

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

Институт - Энергетический

Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра - Электропривода и электрооборудования

Профиль подготовки – Энергосберегающие режимы электрических источников питания, комплексов и систем

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Регулятор скорости вращения универсального коллекторного двигателя

УДК 621 313 36

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПЭО	Качин Олег Сергеевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	К.Т.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
13.04.02«Электроэнергетика и электротехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Универсальные компетенции	
P1	<i>Совершенствовать</i> и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
P2	<i>Свободно пользоваться русским и иностранным языками</i> как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.
P3	<i>Использовать</i> на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.
P4	<i>Использовать</i> представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.
Профессиональные компетенции	
P5	<i>Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания</i> в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.
P6	<i>Ставить и решать инновационные задачи</i> инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.
P7	<i>Выполнять инженерные проекты</i> с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.
P8	<i>Проводить инновационные инженерные исследования</i> в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.
P9	<i>Проводить технико-экономическое обоснование</i> проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P10	<i>Проводить монтажные, регулировочные, испытательные, наладочные работы</i> электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	<i>Осваивать новое</i> электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	<i>Разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

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

Институт - Энергетический
 Направление подготовки – Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра – Электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____
 (Дата) Ю.Н. Дементьев
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич

Тема работы:

Регулятор скорости вращения универсального коллекторного двигателя	
Утверждена приказом директора Энергетического института (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы: (дата)	
---	--

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>	Регулятор скорости вращения универсального коллекторного двигателя; Выполнить математическое моделирование Регулятора; Разработать алгоритм управления микропроцессорной системы: $f_o = 500 \text{ Гц}$ - Частота дискретизации системы; $U_{ax} = 310 \text{ В}$ - Входное напряжение; $M_{нагр} = 50 \text{ Нм}$ - Заданная нагрузка на валу; $\omega = 150 \text{ рад / с}$ - Заданная скорость вращения вала; Разработать принципиальную схему и печатную плату.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования; содержательная, концептуальная, математическая структурная модель; разработка алгоритма решения задачи; выбор программного обеспечения; индивидуальные; дополнительные разделы, подлежащие разработке; заключение по работе).</i>	Теоретические сведения о регуляторах скорости вращения; Математическая модель регулятора вращения; Моделирование силовой схемы в среде MATLAB Simulink; Разработка алгоритма управления микропроцессорной системы. Построение 3D визуализации модели печатной платы в Proteus.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кузьмина Н.Г., старший преподаватель
«Социальная ответственность»	Дашковский А.Г., к.т.н., доцент
«Английский язык»	Баластов А.В., старший преподаватель

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПЭО	Качин О.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ5Б	Левин О.И.		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на тему «Регулятор скорости вращения коллекторного двигателя» состоит из текстового документа из 97 страниц, 30 рисунков, 7 таблиц, 18 источников использованной литературы, 3 приложения.

Целью данной работы является разработка алгоритма управления микропроцессорной системы регулирования скорости вращения.

В процессе исследования использовались как специальное программное обеспечение (MATLAB Simulink, Mathcad, Proteus), так и стандартные программы (Microsoft Office).

В результате исследования были осуществлено имитационное моделирование регулятора скорости вращения коллекторного двигателя, разработана принципиальная схема и построена 3D визуализация модели печатной платы устройства.

В организационно - экономической части выполнено планирование проектных работ, расчет сметы затрат на проектирование. С позиции финансовой и ресурсной эффективности выбран рациональный вариант решения поставленной в магистерской работе технической задачи.

В разделе производственной и экологической безопасности рассмотрены техника безопасности, производственная санитария, пожарная безопасность технологического процесса.

Выпускная квалификационная работа оформлена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2016 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

Оглавление

Введение	9
1. Обзор литературы	10
1.1 Особенности конструкции УКД	10
1.2. Достоинства и недостатки	12
1.3. Принцип действия схемы управления коллекторными двигателями ..	15
2. Построение математической модели системы автоматического регулирования скорости вращения	17
2.1 Построение функциональной схемы системы	17
2.2 Электродвигатель двигатель	17
2.3 Тиристорный регулятор мощности	20
2.4 Тахогенератор	21
2.5 Делитель напряжения обратной связи	22
3.6 Фильтр	23
2.7 Расчет ПИД-регулятора	25
2.7.1 Интегральный канал схемы регулятора	25
3.7.2 Пропорциональный канал схемы регулятора	27
2.7.3 Дифференциальный канал схемы регулятор	28
2.8 Структурная схема и передаточная функция системы	31
3. Моделирование регулятора скорости вращения УКД	34
3.1. Разработки управляющего алгоритма в среде MATLAB Simulink	34
3.2. Разработка принципиальной схемы регулятора в среде Proteus 8	48
3.3 Разработка печатной платы в среде Proteus	53
3.4. 3D модель печатной платы	55

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	57.
4.1 Планирование работ научно исследовательского проекта	58
4.2 Смета затрат на проектирование	62
4.2.1 Материальные затраты	62
4.2.2 Затраты на амортизацию	62
4.2.3 Затраты на заработную плату	63
4.2.4 Затраты на социальные нужды	64
4.2.5 Прочие затраты	64
4.2.6 Накладные затраты	65
4.3 Анализ полученных результатов	66
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАБОТЕ.....	68
5.1. Описание рабочей зоны.....	68
5.2. Анализ опасных и вредных факторов	68
5.3. Производственная санитария.....	69
5.3.1. Микроклимат рабочей зоны.....	69
5.3.2. Вентиляция	70
5.3.3. Защита от шума и вибрации	72
5.3.4. Освещение	74
5.4. Электробезопасность	74
5.4.1. Защита от случайного прикосновения.....	75
5.4.2. Защитное заземление.....	76
5.4.3. Зануление.....	76
5.5. Пожарная безопасность.....	77
5.6. Охрана окружающей среды	81

5.7. Эвакуация людей из зданий и помещений.....	84
5.8. Чрезвычайные ситуации	84
Заключение.....	87
Приложение 1.....	88

Введение

В настоящее время в быту и на производстве широко используются коллекторные двигатели. Их преимущество обусловлено, в первую очередь, простотой схемы управления, так как здесь нет необходимости использовать дорогостоящие частотные преобразователи.

Для стабилизации частоты вращения таких двигателей можно обойтись без громоздких и сложных в обслуживании систем на основе датчиков положения ротора и др. Кроме того, данные двигатели обеспечивают значительный крутящий момент, при возможности регулирования частоты вращения ротора в широких пределах (от максимальной рабочей частоты, превышающей у некоторых двигателей 5000 об/мин, почти до нуля).

Целью выпускной квалификационной работы является разработка автоматической системы регулирования скорости вращения коллекторного двигателя с параметрами:

- $f_o = 500 \text{ Гц}$ - частота дискретизации системы;
- $U_{вх} = 310 \text{ В}$ - входное напряжение;
- $M_{нагр} = 50 \text{ Нм}$ - заданная нагрузка на валу;
- $\omega = 150 \text{ рад / с}$ - заданная скорость вращения вала.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить математическое моделирование Регулятора;
- Разработать алгоритм управления микропроцессорной системы;
- Моделирование силовой схемы в среде MATLAB Simulink;
- Разработка принципиальной схемы и модели печатной платы в Proteus.

1. Обзор литературы

1.1 Особенности конструкции УКД

Универсальные коллекторные двигатели (УКД) - это электродвигатели малой мощности последовательного возбуждения с секционированной обмоткой возбуждения, благодаря чему они могут работать как на постоянном, так и на переменном стандартных напряжениях примерно с одинаковыми свойствами и характеристиками. Такие электродвигатели используют для привода маломощных быстроходных устройств и многих бытовых приборов. Они допускают простое, широкое и плавное регулирование скорости.

По своему устройству эти двигатели отличаются от двигателей постоянного тока общего применения конструкцией статора, магнитную систему которого собирают из топких изолированных друг от друга листов электротехнической стали с выступающими полюсами, на которых размещают по две секции обмотки возбуждения. Эти секции соединяют последовательно с якорем и располагают по обе стороны от его выводов, что снижает радиопомехи от ценообразования на коллекторе под щетками, которое при питании двигателя от сети переменного напряжения особенно усиливается из-за существенного ухудшения условий коммутации.

В зависимости от конструкции двигателя обмотка возбуждения может быть соединена с якорем внутри машины или может иметь самостоятельные наружные зажимы, что удобнее для изменения направления вращения якоря путем перемены мест проводов, подходящих к его зажимам или к зажимам обмотки возбуждения. Якорь универсальных двигателей устроен так же, как и якорь машин постоянного тока, а обмотка его присоединена к коллекторным пластинам, к которым прижаты щетки. [1]

Пуск этих двигателей выполняют непосредственным включением в сеть постоянного или переменного напряжения, которое соответствует номинальному напряжению, указанному в ее табличке.

Скорость якоря универсального коллекторного двигателя последовательного возбуждения прямо пропорциональна напряжению на его зажимах и обратно пропорциональна амплитуде магнитного потока, зависящей от нагрузки на валу электродвигателя.

Механические характеристики у таких электродвигателей отличаются в зависимости от того на каком напряжении (переменном или постоянном) работает электродвигатель, так как при питании от сети постоянного напряжения присутствует только падение напряжения, созданное сопротивлениями обмоток возбуждения и якоря постоянному току, в то время как при присоединении к сети переменного напряжения возникает еще значительное индуктивное падение напряжения на обмотках возбуждения и якоря. Кроме этого, при переменном токе при малой скорости якоря имеет место значительный сдвиг фаз между напряжением и током, что резко снижает момент на валу двигателя.

Для получения примерно одинаковых механических характеристик на переменном и постоянном токе включают секционированную обмотку возбуждения двигателя на постоянный ток полностью, а при включении на переменный ток - частично, для чего двигатель присоединяют к соответствующей сети зажимами с обозначениями "+" и "-" или зажимами с обозначениями "~".

При номинальных режимах, отвечающих питанию от сети постоянного и переменного напряжений, номинальная скорость якоря одинакова. Однако при перегрузке двигателя, присоединенного к сети переменного напряжения, скорость якоря уменьшается сильнее, а при разгрузке возрастает быстрее, чем при работе его от сети постоянного напряжения.

При холостом ходе скорость якоря может превысить номинальную в 2,5 - 4 раза и выше, а это не допустимо из-за значительных центробежных сил, которые могут разрушить якорь. По этой причине режим холостого хода допустим только для двигателей малой номинальной мощности с относительно большими механическими потерями, ограничивающими скорость якоря. Двигатели с незначительными механическими потерями всегда должны нести нагрузку не менее 25% номинальной.

Регулирование скорости якоря осуществляют изменением напряжения на зажимах машины, а также шунтированием обмотки возбуждения или обмотки якоря резистором. Из этих способов полюсное регулирование, осуществляемое параллельным включением обмотки возбуждения регулируемого резистора, является наиболее экономичным.

Номинальный к. п. д. этих машин зависит от их номинальной мощности, быстроходности и рода тока. Так, у двигателей номинальной мощностью от 5 до 100 Вт он составляет от 0,25 до 0,55, а в машинах номинальной мощностью до 600 Вт его значение доходит до 0,70 и выше, причем работа двигателей на переменном токе всегда сопровождается пониженным к. п. д., что вызвано повышенными магнитными и электрическими потерями. Номинальный коэффициент мощности этих двигателей составляет 0,70 - 0,90. [2]

1.2. Достоинства и недостатки

Основным преимуществом УКД по сравнению с АД и синхронными двигателями является то, что они развивают значительный начальный пусковой момент благодаря последовательной обмотке возбуждения и позволяют без применения повышающего редуктора получить скорость якоря значительно выше синхронной.

Быстроходность универсальных коллекторных двигателей ограничивает их размеры и массу.

Достоинства в сравнении с коллекторным двигателем постоянного тока:

- Прямое включение в сеть, без дополнительных компонентов;
- Меньший пусковой (перегрузочный) ток и момент, что предпочтительнее для бытовых устройств;
- Простота схемы управления - тиристор, симистор, реостат;
- При выходе из строя электронного компонента двигатель остаётся работоспособным, но мощность увеличивается до максимума.

Недостатки в сравнении с коллекторным двигателем постоянного тока:

- Меньший общий КПД, из-за потерь на индуктивность и перемагничивание статора;
- Меньший максимальный момент.

Достоинства в сравнении асинхронным двигателем:

- Быстроходность и отсутствие привязки к частоте сети;
- Компактность;
- Большой пусковой момент;
- Автоматическое пропорциональное снижение оборотов (практически до нуля) и увеличение момента при увеличении нагрузки (при неизменном напряжении питания) — «мягкая» характеристика;
- Возможность плавного регулирования оборотов (момента) в очень широком диапазоне — от нуля до номинального значения — изменением питающего напряжения;

Недостатки в сравнении с асинхронным двигателем:

- Нестабильность оборотов при изменении нагрузки;
- Наличие щёточно-коллекторного узла и в связи с этим:
- Относительно малая надёжность (срок службы);
- Сильное искрение на коллекторе из-за коммутации переменного тока и связанные с этим радиопомехи;
- Высокий уровень шума;
- Относительно большое число деталей коллектора (и соответственно двигателя).

Следует отметить, что в современных бытовых устройствах ресурс электродвигателя (щёточно-коллекторного узла), сопоставим с ресурсом рабочих органов и механических передач.

АД и УКД одной и той же мощности, независимо от номинальной частоты асинхронного двигателя, имеют разную механическую характеристику:

УКД – «мягкая» характеристика, момент прямо, а обороты обратно пропорциональны нагрузке на валу (потребляемой мощности) – практически линейно – от режима холостого хода до режима полного торможения. Номинальный момент выбирается примерно в 3-5 раз меньшим максимального. Обороты холостого хода ограничиваются только потерями в двигателе и могут разрушить мощный двигатель при включении его без нагрузки.

АД – «жёсткая» характеристика – двигатель поддерживает близкую к номинальной частоту вращения, резко увеличивая момент при незначительном снижении оборотов. При значительном снижении оборотов (до полного торможения), момент двигателя не растёт, а даже падает, что вызывает полную остановку. Обороты холостого хода постоянны и слегка превышают номинальные.

Механическая характеристика в первую очередь и обуславливает разные области применения данных типов двигателей.

Из-за малых оборотов, ограниченных частотой сети переменного тока, асинхронные двигатели той же мощности имеют значительно большие вес и размеры, чем УКД. Если АД запитывается от преобразователя (инвертора) с высокой частотой, то вес и размеры обеих машин становятся соизмеримы. При этом остаётся жёсткость механической характеристики, добавляются потери на преобразование тока и, как следствие увеличения частоты, повышаются индуктивные и магнитные потери, снижается общий КПД. [2]

1.3. Принцип действия схемы управления коллекторными двигателями

- Схемы с широтно-импульсным регулированием частоты вращения ротора двигателя;
- Схемы с фазовым регулированием частоты вращения ротора двигателя.

Принцип действия, заложенный в первую из них, обеспечивает приемлемые параметры. Схема работает на частотах 1...20 кГц, в качестве ключевых элементов здесь используются мощные транзисторы. Однако на практике данная схема не обеспечивает должной надежности из-за неустойчивой работы транзисторов при больших импульсных токах. При перегрузках часто выходят из строя дорогостоящие силовые транзисторы.

Более надежной зарекомендовала себя методика с фазовым управлением частотой вращения, где в качестве регулирующих элементов используются тиристоры. Однако промышленные схемы, в которых используется указанный принцип, достаточно громоздки. В результате анализа некоторых из указанных схем выяснилось, что можно добиться значительного их упрощения без всякого ухудшения технических характеристик устройства. Стабильность частоты вращения двигателя в схеме, не уступает большинству

дорогостоящих импортных ШИМ регуляторов, а по надежности значительно превосходит их. [3]

Как уже отмечалось выше, в основу работы схемы, положен принцип фазовой регулировки частоты вращения коллекторного двигателя с использованием обратных связей по току и напряжению. Таким образом, указанная схема позволяет обеспечить стабильные обороты двигателя при значительных колебаниях нагрузки на валу, а также питающего напряжения. Можно реализовать режим, когда при увеличении нагрузки обороты двигателя увеличиваются.

В описываемой конструкции реализовано микропроцессорное управление схемой, однако можно использовать и аналоговое регулирование, с помощью переменного резистора.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад НР – 26300 руб, Оклад инженера 10р – 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации – 20 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Социальные отчисления – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Планирование работ и их временных оценок
2. Разработка устава научно-технического проекта	Смета затрат на проектирование
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Анализ полученных результатов

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ5Б	Левин О.И.		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Объектом исследования, данного научно исследовательского проекта, является автоматическая система регулирования скорости вращения коллекторного двигателя.

В настоящее время в быту и на производстве широко используются коллекторные двигатели. Их преимущество обусловлено, в первую очередь, простотой схемы управления, так как здесь нет необходимости использовать дорогостоящие частотные преобразователи.

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования научно исследовательского, выполняемого в рамках магистерской диссертации, при этом рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

4.1 Планирование работ научно исследовательского проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

определение структуры работ в рамках технического задания;

определение участников каждой работы;

установление продолжительности работ;

построение графика проведения работ.

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и инженер. На каждый вид запланированных работ установлена соответствующая должность исполнителя.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя	Длительность работ в рабочих днях
Разработка и выдача технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель Инженер	1
Выбор направления дальнейшей работы по диссертации	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8
Расчеты и моделирование УКД и регулятора скорости вращения	3	Изучение патентной базы	Инженер	13
	4	Информационный и литературный обзор преобразователя	Инженер	14
	5	Математическая УКД	Инженер	12
	6	Расчет параметров схемы регулятора скорости вращения	Инженер	5
	7	Имитационное моделирование регулятора скорости вращения	Инженер	15
Написание статьи в научный журнал	8	Формирование текущих результатов в статью	Инженер	2
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель Инженер	5
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки	Инженер	16
	11	Проверка магистерской диссертации	Научный руководитель Инженер	3
	12	Исправление ошибок	Инженер	2
Защита магистерской диссертации	13	Подготовка к защите магистерской диссертации	Инженер	4

Продолжительность выполнения проекта составит 100 рабочий день.

Из них:

9 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

100 день – продолжительность выполнения работ инженером.

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения технических работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [10].

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки магистерской диссертации. На основе таблицы 1 строим план – график проведения работ (таблица 2).

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 12 декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть, как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Далее по диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Таблица 2 - Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнитель работ	Раб.дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	1	—												
		Инженер	1	—												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8		—											
3	Изучение патентной базы	Инженер	13			—										
4	Информационный и литературный обзор УКД	Инженер	14				—									
5	Математическая модель регулятора скорости вращения	Инженер	12					—								
6	Расчет параметров схемы регулятора скорости вращения	Инженер	6						—							
7	Имитационное моделирование регулятора скорости вращения	Инженер	15							—						
8	Формирование текущих результатов в статью	Инженер	2									—				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	5										—			
		Научный руководитель	5										—			
10	Составление пояснительной записки	Инженер	16										—			
11	Проверка магистерской диссертации руководителем	Научный руководитель	3												—	
		Инженер	3												—	
12	Исправление ошибок	Инженер	2												—	
13	Подготовка к защите магистерской диссертации	Инженер	4													—

4.2 Смета затрат на проектирование

Смета затрат на проект ($K_{\text{п}}$) включает в себя материальные затраты, амортизацию, затраты на заработную плату, на социальные нужды, прочие и накладные затраты.

$$K_{\text{п}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з}} / \text{пл} + K_{\text{с.о}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}}, \quad (4.1)$$

где $K_{\text{мат}}$ – материальные затраты;

$K_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники;

$K_{\text{з}}/\text{пл}$ – затраты на заработную плату;

$K_{\text{с.о.}}$ – затраты на социальные нужды;

$K_{\text{пр}}$ – прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ – накладные затраты.

4.2.1 Материальные затраты

В данной работе материальные затраты принимаем в размере 2000 рублей на канцелярские товары.

4.2.2 Затраты на амортизацию

Так как для работы над магистерской диссертацией используется компьютерная техника, посчитаем ее амортизацию.

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \quad \text{где} \quad (4.2)$$

$T_{исп.кт}$ – время использования компьютерной техники (80 дней);

$T_{кал}$ – календарное время (365 дней);

$C_{кт}$ – цена компьютерной техники (35000 руб);

$T_{сл}$ – срок службы компьютерной техники (5 лет).

$$K_{ам} = \frac{80}{365} \cdot 35000 \cdot \frac{1}{5} = 3836 \text{ руб.}$$

4.2.3 Затраты на заработную плату

Вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные и стимулирующие выплаты, затраты на заработную плату (для инженера и НР).

$$Kз / пл = ЗП_{инж} + ЗП_{нр} \quad (4.3)$$

$$ЗП_{мес} = ЗП_о \cdot K1 \cdot K2, \text{ где} \quad (4.4)$$

$K1$ – коэффициент, учитывающий отпуск (1,1 = 10%);

$K2$ – районный коэффициент (1,3 = 30%);

$ЗП_о$ – месячный отклад (для доцента 26300 р., для инженера 17000р.).

Для научного руководителя:

$$ЗП_{мес} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$ЗП_{мес} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{ор} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n, \text{ где} \quad (4.5)$$

21 – число рабочих дней в месяц;

n – фактическое число дней в проекте.

Для научного руководителя:

$$ЗПор = \frac{37609}{21} \cdot 9 = 16118 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$ЗПор = \frac{24310}{21} \cdot 100 = 115762 \text{ руб.}$$

$$Кз / нл = 16118 + 115762 = 131880 \text{ руб.}$$

4.2.4 Затраты на социальные нужды

Затраты организации по обязательным и добровольным взносам в органы государственного страхования, пенсионного фонда, фонда медицинского страхования от затрат на оплату труда работников, занятых в производстве продукции, работ, услуг в непроизводственной сфере в соответствии с порядком, установленным законодательством.

Затраты на социальные нужды берем в размере 30% от $Кз/нл$.

$$Кс.о. = \frac{Кз / нл \cdot 30\%}{100\%} \quad (4.6)$$

$$Кс.о. = \frac{131880 \cdot 0,3}{1} = 39564 \text{ руб}$$

4.2.5 Прочие затраты

Прочие затраты принимаются в размере 10% от ($Кмат + Кам + Кз/нл + Кс.о$)

$$Кпр = \frac{(Кмат + Кам + Кз / нл + Кс.о.) \cdot 10\%}{100\%} \quad (4.7)$$

$$Кпр = \frac{(2000 + 1673 + 131880 + 39564) \cdot 0,1}{1} = 17512 \text{ руб.}$$

4.2.6 Накладные затраты

Затраты, не связанные прямо с производством отдельного изделия или вида работы и относимые на весь выпуск продукции. К ним относятся: расходы на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт зданий, сооружений и оборудования; отчисления на социальное страхование и другие обязательные платежи; содержание и заработную плату административно-управленческого персонала; расходы, связанные с потерями от брака и простоев и др.

Накладные расходы принимаются в размере 200% от $Kз/пл$.

$$K_{накл} = \frac{Kз / пл \cdot 200\%}{100\%} \quad (4.8)$$

$$K_{накл} = \frac{131880 \cdot 2}{1} = 263760 \text{ руб.}$$

Сведем полученные результаты в таблицу.

Таблица 3 – Смета затрат на проект

№	Элементы затрат	Стоимость, руб.
1	Материальные затраты	2000
2	Амортизация компьютерной техники	3836
3	Затраты на заработную плату	131880
4	Затраты на социальные нужды	39564
5	Прочие затраты	17512
6	Накладные расходы	263760
	Итого:	458552

Смета затрат на проект:

$$K_{\text{III}} = 2000 + 3836 + 131880 + 39564 + 17512 + 263760 = 458552 \text{ руб.}$$

В результате проделанной работы, на выходе проекта достигаем необходимый результат, тем самым можно сделать вывод, что проект реализован, выполнен верно.

Произведено описание математической модели регулятора скорости вращения, а также получены передаточные функции для разомкнутой и замкнутой системы.

Разработан управляющий алгоритм микропроцессорной системы управления двигателем. Спроектирована модель силовой схемы управления в среде MATLAB Simulink. Получены переходные характеристики при различных моментах нагрузки, из которых видно, что система обеспечивает стабильную отработку заданной скорости вращения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</i>	<i>Главный объектом рассмотрения исследования является помещение сборочного цеха.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность <i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды</i>	<i>Вредные факторы производственной среды:</i> 1. микроклимат; 2. шум; 3. вибрации; 4. вредные вещества
<i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – электробезопасность;</i>	<i>Электробезопасность:</i> поражение электрическим током.
2. Экологическая безопасность • анализ воздействия объекта на атмосферу (отходы); • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий	<i>Обращение с отходами:</i> В случае аварий возможны выбросы различных загрязнителей, которые оказывают негативные воздействия на окружающую среду – атмосферу, гидросферу, литосферу.
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: • перечень возможных ЧС на объекте; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Наиболее распространенным ЧС на объекте является возгорание в следствие аварий в электрических цепях. Разработаны мероприятия по предупреждению возгораний (п.2.1) и электропоражений (п.2.2) и мер по ликвидации их последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: • Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	<i>Право на условие труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены.</i> <i>Соц. страхование работников.</i>

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский Анатолий Григорьевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич		

5. Социальная ответственность при работе

Введение

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально - экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Задачи техники безопасности — на основе изучения производственных процессов и трудовых приемов установить и устранить причины, которые могут вызвать несчастный случай на производстве.

5.1. Описание рабочей зоны

Сборочный цех состоит из нескольких самостоятельных участков (сборок), на которых производят многообразные операции по сборке трансформаторов: расшихтовку и шихтовку верхнего ярма магнитопровода, насадку обмоток НН и ВН, прессовку обмоток, пайку и сборку схемы отводов, комплектовку крышки, опускание активной части в бак.

Многие из этих операций выполняют с помощью мостового крана со специальных лестничных стеллажей, поэтому сборщик трансформаторов должен соблюдать все правила техники безопасности.

Начальник цеха и мастер производственного участка несут ответственность за своевременное и качественное проведение инструктажа.

Оценка микроклимата проводится по СанПиНу 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

5.2. Анализ опасных и вредных факторов

К числу вредных производственных факторов относятся: неблагоприятные метеорологические условия, высокие уровни *шума и вибрации*, электромагнитные и ионизирующие излучения, производственные

пыли, газы, пары, яды, вредные микроорганизмы, механические факторы, могущие привести к травмированию персонала. К *опасным* на данном производстве относятся следующие факторы[11]:

- Возможность поражение человека вращающимися частями электрооборудования;
- Возможность термическое поражение при контакте с частями электроустановок;
- Возможность поражения электричеством.

5.3. Производственная санитария

Согласно ГОСТ 12.0.002-97 производственной санитарией называется система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Для создания нормальных условий работы объем производственных помещений должен составлять на одного работающего не менее 15 м, площадь не менее 4,5 м, при высоте помещения не меньше 3,2 м.

В цехах должны быть предусмотрены гардеробные, душевые, помещения для отдыха, оздоровительные кабинеты для рабочих завода.

5.3.1. Микроклимат рабочей зоны

Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет микроклимат в производственных помещениях.

По ГОСТ 12.1.005-97ССБТ нормируются следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздушного потока, ПДК вредных веществ. Эти данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Оптимальные величины показателей микроклимата в
производственных помещениях

Период года	Категория работы	Температура, С°	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22-24	60-40	0,1
	Iб	21-23		0,1
	IIa	19-21		0,2
	IIб	17-19		0,3
	III	16-18		0,3

Окончание таблицы .1.

Теплый	Ia	23-25	60-40	0,1
	Iб	22-24		0,1
	IIa	20-22		0,2
	IIб	19-21		0,2
	III	18-20		0,3

При оценке допустимых значений температуры и влажности воздуха учитывается категория тяжести работ. По степени физической тяжести работа относится к категории средней тяжести IIб (СанПиН 2.2.4.548-96).

Параметры микроклимата в зимнее время поддерживаются системой отопления, летом – общеобменной вентиляцией.

5.3.2. Вентиляция

Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий и чистоты воздушной среды, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

Основная задача вентиляции — удалить с помещения загрязненный или нагретый воздух и подать свежий.

Вентиляция классифицируется по таким признакам:

- по способу перемещения воздуха: естественная, искусственная (механическая) и совмещенная (естественная и искусственная одновременно);
- по направлению потока воздуха: приточная, вытяжная, приточно-вытяжная;
- по месту действия: общеобменная, местная, комбинированная.

Естественная и искусственная вентиляции должны отвечать следующим санитарно-гигиеническим требованиям:

- создавать в рабочей зоне помещений соответствующие нормам метеоро-логические условия труда (температуру, влажность и скорость движения воздуха);
- полностью удалять из помещений вредные газы, пары, пыль и аэрозоли или растворять их до предельно допустимых концентраций;
- не вносить в помещение загрязненный воздух снаружи или путем засасывания из смежных помещений;
- не создавать на рабочих местах сквозняков или резкого охлаждения;
- быть доступными для управления и ремонта в процессе эксплуатации;
- не создавать в процессе эксплуатации дополнительных неудобств (например, шума, вибраций, попадания дождя, снега).

В цехах завода используется *общеобменная, механическая приточно-вытяжная вентиляция*. Для очистки загрязненного воздуха, выбрасываемого в атмосферу используются пылеотделители [14].

5.3.3. Защита от шума и вибрации

Среди всех видов механических воздействий для технических объектов наиболее опасна вибрация. Знакопеременные напряжения, вызванные вибрацией, содействуют накоплению повреждений в материалах, появлению трещин и разрушению. Чаще всего и довольно быстро разрушение объекта наступает при вибрационных влияниях в условиях резонанса. Вибрация вызывает также и отказы машин, приборов.

Действие шума на организм человека не ограничивается влиянием на организм человека. Повышенный шум влияет на нервную и сердечнососудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям. Для измерения громкости (в децибелах Дб) может быть использован двушкальный шумомер.

В качестве защиты от шума и звука следует применять нормирование; некоторые технические тонкости, звукоизоляцию, звукопоглощение, специальные глушители аэродинамического шума, средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, противошумные каски, специальная противошумная одежда).

