

###### **1 Цели освоения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Электрический привод» является формирование у студентов знаний в области современного электропривода, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо:

-создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода;

-научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву;

- научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

2 **Место дисциплины в структуре ООП подготовки бакалавра**

Дисциплина “Электрический привод” изучается в 5-м семестре.

Дисциплина входит в профессиональный цикл дисциплин и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин “Математика”, “Физика”, “Теоретические основы электротехники”, “Электрические машины” и модуля дисциплин “Механика” в объеме настоящей образовательной программы.

Изучение дисциплины является базой для последующих дисциплин профессионального цикла “Теория электропривода”, “Системы управления электроприводов” и прохождения производственной практики.

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
| ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности | |
| Знать: | - назначения и классификацию современных электрических приводов, электромеханические свойства электроприводов;  - математическое описание статических и динамических режимов работы электропривода;  - современные системы ТП-Д, ПЧ-АД, СД. Основы проектирования электроприводов |
| Уметь: | - проводить расчеты по основным режимам электроприводов;  - использовать методы расчета и выбора элементов систем электроприводов;  - иметь навыки проведения пуско-наладочных работ |
| Владеть: | - методиками расчета и выбора элементов систем электроприводов;  - методами испытания и правилами эксплуатации электроприводов;  - практическими навыками при проектировании и наладки электроприводов |

# **4 Структура и содержание дисциплины *(для очной формы обучения)***

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 102,4 акад. часов:

– аудиторная – 98 акад. часов;

– внеаудиторная – 4,4 акад. часов

– самостоятельная работа – 41,9акад. часов;

– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

| Раздел/ тема  дисциплины | Семестр | Аудиторная  контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной  работы | Форма текущего контроля успеваемости и  промежуточной аттестации | Код и структурный  элемент  компетенции |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| лекции | лаборат.  занятия | практич. занятия |
| 1. Раздел Электропривод как система |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1.Тема Определение понятия электропривод. Блок-схема электропривода | 5 | 1 | - | - | 0,5 | Работа с библиографическими материалами | - | ПК-6  З |
| 1.2. Тема Классификация электроприводов. История развития электропривода | 5 | 1 | - | - | 0,4 | Подбор учебников, учебных пособий и методических указаний | Устный опрос | ПК-6  з |
| Итого по разделу | 5 | 2 | - | - | 0,9 |  | - |  |
| 2. Раздел Механическая часть силового канала электропривода |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. Тема Уравнение движения электропривода. Расчетная схема силовой части электропривода. | 5 | 2 | 4/2и’ | - | - | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 2.2. Тема Приведение моментов сопротивления и моментов инерции к валу двигателя | 5 | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| 2.3. Тема Механические переходные процессы | 5 | - | 2и’ | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  в |
| 2.4. Тема Составление расчетных схем механической части электропривода | 5 | - | 2и’ | - | 8 | Домашнее задание №1 | Проверка индивидуальных заданий | ПК-6  у |
| 2.5 Тема Механические характеристики двигателей и производственных механизмов. Устойчивость работы электропривода. Регулирование координат электропривода | 5 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| 2.6 Тема Контрольная работа “Механика и режимы работы электропривода” | 5 | - | - | - | - | Подготовка к АКР | Проверка АКР | ПК-6  у |
| 2.7. Тема Лабораторная работа №1. Методика проведения лабораторных работ | 5 | - | - | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №1 | Устный опрос | ПК-6  з, у |
| Итого по разделу | **5** | 6 | 10/6и’ | - | 8 | Выполнение расчетно-графической работы №1 | Проверка индивидуальных заданий | ПК-6  з, в |
| 3. Раздел **Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока независимого возбуждения** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Тема Принцип действия. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока независимого возбуждения. | 5 | 2 | - | - | - | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 3.2. Тема Характеристики и режимы работы электроприводов с двигателями независимого возбуждения. Номинальные режимы. Допустимые значения координат | 5 | 4 | 2и’ | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 3.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик | 5 | - | 4и’ | - | - | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 3.4. Тема Лабораторная работа №2. Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения | 5 | - | 4/2и’ | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №2 | Поверка отчета о выполнении | ПК-6  з, у, в |
| 3.5. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик | 5 | - | - | - | 8 | Домашнее задание №2 | Проверка индивидуальных заданий | ПК-6  з, у |
| 3.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения” | 5 | - | - | - | - | Подготовка к АКР №2 | Проверка АКР | ПК-6  з |
| Итого по разделу | 5 | 6 | 10/8и’ | - | 8 |  |  |  |
| 4. Раздел **Физические процессы в электроприводах с двигателями последовательного и смешанного возбуждения** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1. Тема Принцип действия. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения | 5 | 2 | - | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 4.2. Тема Характеристики и режимы электроприводов. Номинальные режимы. Допустимые значения координат | 5 | 2 | - | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 4.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик | 5 | - | 4и’ | - | - | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 4.4. Тема Расчетно-графическая работа “Электромеханические свойства электроприводов постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения ” | 5 | - | - | - | 2 | Домашнее задание №3 | Проверка индивидуальных заданий №3 | ПК-6  з |
| 4.5. Тема Лабораторная работа №3. Исследование электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения | 5 | - | 4 | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №3 | Поверка отчета о выполнении | ПК-6  з, у, в |
| 4.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения” | 5 | - | - | - | - | Подготовка к АКР №3 | Проверка АКР | ПК-6  з |
| Итого по разделу | 5 | 4 | 8/4и’ | - | 2 |  |  |  |
| 5. Раздел **Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.1. Тема Схема включения и основные соотношения для асинхронных двигателей. Электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей. Искусственные механические характеристики асинхронных двигателей. Пусковые и тормозные режимы асинхронных двигателей | 5 | 4 | 2и’ | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 5.2. Тема Расчет и построение механических характеристик синхронного двигателя. Механическая и угловая характеристики синхронных электроприводов | 5 | 4 | 2и’ | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 5.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик асинхронного электропривода | 5 | - | 2и’ | - | - | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 5.4. Тема Расчетно-графическая работа “Электромеханические свойства электроприводов переменного тока с асинхронными двигателями” | 5 | - | - | - | 8 | Домашнее задание №4 | Проверка индивидуальных заданий №4 | ПК-6  з |
| 5.5. Тема Лабораторная работа№4. Исследование электропривода с асинхронным двигателем | 5 | - | 2 | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №4 | Поверка отчета о выполнении | ПК-6  з, у, в |
| 5.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с асинхронными двигателями” | 5 | - | - | - | - | Подготовка к АКР №4 | Проверка АКР | ПК-6  з |
| Итого по разделу | 5 | 4 | 8/6и’ | - | 8 |  |  |  |
| 6. Раздел **Электрическая часть силового канала электропривода** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.1. Тема Структура силового канала электропривода. Преобразователи электрической энергии в электроприводе. Выпрямители, инверторы, источники тока. Принцип действия преобразователей, схемы, техническая реализация | 5 | 2 | - | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 6.2. Тема Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Система преобразователь частоты – двигатель переменного тока | 5 | 2 | 2и’ | - | - | - | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 6.3. Тема Лабораторная работа№5. Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель | 5 | - | 2 | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №5 | Поверка отчета о выполнении | ПК-6  з |
| 6.4. Тема Скоростные и механические характеристики электроприводов с преобразователями энергии | 5 | 2 | - | - | 6 | - | Устный опрос | ПК-6  з |
| 6.5. Тема Расчет и построение фазовых , регулировочных и скоростных характеристик системы ТП-Д | 5 | - | - | 6 | - | Домашнее задание №5 | Проверка индивидуальных заданий №5 | ПК-6  з, у, в |
| 6.6. Тема Лабораторная работа№6. Исследование системы преобразователь частоты –асинхронный двигатель | 5 | - | 4/4и’ | - | - | Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №6 | Поверка отчета о выполнении | ПК-6  з |
| Итого по разделу | 5 | 6 | 8/6и’ | - | 6 |  |  |  |
| 7. Раздел **Принципы управления в электроприводе** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.1. Тема Разомкнутые системы управления. Реостатное управление двигателями постоянного и переменного тока, пуск, торможение, регулирование скорости. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений. Реостатное регулирование скорости, изменением напряжения, магнитного потока, напряжения и частоты переменного тока | 5 | 4 | 2 | - | - |  | Опорный конспект лекций | ПК-6  у |
| 7.2. Тема Расчет переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока | 5 | 2 | 4и’ | - | 5 | Домашнее задание №6 | Проверка индивидуальных заданий №6 | ПК-6  у, в |
| Итого по разделу | 5 | 6 | 6/4и’ | - | 5 |  |  |  |
| 8. Раздел **Элементы проектирования электропривода** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.1. Тема Основные этапы инженерного проектирования электроприводов: постановка и анализ задачи проектирования, поиск возможных решений, выбор двигателя, выбор механической передачи, выбор преобразователя | 5 | 2 | - | - | - |  | Опорный конспект лекций | ПК-6  з |
| 8.2. Тема Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Тепловая модель двигателя, стандартные режимы. Проверка двигателей по нагреву и перегрузке. Элементы теории надежности | 5 | 2 | 4и’ | - | - |  | Устный опрос | ПК-6  з |
| 8.3. Тема .Выбор двигателей по мощности. Расчет нагрузочных диаграмм и тахограмм | 5 | - | 2и’ | - | 4 | Домашнее задание №7 | Проверка индивидуальных заданий №7 | ПК-6  у, в |
| Итого по разделу | 5 | 4 | 6/6и’ | - | 4 |  |  |  |
| **Итого по дисциплине** | **5** | **42** | **56/40и’** | **-** | **41,9** |  |  |  |
| **Подготовка к экзамену** | **5** | **-** | **-** | **-** | **35,7** |  |  |  |

