

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт _____ Электронного обучения _____

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра _____ Электропривода и электрооборудования _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Следящий электропривод продольного фрезерно-расточного станка

УДК 681.513.5.001.24:621.914.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Пеннекер Евгений Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кояин Николай Вадимович	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПЭО	Дементьев Юрий Николаевич	К.Т.Н., доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
Дементьев Ю.Н.

(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
3-5Г12	Пеннекеру Евгению Александровичу

Тема работы:

Следящий электропривод продольного фрезерно-расточного станка

Утверждена приказом директора (дата, номер)

01.04.2016 г. №2533/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Отечественные и зарубежные периодические издания; монографии; сборники трудов по теме работы; справочники; стандарты; ГОСТы; ТУ.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса. Обоснование применения электропривода постоянного тока.

	Требования, предъявляемые к автоматизированной системе управления. Расчет параметров электродвигателя и параметров тиристорного преобразователя. Выбор закона частотного регулирования. Выбор тиристорного преобразователя. Разработка имитационной модели электропривода с тиристорным преобразователем. Расчет параметров силового канала электропривода станка. Исследование электропривода методом компьютерного моделирования. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.э.н., доцент Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	ст. преподаватель Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.02.2016 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кояин Николай Вадимович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Пеннекер Евгений Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г12	Пеннекеру Евгению Александровичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника / Электропривод и автоматика

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

1. Стоимость затрат технического проекта.	Затраты на специальное оборудование определяются согласно прейскурантам. Заработная плата определяется исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ. Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.
2. Продолжительность выполнения технического проекта	Приблизительная оценка продолжительности выполнения технического проекта

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта с позиции ресурсоэффективности	Потенциал и перспективность реализации технического проекта оценим методом SWOT-анализа, ресурсоэффективность данного проекта – интегральной оценкой ресурсоэффективности.
2. Планирование и формирование графика работ по реализации технического проекта	При составлении графика работ по реализации проекта, используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. Составление сметы технического проекта	При составлении сметы проекта используется следующая группировка затрат по статьям: – затраты на оборудование; – полная заработная плата исполнителей; – отчисления во внебюджетные страховые фонды; – накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.04.16 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Пеннекер Евгений Александрович		18.04.16 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г12	Пеннекеру Евгению Александровичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника / Электропривод и автоматика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Описание рабочего места (технологического процесса, механического оборудования, метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации) на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, запыленность):
 - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды;
Основные вредные факторы насоса теплоснабжения:
Повышенная влажность;
Шум и вибрация;
Отклонение показателей микроклимата;
Недостаточная освещенность рабочей зоны.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды;
Возможность получения травм в следствии:
 - а) Поражение электрическим током;
 - б) Пожар;
 - в) Механический опасный фактор.
3. Охрана окружающей среды:
 - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
 - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
 разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:
 - перечень возможных ЧС на объекте;
 - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
 - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;
 разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

Перечень графического материала:

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.04.2016 г
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Г12	Пеннекер Евгений Александрович		

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Исследовать следящий электропривод специального продольного фрезерно-расточного станка УФ5660.

Привод должен обеспечивать работу в режимах, требуемых технологическим процессом обработки металла.

Требования предъявляемые к электроприводу:

1. Режим работы электропривода – кратковременный с номинальной нагрузкой..
2. Диапазон регулирования электропривода 2:5000.
3. Максимальное напряжение управления 10 В.
4. Электропривод должен быть безопасен и удобен в эксплуатации, иметь систему защит и сигнализацию.
5. Погрешность скорости при изменении нагрузки не более 5%.

Требования к питающей сети:

1. Напряжение сети переменное 380 В;
2. Отклонения напряжения сети ± 10 В;
3. Диапазон частоты сети (50 ± 5) Гц.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, включающую 73 страницы, 24 рисунка, 14 таблиц, 24 источника

Объектом исследования является следящий электропривод продольного фрезерно-расточного станка с ЧПУ УФ5660.

Цель работы – исследование электропривода продольного фрезерно-расточного станка УФ5660 . По результатам расчета требуемых параметров двигателя, выбран электродвигатель 2ПФ180ЛГУХЛ4, а также тиристорный преобразователь БС3203-4027М .

В работе определены оптимальные параметры настройки регуляторов системы, рассчитаны статические характеристики, определены качественные показатели.

В результате исследования установлено, что разработанная система соответствует технологическим и техническим требованиям.

В экономической части выпускной квалификационной работы выполнено технико-экономическое обоснование выбора системы, произведен расчет сметы затрат на оборудование и разработку электропривода.

В работе также рассмотрены вопросы безопасности и экологии, электробезопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности при монтаже, наладке и обслуживании следящего электропривода фрезерно-расточного станка УФ5660.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, графическом редакторе Visio 2007. Расчёты производились с помощью пакета прикладных программ MathCAD 2000 Professional. Нелинеаризованный электропривод исследован с помощью программной среды Matlab Simulink .

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. Объект автоматизации.....	13
1.1 Технические характеристики станка.....	13
1.2 Исходные данные.....	14
2.Выбор элементов и расчет параметров электропривода.....	17
2.1 Структурная схема силового канала электропривода.....	17
2.2 Расчет параметров и характеристик схема силового канала.....	17
2.2 Расчет параметров тиристорного преобразователя.....	19
2.3 Определение параметров якорной цепи.....	20
2.4 Определение параметров механической системы электропривода.....	20
3. Расчет электромеханических характеристик разомкнутой системы преобразователь двигатель.....	22
3.1 Оптимизация контуров управления.....	22
3.2 Оптимизация контура скорости на симметричный оптимуму	32
3.3 Оптимизация контура положения.....	33
4. Исследование нелинейной САУ электропривода. Анализ основных нелинейностей.....	33
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	44
5.1 SWOT-анализ технического проекта.....	44
5.2 Планирование проведения работ технического проекта.....	47
5.3 Определение трудоемкости выполнения работ.....	47
5.4 Разработка графика технического проектирования.....	51
5.5 Составление сметы технического проекта.....	53
5.6 Расчет технических средств, затрат на оборудование.....	55
5.7 Полная заработная плата исполнителей темы.....	56

5.8 Отчисления во внебюджетные страховые фонды.....	57
5.9 Накладные расходы.....	58
5.10 Формирование сметы технического проекта.....	59
5.11 Определение ресурсоэффективности проекта.....	59
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	60
6.1 Анализ опасных и вредных факторов.....	60
6.2 Техника безопасности.....	61
6.3 Производственная санитария.....	62
6.4 Пожарная безопасность.....	64
55 Охрана окружающей среды.....	67
6.5 Защита при ЧС.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является определение целесообразности внедрения данного технического проекта.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценкой потенциала и перспективности реализации технического проекта с позиции ресурсоэффективности;
- планирование и формирование графика работ по реализации проекта;
- составление сметы проекта

5.1. SWOT-анализ технического проекта

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта. Применительно к проектируемой частотно-регулируемой системе электропривода, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны, а так же возможности и угрозы. [8]

-Сильные стороны – факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону технического проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

-Слабые стороны – недостаток, упущение технического проекта, которые препятствуют достижению его целей.

-Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта.

-Угроза – любая нежелательная ситуация в условиях окружающей среды проекта, которая имеет угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Данные SWOT-анализа технического проекта приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – SWOT-анализ технического проекта

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая надежность (отказоустойчивость) С2. Отсутствие непроизводительных затрат электроэнергии С3. Высокая точность и эффективность работы системы (эксплуатационные характеристики) С4. Снижение затрат на содержание и обслуживание С5. Безопасность эксплуатации (производственная безопасность)	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала Сл2. Высокая цена на комплектующие и оборудование Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить под ключ
Возможности: В1. Автоматизация технологического процесса В2. Энерго и ресурсосбережение В3. Сокращение производственной площади В4. Повышение точности обработки деталей В5. Увеличение межремонтного периода	В1С1С2С4С5 В2С1С2С4С5 В3С1С2С3С4С5 В4С2С4С5 В5С4С5	В1Сл1Сл2Сл3
Угрозы: У1. Снижение цены конкурентами У2. Изменения в отношениях с поставщиками У3. Несвоевременное финансовое обеспечение У4. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции	У1С4 У2С4	У1Сл1Сл2 У2Сл2
Принятые сокращения и обозначения: С – сильные стороны проекта; В – возможности; Сл – слабые стороны проекта; У – угрозы;		

Соответствие сильных и слабых сторон технического проекта возможностям и угрозам, приведено в таблице 2.

Таблица 5.2 – Интерактивная матрица технического проекта

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	–	+	+
	B2	+	+	–	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	–	+	–	+	+
	B5	–	–	–	+	+
	B6	–	–	–	+	–
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
Угрозы	B1	+	+	+		
	B2	–	–	–		
	B3	–	–	–		
	B4	–	–	–		
	B5	–	–	–		
	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	–	–	–	+	–
	У2	–	–	–	+	–
	У3	–	–	–	–	–
	У4	–	–	–	–	–
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	У1	+	+	–		
	У2	–	+	–		
	У3	–	–	–		
	У4	–	–	–		
Принятые сокращения и обозначения: «+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие.						

Анализ интерактивной матрицы, приведенной в таблице 5.2, показывает, что сильные стороны проекта такие как: надежность оборудования, современные эксплуатационные характеристики и возможность автоматизации техпроцесса экономически привлекательны. Кроме того, большая экономия потребляемой электроэнергии и увеличение межремонтного периода показывает перспективность проекта в целом. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

5.2 Планирование проведения работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы: инженер, руководитель;
- установление продолжительности работ;
- построение графика технического проектирования.

Перечень этапов работы, распределение исполнителей по видам работ приведен в табл. 5.3.

5.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [7]:

$$t_{ожі} = \frac{3 \times t_{мині} + 2 \times t_{максі}}{5},$$

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

$t_{мині}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел–дн.;

$t_{максі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел–дн. Временные показатели проведения технического проектирования сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5.3– Перечень этапов работ

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
1. Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
2. Подбор литературы	2	Подбор материалов по теме изучение литературы источников, ознакомление с предметом работы, анализ опубликованных данных.	Инженер
3. Описание объекта автоматизации	3	Анализ технологического процесса. Описание и основные технические характеристики насоса. Обоснование применения ТП-ДПТ.	Инженер
4. Расчет параметров, выбор двигателя и тиристорного преобразователя	4.1	Выбор приводного электродвигателя. Расчет параметров электродвигателя. Определение параметров схемы замещения. Расчет естественных характеристик насоса. Расчет механических и электромеханических характеристик электродвигателя.	Инженер
	4.2	Выбор тиристорного преобразователя	Инженер
	4.3	Расчет параметров элементов структурной схемы силового канала.	Инженер
	4.4	Разработка электрической схемы привода.	Инженер
5. Моделирование и исследование работы электропривода	5.1	Разработка имитационной модели электропривода со скалярным управлением.	Инженер
	5.2	Исследование нелинейной САУ ЭП постоянного тока с тиристорным преобразователем.	Инженер
	5.3	Исследование нелинейной САУ ЭП в заданных режимах работы.	Инженер
6. Анализ расчетных и экспериментальных результатов	6	Проверка руководителем, оценка результатов, устранение недочетов.	Руководитель, инженер

Продолжение таблицы 5.3

7. Составление раздела №2- "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение"	7.1	SWOT-анализ технического проекта.	Инженер
	7.2	Планирование работ технического проекта.	Инженер
	7.3	Составление сметы технического проекта.	Инженер
	7.4	Определение ресурсоэффективности технического проекта.	Инженер
8. Составление раздела №3- «Социальная ответственность»	8	Анализ опасных и вредных факторов. Техника безопасности. Производственная санитария. Пожарная безопасность. Охрана окружающей среды. Защита при ЧС.	Инженер
9. Оформление пояснительной записки	9.1	Объединение, систематизация и оформление согласованных и утвержденных разделов ВКР в пояснительную записку.	Инженер
	9.2	Оформление пояснительной записки, окончательная проверка руководителем, устранение замечаний.	Руководитель, инженер
10. Проверка и утверждение ВКР	10	Размещение пояснительной записки на ЭБС-ресурсе ТПУ для проверки, утверждение руководителем.	Руководитель, инженер
11. Защита ВКР	11	Подготовка к защите, защита ВКР.	Руководитель, Инженер

Таблица 5. 4 – Временные показатели проведения технического проектирования, чел–дн.

Наименование работ	Время минимальное		Время максимальное		Время ожидаемое	
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
1. Разработка технического задания	1	–	1	–	1	–
2. Подбор литературы	–	14	–	29	–	20
3. Описание объекта автоматизации	–	9	–	14	–	11
4. Расчет параметров, выбор двигателя и тиристорного преобразователя	1	9	1	14	1	11
5. Разработка и исследование электропривода с тиристорным преобразователем	1	11	1	19	1	14
6. Составление раздела "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение"	–	8	–	13	–	10
7. Составление раздела "Социальная ответственность"	–	7	–	12	–	9
8. Оформление пояснительной записки	–	14	–	29	–	20
9. Проверка и утверждение ВКР	2	3	4	8	3	5
10. Защита ВКР	1	2	1	5	1	3
Итого, дн.					7	103

5.2.2 Разработка графика технического проектирования

При выполнении ВКР, удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения работ в форме диаграммы Ганта – на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [8].

На основе таблицы 5.4 строится календарный план-график, таблица 5. 5, с разбивкой по месяцам и декадам за период подготовки ВКР.

По календарному план-графику видно, что продолжительность работ занимает 13 декад, начиная со второй декады февраля и заканчивая второй декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составляет 104 рабочих дня.

Из них:

103 дня – продолжительность выполнения работ дипломником;

7 дней – продолжительность выполнения работ руководителем.

5.3 Составление сметы технического проекта

При планировании сметы технического проекта, должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы используется группировка затрат по следующим статьям:

- затраты на оборудование;
- полная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Таблица 5.5 – Календарный план-график

Вид работ	Исполнитель	Продолжительность работ, дн.	Продолжительность выполнения работ													
			Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1. Разработка технического задания	Р	1	-													
2. Подбор литературы	И	20														
3. Описание объекта автоматизации	И	11														
4. Расчет параметров, выбор двигателя и ПЧ	Р	1						-								
	И	11														
5. Разработка и исследование работы ЭП	Р	1							-							
	И	14														
7. Составление раздела "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение"	И	9														
9. Составление раздела "Социальная ответственность"	И	9														
11. Оформление пояснительной записки	И	20														
12. Проверка и утверждение ВКР	Р	2														
	И	4														
13.Защита ВКР	Р	1														
	И	3														
Принятые сокращения и обозначения: Р – руководитель темы; И – инженер.																

5.3.1 Расчет стоимости оборудования

Данная статья включает стоимость технических средств. Стоимость проектируемого оборудования приведена в таблице 5.6. [9]

Таблица 5.6 – Стоимость оборудования

Наименование оборудование	Кол-во, шт.	Цена, тыс. руб.
Электродвигатель 2ПФ180ЛГУХЛ4	1	54
Электропривод ЭПУ 1М-2-4027М, опционально с кабельной продукцией	1	82
Щит управления КМИ-3п, 200 А	1	9
Итого*		145
* – оборудование поставляется комплектно по согласованию с заказчиком		

Первоначальная стоимость оборудования рассчитывается по формуле:

$$C_{об} = k_T \times C_{об} ,$$

где $C_{об}$ – цена приобретения единицы оборудования (руб./шт.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $k_T = 1,15$.

$$C_{об} = 1,15 \times 145 = 170 \text{ тыс. руб.}$$

5.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящем разделе рассчитывается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы производим по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата .

Основная заработная плата ($З_{осн}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{зд} \times T_p ,$$

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

Первоначальная стоимость оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = k_T \cdot Ц_{об} ,$$

где $Ц_{об}$ – цена приобретения единицы *оборудования* (руб./шт.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $k_T = 1,5$.

$$З_{об} = 1,5 \cdot 14500 = 171.000 \text{ руб.}$$

5.3.3 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящем разделе рассчитывается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы производим по формуле:

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата .

Основная заработная плата ($З_{осн}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p ,$$

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

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (табл.4).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{мс} + З_{допл} + З_{рк}}{F_D} ,$$

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

$Z_{допл}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{рк}$ – районная доплата, руб.;

F_d – количество рабочих дней в месяце.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 7.

Таблица 5.7 – Расчёт основной заработной платы исполнителей

Работники	Оклад, руб.	Доплаты и надбавки, руб.	Районная доплата, руб.	Зарплата месячная, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Продолжительность работ, раб. дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	23 264	2 200	7 639	33 103	1 273	7	8 900
Дипломник	7 864	–	2 359	10 223	393	103	40 500
Итого							49 400

Расчёт полной заработной платы приведен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	Коэффициент дополнительной заработной платы	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	8 900	1 300	10 000
Дипломник	0,12	40 500	4 900	45 000
Итого		49 400	6 200	55 000

5.3.4 Отчисления во внебюджетные страховые фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times Z_{осн} + Z_{доб} ,$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, ($k_{\text{внеб}} = 30,2\%$ в условиях ТПУ).

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \times 55,0 = 16,6 \text{ тыс. руб.}$$

5.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать, ксерокопирование, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы и т.д.

Величину накладных расходов принимаем в размере 16% от общей суммы затрат.

5.3.6 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная выше величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Затраты на технический проект приведены в таблице 9.

Таблица.5 9 – Смета технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Материальные затраты	170,0	60
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	55,0	20
3. Отчисления во внебюджетные фонды	16,6	4
4. Накладные расходы	46,4	16
Итого	290,0	100

Исходя из представленной выше сметы, можно сделать вывод, что сумма затрат на выполнение технического проекта составляет 290 тыс. руб. Из них более половины (60 %) составляют затраты на оборудование.

5.3.7 Определение ресурсоэффективности проекта

Ресурсоэффективность технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности [8]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Для определения ресурсоэффективности технического проекта используются следующие показатели разработки:

- Повышение производительности труда пользователя осуществляется путем автоматизации технологического процесса.
- Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) – возможность диспетчеризации позволяет сократить количество осмотров системы за период эксплуатации. [8].
- Энергоэкономичность – применение в следящем электроприводе тиристорного преобразователя дает возможность использовать электродвигатель при большой разнице в оборотах [8].
- Надежность – простота схемы тиристорного регулятора, плавный пуск двигателя, позволяет повысить надежность следящего электропривода [8].
- Безопасность – обеспечивается защита от перегрева, перегрузки, обрыва фазы питания, мониторинг за работой электропривода осуществляется дистанционно.

Критерии ресурсоэффективности технического проекта и их количественные характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 5.10 – Критерии и количественные характеристики ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Повышение производительности труда пользователя	0,20	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4
3. Энергоэкономичность	0,20	5
4. Надежность	0,25	5
5. Безопасность	0,20	5
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности составит:

$$I_{pi} = 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,20 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 = 4,65$$

Показатель ресурсоэффективности имеет высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа, определены сильные и слабые стороны технического проекта; установлено, что ТП имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности при техническом обслуживании;
- при планировании работ разработан график занятости для исполнителей технического проекта, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу;
- составление сметы, позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта;
- оценка ресурсоэффективности технического проекта, проведенная по интегральному показателю, показала высокий результат (4,7 балла по 5-балльной шкале), что говорит о эффективности реализации ТП.

Реализация данного технического проекта, позволяет повысить эффективность работы следящего электропривода фрезерного станка, путем улучшения ресурсоэффективности и ресурсосбережения при внедрении схемы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока, требующего меньше затрат в процессе эксплуатации.

СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается электропривод подачи станка специального продольного фрезерно-расточного с числовым программным управлением (ЧПУ) УФ5660. Станок предназначен для фрезерования поверхностей различной конфигурации, поверхностей корпусных деталей с нескольких сторон и т.д. Целью данного раздела является анализ и оценка вредных, и опасных факторов труда, которые могут оказать воздействие на персонал (Оператор станка, слесарь-ремонтник, электромонтер). Проведена разработка мер защиты от этих факторов, оценка условий труда и микроклимата рабочей среды. Так же в данном разделе, будут рассмотрены вопросы касающиеся непосредственно техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

При эксплуатации станка возможны воздействия на человека следующих опасных и вредных производственных факторов. Все производственные факторы классифицируются в соответствие с [1].

6.1. Анализ опасных и вредных факторов

При эксплуатации станка УФ5660 возможны воздействия на человека следующих опасных производственных факторов:

- Получение механической травмы
- Поражение электрическим током

Так же присутствуют вредные факторы, оказывающие негативное воздействие на человека:

- Повышенный уровень шума
- Недостаточная освещенность рабочей зоны
- Повышенный уровень вибрации

6.2.1. Техника безопасности

Цех металлообработки относится ко 2 – ой категории опасности. Помещение можно охарактеризовать как имеющее токопроводящие железобетонные полы, где есть возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий,

механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой, при нормальных климатических условиях.

Так как при работе станка используются вращающиеся механизмы с образованием разлетающейся металлической стружки, то необходимо при работе установить защитные экраны и кожуха препятствующие разлету стружки[2]. Техническая эксплуатация действующих электроустановок станка осуществляется электротехническим персоналом в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [3] и Межотраслевыми правилами по охране труда (Правила безопасности при эксплуатации электроустановок – МПОТ (ПБ) ЭЭУ) ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00 [4]. Действующей называют электроустановку или ее часть, которая находится под напряжением, либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов [3, с.11], [4, с.9].

Обслуживание электроустановок станка УФ5660 осуществляется административно-техническим, дежурным, ремонтным или оперативно-ремонтным электротехническим персоналом, прошедшим обучение на рабочем месте и проверку знаний ПТЭЭП и МПОТ (ПБ) ЭЭУ.

В процессе эксплуатации электроустановок станка производятся работы, предусмотренные графиками планово-предупредительного ремонта действующего электрооборудования, профилактические испытания изоляции электрических машин, кабелей, наладка и проверка аппаратуры управления электроприводами, релейной защиты и автоматики и др., а также возможны внеплановые ремонты, ликвидация последствий аварий и п. т.

Работы в действующих электроустановках подразделяются в отношении принятия мер безопасности на три категории:

1. Со снятием напряжения с токоведущих частей.
2. Под напряжением на токоведущих частях с применением электрозащитных средств.
3. Без снятия напряжения на нетоковедущих частях.

Помещение цеха металлообработки в соответствии [7, п.1.1.13] относится к сооружениям особой опасности. Данное сооружение имеет токопроводящие полы, более того существует возможность одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования и заземленным конструкциям. В настоящее время в РФ действует ГОСТ 12.1.000-02 [5], который устанавливающий нормы предельно допустимых для человека значений напряжения прикосновения и токов, протекающих через его тело.

Защитное заземление [7, п.1.7.28]- преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Защитное зануление [7, п.1.7.29] - это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением. Схема защитного зануления приведена на рис. 1.

29

1 – корпус;

2 – аппараты защиты от токов короткого замыкания (предохранители и автоматы);

R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока;

R_{Π} – сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника;

I_k – ток к.з.;

I_n – часть тока короткого замыкания, протекающая через нулевой проводник;

I_z – часть тока короткого замыкания, протекающая через землю;

0 (н.з.) – нулевой защитный проводник.

6.2.2. Производственная санитария

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, вращающиеся части станка должны быть закрыты защитными кожухами, защищающими также и от металлической стружки. При работе станка возможно воздействие на человека (оператора) следующих вредных [1] факторов:

- Повышенные уровни шума
- Недостаток естественного света

Металлообрабатывающие станки являются источниками шума. Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровней звука на рабочих местах приведены в таблице 1 Согласно [6]

Таблица 6.1 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот.

Рабочее место	Уровни звукового давления дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами								Уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места	95	87	22	78	75	73	71	69	80

Для обеспечения допустимого уровня шума применяются следующие меры безопасности:

- Разработка менее шумного оборудования;
- применением средств коллективной защиты [7];
- применением средств индивидуальной защиты [7].

Освещенность помещений металлообрабатывающего цеха должна соответствовать виду производимых работ: в помещении с пультом управления - зрительной работе средней точности, а в прочих помещениях - малой точности.

Нормативы освещенности на рабочих местах согласно [8] приведены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Нормативы освещенности на рабочих местах.

Характеристика зрительной работы	Минимальный размер объекта, мм	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение, лк	Естественное освещение КЕО, %	Совместное освещение КЕО, %
Средней точности	0.5.1.0	IVв	средний	средний	400	4	2.4
Малой точности	1.0.5.0	Vв	средний	средний	150	3	1.8

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений указаны в таблице 3 [9]

Таблица 6.3 – Допустимые показатели микроклимата на рабочих местах.

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат (ккал/ч)	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат (ккал/ч)	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
Теплый	2а (151-200)	20-22	18-27	60-40	15-75	0,2	0,4
Холодный	2а (151-200)	19-21	17-23	60-40	15-75	0,2	0,3

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать 22°С [10].

Таблица 6.4 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела, работающих от производственных источников.

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового излучения, 2Вт/м, не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Для снижения влияния теплового излучения на обслуживающий персонал, выдается спецодежда, обеспечивающая защиту от воздействия опасных производственных факторов, вызываемых тепловым излучением и конвективной теплотой, при соответствии условий работы, режима и охраны труда установленным требованиям. Материалы одежды не должны оказывать вредного воздействия на организм человека. Одежда должна иметь санитарно-эпидемиологическое заключение установленного образца о соответствии государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам [11].

Содержание пыли в воздухе рабочего помещения ниже установленной нормы, по которой предельно-допустимая концентрация составляет более 10 мг/м³.

Металлообрабатывающий цех относится к 3 категории вибрации - технологическая вибрация, которая воздействует на человека на рабочем месте.

Источником вибрации служат: металлообрабатывающие станки, кузнечнопрессовое оборудование, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы и т.д.

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к серьезным последствиям под названием «вибрационная болезнь». Это профессиональная патология, которая возникает в результате длительного влияния на организм человека производственной вибрации, превышающей предельно допустимый уровень (ПДУ). Болеют, как правило, мужчины среднего возраста. Вибрация может действовать как локально (например, на рабочие руки), так и на весь организм. Но в любом случае она способна к распространению, отражаясь на нервной и опорно-двигательной системе. Гасится вибрация благодаря эластическим свойствам мышц, связок, хрящей. Кроме того, от длительной вибрации страдает сердечно-сосудистая система и особенно - микроциркуляторное русло (мелкие сосуды, в которых идет непосредственная отдача кровью кислорода, и утилизация из тканей углекислого газа). Далее согласно[12] в таблице 5 приведены допустимые уровни вибрации для производственных помещений.

Таблица 6.5 – Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Для снижения воздействия вибрации на человека, изменяют конструкцию, в частности смещают её основные собственные частоты, при которых возможно возникновение резонанса, что достигается увеличением жесткости системы (за

счет введения дополнительных ребер жесткости) или ее массы (например, усиление фундамента); Ещё один способ — это присоединение к объекту упругого подвешенного тела — динамический гаситель, который воспринимает вибрацию основного объекта (динамическое гашение вибрации);

6.2.3 Пожарная безопасность

Помещение цеха где установлен станок, относиться к категории Д согласно [13].

Опасными факторами пожара для людей являются открытый огонь, искры, повышенная температура воздуха, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок, а также взрыв.

Для предотвращения пожара необходимо соблюдать следующие меры:

- предотвращение образования горючей среды;
- предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- поддержание температуры и давления горючей среды ниже допустимых;
- уменьшение определяющего размера горючей среды.

При коротких замыканиях, перегреве и т.п. возможно загорание электропроводки, электроустановок. Для тушения пожара в таких условиях необходимо применять специальные средства, так как воду и другие токопроводящие средства применять запрещено . Поэтому помещения должны быть оборудованы средствами для тушения электропроводок и электроустановок под напряжением. Применяемый тип огнетушителей: ОУ-10 (огнетушитель углекислотный).

6.2.4 Охрана окружающей среды

Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия

При эксплуатации объекта установлены основные виды воздействий проектируемого объекта: физическое наличие объекта (сооружение и

эксплуатация объекта) влияет на гидрологию, климат, социально-экономические условия жизни, природопользование местного населения;

Химические вещества, пыль, твердые бытовые отходы загрязняют компоненты окружающей среды (воздух, воду, водные биоресурсы, почвы, растительность), воздействуют на биопродуктивность водоемов и здоровье населения;

шум, вибрация, электромагнитное излучение воздействуют на компоненты окружающей среды;

динамическое воздействие движущихся машин и механизмов на людей, животных, растительность, почву.

Мероприятиями по снижению негативного шумового воздействия являются сохранения природных и создание искусственных препятствий для снижения уровня шума. При складировании (утилизации) отходов промышленного производства выявляются источники образования отходов потребления и производства, мероприятия по их утилизации. К таковым источникам относятся горюче-смазочные материалы, металлолом, бытовые отходы. В качестве мероприятий по утилизации всех видов отходов предусматривается их вывоз на площадки хранения ТБО, повторная переработка ГСМ и металлолома.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 металлообрабатывающий цех, относится к IV-му классу, санитарно-защитная зона 100 м.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. Территория санитарно-защитной зоны предназначена для:

- снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;
- создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия и территорией жилой застройки;

- организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

6.3. Защита при ЧС

Металлообрабатывающие цеха в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 19.09.98 N 1115 "О порядке отнесения организаций к категориям по гражданской обороне" отнесены к объектам по гражданской обороне.

В соответствии со [14] металлообрабатывающие цеха расположены в следующих зонах возможных опасностей:

- в зоне возможных слабых разрушений;

Доведение сигналов оповещения ГО и в случае ЧС до персонала объектов осуществляется с помощью речевой информации по каналам радиовещания, по радиотрансляционным сетям и сетям связи. Электроснабжение основных электроприемников объектов предусматривается по I категории надежности от двух независимых источников. Металлообрабатывающие цеха не используют, не производят, не перерабатывают, не хранят радиоактивные, пожаро-, а также взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации. В качестве наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций техногенного характера проектом рассматриваются:

- пожар на территории объекта;

- ЧС при постороннем вмешательстве

Население, которое может оказаться в зоне действия поражающих факторов в случае аварии на объектах, отсутствует.

Для обеспечения своевременной ликвидации ЧС приняты следующие меры безопасности:

1. План эвакуации персонала;

2. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
 3. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
 4. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
 5. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.
17. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе был спроектирован следящий электропривод постоянного тока, питающийся от 3х-фазной промышленной сети переменного тока с линейным напряжением 380 В частотой 50 Гц.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были смоделированы и рассчитаны контуры тока, скорости и положения ЭП при настройке контуров тока и положения на МО, а скорости – на МО и на СО.

Были сняты переходные процессы, происходящие в этих контурах. Обработка и анализ этих характеристик показали, что расчётные и экспериментальные параметры практически одинаковы, что объясняется линейностью системы.

В данной выпускной квалификационной работе произведена полная количественная оценка точности следящей системы в результате рассмотрения его работы в условиях совместного влияния управляющих и возмущающих воздействий.

Спроектированный следящий электропривод целесообразно использовать для подъемно-транспортных механизмов, например, пассажирских лифтов.

При таком применении данного электропривода автоматическое регулирование положения может быть предусмотрено лишь на участках движения в районе заданных рабочих позиций (например, при точной остановке кабины лифта), а на основной части пути перемещения от позиции к позиции система по выходной координате разомкнута и управление может осуществляться, главным образом, по скорости.

Для обеспечения комфортных условий для пассажиров возможно применение систем, ограничивающих ускорение и рывок, но разработка таких систем лежит вне пределов данного курсового проекта

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кояин Н.В., Удуд Л. С., Мальцева О.П. Проектирование и исследование электроприводов. Ч. 5. Удуд Л. С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 5. – Применение программы DORRA-FUZZY в расчётах электроприводов постоянного тока: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 156 с.

2 Справочник по электрическим машинам: В 2 т./Под общ.ред. И.П.Копылова и Б.К.Клокова. Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 456 с.: ил.

3 Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с., ил.

4 Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под ред. В.А.Елисеева и А.В.Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с. ил.

5 Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с., ил.

6 Автоматизированный электропривод / Под общ. Ред. Н.Ф.Ильинского, М.Г.Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 544 с.: ил.

7 Стандарт предприятия. Система образовательных стандартов. Общие требования и правила оформления. Цапко Е.А., Чернышев А.А. Изд. ТПУ, 1999. – 37 с.

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

Интернет ресурсы:

9 <http://www.mnz.ru/o-kompanii/prays-list>

10. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
 11. ГОСТ 17494-87 - Машины электрические вращающиеся.
 12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утв. Приказом Минэнерго РФ от 13 января 2003г. №6).
 13. МПОТ (ПБ) ЭЭУ - Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ–016-2001. РД 153-34.0-03.150-00.
 14. ГОСТ 12.1.000-02 ССБТ – Электробезопасность. Допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
 15. ГОСТ 12.1.003-83 (СТ СЭВ 1930-79) – Шум. Общие требования безопасности.
 16. ГОСТ 12.4.051-87 – Средства индивидуальной защиты органа слуха.
 17. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
 18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
 19. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
 20. ГОСТ 12.4.221-2002 Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты.
 21. ГОСТ 12.4.012-83 – Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования.
 22. НПБ 105-03 Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
 23. СНиП 2.01.51 – 90 Инженерно – технические мероприятия гражданской обороны.
- Интернет ресурсы
24. http://www.eresheniya.ru/source/pue6_7.pdf