Таблица 5 – Допустимые уровни шума (ГОСТ 12.1.003-83)

Категория машины	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, по дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на территории предприятий	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 6 – Допустимые амплитуды виброперемещений для различных условий воздействия вибрации (ГОСТ 12.1.012-90)

Частота гармонической составляющей, Гц	Амплитуда виброперемещения, $\text{м} \times 10^{-3}$		
	на постоянных рабочих местах стационарных машин в производственных помещениях	в производственных помещениях, не имеющих источников вибрации	в помещениях работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом
2	1,4	0,57	0,2026
4	0,25	0,1	0,0354
8	0,063	0,025	0,0090
16	0,0282	0,0112	0,0039
31,5	0,0141	0,0056	0,0020
63	0,0072	0,0028	0,0010

Всё оборудование, являющееся источником вибраций, должно быть установлено на виброопорах [15].

5.3.4. Освещение

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормированных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Большое влияние на работоспособность человека оказывает освещение производственного помещения. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность его ошибочных действий.

Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Поэтому в соответствии с СП все цеха завода имеют естественное освещение. Но дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня, а так-же, зависит от погодных условий.

Поэтому цеха завода обеспечиваются естественным и искусственным освещением. В качестве источников искусственного освещения применяются дуговые ртутные лампы (Д-Л).

5.4. Электробезопасность

Электрический ток представляет значительную опасность для здоровья человека непосредственно при контакте человека с токопроводящей поверхностью.

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [15].

Прохождение электрического тока через тело человека вызывает поражение различных органов, оказывает воздействие на нервную систему, кровеносно-сосудистую систему человека, на кровь, сердце, мозг и т.д.

Виды воздействий электрического тока на организм человека:

- термическое воздействие тока проявляется в ожогах, нагрев кровеносных сосудов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути протекания тока до критической температуры;
- электролитическое действие тока выражается в разложении крови, что нарушает ее состав и функции;
- механическое действие тока проявляется в значительном давлении в кровеносных сосудах и мышечных тканях;
- биологическое действие тока проявляется в раздражении живых тканей, что вызывает реакцию организма – возбуждение, что и обуславливает непроизвольное сокращение мышц.

При наиболее неблагоприятном исходе воздействие электрического тока может привести к смерти человека.

Основным документом, регламентирующим воздействие электрического тока в производственных условиях, является ГОСТ 12.1.009-76.

Для защиты персонала от поражения электрическим током в цехах завода используются следующие меры: защита от случайного прикосновения; защитное заземление; зануление.

5.4.1. Защита от случайного прикосновения

Для исключения возможности случайного прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям в цехах завода обеспечивается их недоступность путем ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступную высоту.

Ограждения применяются как сплошные, в виде кожухов и крышек, применяемые в электроустановках до 1000 В, так и сетчатые, которые имеют двери, запирающиеся на замок.

в электроустановках до 1000 В ограждаются – неизолированные токоведущие части, находящиеся под напряжением части ЭД, пусковая аппаратура, открытые плавкие вставки.

В электроустановках выше 1000 В – все без исключения токоведущие части (изолированные и неизолированные) должны быть надежно ограждены

сетками, закрыты металлическими дверями, заключены в металлические ящики или расположены на недоступной высоте.

Блокировки применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях и электрических аппаратах. Электрические блокировки осуществляют разрыв цепи специальными контактами, которые устанавливаются на дверях кожухов. Блокировки применяются также для предупреждения ошибочных действий персонала при переключениях [15].

5.4.2. Защитное заземление

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокведущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.). Основное назначение защитного заземления – устранение опасности поражения персонала электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования.

Стоит отметить, что защитное заземление не всегда может быть эффективным. Тогда прибегают к занулению.

5.4.3. Зануление

Защитное зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

Зануление применяется в четырехпроводных сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью.

При занулении корпуса электрооборудования соединяются не с заземлителями, а с нулевым проводом.

Принцип действия: зануление превращает замыкание на корпус в однофазное короткое замыкание, в результате чего срабатывает максимальная токовая защита и селективно отключает поврежденный участок сети. Кроме того, зануление снижает потенциалы корпусов, появляющиеся в момент замыкания на землю. При замыкании на зануленный корпус ток короткого замыкания проходит через обмотки трансформатора, фазный провод и нулевой провод [15].

5.5. Пожарная безопасность

Пожар – неконтролируемое горение, приводящее к ущербу и возможным человеческим жертвам. Опасными факторами пожара, воздействующими на людей являются:

- открытый огонь
- искры
- повышенная температура окружающей среды
- токсичные продукты горения, дым
- пониженная концентрация кислорода
- падающие части строительных конструкций, станков, агрегатов

По пожарной безопасности данное производство относится к категории Г., здание по огнестойкости относится к III степени, где стены, колонны – негорючие, несущие конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий – трудногорючие, плиты, настилы и др. несущие конструкции покрытий – горючие.

Основными причинами пожаров от электрического тока является короткое замыкание, перегрузки электрических установок, переходные сопротивления и искрения.

Основные меры защиты от пожара это:

1) Ограничение количества горючих веществ в производственном помещении, изоляция (герметизация) горючей среды.

2) Устранение возможных источников зажигания: электрических искр, нагрева оболочек оборудования, искр от удара инструмента, статического электричества и т. п.

3) Применение конструкций зданий, в том числе стен, колонн, перекрытий и т. п., определенной огнестойкости (например, в течение 0,25—2,5 ч) и горючести (несгораемые, трудносгораемые, сгораемые). Применение огнестойких покрытий конструкций в помещениях (окраска, облицовка, специальная пропитка).

4) Устройство противопожарных преград, противодымной защиты.

5) Устройство путей эвакуации людей в случае пожара.

6) Противопожарный режим на электростанции.

7) Пожарная охрана и сигнализация.

Противопожарный режим на электростанции включает разносторонние мероприятия. Чтобы газ или угольная пыль не попадали в помещение, технологическое оборудование, пыле- и газопроводы, горелки и т. п. надежно уплотняют. Помещения, а также тару из-под взрывоопасных веществ вентилируют, чтобы избежать скопления взрывоопасной газовоздушной смеси.

Запрещается хранить в тепловых цехах легковоспламеняющиеся и горючие вещества, такие как керосин, спирт, масло, бензин и т.п. Смазочный материал хранят в специальных контейнерах или шкафах вблизи рабочего места.

Легковоспламеняющимися являются эфиры, спирты, сероуглерод, бензин, бензол, ацетон. Их хранят в отдельном сухом, вентилируемом помещении или устройстве из несгораемого материала. Непосредственно в рабочем помещении лаборатории огнеопасные вещества содержат в герметически закрытой посуде в специальном шкафу с надписью

«Огнеопасные вещества»; разрешается иметь не более 1 кг каждого из огнеопасных веществ, но не более 3–4 кг в общей сложности.

Работу с применением растворителей (бензола и др.) выполняют в вытяжном шкафу. Их нельзя проливать на пол или одежду; они могут моментально вспыхнуть. В случае попадания растворителя на одежду ее необходимо сменить. Если пролит растворитель, то рабочие немедленно должны покинуть помещение, пока его не уберут и не проветрят. Огнеопасные нерастворимые в воде вещества (например, бензин, эфир, скипидар) при возгорании нельзя тушить водой; для этого используют сухой чистый песок.

В помещении, где работают с огнеопасными веществами, нельзя пользоваться открытым пламенем; нужно применять электрические нагреватели с закрытым резистором или водяные бани.

Промасленный обтирочный материал способен самовозгораться. В таких случаях, данный материал располагают в закрытых металлических ящиках с отделениями для грязного и чистого материала.

Полы в помещениях тепловых цехов выполняют ровными, нескользящими, огнестойкими из твердых, прочных несгораемых материалов. Их поддерживают постоянно в сухом и чистом состоянии. Пролитое масло должно немедленно насухо вытираться.

Помимо пожарного оборудования в местах, определенных пожарной охраной, должны быть размещены пожарные щиты со следующим набором пожарного оборудования: топоров – 2; ломов и лопат – 2; багров железных – 2; ведер, окрашенных в красный цвет – 2; огнетушителей – 2.

При тушении пожаров в электроустановках возникает опасность поражения электрическим током. Необходимо отключить напряжение, прежде чем приступать к тушению пожара. Поражение электрическим током может наступить в результате ГОСТ 12.2 037-78:

- непосредственного прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прохождения тока утечки через тело человека;

- попадание под шаговое напряжение. Наибольшая вероятность поражения возникает в случае, при котором струя огнетушащего состава достигает частей электроустановки, находящейся под напряжением. Одним из решений является применение токонепроводящих огнетушащих составов. Кроме того, возгорание возможно в труднодоступных для тушения частях установки.

Существенную роль в пожарной безопасности электроустановок играют правильный выбор и режим работы электрооборудования с учетом пожароопасности и взрывоопасности помещений.

Выбор электрического оборудования для пожароопасных помещений, и наружных установок производится в зависимости от класса помещения, по степени пожарной опасности осуществляется согласно ПУЭ-85 гл.7.4.

В пожароопасных помещениях, как правило, применяются машины закрытого типа, защита и аппаратура в пыленепроницаемом исполнении.

На каждом предприятии должен быть установлен противопожарный режим и выполнены противопожарные мероприятия. Составляются карточки тушения пожара и оперативный план пожаротушения. Оперативный план пожаротушения является основным документом, состоит из графической и текстовой части и разрабатывается предприятием совместно с пожарной охраной.

При обнаружении возгораний или пожара оперативный персонал согласно регламенту:

1. Вызывает пожарную команду.
2. Оповещает руководство предприятия.
3. Производит необходимые отключения и заземления оборудования.
4. Встречает пожарную команду, производит инструктаж по ПТБ.
5. Выдает разрешение (допуск) на тушение пожара.
6. Выдает средства защиты.
7. Заземляет пожарную машину и ствол.

В каждом цехе должна быть разработана инструкция о конкретных мерах пожарной безопасности, противопожарном режиме и план эвакуации персонала из помещений.

Пути эвакуации персонала категорически запрещается загромождать оборудованием. На путях эвакуации устанавливаются указатели и световые табло.

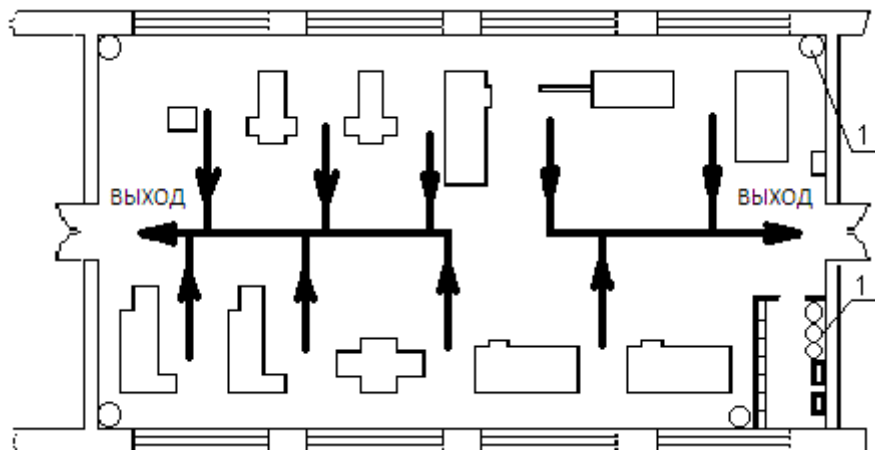


Рис. 29 – Пример плана эвакуации персонала ремонтно-монтажного цеха.

Каждый случай пожара (возгорания) должен расследоваться в соответствии с «Инструкцией по расследованию и учету пожаров, происшедших на объектах энергетики» специально назначенной комиссией для установления причин, убытков, виновников возникновения пожара (возгорания) и разработки противопожарных мероприятий для других объектов.

5.6. Охрана окружающей среды

Одной из важнейших задач современности является проблема защиты окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких размеров, что в некоторых районах уровень загрязнения существенно превышает санитарные нормы. Особую опасность представляет собой загрязнение атмосферы.

Существует четыре класса опасности веществ. Механические цеха относятся к IV классу. Экономический эффект принятых мероприятий по

сокращению промышленных выбросов в атмосферу достигается за счет предотвращения экономического ущерба в зоне их влияния на: здоровье человека, промышленность, коммунальное хозяйство, лесное и сельское хозяйство.

Среди различных составляющих экологической проблемы (истощение сырьевых ресурсов, нехватка чистой пресной воды, возможные климатические катастрофы) наиболее угрожающий характер приняла проблема загрязнения природных ресурсов, воды, воздуха и почвы отходами промышленности и транспорта. На ГЗСК для очистки промышленных стоков применяются промышленные грязеотстойники. Эмульсия и масла в цехах собираются и сдаются.

Для очистки воздуха от промышленной пыли применяются местные отсосы в заточных отделениях и общие в цехах.

Основными задачами в области охраны окружающей среды являются улучшение и совершенствование технологических процессов с целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду, создание безотходных технологий, увеличение выпуска высокоэффективных газо- и пылеулавливающих аппаратов, воздухоочистительного оборудования, а также приборов и автоматических станций контроля за загрязнением окружающей среды.

В данном цехе воздух рабочей зоны имеет большое количество аэрозоли индустриальных масел, абразивной пыли, которая возникает при заточке инструмента.

По ГОСТ 12.3.1.005 – 85 установлены предельные допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе – это концентрации, которые при 8-ми часовом рабочем дне за весь день не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Стандарт устанавливает ПДК для более чем 700 видов вредных веществ. При длительности работы в атмосфере, содержащей окись углерода, не более 1-го часа ПДК окиси углерода может быть повышена до 50 мг/м³, при длительности работы не более 30-ти минут – до 100 мг/м³, при длительности работы не более 15-ти минут – до 200 мг/м³.

Повторные работы в условиях содержания окиси углерода в воздухе рабочей зоны могут производиться с перерывом не менее 2-х часов.

Предприятия и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения вредных и опасных веществ в окружающую среду, должны отделяться от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Для определения этих зон все промышленные предприятия, в зависимости от характера производства, разделены на пять классов (СН 246-71). К первым трем классам (с зонами соответственно 1000м, 500м, 300м) относятся металлургические, химические, термические и другие предприятия. Машиностроительные предприятия относятся преимущественно к IV и V классам.

Класс IV устанавливает санитарно-защитную зону 100м. В этот класс входят предприятия по производству машин и приборов электротехнической промышленности, при наличии литейных и других горячих цехов, предприятия металлообрабатывающей промышленности, имеющие цеха с чугуном, стальным (в количестве 1000 т/год) литьем и др.

Класс V устанавливает санитарно-защитную зону 50 м. В этот класс входят предприятия металлообрабатывающей промышленности, имеющие цеха с термической обработкой, но без литейных; предприятия по производству приборов для электротехнической промышленности, при отсутствии литейных цехов и без применения ртути. Установленные для промышленных предприятий санитарно-защитные зоны уменьшают возможность выноса за пределы этих зон пыли, вредных газов, шума. В

отдельных случаях защитная зона может быть увеличена, но не более чем в три раза.

Территория санитарно-защитных зон допускается использовать для строительства зданий управления, бытового обслуживания, складов, гаражей, стоянок транспортных средств, озеленения.

5.7. Эвакуация людей из зданий и помещений

В соответствии с требованиями главы СНиП 11-2-80 эвакуационные пути должны обеспечивать эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий и сооружений, в течение необходимого времени эвакуации. Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий определяют исходя из протяженности эвакуационных путей и скорости движения людских потоков на всех участках пути от наиболее удаленных мест до эвакуационных выходов.

5.8. Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация - это внешне неожиданная, внезапно возникшая обстановка, характерная резким нарушением установившегося процесса, которая может привести к людским или материальным потерям.

ЧС делят на: масштабы распространения, причина возникновения, природа возникновения, возможность предотвращения.

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на электростанциях являются пожары.

Основными причинами пожара являются: неисправности в электрических сетях, нарушение мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т.п.).

Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания:

окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении. Критическими значениями параметров для человека, при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара, являются:

- температура – 70 °;
- плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м²;
- концентрация окиси углерода – 0,1% объема;
- видимость в зоне задымления – 6-12 м.

В число предупредительных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар (взрыв), на ограничение (локализацию) распространения пожаров, создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре, своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем, тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности.

Содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания.

Своевременное обнаружение пожара может достигаться оснащением производственных и бытовых помещений системами автоматической пожарной сигнализации или, в отдельных случаях, с помощью организационных мер.

При эвакуации горящие помещения и задымленные места проходите быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью. В сильно задымленном помещении передвигайтесь ползком или пригнувшись – в прилегающем к полу пространстве чистый воздух сохраняется дольше.

Отыскивая пострадавших, окликните их. Если на человеке загорелась одежда, помогите сбросить ее либо набросьте на горящего любое покрывало и плотно прижмите. Если доступ воздуха ограничен, горение быстро прекратиться. Не давайте человеку с горящей одеждой бежать.

Первая помощь – это простейшие срочные меры, необходимые для спасения жизни и здоровья пострадавшим при повреждениях, несчастных случаях и внезапных заболеваниях. Она оказывается на месте происшествия до прибытия врача или доставки пострадавшего в больницу.

С целью устранения причин пожара предусматривают мероприятия организационного, эксплуатационного, технического и режимного характера. К организационным мероприятиям относят: обучение работающих противопожарным правилам; проведение бесед, инструктажей и т.п.; и эксплуатационным мероприятиям - правильную эксплуатацию техники и оборудования, правильное содержание зданий и территорий; к технологическим мероприятиям - соблюдение противопожарных правил при устройстве отопления, вентиляции и КВ; к режимным мероприятиям - запрещение курения в не установленных местах, производства сварочных работ в пожароопасных помещениях и т.п.

Обследование и проверку соблюдения противопожарного режима проводит Госпожнадзор и пожарно-техническая комиссия предприятия. Эта комиссия проводит не реже 2-4 раз в год пожарно-технические обследования всех объектов предприятия в присутствии ответственных лиц за ПБ по данному объекту и намечает пути и способы устранения выявленных недостатков.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован и исследован регулятора скорости вращения универсального коллекторного двигателя.

Произведено описание математической модели регулятора скорости вращения, а также получены передаточные функции для разомкнутой и замкнутой системы.

Разработан управляющий алгоритм микропроцессорной системы управления двигателем. Спроектирована модель силовой схемы управления в среде MATLAB Simulink. Получены переходные характеристики при различных моментах нагрузки, из которых видно, что система обеспечивает стабильную отработку заданной скорости вращения.

В среде Proteus произведена разработка принципиальной схемы регулятора скорости вращения. Спроектирована печатная плата с выполненной ручной трассировкой всех элементов. Представлена 3D визуализация модели печатной платы.

В разделе финансового менеджмента и ресурсоэффективности были выполнены расчеты затрат на проектирование в соответствии с графиком выполнения проектных работ.

В разделе социальной ответственности был произведен анализ возможных вредных и опасных факторов, а также разработаны способы их устранения. Без внимания не остались чрезвычайные ситуации. Были рассмотрены наиболее вероятные ЧС. Представлен план эвакуации здания.

Публикации

Статья «Регулятор скорости вращения универсального коллекторного двигателя» опубликованная в материалах IV международного молодежного форума «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ».

Список использованных источников

1. Электронный ресурс:
<http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/323-universalnye-kollektornye-dvigateli.html>
2. Электронный ресурс: <http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskaya-chast-elektrostanciy-5.html>
3. Электронный ресурс: <http://meandr.org/archives/25248>
4. Бессекерский В.А., Попов Е.П. «Теория систем автоматического регулирования.»-3-е изд. исправленное. -М.: Наука, 1975.-768с.,ил.
5. Воронов.А.А., Титов В.К., Новогранов Б.Н. «Основы теории автоматического регулирования и управления». -М.: Высшая школа, 1977.-519с.,ил.
6. Федотов А.В. «Анализ и синтез систем автоматического регулирования при проектировании средств автоматизации»: Учеб. пособие .- Омск: Изд-во ОмГТУ, 1995.-48с.
7. Китаев Ю.В. Основы программирования микроконтроллеров АТМega128 и 68hc908. Учебное пособие: СПб: СПбГУ ИТМО, 2007, 107 с.
8. А.В.Евстифеев. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы Atmel. Изд-во "Додека-XXI", М, 2005г, 105 с
9. Слащев И.В. Конструирование печатных плат. Разработка конструкторской документации: учебное пособие / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006 – 172 с
- 10.Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: Издательство Томского политехнического университета 2014
- 11.ГОСТ 12.3.002-75.Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности
- 12.ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности

13. Положение о декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов предприятий, согласованного с Госгортехнадзором РФ за № 03-35/39 от 23.02.1999 г.
14. ППБ 01 – 03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
15. ГОСТ 12.1.030 -81. Защитное заземление, зануление.
16. Закон РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г № 68-ФЗ).
17. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 – 03. Санитарно – защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. –М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003

Приложение 1

The automatic system of regulation of a speed of a rotation of the collector engine is.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ5Б	Левин Олег Игоревич		

Консультант кафедры ЭПЭО

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Краснов Иван Юрьевич	К.Т.Н.		

Консультант - лингвист кафедры ИЯЭИ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Баластов Алексей Владимирович			

Introduction

The object of a research, this engineering design, the automatic system of regulation of a speed of a rotation of the collector engine is.

Collector engines are widely used in life and on production by today. Their advantage is caused, first of all, by simplicity of the scheme of management and there is no need to use expensive frequency converters.

For stabilization of frequency of rotation of such engines it is possible to do without bulky and difficult systems in service on the basis of sensors of provision of a rotor, etc. Besides, these engines provide considerable torque, at a possibility of regulation of frequency of rotation of a rotor in wide limits (from the maximum working frequency exceeding at some engines 5000 rpm, almost to zero).

As it was already noted above, there is the principle of phase adjustment of frequency of rotation of the collector engine with use of feedback on current and tension is put in a basis of work of the scheme. Thus, the specified scheme allows providing stable turns of the engine at considerable fluctuations of loading on a shaft, and also the feeding tension. It is possible to realize the mode when at increase in loading turns of the engine increase.

In the described design microprocessor management of the scheme is realized, however it is possible to use also analog regulation, by means of the variable resistor.

Universal collector engines

Universal collector engines are electric motors of low power of consecutive excitement with the partitioned excitement winding thanks to what they can work both on constant, and on variable standard tension approximately with identical properties and characteristics. Such electric motors use for the drive of low-power high-speed devices and many household appliances. They can provide broad and smooth regulation of speed.

On the device these engines differ from engines of a direct current of the general application in a design of the stator which magnetic system is collected from the thin sheets of electrotechnical steel isolated from each other with the acting poles. On them put two sections of a winding of excitement. These sections connect consistently to an anchor and have on both sides from his conclusions that reduces a radio noise from pricing on a collector under brushes which at power supply of the engine from network of alternating voltage especially amplifies because of essential deterioration in conditions of switching.

Depending on an engine design the winding of excitement can be connected to an anchor into the car or can have independent external clips that it is more convenient for change of the direction of rotation of an anchor by change of places of the wires suitable to his clips or to excitement winding clips. The anchor of universal engines is arranged as well as an anchor of cars of a direct current, and his winding is attached to collector plates to which brushes are pressed.

Start-up of these engines is carried out direct inclusion in network of constant or alternating voltage which corresponds to the rated voltage specified in her plate.

Speed of an anchor of the universal collector engine of consecutive excitement is directly proportional to tension on his clips and is inversely proportional to amplitude of a magnetic flux depending on loading on an electric motor shaft.

Mechanical characteristics at such electric motors differ depending on that at what tension (variable or constant) the electric motor as at power from network of

constant tension there is only a power failure created by resistance of windings of excitement and an anchor to a direct current while at accession to network of alternating voltage there is still a considerable inductive power failure on windings of excitement and an anchor works. Besides, at alternating current at a small speed of an anchor the considerable shift of phases between tension and current takes place that sharply reduces the moment on an engine shaft.

For obtaining approximately identical mechanical characteristics on an alternating and direct current include the partitioned winding of excitement of the engine on a direct current completely, and at inclusion on alternating current - partially for what the engine is attached to the relevant network clips with the designations "+ "and" - "or clips with designations" ~".

At the nominal modes connecting to the power from network of constant and variable tension, the rated speed of an anchor is identical. However, at an overload of the engine attached to network of alternating voltage, the speed of an anchor decreases stronger, and when unloading increases quicker, than during his work from network of constant tension.

When no-load operation of an anchor can exceed nominal by 2,5 - 4 times above, and it isn't admissible because of significant centrifugal forces which can destroy an anchor. For this reason we will allow the mode of idling only for engines of low rated power with rather big mechanical losses limiting anchor speed. Engines with insignificant mechanical losses always have to bear loading not less than 25% of nominal

Regulation of speed of an anchor is realized voltage variation on machine clamps, and also shunting of the drive winding or a winding of an anchor the resistor. From these methods the polar regulation which is realized by parallel switching on of the drive winding of the adjustable resistor is the most economic.

The rated efficiency of these machines depends on their power rating, rapidity and a kind of current. So, at engines power rating from 5 to 100 W it makes from

0,25 to 0,55, and in machines power rating its value reaches 600 W to 0,70 and above, and operation of engines on an alternating current is always followed reduced to. the item of that is caused by the increased magnetic and electrical losses. The rated electrical power factor of these engines makes 0,70 - 0,90.

Приложение 2

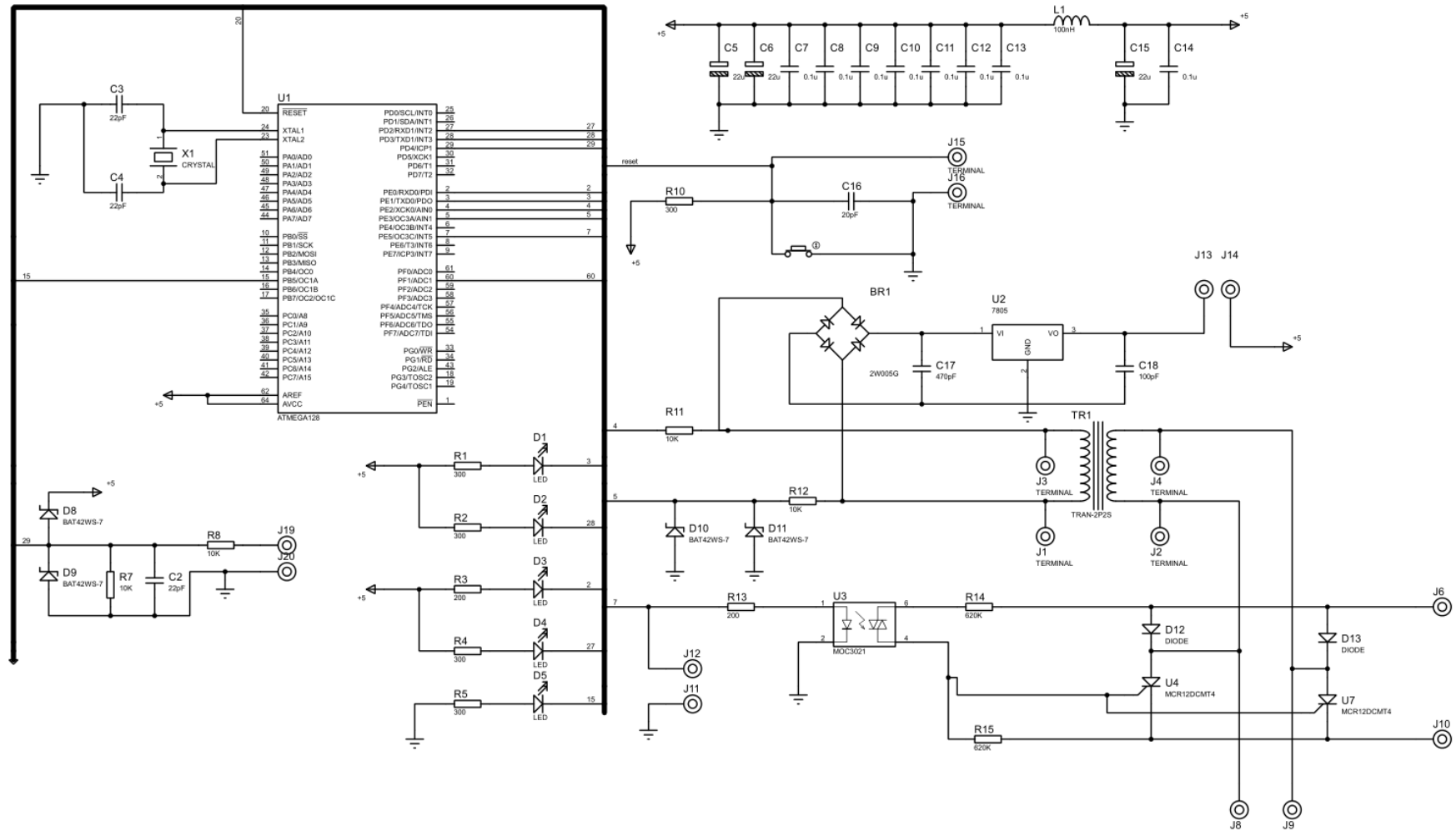


Рис. 30 – Принципиальная электрическая схема разрабатываемого регулятора скорости вращения

Приложение 3

Таблица 7 - Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнитель работ	Раб.дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	1	—												
		Инженер	1	—												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8		—											
3	Изучение патентной базы	Инженер	13			—										
4	Информационный и литературный обзор УКД	Инженер	14				—									
5	Математическая модель регулятора скорости вращения	Инженер	12					—								
6	Расчет параметров схемы регулятора скорости вращения	Инженер	6						—							
7	Имитационное моделирование регулятора скорости вращения	Инженер	15							—						
8	Формирование текущих результатов в статью	Инженер	2									—				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	5										—			
		Научный руководитель	5										—			
10	Составление пояснительной записки	Инженер	16										—			
11	Проверка магистерской диссертации руководителем	Научный руководитель	3												—	
		Инженер	3												—	
12	Исправление ошибок	Инженер	2												—	
13	Подготовка к защите магистерской диссертации	Инженер	4												—	