**5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрический привод» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрический привод» происходит с использованием мультимедийного оборудования (аудитории 227,123).

Лекции происходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются универсальные лабораторные стенды, работа в бригаде и методы IT.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при подготовке к контрольным работам, при выполнении исследований на лабораторных установках и итоговой аттестации.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде подготовки к лабораторным работам (расчёты параметров, схемные решения) и выполнение необходимых исследований и расчётов, которые определяет преподаватель для студентов.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения и проработки материалов лекций, учебных пособий, учебников и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тема дисциплины | Вид самостоятельной работы | Количество часов | Формы контроля |
| 1. Электропривод как система | Изучение литературы | 0,9 | Реферат |
| 2. Механическая часть силового канала электропривода | -самостоятельное изучение литературы;  -домашнее задание №1;-подготовка к аудиторной контрольной работе;  -подготовка и оформление отчета по лабораторной работе. | 8 | Отчет по лабораторной работе №1, проверка и оценка домашнего задания №1, аудиторная контрольная работа №1. |
| 3. Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока независимого возбуждения | -составление опорного конспекта лекций;  -подготовка к выполнению лабораторной работы №2;  -выполнение домашнего задания №2;  -подготовка к аудиторной контрольной работе №2;  -устный опрос. | 8 | Отчет по лабораторной работе №2, проверка и оценка домашнего задания №2, аудиторная контрольная работа №2. |
| 4. Физические процессы в электроприводах с двигателями последовательного и смешанного возбуждения | -составление опорного конспекта лекций;  -подготовка к выполнению лабораторной работы №3;  -выполнение домашнего задания №3;  -подготовка к аудиторной контрольной работе №3;  -устный опрос. | 2 | Отчет по лабораторной работе №3, проверка и оценка домашнего задания №3, аудиторная контрольная работа №3. |
| 5. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями | -составление опорного конспекта лекций;  -подготовка к выполнению лабораторной работы №4;  -выполнение домашнего задания №4;  -подготовка к аудиторной контрольной работе №4;  -устный опрос. | 8 | Отчет по лабораторной работе №4, проверка и оценка домашнего задания №4, аудиторная контрольная работа №4. |
| 6. Электрическая часть силового канала электропривода | -составление опорного конспекта лекций;  -подготовка к выполнению лабораторной работы №5;  -выполнение домашнего задания №5;  -устный опрос. | 6 | Отчет по лабораторной работе №5, проверка и оценка домашнего задания №5, |
| 7. Принципы управления в электроприводе | -составление опорного конспекта лекций;  -подготовка к выполнению лабораторной работы №6;  -выполнение домашнего задания №6;  -устный опрос. | 5 | Отчет по лабораторной работе №6, проверка и оценка домашнего задания №6 |
| 8. Элементы проектирования электропривода | -составление опорного конспекта лекций;  -выполнение домашнего задания №8;  -устный опрос. | 4 | Проверка и оценка домашнего задания №7 |
| **Итого по дисциплине** |  | 41,9 |  |
| **Экзамен** |  | 35,7 | Экзамен |

# 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | |
| ПК-6. – способность рассчитывать режимы работы объекта профессиональной деятельности | | | |
| Знать: | - назначения и классификацию современных электроприводов;  - математическое описание статических и динамических режимов работы электропривода;  - современные системы ТП-Д, ПЧ-АД, СД;  - основы проектирования электропривода | | Модуль 1  1. Дайте определение электрического привода и приведите общую структуру электропривода.  2. Объясните назначение основных элементов и частей элек­тропривода.  3. Как классифицируются электрические приводы?  4. Какие элементы относятся к механической части электро­привода?  5. Объясните, в каких случаях можно получить многомассовую кинематическую схему механической части системы, покажите моменты и скорости, действующие на отдельные массы этой сис­темы.  6. Каким образом можно получить упрощенную одномассовую систему?  7. Для чего выполняется операция приведения статистиче­ских моментов и моментов инерции системы электропривода?  8. В чем отличие расчета приведенного момента сопротивле­ния нагрузки механизма при различных направлениях потока энер­гии механической части электропривода?  9. Объясните особенности приведения поступательного дви­жения механизма к вращательному движению двигателя.  10. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?  11. Какие моменты действуют на электропривод в устано­вившемся и переходном режимах?  12. Запишите и объясните уравнение движения электропри­вода для одномассовой системы.  13. В каких режимах будет работать двигатель при,  и , а также если уравнение движения имеет вид  ?  14. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замед­ленного.  15. Уравнение движения электропривода при имеет вид: . В каком режиме работает двигатель и как изменится этот режим при ?  16. Поясните правила знаков моментов в уравнении движе­ния электропривода.  17. Что такое динамический момент электропривода?  18. Представьте уравнение движения электропривода дл двухмассовой системы.  19. Представьте и объясните структурную схему двухмассовой системы электропривода.  20. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры.  21. Что такое жесткость механической характеристики?  22. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?  23. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?  24. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода?  25. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?  26. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?  27. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.  28. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.  Модуль 2  1. Какая характеристика называется естественной механи­ческой?  2. Начертите семейство механических характеристик двига­теля постоянного тока независимого возбуждения:  – при неизменном потоке и для различных напряжений;  – при неизменном напряжении и различных потоках;  – при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря.  3. Что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения, режим динамического торможения? Начертите механические характеристики этих режи­мов для различных сопротивлений цепи якоря.  4. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?  5. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?  6. Рассчитайте номинальное сопротивление двигателя па­раллельного возбуждения при , ,, если ток возбуждения составляет 0,025 от ?  7. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.  8. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и пе­регрузочной способности.  9. Как осуществляется расчет механических характеристик двигателя параллельного возбуждения по каталожным данным?  10. Какой вид имеют уравнения механических характеристик двигателя постоянного тока в относительных единицах?  11. Крановый двигатель постоянного тока параллельного возбуждения опускает груз в режиме противовключения. Что про­изойдет с его скоростью вращения, если в цепь якоря будет введе­но дополнительное сопротивление?  12. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения?  13. Какая мощность расходуется в последовательном внеш­нем сопротивлении в режиме противовключения двигателя?  14. При каких статических моментах возможен режим проти­вовключения двигателя параллельного возбуждения посредством увеличения сопротивления в цепи якоря, посредством изменения полярности напряжения на якоре?  15. Допустим ли режим противовключения двигателя при от­сутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?  16. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения9  17. Каков физический смысл характеристик режима противовключения во втором или четвертом квадранте?  18. Каковы преимущества и недостатки различных способов электрического торможения двигателей?  19. Что такое параметрический способ регулирования скоро­сти двигателя?  20. Перечислите недостатки регулирования скорости двига­теля изменением сопротивления в цепи якоря.  21. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?  22. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя параллельного возбуждения?  23. Как понимать термин «регулирование скорости с постоян­ным моментом и с постоянной мощностью»?  24. Почему при регулировании скорости изменением магнит­ного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?  25. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах со­противления?  26. Чем объяснить, что характеристики  при ос­лаблении магнитного потока пересекаются в одной точке при ?  27. Почему и при каких значениях тока и скорости пересека­ются в одной точке характеристики двигателя при соединении его по схеме шунтирования якоря?  28. Может ли двигатель параллельного возбуждения рекупе­рировать энергию в сеть при соединении его по схеме шунтирова­ния якоря?  29. Как изменит свое положение механическая характеристи­ка динамического торможения при ослаблении магнитного потока двигателя.  30. Во сколько раз изменится момент двигателя при заданной скорости, если поток снизится в два раза (двигатель параллельного возбуждения)?  31. Начертите принципиальную реверсивную схему системы Г-Д, укажите принцип ее действия при регулировании скорости и торможении двигателя.  32. Каков общий диапазон регулирования скорости двигателя в системе Г-Д при комбинированном регулировании напряжением генератора и потоком двигателя?  33. Какие факторы ограничивают диапазон регулирования скорости в системе Г-Д и какими способами его можно расширить?  34. Укажите достоинства и недостатки системы Г-Д.  35. Как принципиально производится регулирование скорости двигателя в тиристорном приводе?  36. Что такое угол регулирования тиристоров и как его вели­чина влияет на скорость двигателя?  37. Как осуществляется реверс двигателя в системе ТП-Д?  38. Назовите и представьте силовые схемы реверсивных тиристорных преобразователей, укажите их достоинства и недостат­ки, а также области применения.  39. Что такое инверторный режим тиристорного преобразователя?  40. В каком режиме работает двигатель при инверторном ре­жиме преобразователя и какие переключения необходимо произ­вести в этом случае в цепи якоря двигателя?  41. Какой вид имеют механические характеристики двигателя в системе ТП-Д?  42. Что такое прерывистый режим тиристорного преобразо­вателя и каково его влияние на работу привода?  43. Как зависит  тиристорного привода от скорости вращения двигателя?  44. Укажите достоинства и недостатки тиристорного привода и возможные области его применения.  45. Как осуществляется регулирование скорости при исполь­зовании импульсных регуляторов напряжения?  Модуль 3  1. Почему для двигателя последовательного возбуждения нельзя получить точное аналитическое выражение механической характеристики?  2. Для какой цели могут служить выведенные приближенные уравнения механической характеристики двигателя с последова­тельным возбуждением?  3. В каких режимах может работать двигатель последова­тельного возбуждения? Почему для него невозможна работа в ге­нераторном режиме с отдачей энергии в сеть?  4. Почему естественная и реостатные характеристики двига­теля последовательного возбуждения не переходят в область от­рицательных моментов, а при шунтировании якоря того же двига­теля переходят?  5. Покажите по уравнению электромеханической характери­стики, изменением каких параметров можно регулировать скорость двигателя последовательного возбуждения.  6. Охарактеризуйте различные способы регулирования ско­рости двигателя последовательного возбуждения.  7. Чем объяснить нелинейность механической характеристи­ки двигателя при шунтировании якоря и ?  8. Возможна ли рекуперация энергии в сеть при шунтирова­нии якоря двигателя последовательного возбуждения?  9. Почему в зоне значительных нагрузок механические харак­теристики при шунтировании обмотки возбуждения приближаются к линейным?  10. Какие способы пуска возможны для двигателя последова­тельного возбуждения и какие из них наиболее часто применяются на практике?  11. Поясните, как производится расчет пусковых и тормозных сопротивлений.  12. Представьте механические характеристики двигателя при шунтировании якоря и обмотки возбуждения.  13. Для какой цели и каким образом используются универ­сальные характеристики двигателя последовательного возбужде­ния в относительных единицах?  14. Двигатель постоянного тока с последовательным возбу­ждением работает на линейном участке кривой намагничивания. Как изменится жесткость механической характеристики, если на­грузка снизится в 2 раза?  15. Начертите принципиальные схемы включения двигателей последовательного и смешанного возбуждения при пуске.  16. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момен­та для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?  17. Какими условиями определяется реальная скорость хо­лостого хода двигателя постоянного тока с последовательным воз­буждением?  18. Почему в электроприводах с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения не применяются ременные и цеп­ные передачи?  19. Какое соотношение  является допустимым для двигателя последовательного возбуждения из соображений меха­нической прочности электрической машины?  20. Каким образом может быть построена искусственная рео­статная характеристика при известной естественной характеристи­ке двигателя?  21. Объясните, почему перегрузочная способность электро­двигателя последовательного возбуждения по моменту выше, чем у двигателя независимого возбуждения.  22. Изобразите примерную зависимость магнитного потока двигателя от скорости для естественной характеристики в схеме с шунтированием якоря.  23. Почему при токе якоря, превышающем номинальное зна­чение, механические характеристики двигателя последовательного возбуждения линейны?  24. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и пе­регрузочной способности.  25. Каким образом осуществляется торможение противовключением при активном и реактивном статическом моменте?  26. В чем заключаются недостатки динамического торможе­ния двигателя последовательного возбуждения с самовозбуждени­ем и почему при динамическом торможении иногда осуществляет­ся независимое питание обмотки возбуждения?  27. Почему в реальных условиях механические характеристи­ки двигателя последовательного возбуждения в тормозном режиме с самовозбуждением при различных дополнительных сопротивле­ниях в якорной цепи исходят не из начала координат?  28. При каких условиях должно осуществляться торможение с самовозбуждением, чтобы не допустить размагничивания машины?  29. Чемобъясняетсяограниченностьприменениядинамиче­скоготорможениядвигателяпоследовательноговозбужденияс самовозбуждением?  30. Назовитеобластиприменениядвигателейпоследова­тельногоисмешанноговозбужденияиобъяснитеих.  31. Какбудутвыглядетьмеханическиехарактеристикидвига­телейсмешанноговозбужденияприразныхсоотношенияхмежду ампер витками (МДС) параллельной и последовательной обмоток?  32. Какие способы электрического торможения используются для двигателей смешанного возбуждения?  33. Как производится реверсирование двигателя смешанного возбуждения?  34. Как графически произвести расчет пускорегулировочного реостата для двигателя смешанного возбуждения?  35. Почемудвигательсмешанноговозбужденияработаетне­устойчивопривстречномвключенииобмотоквозбуждения?  Модуль 4  1. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?  2. Как зависит максимальный (критический) момент асин­хронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ро­тора?  3. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?  4. Как определить активное сопротивление ротора асинхрон­ного двигателя по каталожным данным?  5. Каким образом может быть построена естественная меха­ническая характеристика асинхронного двигателя?  6. Как построить искусственную характеристику асинхронно­го двигателя при известной естественной характеристике:  – для другого сопротивления ротора;  – для другого напряжения, к которому подключен статор;  – для другой частоты сети?  7: При каких скольжениях возможна устойчивая работа асин­хронного двигателя при постоянном статическом моменте ?  8. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двига­тельном режиме?  9. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи?  10. Почему при одних и тех же значениях моментов коротко­го замыкания (начальных моментах), получающихся в одном слу­чае при замыкании ротора накоротко, а в другом–при соответст­вующем дополнительном сопротивлении, различным и оказывают­ся значения токов короткого замыкания?  11. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения?  12. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в не­сколько раз превышает номинальный ток?  13. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора?  14. При каком напряжении сети практически может приме­няться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник?  15. Какие способы электрического торможения применяются для асинхронных двигателей?  16. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть?  17. С какой целью при динамическом торможении асинхрон­ного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток?  18. Начертите примерный вид механической характеристики динамического торможения асинхронного электродвигателя и укажите, как влияют на вид характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи.  19. В какой области механической характеристики двигателя при динамическом торможении может иметь место неустойчивый режим?  20. Можно ли утверждать, что при любой скорости выше син­хронной двигатель будет отдавать энергию в сеть?  21. Чем объяснить наличие максимума момента при динами­ческом торможении и почему с уменьшением дополнительного со­противления в роторной цепи максимум момента смешается в сто­рону меньших скольжений?  22. Изобразите примерную зависимость тока в роторной цепи двигателя при динамическом торможении, а также кривую резуль­тирующего рабочего магнитного потока от скорости.  23. Приведите примеры приводов, в которых возможен пере­ход асинхронного двигателя в генераторный режим.  24. Чем объяснить появление больших токов при переходе в режим противовключением асинхронного двигателя?  25. Асинхронный двигатель механизма подъема крана обес­печивает подъем груза. Что происходит с его скоростью вращения, если в роторную цепь вводится значительное по величине допол­нительное сопротивление?  26. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.  27. Какие способы регулирования скорости асинхронного дви­гателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?  28. К какому типу относится регулирование скорости асин­хронного двигателя включением дополнительного сопротивления в роторе? Перечислите недостатки этого способа регулирования скорости.  29. Начертите схемы обмоток статора двухскоростного дви­гателя при регулировании скорости с постоянным моментом и по­стоянной мощностью.  30. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.  31. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых вы­прямителей в цепи ротора.  32. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегру­зочной способности двигателя?  33. Как изменяется критическое скольжение при уменьшении частоты, если управление производится по закону ?  34. Как влияет учет насыщения на величины критического и пускового моментов двигателя при различных частотах и законе ?  35. Оцените преимущества и недостатки частотного управле­ния с неизменным магнитным потоком при различных частотах.  36. Объясните возможность импульсного регулирования ско­рости асинхронного двигателя и представьте применяемые схемы реализации данного способа регулирования.  37. Сравните регулировочные свойства асинхронных двига­телей и двигателей постоянного тока.  38. Какие из рассмотренных способов регулирования обеспе­чивают приблизительно постоянную располагаемую мощность, а какие и момент?  Модуль 5  1. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?  2. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?  3. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?  4. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуется механические и электромагнитные переходные процессы?  5. Объясните физическую сущность электромеханической  и электромагнитной  постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времени и?  7. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?  8. Представьте и объясните основные уравнения для скоро­сти и тока двигателя при переходных процессах.  9. Почему при приложении нагрузки к валу двигателя посто­янного тока увеличивается ток якоря?  10. Каким образом может быть определено время разгона двигателя при одноступенчатом и многоступенчатом пусках?  11. Представьте и объясните кривые переходных процессов при пуске, торможении противовключением и динамическом тор­можении.  12. Представьте и объясните кривые переходных процессов для скорости и тока двигателя постоянного тока независимого возбуждения при учете электромагнитной инерции якоря.  13. Как влияет изменение сопротивления при переходных процессах на длительность их протекания?  14. Объясните особенность исследования переходных про­цессов в разомкнутых электроприводах с асинхронным двигателем.  15. Для какой цели необходимо дефорсирование при пуске двигателя постоянного тока изменением напряжения?  16. Какие способы применяются для ускорения электромаг­нитных переходных процессов в обмотках возбуждения электри­ческих машин?  17. Перечислите способы форсирования и покажите, как будет изменяться ЭДС генератора при разных способах форси­рования.  18. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и мо­мента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?  19. Для какой цели необходимо определять потери энергии при пуске и торможении двигателя?  20. Начертите диаграмму мощности и потерь при торможе­нии противовключением двигателя постоянного тока параллельно­го возбуждения.  21. Запишите и объясните общее выражение для потерь в асинхронном двигателе в установившемся режиме. Определите потери в стали в режиме короткого замыкания.  22. Какая составляющая потерь энергии ,  или обычно является доминирующей, и в каких случаях остальные со­ставляющие могут иметь большее значение?  23. Каково соотношение между основными потерями при пуске и торможении для двигателя постоянного тока с параллель­ным возбуждением и для асинхронного двигателя?  24. Как определить потери энергии при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и углубленным пазом или двойной клеткой?  25. Назовите возможные способы уменьшения пусковых по­терь двигателей.  26. Назовите основной способ снижения потерь и расхода энергии при пуске двигателей постоянного тока.  27. Почему при ступенчатом пуске по сравнению с прямым до той же скорости время пуска и, соответственно, потери энергии заметно сокращаются?  28. Каким образом могут быть снижены потери в электро­приводах с регулируемой скоростью?  29. Что представляют собой средние потери за цикл?  30. В каком соотношении находятся потери энергии при пус­ке двигателя в холостую и под нагрузкой?  31. Сравните потери энергии, выделяющиеся в двигателях при прямом и реостатном пусках в холостую. |
| Уметь | - проводить расчеты статических режимов работы электропривода;  - конструировать схемы включения ЭП;  - графически представлять скоростные и механические характеристики;  - обобщать результаты решений задач;  - использовать полученные результаты в практике электропривода | | *Домашнее задание №1*  Составление расчетных схем механической части силового канала электропривода (по вариантам[3],[20]).    *Домашнее задание №2*  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями независимого возбуждения (по вариантам, учебное пособие [3]).  *Домашнее задание№3*  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения (по вариантам, учебное пособие [3]).  *Домашнее задание №4*  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода переменного тока с асинхронными двигателями (по вариантам, учебное пособие [3]).  *Домашнее задание №5*  Расчет и построение фазовых, регулировочных и скоростных характеристик системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока (система ТП-Д, учебное пособие [18]).  *Домашнее задание №6*  Расчет переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока (учебное пособие [3]).  *Домашнее задание №7*  Расчет нагрузочных диаграмм и тахограмм электропривода (по вариантам, учебное пособие [18]). |
| Владеть | - практическими навыками исследования электроприводов постоянного и переменного тока;  - методами наладки электроприводов со статическими преобразователями;  - навыками и методиками обобщения результатов экспериментальных исследований электроприводов;  - основными методами решения практических задач в области автоматизированного электропривода;  - профессиональным языком в области автоматизированного электропривода;  - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды | | АКР №1 – Механика и режимы работы электропривода (учебное пособие [3]).  АКР №2 – Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения (учебное пособие [3]).  АКР №3 - Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения (учебное пособие [3]).  АКР №4 - Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с асинхронным двигателем (учебное пособие [3]).  *Лабораторная работа №1*  Исследование механической части силового канала электропривода с учетом упругих связей.  *Лабораторная работа №2*  Исследование электромеханических свойств электроприводов с двигателями постоянного тока независимого возбуждения.  *Лабораторная работа №3*  Исследование электромеханических свойств электроприводов с асинхронными двигателями.  *Лабораторная работа №4*  Исследование электромеханических свойств электроприводов по системе ТП-Д.  *Лабораторная работа №5*  Исследование электромеханических свойств электроприводов по системе ПЧ-АД.  *Лабораторная работа №6*  Исследование динамических режимов электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Общие сведения по организации контроля и самоконтроля, степени усвоения данного курса приводятся в план-графике самостоятельной работы студентов.

План-график самостоятельной работы студентов в 5 семестре

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид контроля | | Недели | | | | | | | | | | | | | | | | | | К-во баллов | К-во часов |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Текущий контроль | Вид  Балл |  | Л.р.1  3 |  | Л.р.2  3 |  | Л.р.3  3 |  |  |  | Л.р.4  3 |  | Л.р.5  3 |  |  | Защ.  4 |  |  |  | 19 | 30 |
| Рубежный контроль | Вид  Балл |  | А.к.1  4 |  |  | А.к.2  4 |  |  | А.к.3  4 |  |  | А.к.4  4 |  |  | А.к.5  4 |  |  |  |  | 20 | 20 |
| Вид  Балл |  |  |  |  | РГР1  8 |  |  |  | РГР2  8 |  |  | РГР3  8 |  |  |  |  |  |  | 24 | 25 |
| Творческое задание | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 25 |  |
| Лекции | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |  |
| Максимальный балл | |  | 7 |  | 3 | 12 | 3 |  | 4 | 8 | 3 | 4 | 11 |  | 4 | 4 |  |  |  | 75 | 75 |
| Суммарный балл | |  | 7 | 7 | 10 | 22 | 25 | 25 | 29 | 37 | 40 | 44 | 55 | 55 | 59 | 63 | 63 | 63 | 63 | 100 |  |

Количество баллов на заключительный контроль: Rэк=25

Количество баллов на текущий и рубежный контроль: Rтк=75

Полное количество баллов: Rд=100

Минимальное количество баллов для допуска к экзамену: 50

Минимальное количество баллов для оценки, выставляемой автоматически:

* Отлично 94
* Хорошо 80

- Удовлетворительно50

Система организации контроля и усвоения курса «Электрический привод» предусматривает осуществление:

1) Самоконтроль изученных модулей студентами по средствам ответов на контрольные вопросы по модулю.

2) Проведение аудиторных контрольных работ с целью осуществления текущего контроля степени усвоения изучаемых модулей.

3) Выполнение и защита лабораторных работ по изучаемым модулям.

4) Выполнение индивидуальных домашних заданий в качестве рубежного контроля изучаемых модулей.

5) Выполнение творческих заданий студентами, получившими в семестре отличные результаты и претендующими на получение автоматической отличной оценки без экзамена.

6) Итоговый контроль, осуществляемый в виде проведения письменного экзамена.

Оценка всех видов работ осуществляется по бальной системе. Общая оценка курса – 100 баллов, в том числе семестровые – 75 баллов, экзамен (творческое задание) – 25 баллов. Общая оценка по курсу определяется суммой набранных баллов:

отлично – 85-100 баллов;

хорошо – 70-85 баллов;

удовлетворительно – 50-70 баллов;

неудовлетворительно – менее 50 баллов.

Независимо от набранных баллов, при набранных на экзамене менее 12,5 бал­лов, общая оценка считается неудовлетворительной. В этом случае необходима пересдача экзамена.

Вопросы для экзамена по дисциплине «Электрический привод»

1. Объяснить для чего и каким образом выполняется операция приведения статических моментов и моментов инерции системы электропривода? Как влияет на расчет приведенного момента сопротивления различное направление потока энергии?

2. Как определяется скорость и оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?

3. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?

4. Представить и объяснить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного при активном и реактивном статическом моменте.

5. Объяснить, что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения и режим динамического торможения? Представить механические характеристики этих режимов для различных сопротивлений якоря.

6. Объясните, каким образом осуществляется режим противовключения двигателя независимого возбуждения при различном характере статического момента (активом и реактивном)?

7. Каким образом рассчитываются дополнительное сопротивление в цепи якоря и какая мощность расходуется в этих сопротивления в режимах противовключения и динамического торможения двигателя независимого возбуждения.

8. Какая скорость установиться в конце процесса торможения двигателя независимого возбуждения различными способами при активном и реактивном моменте сопротивления?

9. Объясните и сравните между собой способы регулирования скорости: реостатный и шунтированием якоря для двигателя независимого возбуждения с точки зрения показателей регулирования.

10. Начертите принципиальную реверсивную схему системы «генератор-двигатель» и объясните принцип действия схемы при регулировании скорости и при торможении двигателя.

11. Начертите и сравните между собой по показателям регулирования способы регулирования скорости: изменением напряжения на зажимах двигателя и ослаблением поля двигателя независимого возбуждения.

12. Энергетические режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

13. Расчет пусковых сопротивлений двигателя независимого возбуждения.

14. Как понимать термин «регулирование скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью» двигателя?

15. В каких режимах может работать двигатель последовательного возбуждения? Почему для него не возможна работа в генераторном режиме с отдачей энергии в сеть?

16. Как осуществляется расчет и построение искусственных и естественных механических характеристик двигателя последовательного возбуждения?

17. В чем недостатки динамического торможения с самовозбуждением двигателя последовательного возбуждения и почему при динамическом торможении иногда осуществляется независимое питание обмотки возбуждения?

18. Оценить и сравнить способы торможения двигателей последовательного возбуждения.

19. Каким образом осуществляется торможение противовключением двигателя последовательного возбуждения при активном и реактивном статическом моменте?

20. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть? Объяснить сущность этого способа торможения.

21. Динамическое торможение асинхронных двигателей. Объясните, как влияет на вид механических характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи?

22. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?

23. Сравните регулировочные свойства асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока.

24. Основные законы регулирования напряжения и частоты асинхронного двигателя.

25. Двухзонное регулирование скорости асинхронного двигателя при изменении частоты питающего напряжения.

26. Сравните между собой способы торможения противовключением асинхронного двигателя при активном и реактивном статическом моменте.

27. Как осуществляется расчет пусковых сопротивлений асинхронного двигателя?

28. Объясните принцип регулирования скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов. Покажите схемы обмотки статора двухскоростного двигателя при регулировании скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью.

29. Представить и объяснить кривые переходных процессов для двигателя независимого возбуждения:

а) при одноступенчатом и многоступенчатом пуске двигателя;

б) при торможении противовключением;

в) при динамическом торможении;

г) при учете электромагнитной инерции якоря.

30. Объясните особенности исследования переходных процессов в разомкнутых электроприводах с асинхронными двигателями при торможении двигателя.

31. Определение потерь в двигателях независимого возбуждения:

а) при пуске двигателя;

б) при торможении двигателя.

32. Определение потерь в асинхронном двигателе при пуске и торможении двигателя.

33. Способы уменьшения потерь в двигателях в переходных режимах.

Задачи для экзамена по дисциплине «Электрический привод»

## Задача 1

Механизм приводится во вращение двигателем постоянного тока независимого возбуждения со следующими техническими данными: , , , , , , . Определить величину добавочного сопротивления, включенного в цепь якоря, если двигатель работает в режиме противовключения со скоростью  при токе якоря . Определить также мощности: потраченную из сети, подводимую с вала и теряемую в сопротивлении в этом режиме.

## Задача 2

Двигатель независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: , , , , , . Определить изменение скорости двигателя при  и , если двигатель работает при нагрузках, меняющихся от  до . Построить механические характеристики для этих случаев.

## Задача 3

Электродвигатель независимого возбуждения работает в режиме подъема груза с номинальной скоростью. В каком режиме и с какой скоростью будет работать двигатель лебедки, если полярность напряжения на его зажимах изменить на обратную при начальном токе . Номинальные данные двигателя: , , , , , .

## Задача 4

Электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения главного подъема мостового крана имеющий технические данные: , , , , . Определить величину сопротивления , которое нужно включить к якорю двигателя для перехода в режим динамического торможения с , если в режиме подъема груза с  он работает на реостатной характеристике с сопротивлением в цепи якоря . Определить также скорость, с которой будет вращаться двигатель после окончания переходного процесса, если КПД подъемного механизма .

## Задача 5

Для двигателя с техническим данными: , , ,  определить добавочное сопротивление, которое следует ввести в цепь якоря двигателя постоянного тока последовательного возбуждения для спуска груза в режиме противовключения, чтобы при номинальном моменте нагрузки скорость была равна . Универсальная электромеханическая характеристика двигателя может быть представлена в виде следующей таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 2.0 |
|  | 2.28 | 1.75 | 1.41 | 1.28 | 1.1 | 1.0 | 0.92 | 0.81 | 0.72 |

## Задача 6

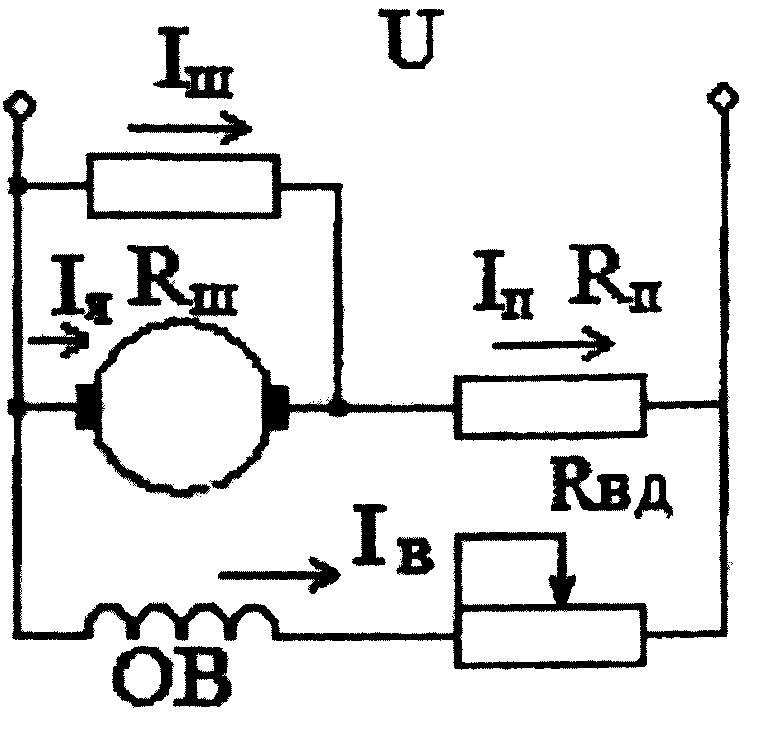
Двигатель последовательного возбуждения имеет следующие технические данные: , , , , , , . Рассчитать пусковые сопротивления, обеспечивающие пуск двигателя в две ступени. Максимальный ток двигателя при пуске не должен превышать двухкратного номинального значения (). Универсальные характеристики представлены в виде следующей таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
|  | 1.6 | 1.23 | 1.09 | 1.0 | 0.94 | 0.89 | 0.85 | 0.81 | 0.78 |
|  | 0.34 | 0.49 | 0.78 | 1.0 | 1.22 | 1.58 | 1.9 | 2.35 |  |

## Задача 7

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения имеет следующие технические данные: , , , , , , . Скорость двигателя регулируется изменением напряжения на зажимах двигателя. Определить диапазон регулирования напряжения, если при номинальном напряжении при токе  скорость двигателя равна . Построить естественную и искусственную характеристики двигателя, если универсальные характеристики двигателя представлены в виде следующей таблицы.

## Задача 8

Двигатель постоянного тока независимого возбуждения с номинальными данными: , , , , работает по схеме, представленной на рисунке, на нагрузку с постоянным моментом сопротивления . Шунтирующее сопротивление . Определить сопротивление  и , если скорость при  равна  и просадка скорости при  равна .

### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) Основная литература:**

1.Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/36998> (дата обращения: 03.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2.Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учеб. пособие / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. — Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2019. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - 978-5-00091-707-7. - ISBN 978-5-00091-707-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026781> (дата обращения: 02.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**б) Дополнительная литература:**

|  |
| --- |
| 1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 03.10.2020). – Режим доступа: по подписке.  2.Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.  3. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.  4. Фомин, Н. В. Системы подчиненного регулирования координат в электро-приводах постоянного тока [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, [ каф. АЭиМ ]. - Магнитогорск, 2010. - 199с. : ил., граф., схемы, табл. <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.  5.Фомин, Н.В. Параметрирование преобразователей «Simoreg» и «Simovert» [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Н. В. Фомин, Е. Я. Омельченко, В. В. Шохин и др./ Магнитогорск, ФГБОУ ВО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова", 2017. № госрегистрации 0321701900 <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.  6.Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Демен-тьев. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-4387-0558-1. — Текст : элек-тронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82848>. — Режим доступа: для авториз. пользователей |

**в) Методические указания:**

1. Фомин Н. В., Омельченко Е. Я., Белый А. В., Шохин В. В. Исследование си-стем управления электроприводов с параллельными обратными связями: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600 и 220401. Магнитогорск: МГТУ, 2013, 36 с.

2. Фомин Н. В., Белый А. В., Омельченко Е. Я. Исследование систем подчи-ненного регулирования: методические указания к лабораторным работам по дисци-плине «Системы управления электроприводов» для студентов специальности 140604. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010.- 25 с.

3. Фомин Н. В. Системы управления электроприводов. Курсовое проектирова-ние: учеб. пособие /Н. В. Фомин.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. 102 с. (приложение)

4. Омельченко Е. Я. Исследование системы управления асинхронно – вентиль-ным каскадом: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисци-плине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600, 220401. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. 15 с

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Программное** **обеспечение** | | | | |
|  | Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |  |
|  | 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  | MS Windows XP Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |  |
|  | MathWorks MathLab v.2014 Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014 | бессрочно |  |
|  | MS Windows 7(Белорецк) | К-171-09 от 18.10.2009 | бессрочно |  |
|  | MS Office 2007(Белорецк) | К-171-09 от 18.10.2009 | бессрочно |  |
|  | FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы** | | | | |
|  | Название курса | | Ссылка |  |
|  | Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | | https://dlib.eastview.com/ |  |
|  |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | | URL: https://elibrary.ru/project\_risc.asp |  |
|  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | | URL: https://scholar.google.ru/ |  |
|  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | | URL: http://window.edu.ru/ |  |
|  | Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | | URL: http://www1.fips.ru/ |  |
|  | Российская Государственная библиотека. Каталоги | | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |  |
|  | Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |  |
|  | Университетская информационная система РОССИЯ | | https://uisrussia.msu.ru |  |
|  | Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» | | http://webofscience.com |  |
|  | Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus» | | http://scopus.com |  |

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

***9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)***

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| --- | --- |
| Аудитория для лекционных занятий | Доска, мультимедийный проектор, экран, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет |
| Аудитория для лабораторных занятий | Универсальные стенды, инструменты, персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальный зал библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |