

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

Д. И. Меркулов

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологии материалов и
промышленной инженерии

Е.Ю. Степанович

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

Составитель	Головко С.В., к.т.н., доцент кафедры ТМиПИ
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехник
Направленность (профиль) ОПОП	Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	заочная
Год приёма	2023
Курс	4, 5
Семестр(ы)	8, 9

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Основной целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

1. 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.

2. 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.

3. Научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Электрический привод» относится к обязательной части.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

Физические основы электротехники

Знания: основы физики электронных приборов, их устройство, назначение, принцип действия и основные эксплуатационные характеристики;

Умения: выполнять инженерные расчеты режимов с привлечением справочников, применять ОУ в различных устройствах судовой автоматики;

Навыки: владеть основными приемами применения электронных приборов, исходя из условий эксплуатации.

Электрические машины

Знания: назначение, принцип работы и конструкции различных электрических машин постоянного и переменного тока; физический смысл параметров, характеристик и их связь с технико-экономическими показателями;

Умения: объяснять физические процессы, протекающие при функционировании электрических машин; проводить расчеты электрических машин и трансформаторов; использовать справочные данные для оптимального выбора серийных электрических машин; осуществлять выбор электрических машин и трансформаторов в различных схемах и системах электромеханики и электроэнергетики: электроприводов, испытательных и электрофизических установок, системах автоматического регулирования, электрических станций;

Навыки: проектировать, экспериментально исследовать и обслуживать электрические машины в соответствии с нормативными документами

Электрические и электронные аппараты:

Знания: электрических аппаратов, как средств управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физических явлений в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов;

Умения: применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, применять методы моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и характеристики ЭЭА при расчетах основных узлов ЭЭА, использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, анализа электромагнитных и тепловых процессов в различных ЭЭА, свободно ориентироваться в принципах действия и особенностях конструкции основных видов ЭЭА;

Навыки: владеть методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; владеть методами анализа режимов работы ЭЭА и при использовании специализированной литературы решать задачи проектирования основных узлов ЭЭА.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий;
- Электроснабжение потребителей.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

- а) общепрофессиональных (ОПК):
способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-3);
- б) профессиональных (ПК):
способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций (ПК-1).

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-3 – Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-3.1.1. Основные математические модели принятия решений при многих критериях ИОПК-3.1.2. Методы оценки субъективных предпочтений.	ИОПК-3.1.2. Методы оценки субъективных предпочтений. ИОПК-3.2.1. Формализовать процесс обоснования и принятия решений	ИОПК-3.3.1. Навыками использования инструментальных программных средств для обработки экспертных оценок, представления данных и знаний; ИОПК-3.3.2. Навыками поиска решений в условиях риска и неопределённости.

ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПК-1.1.1. Процессы сбора и анализа данных для проектирования, составления конкурентоспособных вариантов технических решений	ИПК-1.2.1. Обосновывать выбор целесообразного решения	ИПК-1.3.1. Навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений
--	--	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 5 зачётных единиц, в том числе 22 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 12 часов – лекции, 10 часов – лабораторные работы), и 158 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. т. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода.	8	3		2		40	Опрос
Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	8	3		2		22	Анализ проблемных ситуаций, коллоквиум
Итого за 8 семестр		6		4		62	Зачет
Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	9	2		2		32	Анализ проблемных ситуаций, коллоквиум

Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.	9	2		2		32	Опрос, анализ проблемных ситуаций
Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву	9	2		2		32	Опрос, анализ проблемных ситуаций
Итого за 9 семестр		6		6		96	Экзамен
ИТОГО		12		10		158	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ОПК-3	ПК-1		
Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода.	45	+	+		2
Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	27	+	+		2
Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	36	+	+		2
Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.	36	+	+		2

Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву	36	+	+		2
Итого	180				

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода.

Определение понятия “электропривод”. Функции электропривода. Общие требования к электроприводу. Уравнение движения. Приведение моментов и моментов инерции. Механические характеристики. Регулирование координат электропривода. Экономические показатели регулирования.

Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.

Основные уравнения. Характеристики и режимы при независимом возбуждении, $U = \text{const}$. Торможение с отдачей энергии в сеть (рекуперативное) или генераторный режим работы параллельно с сетью. Торможение противовключением или генераторный режим работы последовательно с сетью. Динамическое торможение или генераторный режим работы независимо от сети. Характеристики и режимы при независимом возбуждении, $I = \text{const}$. Характеристики и режимы при последовательном возбуждении. Номинальный режим. Допустимые значения координат. Регулирование координат в разомкнутых структурах - реостатное регулирование, регулирование координат изменением магнитного потока, регулирование скорости изменением напряжения на якоре. Регулирование координат в замкнутых структурах - система УП-Д, замкнутая по скорости, система УП-Д с нелинейной обратной связью по моменту, замкнутая система источник тока – двигатель. Система генератор-двигатель. Система управляемый выпрямитель (тиристорный преобразователь) – двигатель

Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.

Простые модели асинхронного электропривода. Процессы при $\omega = \omega_0$. Процессы под нагрузкой. Механические характеристики. Энергетические режимы. Номинальные данные

АД. Двигатели с короткозамкнутым ротором – регулирование координат: частотное регулирование; параметрическое регулирование. Двигатели с фазным ротором – регулирование координат: реостатное регулирование; каскадные схемы. Синхронный двигатель. Другие виды электроприводов. Тормозные режимы синхронных машин. Регулирование координат.

Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.

Общие сведения. Оценка энергетической эффективности при однонаправленных потоках энергии. Потери в установившихся режимах. Потери в переходных режимах.

Энергосбережение средствами электропривода.

Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву

Основные критерии выбора двигателей по мощности. Основы теории нагрева электрических машин. Охлаждение электрических машин. Выбор по мощности двигателей повторно-кратковременного режима. Выбор по мощности двигателя кратковременного режима. Выбор по мощности двигателя продолжительного режима. Проверка двигателя на кратковременную перегрузку. Проверка двигателя по условиям пуска

Лабораторные работы

Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от нерегулируемого источника постоянного тока

Исследование механических характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения

Исследование характеристик системы генератор – двигатель

Исследование механических характеристик асинхронного двигателя

Исследование механических характеристик системы «Асинхронный двигатель – преобразователь частоты»

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Проведение занятий в режиме презентаций и включает следующие этапы:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов;
3. основная часть;
4. краткие выводы по каждому из вопросов;
5. рассмотрение конкретной ситуации; 6. рекомендацию литературных источников.

Практические занятия. Направленность практического занятия заключается в том, чтобы обучающиеся на основе полученных лекционных знаний освоили материал, смогли использовать его на практике. В ходе занятий обучающиеся самостоятельно решают задачи, оценивают полученные результаты, анализируют ход работы, делают выводы и обобщения, ведут исследования. Практические занятия обучающиеся выполняют под руководством преподавателя в соответствии с планом учебных занятий. На каждое практическое занятие обучающимся предоставляются указания по его проведению. Указания содержат информацию о теме, цели занятия; порядке выполнения работы; оформления результатов и выводов, контрольные вопросы; список литературы. Практическое занятие засчитывается, если студент выполнил задания и получил удовлетворительную оценку.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода.	40	Изучение литературы

Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	22	<i>Изучение литературы</i>
Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	32	<i>Изучение литературы</i>
Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.	32	<i>Изучение литературы</i>
Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву	32	<i>Изучение литературы</i>

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины(модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно.

Не предусмотрено.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Интерактивная лекция: постановка проблемы, разработка способа ее решения и реализация найденного решения.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода.	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лаб. работы

Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Выполнение лаб. работы, Отчет

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление студентов с оценками);
- использование электронных учебников и различных сайтов как источник информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- применение новых технологий для проведения лекций и семинаров с использованием презентаций, содержащих видео и демонстрации работы электроприводов.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1 Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013	Пакет офисных программ

7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Microsoft Security Assessment Tool, Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates.	Программы для информационной безопасности
Electronics Workbench	Система Electronics Workbench предназначена для проектирования аналоговых и цифровых электронных схем с визуализацией исходных данных и результатов проводимых анализов.
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением

6.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека (НЭБ)» – Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний: <http://нэб.рф>.
5. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ - Российская государственная библиотека (РГБ): <http://dvs.rsl.ru>.
6. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru.
7. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД»: www.knigafund.ru/.
8. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал: <http://elibrary.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Электрический привод» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Назначение электрического привода, его схема и примеры реализации. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода.	ОПК-3, ПК-1	Опрос
Тема 2. Электропривод с двигателями постоянного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	ОПК-3, ПК-1	Анализ проблемных ситуаций, коллоквиум
Тема 3. Электропривод с двигателями переменного тока. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями переменного тока. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов.	ОПК-3, ПК-1	Анализ проблемных ситуаций, коллоквиум
Тема 4. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов.	ОПК-3, ПК-1	Опрос, анализ проблемных ситуаций
Тема 5. Расчет мощности, выбор и проверка электродвигателей по нагреву	ОПК-3, ПК-1	Опрос, анализ проблемных ситуаций

