Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 15:53:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____/К.И. Лушин/

«16» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Регулируемый электропривод»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):
Заведующий кафедрой «Электрооборудование и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Электрооборудование и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Регулируемый электропривод» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5 Материально-техническое обеспечение 10
6 Методические рекомендации 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. 11
7 Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3 Оценочные средства 13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Регулируемый электропривод»

Целью изучения дисциплины является овладение выпускниками умением определять место эффективного применения электропривода в электротехническом объекте или технологии, выбирать оптимальную структуру электропривода и его составляющие, проводить эскизное проектирование электропривода и/или его основных элементов с учетом требований безопасности, энергоэффективности, экологии, эргономики, экономики.

Задачей изучения дисциплины является изучение статических и динамических свойств и энергетики различных систем электропривода.

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Регулируемый электропривод»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1. Рассчитывает мощность электродвигателя для различных режимов работы; ИПК-1.2. Рассчитывает установившихся режимы работы и переходные процессы при включении и отключении электрических двигателей; ИПК-1.3. Осуществляет расчет схем для проектирования силовых цепей электропривода.
ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ИПК-2.1 Применяет методики и способы оперативного изменения схем электропривода и режимов работы электропривода; ИПК-2.2 Проводит типовые лабораторные испытания электрических приводов; ИПК-2.3. Разрабатывает технологические карты по эксплуатации электропривода.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- силовая электроника;
- теоретические основы электротехники;
- управление системами электротехнических объектов;
- электрические и электронные аппараты;
- электрические машины.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр	
			7	8
1	**Аудиторные занятия**	**144**	**72**	**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	-
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	108	36	72
2	**Самостоятельная работа**	**144**	**72**	**72**
	В том числе:			
2.1	Оформление отчётов по лабораторным работам и подготовка к их защите.	78	24	54
2.2	Обучение в системе LMS	30	30	-
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации	36	18	18
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Зачет**	**Экзамен**
	Итого	**288**	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**	**12**	**4**	**-**	**-**		**8**
1.1	Тема 1. Определение электропривода. Его классификация	3	1	-	-		2
1.2	Тема 2. Основы механики электропривода	9	3	-	-		6
2	**Раздел 2. Электроприводы постоянного тока**	**96**	**12**	**-**	**36**		**48**
2.1	Тема 1. Основные уравнения двигателя постоянного тока	6	2	-	-		4
2.2	Тема 2. Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения	6	2	-	-		4

2.3	Тема 3. Статические характеристики и режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от источника нерегулируемого напряжения	6	2	-			4
2.4	Тема 4. Простейшие замкнутые системы электропривода	42	2	-	24		16
2.5	Тема 5. Переходные процессы в простейших системах электропривода	30	2	-	12		16
2.6	Тема 6. Энергетика электропривода	6	2	-	-		4
3	**Раздел 3. Синхронные электроприводы**	**86**	**10**	**-**	**32**		**44**
3.1	Тема 1. Принятые модели синхронного двигателя	6	2	-	-		4
3.2	Тема 2. Понятие векторного регулирования момента (на примере синхронного электропривода)	6	2	-	-		4
3.3	Тема 3. Сетевой синхронный электропривод	34	2	-	16		16
3.4	Тема 4. Тормозные режимы синхронного электропривода	6	2	-	-		4
3.5	Тема 5. Регулируемые синхронные электроприводы	34	2	-	16		16
4	**Раздел 4. Асинхронные электроприводы**	**94**	**10**	**-**	**40**		**44**
4.1	Тема 1. Принцип работы	6	2	-	-		4
4.2	Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электропривода	6	2	-	-		4
4.3	Тема 3. Тормозные режимы асинхронного электропривода	34	2	-	16		16
4.4	Тема 4. Векторное регулирование в асинхронном электроприводе	6	2	-	-		4
4.5	Тема 5. Преобразователи в цепях статора асинхронных двигателей	42	2	-	24		16
Итого		**288**	**36**	**-**	**108**		**144**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1. Определение электропривода. Его классификация.

Определение понятий “привод” и “электропривод”. Назначение и функции электропривода.

Групповой, индивидуальный, взаимосвязанный электропривод. Автоматизированный ЭП. Общая структура ЭП.

Содержание, структура курса, его связь с другими дисциплинами. Требования к электроприводу.

Тема 2. Основы механики электропривода

Рабочий механизм, его простейшая модель и характеристики. Механическая передача. Приведение моментов, усилий, моментов инерции на валу рабочего механизма к валу электрического двигателя и наоборот. Общий случай – решение задачи приведения переменных в относительных единицах

Раздел 2. Электроприводы постоянного тока

Тема 1. Основные уравнения двигателя постоянного тока

Параметры двигателя. Номинальные данные. Допустимые значения переменных.

Тема 2. Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Блочная структурная схема. Координатная структурная схема

Тема 3. Статические характеристики и режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от источника нерегулируемого напряжения

Естественные статические характеристики. Искусственные статические характеристики. Тормозные режимы электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Виды энергетических режимов при работе электродвигателя на разных участках механических характеристик

Тема 4. Простейшие замкнутые системы электропривода

Преимущества замкнутых систем электрических приводов. Электроприводы постоянного тока с обратной связью по скорости. Энергетические режимы в замкнутой системе регулирования скорости.

Электропривод постоянного тока с обратной связью по току якоря (схема «источник тока – двигатель»).

Энергетические режимы электропривода с обратной связью по току якоря.

Тема 5. Переходные процессы в простейших системах электропривода

Переходные процессы пуска при неизменном напряжении источника питания.

Переходные процессы при пуске двигателя от источника питания с регулируемым напряжением.

Переходные процессы при ударном приложении момента нагрузки.

Тема 6. Энергетика электропривода

Потери электроэнергии в простейших установившихся режимах.

Потери электрической энергии в переходных режимах, вызванных скачком приложенного напряжения.

Потери при равномерном разгоне двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Раздел 3. Синхронные электроприводы

Тема 1. Принятые модели синхронного двигателя

Момент синхронного двигателя при питании цепей статора от идеального источника переменного тока.

Особенности описания процессов при питании синхронного двигателя от источника тока. Формирование электромагнитного момента двигателя. Варианты записи выражения электромагнитного момента.

Тема 2. Понятие векторного регулирования момента (на примере синхронного электропривода)

Пространственная картина магнитных полей в синхронном двигателе. Понятие векторного регулирования момента в электродвигателе переменного тока. Основные положения векторного регулирования момента. Способы формирования моментного треугольника

Тема 3. Сетевой синхронный электропривод

Паспортные данные синхронного двигателя. Выбор базовых величин переменных. Моментный треугольник синхронного двигателя и его особенности

Статические характеристики сетевого синхронного электропривода при нерегулируемом токе возбуждения ротора. Линеаризованная структурная схема сетевого синхронного электропривода при нерегулируемом токе возбуждения ротора.

Статические характеристики сетевого синхронного электропривода при изменении тока возбуждения ротора:

U-образные характеристики;

зависимость предельного момента от тока возбуждения ротора.

Тема 4. Тормозные режимы синхронного электропривода

Рекуперативное торможение. Динамическое торможение. Блочная структурная схема регулируемого синхронного электропривода

Тема 5. Регулируемые синхронные электроприводы

Регулируемые синхронные электроприводы в режиме источника момента (M=const).

Регулируемые синхронные электроприводы в режиме источника скорости (n=const).

Поддержание скорости при неизменных токе возбуждения ротора и магнитном потоке:

поддержание скорости в электроприводе с частотно-токовым управлением;

общий случай векторного регулирования момента синхронного двигателя.

Раздел 4. Асинхронные электроприводы

Тема 1. Принцип работы

Принцип работы и простейшая модель асинхронного двигателя. Моментный треугольник асинхронного двигателя.

Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электропривода

Регулирование скорости изменением частоты напряжения на статоре. Регулирование скорости изменением напряжения на статоре. Регулирование скорости изменением частоты и напряжения на статоре.

Регулирование скорости асинхронных двигателей с фазным ротором:

реостатное регулирования скорости;

асинхронные вентильные каскады (АВК);

электроприводы с машиной двойного питания.

Тема 3. Тормозные режимы асинхронного электропривода

Рекуперативное торможение. Противовключение. Динамическое торможение. Энергетические потоки при торможении асинхронного электропривода.

Тема 4. Векторное регулирование в асинхронном электроприводе

Принятые законы формирования электромагнитного момента асинхронного двигателя. Формирование момента регулированием взаимно ортогональных составляющих Iw и Iμ тока статора.

Тема 5. Преобразователи в цепях статора асинхронных двигателей

Функциональная схема системы «преобразователь – двигатель». Работа преобразователя в разных режимах электропривода. Тормозные режимы электропривода.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия - нет

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Статические характеристики системы «Тиристорный преобразователь – двигатель (ТП–Д)»;

Лабораторная работа №2. Статические характеристики системы «Генератор – двигатель (Г–Д)»;

Лабораторная работа №3. Статические характеристики системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ–АД)»;

Лабораторная работа №4. Статические характеристики системы «Преобразователь частоты– синхронный двигатель (НПЧ–СД)»;

Лабораторная работа №5. Исследование переходных режимов системы «Тиристорный преобразователь – двигатель»;

Лабораторная работа №6. Исследование переходных режимов системы ПЧ–АД;

Лабораторная работа №7. Статические характеристики и исследование системы «Преобразователь напряжения − асинхронный двигатель (ПН−АДКЗ)» в режиме плавного пуска;

Лабораторная работа №8. Исследование переходных режимов системы «Преобразователь частоты– синхронный двигатель (ПЧ–СД)».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. ГОСТ 2933–83. Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний.
4. ГОСТ IEC 60947-1-2014. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1.
5. ГОСТ 30331.1–2013 (IEC 60364–1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.

4.2 Основная литература

1. Драчев, Г.И. Теория электропривода: учебное пособие. Ч. I / Г.И. Драчев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 193 с.
2. Драчев, Г.И. Теория электропривода: учебное пособие. Ч. II / Г.И. Драчев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 203 с.
3. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Ключев, В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов / В.И. Ключев. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
2. Электротехника: учебн. пособие: в 3 кн. Кн. 3: Электроприводы. Электроснабжение / под. ред. П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.Л. Шестакова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. – 638 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Регулируемый электропривод	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7361

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами и интерактивной доской, мультимедийным проекторам и экранам: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения лабораторных работ используется аудитория: В-307 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.9 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации в седьмом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Регулируемый электропривод» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Регулируемый электропривод»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

Форма промежуточной аттестации в восьмом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Регулируемый электропривод»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«зачет»** и их описание:

Шкала оценивания	Критерий оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

Шкала оценивания	***Критерий оценивания***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, оформление отчетов и защита 8 лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме **зачёта** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Вопросы к экзамену:

1. Роль и место электропривода в промышленности, его основное назначение как главного элемента, осуществляющего преобразование электрической энергии в механическую?
2. Знание роли и места электропривода в энергетике, в электротехнологии.
3. Общие требования к электроприводу.
4. Определите приведенные к валу двигателя статический момент МС и момент инерции ЛПР груза, если груз массой m=10 т поднимается со скоростью v=1 м/с, а скорость двигателя при подъеме ω =100 рад/с.
5. Во сколько раз изменится приведенные к валу двигателя статический момент МС и момент инерции ЛПР груза, если:
– скорость вращения двигателя снизить вдвое?
– скорость подъема снизить вдвое при той же скорости двигателя ω = 100 рад/с?
6. Во сколько раз изменятся приведенные к валу двигателя статические моменты МС при подъеме и спуске груза, если:
– КПД передачи η = 0,8?
– КПД передачи η = 0,9?
7. Во сколько раз изменится приведенный к валу двигателя статический момент МС, если применить редуктор с КПД, повышенным на 10 %?
8. Определить режим работы, момент, ток и скорость ДНВ, если U = 0, M = 0,5, r = 0,05.
9. Определить приближенно минимальное время пуска ДНВ, если ТД =1 с, МС = 0,5.
10. Уравнения и структурная схема ДНВ. Статические характеристики ДНВ. Зоны допустимых нагрузок.
11. Естественные механическая и электромеханическая характеристики ДНВ в абсолютных и относительных (о.е.) единицах и их расчет. Каталожные характеристики ДНВ и их сравнение с расчетными. Искусственные характеристики ДНВ и их расчет.
12. Энергетика двигательного режима ДНВ. Пути снижения потерь энергии.
13. Тормозные режимы ДНВ (рекуперативное торможение, противовключение, динамическое торможение), схемы включения, механические характеристики и энергетические диаграммы, достоинства и недостатки.
14. Расчет схем включения, обеспечивающих работу ДНВ в заданной точке, и характеристик, проходящих через заданную точку.
15. Реостатный пуск ДНВ (при питании от цеховой сети). Правильная пусковая диаграмма и ее расчет аналитическим и графическим методами.
16. Механические переходные процессы в ЭП с прямолинейной механической характеристикой. Механические переходные процессы реостатного пуска ДНВ, при набросе нагрузки, торможения противовключением, динамического торможения.

17. Энергетика переходных режимов ЭП с ДНВ (пуск на холостом ходу, пуск под нагрузкой, торможение противовключением, динамическое торможение). Пути снижения потерь энергии в переходных процессах.

18. Основные соотношения между координатами и параметрами АД. Т-образная и Г-образная схемы замещения АД. Естественные механические и электромеханические характеристики и их расчет.

19. Естественные характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗ) с учетом вытеснения тока ротора.

20. Структурные схемы АД (упрощенная, для рабочего участка механической характеристики).

21. Искусственные характеристики и их расчет. Расчет коэффициентов упрощенной структурной схемы.

22. Электромеханические свойства и характеристики АД, питающегося от источника тока.

23. Энергетика двигательного режима АД. Пути снижения потерь мощности.

24. Тормозные режимы АД (рекуперативное торможение, торможение противовключением, динамическое торможение с независимым возбуждением и с самовозбуждением, конденсаторное торможение), схемы включения, механические характеристики, энергетические диаграммы, достоинства и недостатки.

25. Расчет схем включения, обеспечивающих работу АД в заданной точке, и характеристик, проходящих через заданную точку.

26. На сколько изменится время торможения противовключением, если сопротивление в цепи якоря уменьшить вдвое, а ДНВ работал на холостом ходу?

27. На сколько изменится скорость спуска груза в режиме динамического торможения ДНВ, если увеличить вдвое сопротивление цепи якоря? уменьшить вдвое поток двигателя?

28. Как изменится скорость двигателя, если в системе ТП–Д увеличить угол регулирования α?

29. Какому напряжению управления ТП соответствует угол регулирования $\alpha = 90^{\circ}$? В каком режиме при этом напряжении работает двигатель?

30. Какими условиями ограничены максимальные напряжения ТП в выпрямительном и инверторном режимах?

31. Почему механическая характеристика двигателя в системе ТП – Д мягче, чем естественная характеристика двигателя?

32. Как определить точку перехода из непрерывного режима работы ТП в прерывистый?

33. При каких условиях двигатель в системе ТП – Д с раздельным управлением переходит из двигательного режима в режим рекуперации?

34. В каком режиме работы двигателя КПД системы ТП – Д равен нулю? Коэффициент мощности системы ТП – Д равен нулю?

35. Как изменится вид механических характеристик двигателя в системе

36. Почему механическая характеристика двигателя в системе Г – Д мягче, чем естественная характеристика двигателя?

37. Как изменяется точность регулирования скорости при изменении тока возбуждения генератора?

37. Как определить точку перехода из двигательного режима работы двигателя в генераторный?

38. В каком режиме работы двигателя КПД системы Г – Д равен нулю? коэффициент мощности системы Г – Д равен нулю?

39. Как изменится вид механических характеристик двигателя в системе ТП – Д, если синхронный приводной двигатель заменить на асинхронный?

40. Перечислите достоинства и недостатки системы Г – Д по сравнению с реверсивной системой ТП–Д?

41. Почему считают, что диапазон регулирования скорости двигателя в системе Г – Д ниже, чем в системе ТП–Д?

42. Отличаются ли КПД двигателя при его работе с номинальным моментом и номинальным напряжением в системе Г – Д и системе ТП–Д?

43. Попытайтесь определить область применения системы Г – Д? Где система Г – Д будет обладать преимуществом по сравнению с системой ТП – Д?

44. Чем объяснить режим самохода в системе Г – Д и как этот режим устраняется?