\text{ном}} > P_{\text{д}};$$

– номинальная скорость вращения вала двигателя должна быть равна выбранной изначально из исходных данных:

$$n_{\text{ном}} = 3000 \text{ об/мин.}$$

Было решено выбирать серводвигатель производства Festo, так как данная компания один из лидеров рынка, имеет высокий ассортимент продукции и оптимальное соотношение цены и качества.

Был выбран серводвигатель Festo EMME-AS-60-M-LS-AMB [13], он представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Серводвигатель Festo EMMB-AS-60-M-LS-AMB

В таблице 7 представлены характеристики данного серводвигателя.

Таблица 7 – Характеристики серводвигателя Festo EMMB-AS-60-04-S30SB

Характеристика	Значение
Размер фланца	60
Номинальное напряжение, В (DC)	360
Номинальный ток, А	1,5
Номинальная мощность, Вт	380
Номинальный момент, Н·м	1,2
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Суммарный момент инерции на выходном валу, кг·см ²	0,512

4.4 Датчик наличия

Чтобы контролировать наличие заготовок было решено установить в систему индуктивный бесконтактный датчик, в силу малого диапазона измерений. Исходя из цены, был выбран датчик Telemecanique Sensors XS230BLPAL2 [14], который представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Индуктивный бесконтактный датчик Telemecanique Sensors
XS230BLPAL2

В таблице 8 представлены его характеристики.

Таблица 8 – Характеристики XS230BLPAL2

Характеристика	Значение
Максимальное напряжение питания, В	24
Размер резьбы - метрический	M30 x 1,5
Максимальный диапазон измерений, мм	15
Потребление тока, мА	<10

4.5 Датчик нижнего уровня

Чтобы контролировать уровень СОЖ в баке было решено установить поплавковый датчик уровня. Исходя из цены, был выбран датчик Synergy3 Components Ltd. RSF73Y100RN [15], который представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Датчик уровня Synergy3 Components Ltd. RSF73Y100RN

В таблице 9 представлены его характеристики.

Таблица 9 – Характеристики RSF73Y100RN

Характеристика	Значение
Ток потребления, А	0.6
Максимальное допустимое напряжение, В	240

5 Выбор средств управления системы

5.1 Программируемый логический контроллер

С помощью ПЛК можно уменьшить этап разработки, устройство упрощает процесс монтажа и отладки, а также обеспечивает надежность в процессе эксплуатации, удобный ремонт и модернизацию с помощью дополнительных модулей.

Был выбран контроллер Siemens Simatic S7-1200 1212C [16]. Компания Siemens считается одной из лучших производителей средств автоматизации, что обусловлено высоким качеством. Его выбор обусловлен количеством дискретных/аналоговых входов-выходов, производительностью процессора, количеством подключаемых модулей, количеством и видом портов и протоколов.

В разрабатываемой системе преобладают дискретные сигналы. 3 дискретных выхода приходится на реле, а 2 дискретных входа приходится на мониторинг датчиков.

Данный ПЛК показан на рисунке 16.



Рисунок 16 – Siemens Simatic S7-1200 1212C

В таблице 10 представлены характеристики данного ПЛК.

Таблица 10 – Характеристики Siemens Simatic S7-1200 1212C

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	От 20,4 до 28,8
Ток потребления, А	До 400 мА
Количество дискретных входов, шт	8
Количество дискретных выходов, шт	6
Количество аналоговых входов, шт	2

5.2 Панель оператора

Панель оператора служит для задания исходных параметров оператором, для отображения информации с датчиков. Была выбрана панель 10.1" ОВЕН СП310-Р [17] в счет ее характеристик и цены.

Данная панель оператора представлена на рисунке 17.

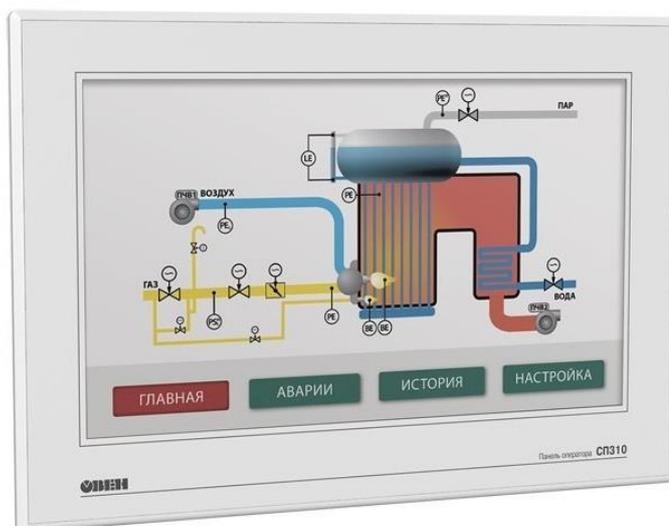


Рисунок 17 – Панель оператора ОВЕН СП310-Р

В таблице 11 представлены характеристики данной панели оператора.

Таблица 11 – Характеристики ОВЕН СП310-Р

Характеристика	Значение
Диагональ	10,1"
Разрешение	800x480

Продолжение таблицы 11 – Характеристики ОВЕН СП310-Р

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	24
Максимальный ток потребления, А	0,27

5.3 Сервоконтроллер

Был выбран контроллер для серводвигателя той же фирмы, что и серводвигатель Festo CMMP-AS-C5-11A-P3-M3 [18]. Данный контроллер представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Контроллер Festo CMMP-AS-C3-11A-P3-EP-S1

В таблице 12 представлены характеристики данного сервоконтроллера.

Таблица 12 – Характеристики ОВЕН СП310-Р

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	400
Максимальный ток потребления, А	20 А

5.4 Источник питания

Источник питания обеспечивает преобразование переменного тока в постоянный ток напряжением, что необходимо для питания некоторых элементов, таких как ПЛК, датчики, панель оператора.

В таблице 13 представлены элементы системы и их ток потребления.

Таблица 13 – Ток потребления элементов системы

Элемент	Ток потребления
ПЛК Siemens Simatic S7-1200 1212C	<400 мА
Датчик уровня RSF73Y100RN	<600 мА
Датчик наличия XS230BLPAL2	<10 мА
Панель оператора ОВЕН СП310-Р	<270 мА

Суммарный ток потребления равен 1,28 А. Исходя из этого был выбран источник питания MEANWELL EDR 75-24 [19], он представлен на рисунке 19.



Рис. 19 – MEANWELL EDR 75-24

В таблице 14 представлены характеристики данного источника питания.

Таблица 14 – Характеристики MEANWELL EDR 75-24

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	220
Номинальная мощность, Вт	76
Номинальный ток, А	3,2
Выходное напряжение, В	24

5.5 Электромеханическое реле

Необходимо обеспечить гальваническую развязку дискретных сигналов для защиты от протекания большого тока через контроллер.

Были выбраны электромеханические реле finder в соотношении цена/качество.

Реле finder 24 В [20] представлено на рисунке 20.

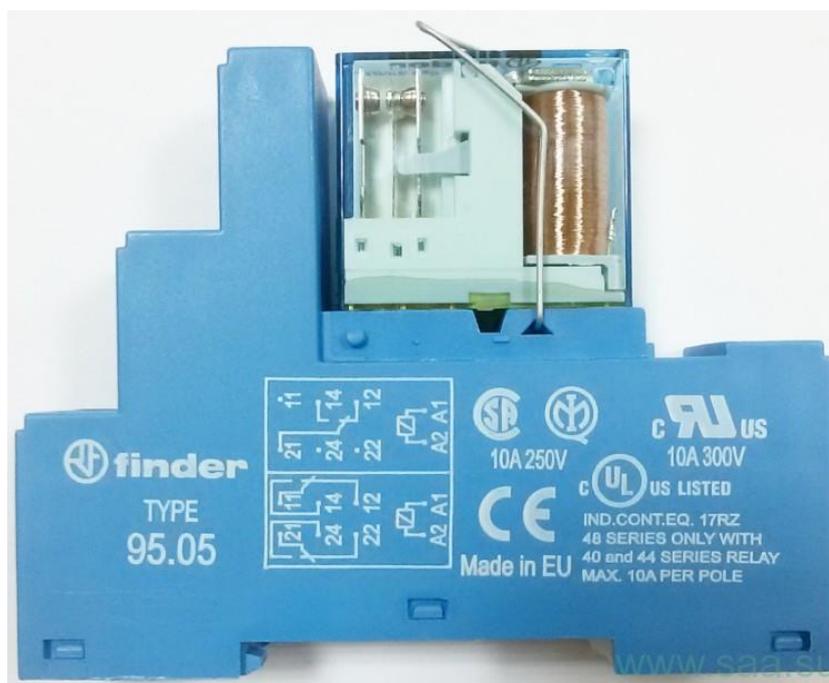


Рисунок 20 – Электромеханическое реле finder 24 В

В таблице 15 представлены характеристики данного реле .

Таблица 15 – Характеристики реле finder 24 В

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	24

Продолжение таблицы 15 – Характеристики реле finder 24 В

Характеристика	Значение
Количество контактных групп	2
Тип контактов	DPDT (переключаемые)
Ток, А	8
Коммутируемое напряжение, В AC	250

Реле finder 220 В [21] представлено на рисунке 21.

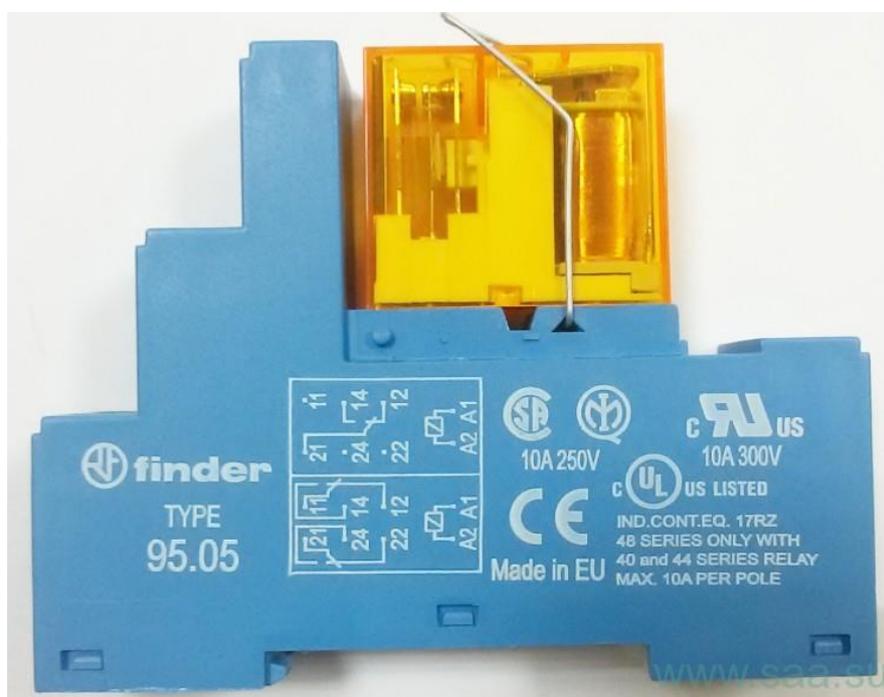


Рисунок 21 – Электромеханическое реле finder 220 В

В таблице 16 представлены характеристики данного реле.

Таблица 16 – Характеристики реле finder 220 В

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В AC	220
Количество контактных групп	2
Тип контактов	DPDT (переключаемые)
Ток, А	8
Коммутируемое напряжение, В AC	250

6 Разработка программного обеспечения

Так как выбранный программируемый логический контроллер является продуктом компании Siemens, программное обеспечение разрабатывалось в среде Tia Portal [23].

Программа главной функции, написанная на языке FBD в соответствии с технологическим процессом, представлена на рисунке 22.

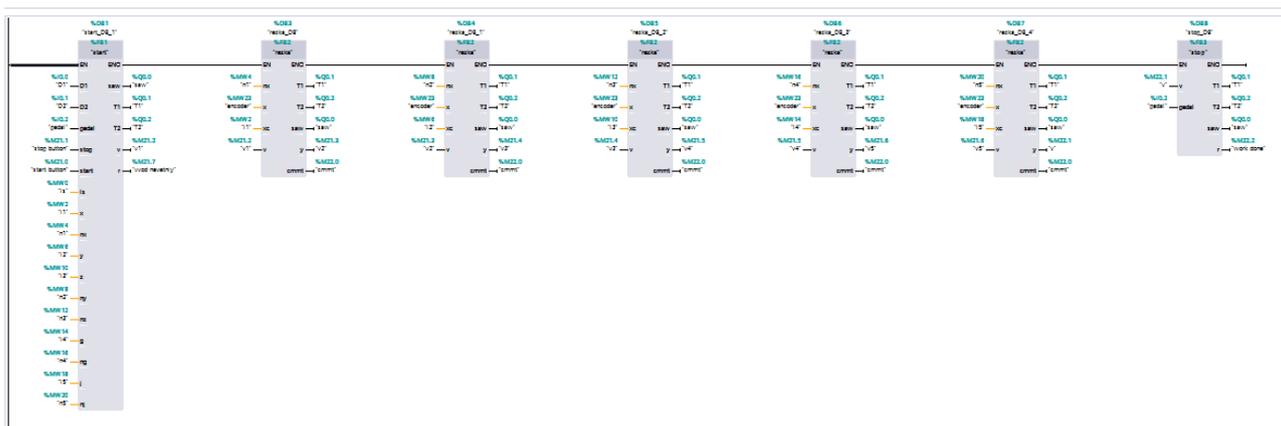


Рисунок 22 – Программа главной функции.

Функция состоит из 6 последовательных функциональных блоков (FB).

Блок 1 описывает старт и торцевание заготовок.

Блоки 2-6 описывают рез для каждого из заданных параметров.

Блок 7 описывает конец программы.

Для ознакомления с кодом программ всех блоков, необходимо обратиться к приложению Б.

Также была разработана панель оператора, с нее будет осуществляться мониторинг датчиков, а также ввод данных оператором. Панель оператора представлена на рисунке 23.

Введите длину заготовок

Введите данные

№	Длина	Количество
1	<input type="text" value="+000"/>	<input type="text" value="+000"/>
2	<input type="text" value="+000"/>	<input type="text" value="+000"/>
3	<input type="text" value="+000"/>	<input type="text" value="+000"/>
4	<input type="text" value="+000"/>	<input type="text" value="+000"/>
5	<input type="text" value="+000"/>	<input type="text" value="+000"/>

D1 D2

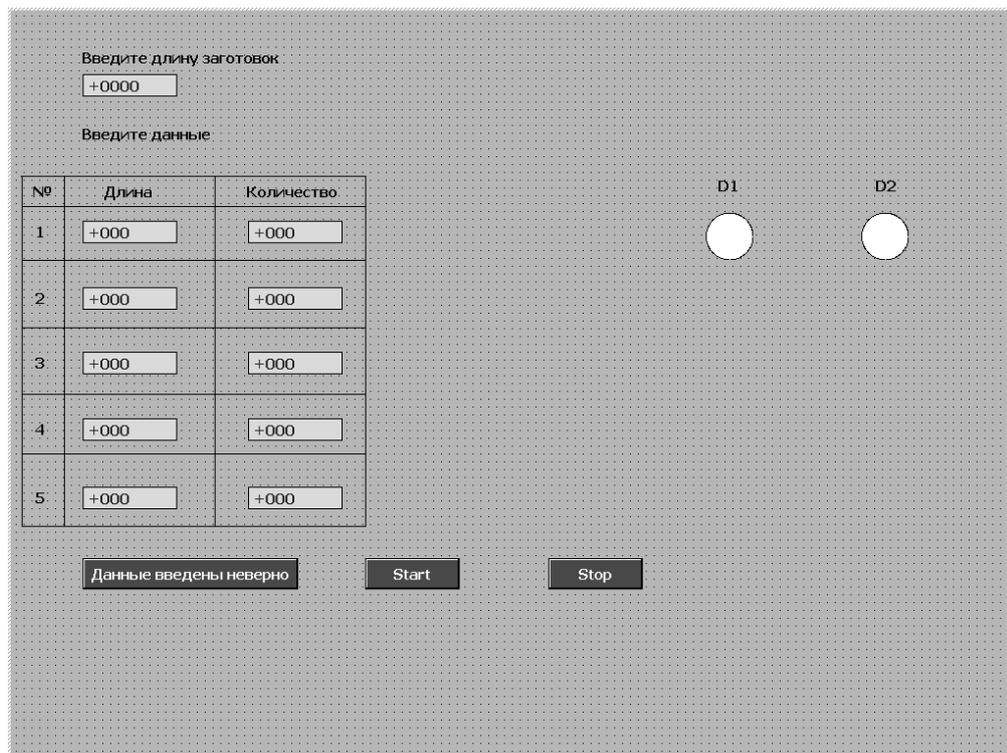


Рисунок 23 – Панель оператора

7 Вывод по основной части

В ходе выполнения данной работы был проведен обзор существующих аналогов, было изучено существующее оборудование, были разработаны структурная, функциональная и принципиальные схемы, был осуществлен выбор исполнительных механизмов, датчиков и средств автоматизации, а также разработано программное обеспечение.

8 Финансовый менеджмент, ресурс-эффективность и ресурсосбережение

В ходе данной работы была произведена модернизация системы управления дискового отрезного станка, был разработан модуль автоматической подачи и резки заготовок. На станке будет производиться автоматическая подача и резка профильных труб.

В настоящее время перспективность данной разработки определяется главным образом увеличением производительности.

В данном разделе будет проведен комплексный анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Оценим полные денежные затраты на разработку и реализацию.

8.1 Организация и планирование работ

Выполнением данного проекта занимались двое человек, это научный руководитель и студент. Для каждого вида запланированных работ назначается один или оба участника группы разработчиков.

В этом пункте составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. В таблице 17 представлены результаты выполнения данного пункта.

Таблица 17 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 50%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 20% И – 100%
Проведение сравнительного анализа существующих станков данного типа	И	И – 100%

Продолжение таблицы 17 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Разработка комплекта схем автоматики	И	И – 100%
Выбор датчиков и исполнительных механизмов	И	И – 100%
Выбор средств управления	И	И – 100%
Разработка программного обеспечения	И	И – 100%
Составление презентации	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

8.1.1 Продолжительность этапов работ

Для расчета продолжительности этапов работ воспользуемся опытно-статическим методом, в котором расчет ожидаемого времени работ осуществляется на основе минимального и максимального времени выполнения работ, по формуле (16):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (16)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работ, дн;

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле (17):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (17)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях, дн.;

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (18):

$$T_{KD} = T_{RD} \cdot T_K,$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_{RD} – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях, дн.;

T_K – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле (19)

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (19)$$

где T_K – коэффициент календарности

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 12$).

Следовательно, коэффициент календарности равен 1,213.

В таблице 18 приведены результаты расчета продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

Таблица 18 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Т _{рд}		Т _{кд}	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,07	–
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	3	2,4	2,88	1,44	3,49	1,74
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	13	16	14,2	4,26	17,04	5,16	20,67
Разработка календарного плана	НР, И	1	3	1,8	2,16	0,216	2,62	0,26
Обсуждение литературы	НР, И	2	4	2,4	0,57	2,88	0,69	3,49
Проведение сравнительного анализа существующих станков данного типа	И	10	14	11,6	–	13,92	–	16,88
Разработка комплекта схем автоматики	И	12	16	13,6	–	16,32	–	19,79
Выбор датчиков и исполнительных механизмов	И	5	8	6,2	–	7,44	–	9,02
Выбор средств управления	И	3	6	4,2	–	5,04	–	6,11

Продолжение таблицы 18 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Т _{рд}		Т _{кд}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разработка программного обеспечения	И	12	17	14	–	16,8	–	20,37
Составление презентации	И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	9,02
Итого:				79,4	17,69	88,53	21,43	107,3

Таблица 19 – Линейный график работ

Этап	Н	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,07	–	■										
2	3,49	1,74	■	■									
3	5,16	20,67		■	■	■							
4	2,62	0,26											
5	0,69	3,49											
6	–	16,88					■	■					
7	–	19,79						■	■				
8	–	9,02								■			
9	–	6,11									■		
10	–	20,37										■	■
11	5,4	9,02											■

НР – ■; И ■

Таким образом, в разделе был проведен анализ объема работ и этапов. Наученный руководитель будет задействован в проекте 18 дней, а студент 89 дней.

8.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Для расчета затрат необходимо выделить основные статьи расходов при выполнении проекта. Основные статьи расхода:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

8.2.1 Расчет затрат на материалы

В таблице 20 представлены все материальные затраты в проекте.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	190	1 уп.	150
Серводвигатель Festo EMME-AS	38719,50	1 шт.	23719,50
Индуктивный бесконтактный датчик <u>Telemecanique Sensors</u> XS230BLPAL2	3920	1 шт.	3920
Датчик уровня Synergy3 Components Ltd. RSF73Y100RN	1910	1 шт.	1910
ПЛК Siemens Simatic S7-1200 1212C	16700	1 шт.	16700

Продолжение таблицы 20 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Панель оператора ОВЕН СП310-Р	34200	1 шт.	34200
Контроллер для серводвигателя Festo CMMP-AS	86595	1 шт.	86595
Источник питания MEANWELL EDR 75-24	1780	1 шт.	1780
Электромеханическое реле Finder 24 В	645,40	4 шт.	2581,60
Электромеханическое реле Finder 220 В	847,18	1 шт.	847,18
Итого:			187403,28

Допустим, что ТЗР составляет 5% от отпускной цены устройств и материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 187403,28 * 1,05 = 196773,44$ руб.

8.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-г}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25,083}, \quad (20)$$

Заработная плата за месяц рассчитывается по формуле (21)

$$ЗП_{мес} = ЗП_0 \cdot K_{и}, \quad (21)$$

где $ЗП_{мес}$ – заработная плата за месяц;

$ЗП_0$ – месячный оклад (рублей);

$K_{и}$ – районный коэффициент, он составляет 1,699.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициен т	Фонд з/п, руб.
НР	33664	1342,1	14	1,699	41044,6
И	9489	378,3	51	1,699	57203,8
ИТОГО:					98248,4

8.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц} = C_{зп} \cdot 0,3$.

Итак, в нашем случае $C_{соц} = 98248,4 \cdot 0,3 = 29474,5$ руб.

8.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле (22):

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, \quad (22)$$

где $C_{эл.об.}$ – затраты на электроэнергию;

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $\text{ЦЭ} = 6,59 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, по формуле (23):

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (23)$$

$$T_{\text{рд}} = 88,53, K_t = 0,6$$

В таблице 22 представлены затраты на электроэнергию.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	425	0,3	840,23

8.2.5 Расчет амортизационных расходов

Рассчитаем амортизацию используемого оборудования (персональный компьютер) за время выполнения проекта по формуле (24):

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_A * \text{Ц}_{\text{об}} * t_{\text{рф}} * n}{F_d}, \quad (24)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования (0,4);

$\text{Ц}_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (2384 часа);

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Подставим значения в формулу (24):

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_A * \text{Ц}_{\text{об}} * t_{\text{рф}} * n}{F_d} = \frac{0,4 * 70000 * 712 * 1}{2384} = 8362 \text{ руб.}$$

8.2.6 Расчет прочих расходов

Прочие расходы следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 = (187403,28 + 98248,4 + 29474,5 + 840,23 + 8362) \cdot 0,1 = 324328,41 \cdot 0,1 = 32432,8 \text{ руб.}$$

8.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Суммируем сметы по всем статьям расходов на разработку, представленные в таблице 23.

Таблица 23 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	187403,28
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	98248,4
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	29474,5
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	840,23
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	8362
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	32432,8
Итого:		356761,2

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 356761,2$ руб.

8.2.8 Расчет НДС

Налог на добавленную стоимость составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. Следовательно:

$$\text{НДС} = C \cdot 0,2 = 356761,2 \cdot 0,2 = 71352,2 \text{ руб.}$$

8.2.9 Цена разработки НИР

Полная цена разработки равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, поэтому суммируем данные сметы.

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 356761,2 + 71352,2 = 428113,4 \text{ руб.}$$

8.3 Расчет экономической эффективности проекта

Данный проект разрабатывается в рамках улучшения производительности резки труб на производстве.

Чтобы рассчитать экономическую эффективность, нужно понять во сколько раз вырастет производительность.

Проект был нацелен на то, чтобы вместо одной трубы за раз, в место резки подавалось сразу 4 трубы. Время одного полного автоматического прогона 4х труб равно времени прогона одной трубы вручную. Отходы будут такие же и составляют 10-15 см с одной трубы. Следовательно производительность вырастет ровно в 4 раза.

Чтобы рассчитать экономический эффект проекта, нужно рассчитать экономию фонда заработной платы на весь годовой объем выпуска продукции.

Заработная плата оператора станка равна 32000 руб в месяц.

Социальные налоги равны примерно 32% от зарплаты, следовательно в месяц они составляют 10 240 руб.

Итого в месяц $ЗП_{мес} = 42240$ руб. В год $ЗП_{год} = 506880$.

Так как производительность выросла в 4 раза, то экономия фонда заработной платы равна:

$$f = ЗП_{год} - \frac{ЗП_{год}}{4} = 380160 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости проекта равен:

$$P = \frac{Ц_{НИР(КР)} \cdot 12}{f} = 13,5 \text{ месяцев.}$$

8.4 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсо-эффективности и ресурсосбережению

В ходе оценки финансовой эффективности разрабатываемого проекта был разработан календарный план проведения основных работ, количество дней необходимых на разработку составило 89 рабочих дня. Были рассчитаны сметы затрат на проектирование, себестоимость проекта и его итоговая цена разработки, которая составила 428113,4 руб. Также была рассчитана

экономическая эффективность проекта и она составила 380160 руб в год, за счет чего окупаемость проекта составила 13,5 месяцев.

9 Социальная ответственность

9.1 Введение

В ходе данной разработки была произведена модернизация системы управления дискового отрезного станка, был разработан модуль автоматической подачи и резки заготовок. На станке будет производиться автоматическая подача и резка профильных труб. Станок будет оснащен датчиками и исполнительными механизмами, такими как программируемый логический контроллер и серводвигатель. Пользователем данного станка будет являться оператор в цеху по производству мебели. Местом будущей эксплуатации будет являться производственный цех компании ООО "Фортресс".

9.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

9.2.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197-ФЗ [24] работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

9.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основные виды работ со станком связаны с работой на панели оператора. Также работа будет вестись и с аппаратной частью. Средством отображения информации является панель оператора. Рабочее место оборудуется в соответствии требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [25] и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ [26]. Существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек – машина – среда», таких как:

- эргономические требования к производственному оборудованию – должны устанавливаться 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;

- эргономические требования к производственному оборудованию – должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

- при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Так как станок оборудован устройствами индикации, они должны соответствовать нормативным требованиям ГОСТ EN 894-3-2012 [27].

9.3 Производственная социальная безопасность

9.3.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и во время эксплуатации

Наличие возможных опасных и вредных производственных факторов характеризуют производственные условия, которые могут оказывать

негативное влияние на работников.

Данные факторы основаны на стандарте ГОСТ 12.0.003 – 2015 [28] и представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы			Нормативные документы
	Разраб.	Изгот.	Экспл.	
1. Поражение электрическим током	-	+	+	Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
3. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	-	+	+	Система стандартов безопасности труда. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.009-80
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
5. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96

Продолжение таблицы 24 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы			Нормативные документы
	Разраб.	Изгот.	Экспл.	
6. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

9.3.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

9.3.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Поскольку виды работ, выполняемые рабочими классифицируются как категория работ №3 – относятся к работам, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10 кг) и требующих больших физических усилий. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных 73 помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [29] предоставлены в таблице 25.

Таблица 25 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
Холодный	III(более 290)	С 13,0-15,9 до 18,1 - 21,0	12-22	0,2-0,4
Теплый	III(более 290)	С 15,0-17,9 до 10,1 - 26,0	14-27	0,2-0,5

Если отклонение параметров микроклимата выходит за пределы, установленные в СанПиН 2.2.4.548-96 необходимо воспользоваться методами регулирования параметров, такими как установка отопительных систем и систем кондиционирования помещений.

9.3.2.2 Превышение уровня шума

Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [30], допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения– конструкции машины или изменения технологического процесса.

- средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае,– если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ – защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

- методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

9.3.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [31] в зависимости от разряда зрительной

работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения 74 (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

9.3.2.4 Поражение электрическим током

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного

назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [32].

9.3.2.5 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования

Наиболее распространенными источниками механических травм являются риски, заусенцы, острые кромки, стружка, выступы на движущихся частях механизмов и инструментов.

К движущимся частям оборудования относятся:

- подвижные столы и стойки станков (фрезерные, сверлильные станки);
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
- ходовые винты;
- различные передачи (зубчатые, ременные и др.) вне корпусов станков.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 [33] опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Одним из условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования для рабочего в ходе технологического процесса. Для выполнения этого условия предусмотрены следующие мероприятия:

- установлены защитные устройства - местные ограждения, крышки, кожуха и др.;
- крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашены чередующимися под углом 45 полосами желтого и черного цветов;
- на наружной стороне ограждений нанесен предупреждающий знак опасности;

– установлены тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с, для этого применены колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

9.4 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассмотрим характер воздействия проектируемого устройства на окружающую среду, а также выявим предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации разработки.

Были выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- загрязнение гидросферы;
- загрязнение атмосферы;
- твердые отходы.

9.4.1 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Рассмотрим источники загрязнений, и найдем пути решения в отдельности для каждого. Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса СОЖ в сточные воды.

Захоронение сточных вод. Высококонцентрированные и токсичные – сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, – могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах.

Загрязнение атмосферы может произойти в результате попадания СОЖ на нагретые поверхности заготовок, а также металлообрабатывающего оборудования. Для избежания проблем, связанных с загрязнением атмосферы можно прибегнуть к методам очистки воздуха:

Предполагается использовать метод окислительно– восстановительных процессов, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты.

Твердые отходы в виде стружки, снятой с материала заготовки предполагается использовать повторно.

9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При выполнении работ наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара на производстве. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004- 91 [35] и ГОСТ 12.1.010-76 [36]. Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий [37]: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В.

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

9.5.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляются имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- 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. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

– правильная эксплуатация приборов, установок;

– правильное содержание помещения;

– противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;

– издание приказов по вопросам усиления ПБ;

– наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 010 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

9.6 Вывод по социальной ответственности

В данном разделе был произведен анализ опасных производственных факторов, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации устройства, представленного в ВКР. Было рассмотрено влияние каждого из факторов на производственную безопасность, также были представлены способы защиты от них. Был приведен список мероприятий по защите окружающей среды, обеспечивающих экологическую безопасность при производственном процессе. Были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации при выполнении работ, а также были обоснованы мероприятия по их предотвращению и разработан порядок действий в случае возникновения ЧС. Были изучены государственные стандарты и нормы.

Заключение

В данном проекте была произведена модернизация системы управления дискового отрезного станка. Данное решение позволяет автоматически подавать заготовки в место реза и автоматически производить резку.

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы были выполнены следующие задачи:

- проведен обзор существующих аналогов;
- изучено существующее оборудование;
- разработаны структурная, функциональная и принципиальные схемы;
- осуществлен выбор исполнительных механизмов, датчиков и средств автоматизации;
- разработано программное обеспечение.

Также был проведен анализ финансовой эффективности и социальной ответственности проекта.

Conclusion

In the course of this final qualification work, were performed the following tasks:

- a review of existing analogues;
- existing equipment has been studied;
- structural, functional and circuit diagrams were developed;
- actuators, sensors and automation were chose;
- software developed.

An analysis of the financial effectiveness and social responsibility of the project was also conducted.

Список используемых источников

1. Автоматические дисковые отрезные станки колонного типа SOCO серии FA [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://weber.ru/device/diskovie-otreznie-stanki/100/> (Дата обращения: 25.12.2019)
2. Автоматический дисковый отрезной станок TRIUMPH. Модель TS-A [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: https://www.stanki.ru/catalog/avtomaticheskie_diskovye_otreznye_stanki/avtomaticheskij_lentochnopilnyy_stanok_ts_a/ (Дата обращения: 25.12.2019)
3. Ручные и полуавтоматические отрезные станки SOCO серии MC маятникового типа [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://weber.ru/device/diskovie-otreznie-stanki/66/> (Дата обращения 15.01.2020)
4. https://detail.1688.com/offer/527900595211.html?_server_name=www.s hdongke.com&visitorIp=109.124.51.153&_server_port=80&from_site=officialsite
5. Полупогружной насос охлаждающей жидкости 1/8 HP DV0815 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://www.ebay.com/itm/Large-Harbor-Immersible-Coolant-Pump-1-4HP-3-Phase-220V-380v-DV2520/283911020477?hash=item421a6a5fbd:g:E0AAAOSwddBe0Bst> (Дата обращения 15.01.2020)
6. Пневмораспределители серии MVSC - MVSC-220 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <http://mindman.com.ru/board/4-1-0-1> (Дата обращения 15.01.2020)
7. Блок подготовки воздуха FRL. BFC-3000 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <http://pnevmocilindr.ru/blok-podgotovki-vozduha-frl.-bfc-3000> (Дата обращения 15.01.2020)
8. Расчет и подбор серводвигателя для шариковинтовой пары [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://www.cospa.ru/news/publications/raschet-i-podbor-servodvigatelya-dlya-shariko-vintovoy-pary/> (Дата обращения: 10.01.2020)

9. Пример выбора шарико-винтовой передачи [Документ PDF] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
https://tech.thk.com/ru/products/pdf/ru_b15_069.pdf (Дата обращения: 10.02.2020)
10. Приведение моментов к одной оси вращения [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
https://studme.org/90429/tehnika/privedenie_momentov_odnoy_vrascheniya (Дата обращения: 10.02.2020)
11. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
https://studref.com/472205/tehnika/privedennaya_massa_privedennyu_moment_inert_sii_mehanizma (Дата обращения: 10.02.2020)
12. Расчет момента инерции редуктора [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
<https://studfile.net/preview/830847/page:4/> (Дата обращения: 10.02.2020)
13. Servo motors ЕММЕ-AS [Документ PDF] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
https://www.festo.com/cat/ru_ru/data/doc_ru/PDF/RU/EMME-AS_RU.PDF (Дата обращения: 10.02.2020)
14. XS230BLPAL2, Индуктивный бесконтактный датчик, цилиндрический [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://www.chipdip.ru/product/xs230blpal2> (Дата обращения: 25.03.2020)
15. RSF73Y100RN, Датчик уровня жидкости [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
<https://www.chipdip.ru/product/rsf73y100rn> (Дата обращения: 23.03.2020)
16. Siemens SIMATIC S7 Программируемый контроллер S7-1200 Системное руководство [Документ PDF] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106131/v1/s71200_system_manual_ru-RU.pdf (Дата обращения: 28.03.2020)

17. СПЗхх сенсорные панели оператора [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://owen.ru/product/sp3xx> (Дата обращения: 28.03.2020)
18. Servo drivers CMMP-AS [Документ PDF] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: https://www.festo.com/cat/ru_ru/data/doc_engb/PDF/EN/CMMP-AS-M3_EN.PDF (Дата обращения: 20.02.2020)
19. EDR-75-24 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <http://www.mean-well.ru/store/EDR-75-24/> (Дата обращения: 30.03.2020)
20. Реле Finder в сборе с 2-мя перекидными контактами =24В DC, 8А [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://www.saa.su/product/rele-finder-v-sbore-s-2-myа-perekidnymi-kontaktami-24v-dc-8a/> (Дата обращения: 01.04.2020)
21. Реле Finder в сборе с 2-мя перекидными контактами ~230В AC, 8А [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://www.saa.su/product/rele-finder-v-sbore-s-2-myа-perekidnymi-kontaktami-230v-ac-8a/> (Дата обращения: 01.04.2020)
22. EDR-75-24 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <http://www.mean-well.ru/store/EDR-75-24/> (Дата обращения: 30.03.2020)
23. Руководство по программированию для S7-1200 / S7-1500 [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный. Ссылка на источник: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programming-guideline-for-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=en-WW> (Дата обращения: 26.04.2020)
24. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
25. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.049-80.

26. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ.
27. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления ГОСТ EN 894-3-2012.
28. Опасные и вредные производственные факторы ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.
29. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
30. Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
31. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СН 2.2.1/2.1.1.1278–03
32. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ.
33. Система стандартов безопасности труда. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.009-80
34. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4.548-96.
35. Пожарная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.004-91.
36. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.010-76.
37. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности НПБ 105-03.

Приложение А

(обязательное)

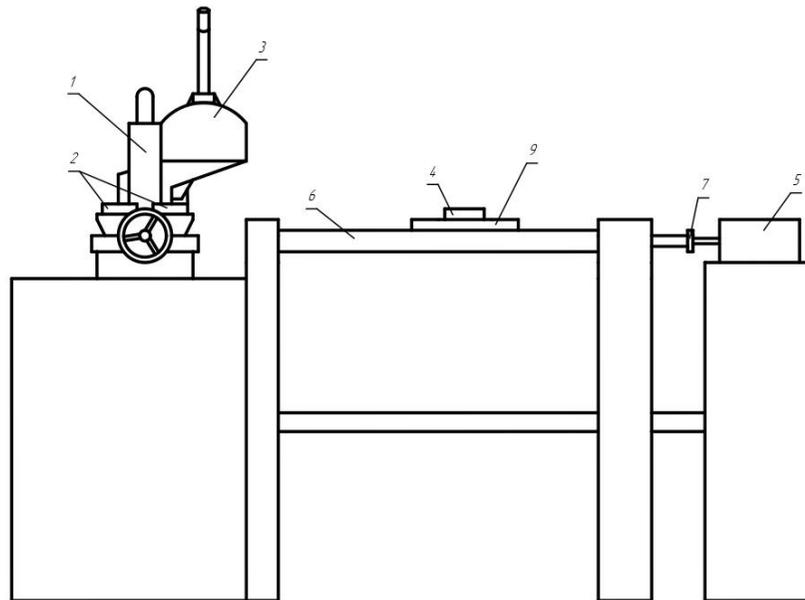
Функциональные, принципиальные схемы и общий вид системы

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Датчики		
		5	P1	Датчик уровня Супегу3 Components Ltd. RSF73Y100RN	1	
		6	P2	Индуктивный бесконтактный датчик Telemecanique Sensors XS230BLPAL2	1	
				Средства управления		
		7	A1	Программируемый логический контроллер Siemens Simatic S7-1200 1212C	1	
		8	A2	Контроллер для серводвигателя Festo CMMP-AS-C5-11A-P3-M3	1	
		9	GV1	Источник питания MEANWELL EDR 75-24	1	
		10	KM9	Электромеханическое реле Finder 220B	1	
		11	KM6, KM7, KM8, KM10	Электромеханическое реле Finder 24B	4	
		12	KM2	Магнитный пускатель TECO CU-16	1	
		13	KM3, KM4	Электромеханическое реле OMRON MY-2NJ 24B	2	
		14	KM5	Реле времени OMRON H3Y-2	1	
		15	C1	Конденсатор 220 мкФ	1	
		16	D1	Диодный мост KBPC2506	1	
		17	T1	Трансформатор 220/24В	1	

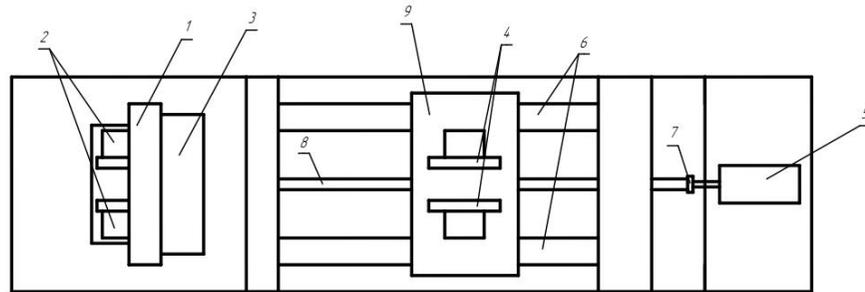
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взаминв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.000000.002С	Лист 1
------	------	----------	-------	------	------------------	-----------

АБВГ.000000.00101



- 1. Голова фрезы
- 2. Тиски пневматические
- 3. Асинхронный двигатель
- 4. Тиски пневматические
- 5. Серводвигатель
- 6. Направляющие
- 7. Муфта соединительная
- 8. Шарико-винтовая передача
- 9. Рабочий стол



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

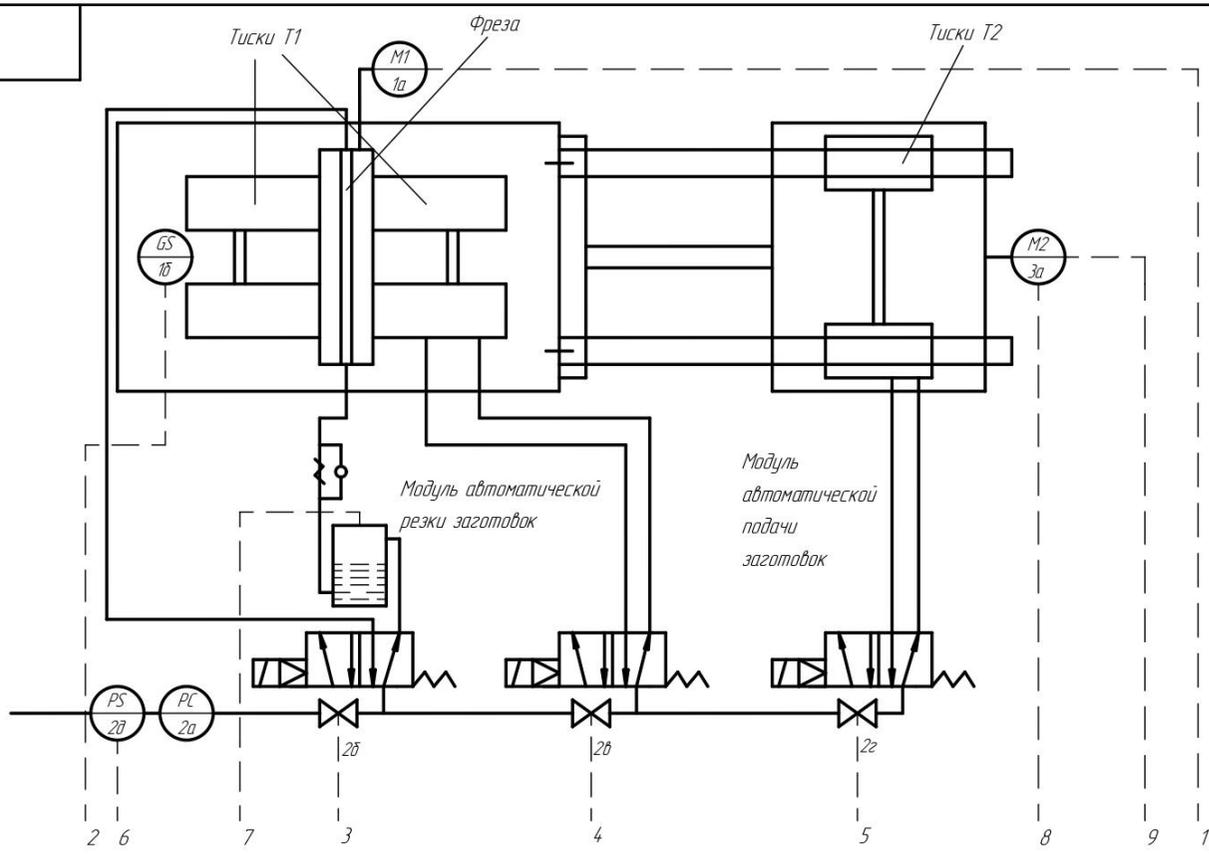
АБВГ.000000.00101

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система автоматической подачи и резки заготовок			Лит.	Масса	Масштаб
Разраб		Аньшин Г.Д.								1:1
Пров		Зарницын А.Ю.								
Т.контр.							Лист	Листов		1
Н.контр.										
Утв.		Зарницын А.Ю.								
Общий вид							ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Е62			

Копировал

Формат А3

ФЮРА



1
2
3
4
5
6
7
8
9

Приборы по месту	LS 2e	LS 3e						
	Управление тисками T1 (зажатие)	Управление тисками T2 (зажатие)	Давление в системе	Нижний уровень СОЖ в баке	Управление прибором	Энкодер (положение)		
Технологическая парашка	Управление двигателем	Наличие заготовки	Управление головкой фрезы					
Шкаф управления								
Операторная АРМ оператора	Мониторинг							
	Регистрация							
	Управление							

				ФЮРА			Лит	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Функциональная схема автоматизации автоматического пневматического станка для холодной резки				
Разраб		Аньшин Г.Д.		23.12.19	П			1:1	
Пров		Зарницын А.Ю.		23.12.19	Лист	Листов	1		
Т.контр									
Н.контр									
Утв									

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

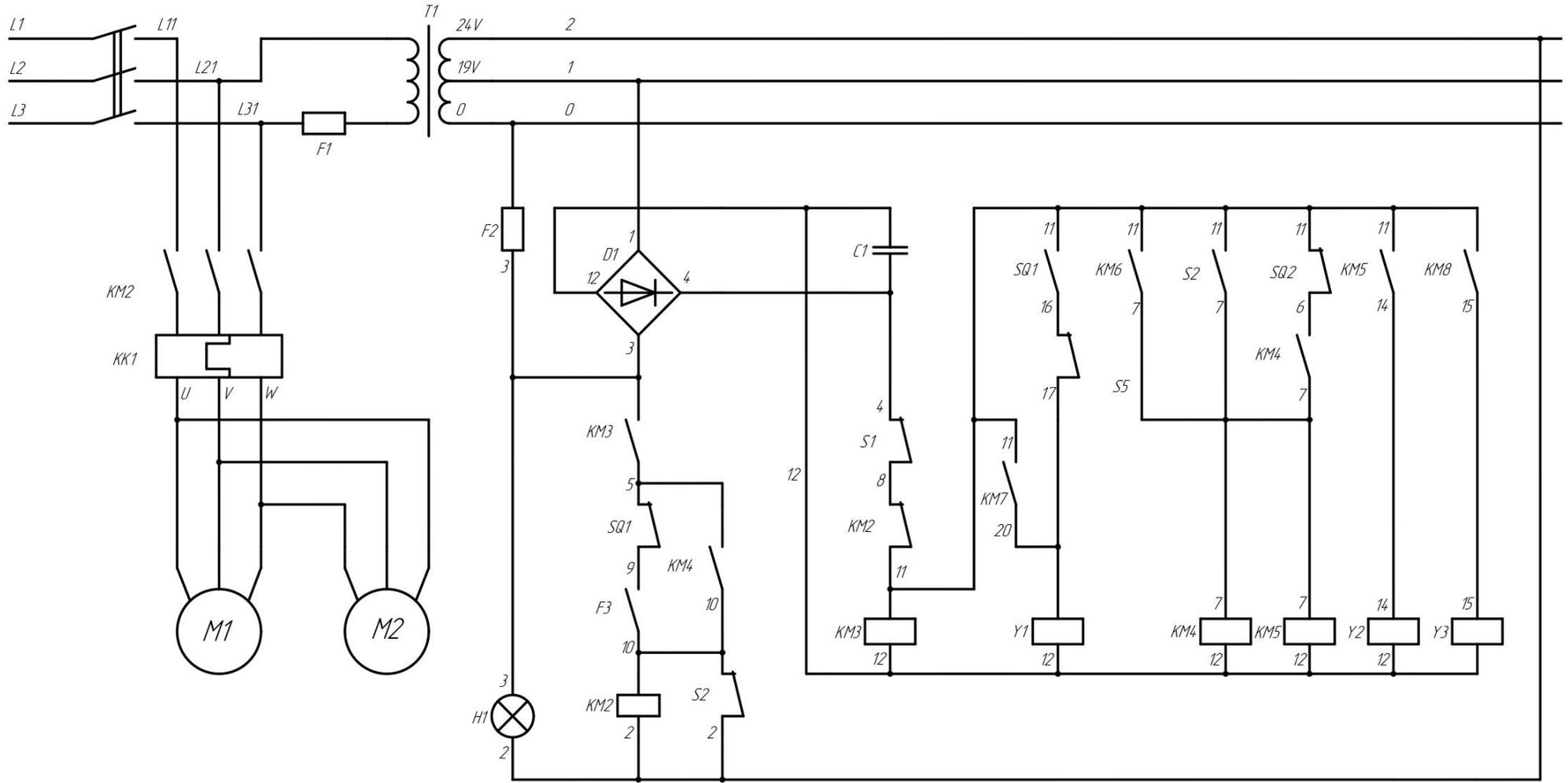
Инд.№ дробл.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инд.№ подл.

АБВГ.000000.001.31



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв.№ дудл.

Взам инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

АБВГ.000000.001.31

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Система автоматической подачи и резки заготовок			Лит	Масса	Масштаб
Разраб		Аньшин Г.Д.								1:1
Пров		Зарницын А.Ю.								
Т.контр.								Лист 1	Листов 1	
Н.контр.					Принципиальная электрическая схема			ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Е62		
Утв.		Зарницын А.Ю.								

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

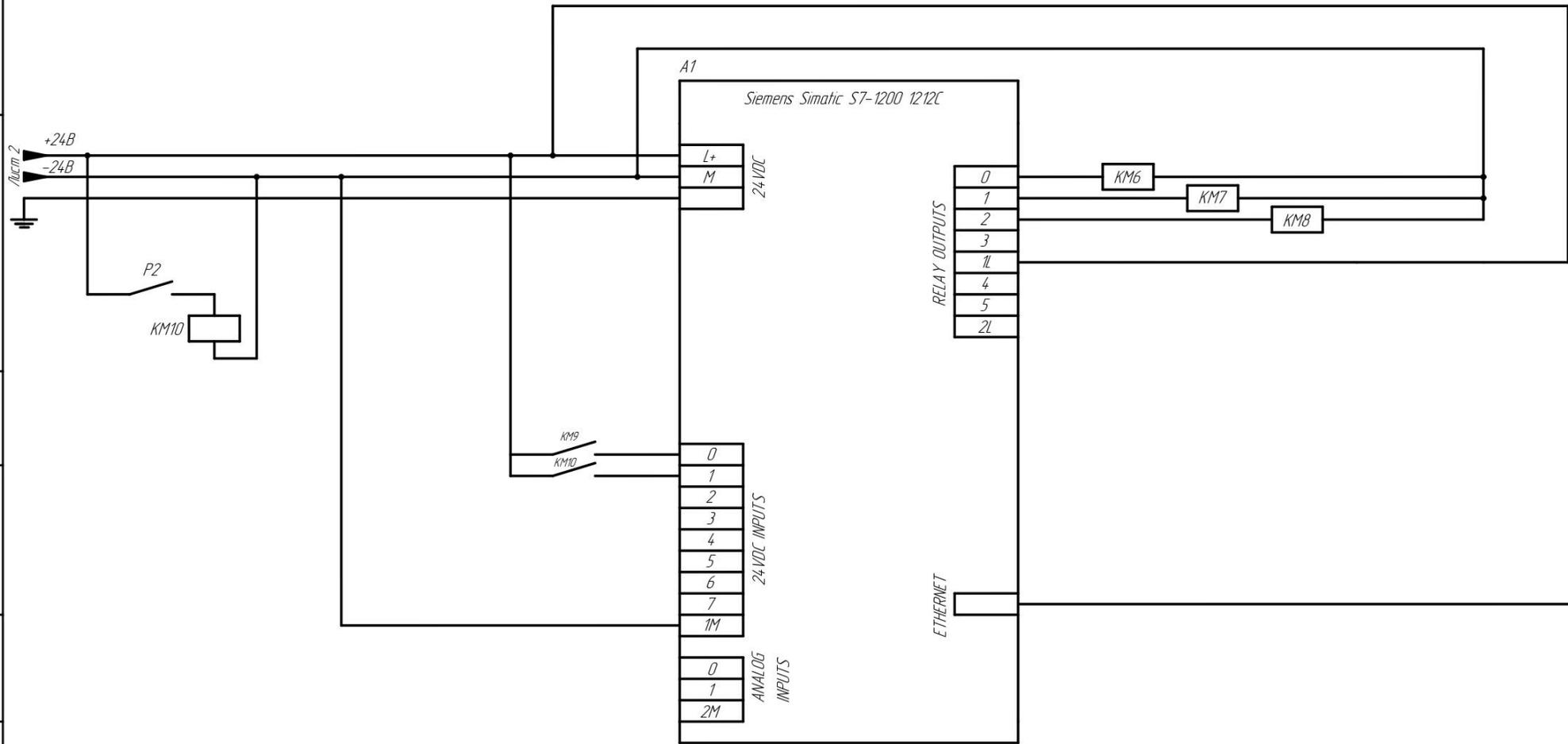
Подп. и дата

Инд.№ д.д.д.

Взам.инд.№

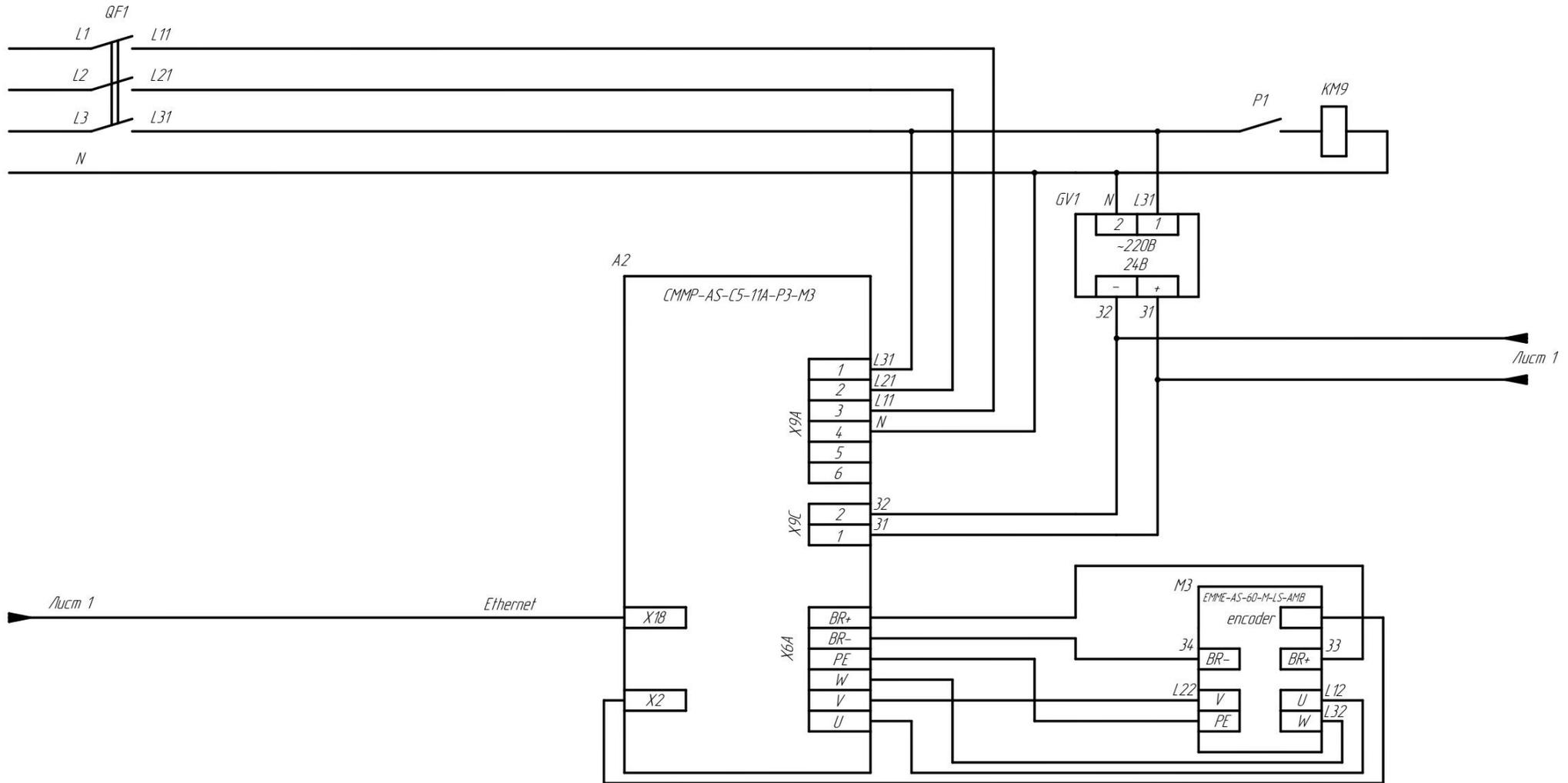
Подп. и дата

Инд.№ подл.



Лист 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система автоматической подачи и резки заготовок			Лист	Масштаб
Разраб.		Аньшин Г.Д.							1:1
Проб.		Зарницын А.Ю.							
Т.контр.							Лист 1	Листов 2	
Н.контр.					Принципиальная схема подключения ПЛК и сервоконтроллера			ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Е62	
Утв.		Зарницын А.Ю.							



ИИВ.И.И.И.И.	Подп. и дата
ВЗМ.И.И.И.И.	Подп. и дата
ИИВ.И.И.И.И.	Подп. и дата
ИИВ.И.И.И.И.	Подп. и дата

ИИВ.	Лист	И.И.И.И.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Приложение Б

(обязательное)

Код программ функциональных блоков


```
1. #l := (#x * #nx) + (#y * #ny) + (#z * #nz) + (#g * #ng) + (#j * #nj);
2.
3. IF (#l > #ls) OR (#x > 500) OR (#y > 500) OR (#z > 500) OR (#g > 500) OR (#j >
500) THEN
4. #r := 1;
5. ELSE
6. #c := 1;
7. END_IF;
8.
9. IF #start = 1 AND #c = 1 AND #pedal = 1 THEN
10. #a := 1;
11. END_IF;
12.
13. IF #D1 = 1 AND #D2 = 1 AND #a = 1 THEN
14. #T2 := 1;
15. #saw := 1;
16. #t := 1;
17. #a := 0;
18. END_IF;
19.
20. IF #t = 1 THEN
21. #saw := 0;
22. #t := 0;
23. #v := 1;
24. END_IF;
```

diplom ▸ PLC_1 [CPU 1212C DC/DC] ▸ Program blocks ▸ rezka [FB2]

rezka									
	Name	Data type	Default value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	▼ Input								
2	nx	Int	0	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	количество заготовок
3	x	Int	0	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	положение
4	xc	Int	0	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	длина заготовки
5	v	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	переход
6	▼ Output								
7	T1	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	тиски неподвижные
8	T2	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	тиски подвижные
9	saw	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	голова
10	y	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	cmmt	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	▼ InOut								
13	<Add new>								
14	▼ Static								
15	nxc	Int	0	Non-ret...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	▼ Temp								
17	m	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	a	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	b	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	c	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	n	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	z	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	▼ Constant								
24	<Add new>								

```

1. IF #nxc < #nx AND #v = 1 THEN
2.   #m := 1;
3. ELSE
4.   #m := 0;
5. END_IF;
6.
7. IF (#x < (#xc/2)) AND #m = 1 THEN
8.   #cmmt := 1;
9. END_IF;
10.
11. IF ((#xc/2) <= #x) AND (#x < #xc) AND #m = 1 THEN
12.   #cmmt:=1;
13. END_IF;
14.
15. IF #xc = #x THEN
16.   #cmmt := 1;
17.   #T1 := 1;
18.   #a := 1;
19. END_IF;

```

```
20.
21. IF #a = 1 AND #m = 1 THEN
22.   #T2 := 0;
23.   #b := 1;
24.   #a := 0;
25. END_IF;
26.
27. IF #b = 1 THEN
28.   #cmmt:=1;
29.   #b := 0;
30.   #z := 1;
31. END_IF;
32.
33. IF (#xc/2 >= #x) AND #z = 1 THEN
34.   #cmmt := 1;
35.   #z := 0;
36. END_IF;
37.
38. IF #x = 0 THEN
39.   #cmmt:=1;
40.   #T2 := 1;
41.   #c := 1;
42. END_IF;
43.
44. IF #c = 1 THEN
45.   #saw := 1;
46.   #n := 1;
47.   #c := 0;
48.
49. END_IF;
50.
51. IF #n = 1 THEN
52.   #nxc := #nxc + 1;
53.   #T1 := 0;
54.   #n := 0;
55. END_IF;
56.
57. IF (#nxc >= #nx) THEN
58.   #y := 1;
59. END_IF;
```

diplom ▶ PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] ▶ Program blocks ▶ stop [FB3]

	Name	Data type	Default value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	▼ Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	v	Bool	false	Non-ret...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	pedal	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	▼ Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	T1	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	T2	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	saw	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	r	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	▼ InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	▼ Temp				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	c	Bool			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	▼ Constant				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

```

1. IF #v = 1 THEN
2.   #c := 1;
3.   #r := 1;
4. END_IF;
5.
6. IF #c = 1 AND #pedal = 1 THEN
7.   #T1 := 0;
8.   #T2 := 0;
9.   #saw := 0;
10.  #c := 0;
11.END_IF;

```