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	изложение полученных знаний полное, в соответствии с требованиями учебной программы, есть единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами
4 «хорошо»	изложение полученных знаний полное, в соответствии с требованиями учебной программы, есть отдельные несущественные ошибки, самостоятельно исправленные после указания на них преподавателя
3 «удовлетворительно»	изложение полученных знаний неполное, есть отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя

2 «неудовлетворительно»	изложение учебного материала неполное, есть существенные ошибки, не исправленные даже с помощью преподавателя
----------------------------	---

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	умение выявлять противоречия в учебном материале, определять проблему самостоятельно
4 «хорошо»	умение выявлять противоречия в учебном материале и определять проблему самостоятельно, используя наводящие вопросы преподавателя как помощь
3 «удовлетворительно»	студент выявляет противоречия в учебном материале и определяет проблему только с помощью преподавателя
2 «неудовлетворительно»	студент не умеет выявлять противоречия и определять проблему

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Какой вид имеет уравнение движения электропривода при поступательном движении? Какой вид имеет уравнение движения электропривода при вращательном движении? Что является особенностью активного момента нагрузки?

Что является особенностью реактивного момента нагрузки?

Какой элемент ЭП имеет абсолютно мягкую механическую характеристику? Какой элемент ЭП имеет абсолютно жесткую механическую характеристику? Приводной электродвигатель работает в двигательном режиме если – Приводной электродвигатель работает в тормозном режиме если –

Описать конструкцию двигателя постоянно тока.

Описать конструкцию асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Описать конструкцию асинхронного двигателя с фазным ротором.

Описать конструкцию синхронного двигателя.

Описать принцип действия двигателя постоянно тока.

Описать принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Описать принцип действия синхронного двигателя.

Нарисовать схему расположения и маркировку выводов клемной коробки двигателя постоянно тока.

Нарисовать схему расположения и маркировку выводов клемной коробки асинхронного двигателя.

Определить скольжение асинхронного двигателя, ротор которого вращается с частотой 2800 об/мин, если синхронная частота вращения 3000 об/мин.

Какова частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя, подключенного к сети переменного напряжения частотой 50 Гц, при числе пар полюсов 2?

Частота вращения магнитного поля асинхронной машины 1000 об/мин. Определить частоту вращения ротора машины при скольжениях 1; 0; —1; —2. Объяснить физический

смысл полученных значений частоты вращения.

Частота вращения магнитного поля многоскоростного асинхронного двигателя после переключения обмоток возросла с 1500 до 3000 об/мин. Чему равно скольжение после переключения, если первоначально оно было 0,06?

При частоте вращения магнитного поля многоскоростной асинхронной машины 1000 об/мин скольжение составляло 0,1. Чему равно скольжение при той же частоте вращения ротора и следующих частотах вращения магнитного поля: 500; 1500; 2000 об/мин?

Какое число пар полюсов должен иметь асинхронный двигатель, питающийся от сети переменного напряжения частотой 50 Гц, при частоте вращения магнитного поля статора 600 об/мин?

С какой частотой вращается ротор четырехполюсного асинхронного двигателя, если скольжение $s = 0,2$, а частота напряжения сети 50 Гц?

На щитке асинхронного двигателя указана номинальная частота вращения вала 730 об/мин. Определить скольжение ротора, вращающегося с указанной частотой, и число пар полюсов статора, если частота напряжения сети 50 Гц.

При частоте вращения ротора четырехполюсного асинхронного двигателя 150 рад/с скольжение составляло 1,5%. Найти частоту напряжения питания и синхронную частоту вращения двигателя. Скольжение четырехполюсного трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором изменяется от 0,003 до 0,05 при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной. Определить диапазон изменения частоты вращения ротора, если частота напряжения сети 50 Гц.

При изменении частоты напряжения питания в 2 раза частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя увеличилась на 750 об/мин. Двигатель имеет четыре пары полюсов. Какова была первоначальная частота напряжения питания?

Асинхронный трехфазный двигатель с фазным напряжением 127 В и соединением обмоток треугольником необходимо использовать в сети с линейным напряжением 220 В. Каким образом это осуществляется на практике?

Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин, причем от сети потребляется мощность 55 кВт. Чему равна мощность на валу двигателя и развиваемый им момент, если мощность потерь в двигателе составляет 5 кВт?

Мощность, подводимая к асинхронному двигателю, равна 5 кВт. Определить КПД двигателя, если суммарная мощность потерь составляет 650 Вт.

При каком режиме работы асинхронного двигателя коэффициент мощности двигателя $\cos \phi$ будет самым низким? Как он будет изменяться при увеличении нагрузки?

В цепь ротора асинхронного двигателя подключили регулировочный резистор. Изменится ли при этом скольжение, если момент на валу двигателя считать неизменным?

Напряжение сети понизилось на 10%. Как изменится при этом вращающий момент асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

Почему при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, когда ток в роторе максимален, не развивается наибольший вращающий момент?

Почему для изготовления короткозамкнутых роторов асинхронных двигателей обычно используются алюминиевые стержни, а не медные?

После переключения обмоток много скоростного асинхронного двигателя число пар полюсов увеличилось в 2 раза. Как изменяется при этом частота вращения магнитного поля

и частота вращения ротора?

Составить принципиальную электрическую схему управления трехфазным асинхронным двигателем с помощью двух кнопок управления и контактора.

Одним из способов торможения асинхронных двигателей является динамическое торможение. Почему 2 двигатель останавливается?

Начертить простейшую принципиальную электрическую схему реверсирования трехфазного асинхронного двигателя и пояснить принцип работы.

Найти сопротивление обмотки якоря двигателя параллельного возбуждения в момент пуска, если наибольшее сопротивление пускового переменного резистора 5 Ом и ток в момент пуска при напряжении сети 110В был 20 А.

Определить сопротивление пускового переменного резистора для двигателя параллельного возбуждения, если пусковой ток в 2 раза больше номинального тока якоря, а сопротивление обмотки якоря 1 Ом. Двигатель рассчитан на напряжение 220 В и ток якоря 20 А.

Механическая характеристика двигателя постоянного тока (об/мин) определяется выражением $n = 3150 - kM$. Найти частоту вращения двигателя при моментах 0,8; 1,2; 1,5 М_я, если мощность $P_n = 4,5$ кВт, частота вращения $n = 3000$ об/мин.

Объяснить, как осуществляется запуск двигателя параллельного возбуждения.

Коллоквиум - групповое обсуждение под руководством преподавателя достаточно широкого круга проблем, например, относительно самостоятельного большого раздела; проходит обычно в форме дискуссии, в ходе которой студентам предоставляется возможность высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему, учиться обосновывать и защищать.

Вопросы к коллоквиуму

1. Назовите классификацию, основные параметры и порядок выбора электрических преобразователей электроприводов.
2. Нарисуйте схемы системы генератор – двигатель постоянного тока и преобразователь (управляемый выпрямитель) - двигатель постоянного тока. Назовите достоинства и недостатки систем.
3. Нарисуйте схемы системы электромеханический преобразователь частоты – асинхронный двигатель, статический преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Назовите достоинства и недостатки систем.
4. Объясните принцип работы замкнутых систем преобразователь (управляемый выпрямитель) - двигатель постоянного тока с ОС.
5. Объясните принцип работы замкнутых систем статический преобразователь частоты – асинхронный двигатель с ОС.
6. Объясните принцип построения системы подчиненного регулирования. Как производится настройка контуров электропривода на технический и симметричный оптимум.
7. Как работает система источник тока - двигатель (ИТ-Д).
8. Как работает система импульсного регулирования координат электропривода.
9. Приведите схемы и принцип работы электроприводов с вентильными двигателями.
10. Приведите схемы и принцип работы электроприводов с линейными и шаговыми двигателями.

11. Составьте перечень основных энергетических показателей работы электропривода.
12. Определите методы повышения энергетических показателей.
13. Назовите как можно влиять на энергетические показатели электропривода КПД, $\cos\phi$.

Процедура оценивания – контрольная работа

Контрольная работа представляет собой письменную работу, закрепляющая теоретические знания и умения применять полученные теоретические знания при решении конкретных практических заданий;

Требования к содержанию контрольной работы:

1. творческий, самостоятельный подход к изложению материала, умение выразить свое мнение по исследуемому вопросу;
2. недопустимость механического переписывания материала учебника или лекций; 3. подтверждение теоретических выводов практическим или статистическим материалом.

Тематика контрольных работ

1. Расчет и построение графиков переходных процессов при постоянных моментах.
2. Построение естественных и искусственных электромеханических и механических характеристик двигателей постоянного тока.
3. Построение естественных и искусственных электромеханических и механических характеристик асинхронных электродвигателей
4. Построение естественных и искусственных асинхронных электродвигателей с фазным ротором.
5. Расчет переходных процессов при пуске электродвигателя.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Определение и состав электропривода.
2. Механическая часть, электрическая часть силового канала ЭП.
3. Требования к ЭП, классификация.
4. Уравнение движения и режимы работы электропривода (статический и динамический).
5. Механические характеристики рабочих механизмов и электродвигателей. Рабочая точка, условие устойчивой работы электропривода.
6. Приведение моментов нагрузки и моментов инерции к валу электродвигателя.
7. Двигательный и тормозной режим работы. Кратковременный, длительный, повторнократковременный режимы работы.
8. Решение статических и динамических режимов электропривода
9. Регулирование координат электропривода. Показатели регулирования.
10. Схема включения, основные уравнения и характеристики ДПТ параллельного возбуждения.
11. Регулирование скорости ДПТ параллельного возбуждения изменением напряжения
12. Регулирование скорости ДПТ параллельного возбуждения изменением магнитного потока
13. Регулирование скорости ДПТ параллельного возбуждения изменением сопротивления якорной цепи
14. Регулирование скорости ДПТ параллельного возбуждения по схеме шунтирования якоря.
15. Пуск, реверс, тормозные режимы ДПТ параллельного возбуждения.
16. Электромеханические свойства ДПТ последовательного возбуждения.
17. Регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения.

- 18 Тормозные режимы ДПТ последовательного возбуждения.
- 19 Схема включения, основные уравнения и характеристики ДПТ смешанного возбуждения.
- 20 Схема включения, основные уравнения и характеристики асинхронных электродвигателей.
- 21 Регулирование скорости асинхронных электродвигателей изменением числа пар полюсов.
- 22 Регулирование скорости асинхронных электродвигателей изменением напряжения.
- 23 Регулирование скорости асинхронных электродвигателей изменением частоты питающего напряжения.
- 24 Регулирование скорости асинхронных электродвигателей изменением активного сопротивления ротора.
- 25 Пуск, реверс, тормозные режимы асинхронных электродвигателей.
- 26 Электромеханические свойства и характеристики синхронных электродвигателей.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-3 – Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;				
1.	Задание закрытого типа	1. Кто разработал систему «инжектор-двигатель» - я для рулевого управления? 1) Д.А. Лачинова 2) М. Фарадей 3) Э.Х. Ленц 4) А.В. Шубин	4	2
2.		2. В качестве передаточного устройства что могут выступать? 1) редукторы, клиноременные и цепные передачи, электромагнитные муфты скольжения; 2) механическая энергия; 3) рабочий орган; 4) рабочая машина;	1	2
3.		3. Как называется исполнительный орган рабочей машины? 1) совокупность управляющих и информационных устройств и устройств; 2) внешняя по отношению к электроприводу система управления более высокого уровня; 3) осуществляющая изменение формы, свойств, состояния и положения предмета труда; 4) движущийся элемент рабочей машины, выполняющий технологическую операцию;	4	2

4.		4. На механической части электропривода что входит? 1) ротор электродвигателя 2) передаточное устройство 3) рабочая машина 4) все ответы правильны	4	3
5.		5. Сколько групп различают в механизме? 1) 2 группы 2) 5 групп 3) 3 группы 4) 7 групп	2	3
6.	Задание открытого типа	1. Что такое рабочая машина?	Рабочая машина – машина, осуществляющая изменение формы, свойств, состояния и положения предмета труда	5-8
7.		2. Что такое групповой электропривод?	Групповой электропривод – электропривод с одним электродвигателем, обеспечивающий движение исполнительных органов нескольких рабочих машин или нескольких ИО одной рабочей машины	5-8
8.		3. Что такое индивидуальный электропривод?	Индивидуальный электропривод – это "ЭП, обеспечивающий движение одного исполнительного органа рабочей машины"	5-8

9.		4. Взаимосвязанный электропривод – это?	Взаимосвязанный электропривод – два или несколько электрически или механически связанных между собой электроприводов, при работе которых поддерживается заданное соотношение их скоростей и нагрузок и положения исполнительных органов рабочих машин	5-8
10.		5. Многодвигательный электропривод-это?	Многодвигательный электропривод – электропривод, содержащий несколько электродвигателей, механическая связь между которыми осуществляется через исполнительный орган рабочей машины	5-8
ПК-1 – Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций				
1.	Задание закрытого типа	1. Третья группа механизмов – это? 1) механическая связь между которыми осуществляется через исполнительный орган 2) группа рабочих машин, у которых M_c зависит одновременно и от угла поворота, и от скорости движения, т.е. $M_c = f(\alpha, \omega)$ 3) группа машин, у которых статический момент является функцией угла поворота вала РМ α , то есть $M_c = f(\alpha)$ 4) механизмы, у которых статический момент не зависит от скорости вращения, то есть $M_c(\omega) = \text{const}$	3	2

2.		2. Как называется неподвижная часть электрическая машина п.т.? 1) ярма; 2) статор 3) индуктор 4) полюс	2	2
3.		3. Двигатель последовательным возбуждением это... 1) Обмотка параллельным возбуждением; 2) Обмотка последовательным возбуждением 3) Без обмоток 4) Обмотка статора	2	2
4.		4. Двигатели смещенного возбуждения какие обмотки имеет? 1) Независимого возбуждения; 2) Параллельного и последовательного возбуждения 3) Последовательного возбуждения 4) Параллельного возбуждения	2	3
5.		5. Что нужно сделать чтобы двигатель смещенного возбуждения работал в режиме против включения? 1) Якорную цепь обратно включают в сеть питания; 2) Отключают полюса двигателя 3) Отключают двигатель от питания 4) Надо уменьшить напряжения	1	3
6.	Задание открытого типа	6. Электрический вал – это?	Электрический вал – взаимосвязанный электропривод, обеспечивающий синхронное движение двух или более исполнительных органов рабочей машины, не имеющих механической связи	5-8
7.		7. Электрический каскад – это?	Электрический каскад – регулируемый ЭП с АД с фазным ротором, в котором энергия скольжения возвращается в электрическую сеть	5-8

8.	8. Электромеханический каскад - это?	Электромеханический каскад - регулируемый ЭП с АД с фазным ротором, в котором энергия скольжения преобразуется в механическую и передается на вал ЭД	5-8
9.	9. Основной функцией электропривода является -?	Приведение в движение рабочей машины в соответствии с требованиями технологического режима	5-8
10.	10. К первой группе механизмов относятся?	Механизмы, у которых статический момент не зависит от скорости вращения, то есть $M_c(\omega) = \text{const}$	5-8

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятии</i>	10/4* /1**	40* / 10**	
2.	<i>Выполнение лабораторных работ</i>	10/5* /3**	50* / 30**	
Всего			90* / 40**	-
Блок бонусов				
3.	<i>Посещение занятий</i>	10/0,5	5	
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	10/0,5	5	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
5.	<i>Экзамен</i>	1/50	50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

[Примечание: * – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Зачёт» / «Дифференцированный зачёт», ** – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Экзамен»]

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-5
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-5
<i>Неготовность к занятию</i>	-10
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-10

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

[Примечание: если в семестре итоговой формой контроля по дисциплине (модулю) является экзамен, графа со словами «Зачтено», «Не зачтено» не приводится]

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Мещеряков В.Н. Электрический привод. Часть 1. Электромеханические системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 123 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55669.html>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Мещеряков В.Н. Электрический привод. Электрический привод постоянного тока. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 61 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73095.html>. – ЭБС «IPRbooks»
3. Мещеряков В.Н. Электрический привод. Электрический привод переменного тока. В 3 частях. Ч. 3 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. – 66 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83188.html>. – ЭБС «IPRbooks»

8.2. Дополнительная литература

1. Шичков Л.П., Электрический привод / Шичков Л. П. - М.: КолосС, 2013. - 279 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953204116.html>
2. Фролов Ю.М., Основы электрического привода. Краткий курс / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. - М.: КолосС, 2013. - 252 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205405.html>
3. Муконин А.К. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Муконин А.К., Романов А.В., Трубецкой В.А. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. – 171 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93347.html>. – ЭБС «IPRbooks»

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения занятий по дисциплине имеются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов; аудитории для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные учебной мебелью; библиотека с местами, оборудованными компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии)