

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

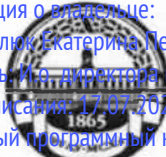
ФИО: Парлык Екатерина Петровна ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: И.о. директора института механики и энергетики ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

Дата подписания: 17.07.2023 10:25:42

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина



И.Ю. Игнаткин

«01» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 «Электропривод»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс – 4

Семестр – 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчики: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Маз
(подпись)

Селезнева Д.М., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Селезнева Д.М.
(подпись)

«29» августа 2022 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А.
(подпись)

«29» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 «29» августа 2022 г.

Заведующий кафедрой Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сторчевой В.Ф.
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дидманидзе О.Н.
(подпись)

Протокол № 01 «30» августа 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Кожевникова Н.Г.
(подпись)

«29» августа 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ершова Е.В.
(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ.....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3. ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ ²⁴	
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
7.3. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	26
7.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.32	
Виды и формы отработки пропущенных занятий	34
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.24 «Электропривод» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленности Энергообеспечение предприятий

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний о современном электроприводе, его физических основах работы, по расчету механических характеристик, переходных процессов в электроприводах, режимах работы; о методах выбора электропривода по мощности и применению современных информационно-коммуникационных технологий, использующихся с целью обеспечения работоспособности электропривода в сельскохозяйственном производстве и о методиках и средствах экспериментальных исследований в области электропривода, обработки результатов измерений и оценки их погрешности; развитие технической направленности их мышления.

Приобретение навыков владения программами Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Statistica; Mathcad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользования электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть Блока I «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индексы достижения компетенций): ОПК-6 (ОПК-6.1).

Краткое содержание дисциплины:

История развития электропривода. Состояние, перспективы развития и особенности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве. Назначение и структура электропривода.

Основные соотношения механики. Виды статической нагрузки и механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и инерционных масс к валу двигателя. Совмещение механических характеристик электродвигателя и механизма, жесткость характеристик, статическая устойчивость электроприводов.

Уравнение движения электропривода. Режимы работы электродвигателя.

Область применения и основные соотношения для ДПТ. Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики ДПТНВ. Механические характеристики ДПТНВ в тормозных режимах работы. Пуск ДПТНВ. Основные показатели регулирования скорости. Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якорю напряжения

Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики ДППВ. Механические характеристики ДППВ в тормозных режимах работы. Пуск ДППВ.

Схемы замещения и основные соотношения для АД. Естественная и искусственные электромеханические и механические характеристики АД. Способы построения естественной электромеханической и механической характеристик.

Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы работы АД. Реостатное регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением питающего напряжения.

Частотное регулирование скорости АД. Законы регулирования. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.

Механические переходные процессы в электроприводах (ЭП) с постоянным динамическим моментом. Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом линейно зависящим от угловой скорости. Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом нелинейно зависящим от угловой скорости.

Потери мощности и энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах. Методы снижения потерь в электроприводах постоянного и переменного тока в переходных режимах.

Классы изоляции. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей.

Выбор электродвигателей по мощности, работающих в продолжительном режиме (метод средних потерь, метод эквивалентного тока, момента и мощности). Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах.

Понятие о регулировании координат электропривода. Общие принципы построения систем управления электроприводами. Разомкнутые и замкнутые системы регулирования. Обратные связи по скорости, току, напряжению. Аппаратура управления электроприводами и защиты, её назначение, классификация, характеристики, выбор.

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электропривод» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний о современном электроприводе, его физических основах работы, по расчету механических характеристик, переходных процессов в электроприводах, режимах работы; о методах выбора электропривода по мощности и применению современных информационно-коммуникационных технологий, использующихся с целью обеспечения работоспособности электропривода в сельскохозяйственном производстве и о методиках и средствах экспериментальных исследований в области электро-

привода, обработки результатов измерений и оценки их погрешности; развитие технической направленности их мышления.

Приобретение навыков владения программами Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Statistica; Mathcad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользования электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электропривод» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Электропривод» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электропривод» являются курсы: математика (1 курс, 1-2 семестр; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), информатика (1 курс, 1 семестр), монтаж электрооборудования и средств автоматизации (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), цифровые технологии (2 курс, 4 семестр), электротехника и электроника (2 курс, 3-4 семестры), электрические машины (3 курс, 5 семестр), автоматика (3 курс, 6 семестр), светотехника (3 курс, 6 семестр).

Дисциплина «Электропривод» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (4 курс, 8 семестр), тепловые двигатели и нагнетатели (4 курс, 8 семестр).

Рабочая программа дисциплины «Электропривод» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-6.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	методики и средства экспериментальных исследований, обработки результатов измерений и оценки их погрешности с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных исследований, оценивать их погрешность применяя электронные системы поиска данных: Google, Яндекс, eLibrary.ru, cyberleninka.ru	методами обработки и анализа результатов экспериментальных исследований и оценки их погрешности навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictoshift и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ в семестре № 7 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре № 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
Контактная работа	48,35	48,35
Аудиторная работа	48,35	48,35
<i>В том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
Самостоятельная работа (СРС)	59,65	59,65
<i>расчетно-графическая работа</i>	20	20
<i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам)</i>	30,65	30,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»	3	1	-	-		2
Раздел 2 «Механика и динамика электропривода»	3	1	-	-		2
Раздел 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»	19	3	4	4		8
Раздел 4 «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»	26	4	6	4		12
Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»	12	2	2	-		8

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 6 «Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности»	15	3	4	-		8
Раздел 7 «Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи»	20,65	2	-	8		10,65
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9					9
Всего за 7 семестр	108	16	16	16	0,35	59,65
Итого по дисциплине	108	16	16	16	0,35	59,65

Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»

Тема 1. Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов.

История развития электропривода. Состояние, перспективы развития и особенности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве. Назначение и структура электропривода.

Раздел 2. «Механика и динамика электропривода»

Тема 1 Механика и динамика электропривода

Основные соотношения механики. Виды статической нагрузки и механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и инерционных масс к валу двигателя. Совмещение механических характеристик электродвигателя и механизма, жесткость характеристик, статическая устойчивость электроприводов. Уравнение движения электропривода. Режимы работы электродвигателя.

Раздел 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»

Тема 1. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)

Область применения и основные соотношения для ДПТ. Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики ДПТНВ. Механические характеристики ДПТНВ в тормозных режимах работы. Пуск ДПТНВ.

Тема 2. Регулирование скорости ДПТНВ

Основные показатели регулирования скорости. Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якорю напряжения

Тема 3. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ).

Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики ДПТПВ. Механические характеристики ДПТПВ в тормозных режимах работы. Пуск ДПТПВ.

Раздел 4. «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»

Тема 1. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД

Схемы замещения и основные соотношения для АД. Естественная и искусственные электромеханические и механические характеристики АД. Способы построения естественной электромеханической и механической характеристик.

Тема 2. Пуск и торможение АД

Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы работы АД

Тема 3. Регулирование скорости АД

Реостатное регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением питающего напряжения.

Тема 4. Регулирование скорости АД

Частотное регулирование скорости АД. Законы регулирования. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов

Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»

Тема 1. Причины возникновения переходных процессов. Виды переходных процессов в электроприводах

Механические переходные процессы в электроприводах (ЭП) с постоянным динамическим моментом. Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом линейно зависящим от угловой скорости. Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом нелинейно зависящим от угловой скорости.

Раздел 6. «Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности»

Тема 1. Энергетика электропривода

Потери мощности и энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах. Методы снижения потерь в электроприводах постоянного и переменного тока в переходных режимах.

Тема 2. Нагрев и охлаждение электродвигателей

Классы изоляции. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей.

Тема 3. Выбор электродвигателей по мощности

Выбор электродвигателей по мощности, работающих в продолжительном режиме (метод средних потерь, метод эквивалентного тока, момента и мощности). Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах.

Раздел 7 «Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи»

Тема 1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты

Понятие о регулировании координат электропривода. Общие принципы построения систем управления электроприводами. Разомкнутые и замкнутые системы регулирования. Обратные связи по скорости, току, напряжению. Аппаратура управления электроприводами и защиты, её назначение, классификация, характеристики, выбор.

4.3 Лекции, лабораторные работы, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, лабораторных работ, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Раздел 1. Общие сведения об электроприводе				1
	Тема 1. Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов	Лекция №1. Общие сведения об электроприводе	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
2	Раздел 2. Механика и динамика электропривода				1
	Тема 1 Механика и динамика электропривода	Лекция №1. Механика и динамика электропривода	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
3	Раздел 3. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости				11
	Тема 1. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)	Лекция №2. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ). Регулирование скорости ДПТНВ	ОПК-6 (ОПК-6.1)		2
		Лабораторная работа № 1. Исследование механических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №1. Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Дискуссия. Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=346 на платформе Moodle)	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)	Лекция №3. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
		Лабораторное занятие №2. Исследование механических и электромеханических характеристик и методов регулирования координат ДПТ последовательного возбуждения	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №2. Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ последовательного возбуждения	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Дискуссия. Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=431 на платформе Moodle)	2
4	Раздел 4. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости				14
	Тема 1. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД	Лекция № 3. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
		Лабораторная работа №3. Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 2. Регулирование скорости АД	Лекция №4, № 5 Пуск и торможение АД. Регулирование скорости АД	ОПК-6 (ОПК-6.1)		3

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №4. Исследование механических характеристик двухскоростного асинхронного электродвигателя	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №3. Расчет и построение естественной электромеханической и механической характеристик АД	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Решение задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №4 Расчет и построение механических характеристик АД в тормозных режимах работы. Расчет пускового реостата	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Решение задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №5 Расчет и построение механических характеристик АД при изменении питающего напряжения, при частотном регулировании	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/vi ew.php?id=431 на платформе Moodle)	2
5	Раздел 5. Переходные процессы в электроприводах				4
	Тема 1. Причины возникновения переходных процессов. Виды переходных процессов в электроприводах	Лекции №5, №6. Переходные процессы в электроприводах	ОПК-6 (ОПК-6.1)		2
		Практическое занятие №6. Определение продолжительности переходных процессов электропривода	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/vi ew.php?id=431 на платформе Moodle)	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
6	Раздел 6. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности				7
	Тема 1 Энергетика электропривода	Лекция №6 Энергетика электропривода	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
	Тема 2. Нагрев и охлаждение электродвигателей	Лекция №7. Нагрев и охлаждение электродвигателей	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
	Тема 3. Выбор электродвигателей по мощности	Лекция №7 Выбор электродвигателей по мощности	ОПК-6 (ОПК-6.1)		1
		Практическое занятие №7. Выбор электродвигателей по мощности, работающих в продолжительном режиме постоянной и переменной нагрузкой	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/vi ew.php?id=431 на платформе Moodle)	2
		Практическое занятие №8. Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Тестирование (в онлайн режиме – https://sdo.timacad.ru/course/vi ew.php?id=431 на платформе Moodle)	2
7	Раздел 7. Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи				10
	Тема 1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты	Лекция №8 Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи. Аппаратура управления электроприводами и защиты. ее назначение, классификация, характеристики, выбор	ОПК-6 (ОПК-6.1)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №5. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №6. Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №7. Управление асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №8. Управление асинхронным электродвигателем в функции	ОПК-6 (ОПК-6.1)	Защита лабораторной работы	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Общие сведения об электроприводе		
1.	Тема 1. Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов	История развития электропривода как отрасли науки и техники. Классификация электроприводов по различным признакам (ОПК-6 (ОПК-6.1))
Раздел 2. Механика и динамика электропривода		
2.	Тема 1 Механика и динамика электропривода	Основные законы механики электропривода. Вывод уравнения движения и его анализ (ОПК-6 (ОПК-6.1))
Раздел 3. Электромеханические свойства постоянного тока. Регулирование скорости.		
3.	Тема 3. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)	Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якорю напряжения. Способы пуска ДПТПВ. Расчет пускового реостата. Особенности тормозных режимов (ОПК-6 (ОПК-6.1))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 4. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости		
4.	Тема 1 Механические характеристики асинхронных электродвигателей АД	Расчет и построение естественной и искусственных механических характеристик АД. (ОПК-6 (ОПК-6.1))
5.	Тема 2 Пуск и торможение АД	Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы работы АД. (ОПК-6 (ОПК-6.1))
6.	Темы 3 Регулирование скорости АД	Регулирование скорости изменением питающего напряжения. Частотное регулирование скорости АД. Законы регулирования (ОПК-6 (ОПК-6.1))
Раздел 5. Переходные процессы в электроприводах		
7.	Тема 1. Причины возникновения переходных процессов. Виды переходных процессов в электроприводах	Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом линейно зависящим от угловой скорости. Переходные процессы в ЭП с АД динамическим моментом нелинейно зависящим от угловой скорости (ОПК-6 (ОПК-6.1))
Раздел 6. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности		
8.	Тема 1. Энергетика электропривода	Потери мощности и энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах (ОПК-6 (ОПК-6.1))
9.	Тема 2. Нагрев и охлаждение электродвигателей	Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (ОПК-6 (ОПК-6.1))
10.	Тема 3. Выбор электродвигателей по мощности.	Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах (ОПК-6 (ОПК-6.1))
Раздел 7. Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи		
11	Тема1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты	Методика выбора аппаратуры защиты и управления Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. Расчет механических характеристик асинхронного двигателя в системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» Типовые узлы схем автоматического управления двигателями постоянного тока. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. Регулирование скорости двигателей постоянного тока в системе «управляемый преобразователь –двигатель (УПД) нереверсивные схемы включения при однофазном и трехфазном питании. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Регулирование скорости асинхронного двигателя в системе

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		«преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД). (ОПК-6 (ОПК-6.1))»

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Электропривод» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

– основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;

– основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;

– дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

– цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Общие сведения об электроприводе	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
2.	Механика и динамика электропривода	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
3.	Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ). Регулирование скорости ДПТНВ.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
4.	Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)	Л	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
5.	Переходные процессы в электроприводах	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
6.	Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ	ПЗ	Технология контекстного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
	независимого возбуждения		
7.	Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ последовательного возбуждения	ПЗ	Технология контекстного обучения
8.	Расчет и построение естественной электромеханической и механической характеристик АД	ПЗ	Технология контекстного обучения
9.	Расчет и построение механических характеристик АД в тормозных режимах работы. Расчет пускового реостата	ПЗ	Технология контекстного обучения
10.	Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах	ПЗ	Технология контекстного обучения
11.	Исследование механических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ЛР	Технология проблемного обучения
12.	Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором	ЛР	Технология проблемного обучения
13.	Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости	ЛР	Технология проблемного обучения

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Электропривод» в течение семестра используются следующие виды контроля:

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает выполнение обучающе-диагностических тестов в онлайн режиме в sdo.timacad на платформе Moodle, решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени, защита лабораторных работ, выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: зачет с оценкой.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Электропривод» предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов расчета и выбора электроприводов сельскохозяйственных машин, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носит расчетно-графический характер и выполняется с использованием программ КОМПАС или AutoCad.

Оформляется Расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерная тема расчетно-графической работы: «Выбор электропривода подъемного механизма».

Задание для выполнения расчетно-графической работы

1. Выбор асинхронного электродвигателя (АД) с короткозамкнутым ротором основного исполнения

1.1. Для главного привода подъемного механизма, выполненного по кинематической схеме (рис.1), в соответствии с индивидуальным заданием выбрать асинхронный электродвигатель (АД) с короткозамкнутым ротором основного исполнения. Режим работы электропривода – S3.

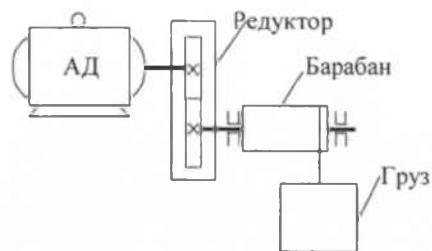


Рис.1

1.2. Построить естественную механическую характеристику АД.

1.3. Построить искусственную механическую характеристику АД при напряжении сети равном 0.7 номинального значения.

1.4. Определить время пуска электродвигателя при номинальном напряжении сети и построить зависимости $\omega = \varphi(t)$ и $M_{дв} = \psi(t)$.

1.5. Определить допустимое число включений в час для выбранного АД.

2) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся (в онлайн режиме – <https://sdo.tinacad.ru/course/view.php?id=431> на платформе Moodle)

По разделу 4. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости

Тема 2. Регулирование скорости АД

Практическое занятие №5 Расчет и построение механически характеристик АД при изменении питающего напряжения, при частотном регулировании.

Тест

1. Как изменится критический момент асинхронного электродвигателя (АД) при увеличении R_1 ?

1. уменьшится; 2. увеличится; 3. останется неизменным.

2. Как изменится критический момент асинхронного электродвигателя (АД) при увеличении $(X_1 + X_2)$?

1. уменьшится; 2. увеличится; 3. останется неизменным.

3. Как изменится критический момент асинхронного электродвигателя при увеличении R_2 ?

1. уменьшится; 2. увеличится; 3. останется неизменным.

4. Как изменится критическое скольжение асинхронного электродвигателя при увеличении R_2 ?

1. уменьшится; 2. увеличится; 3. останется неизменным.

5. Как изменится критическое скольжение асинхронного электродвигателя (АД) при увеличении X_2' ?

1. уменьшится; 2. увеличится; 3. останется неизменным.

6. Как изменится критический момент АД при изменении напряжения питания?

1. не зависит от U ; 2. пропорционально U^2 ; 3. пропорционально U ; 4. пропорционально $\frac{1}{U}$.

7. Для механических характеристик АД в генераторном и двигательном режимах для критических скольжений справедливо соотношение:

1. $|S_{кг}| = |S_{кд}|$; 2. $|S_{кг}| > |S_{кд}|$; 3. $|S_{кг}| < |S_{кд}|$.

8. При работе АД в режиме рекуперативного торможения для скольжения справедливо соотношение:

1. $S > 1$; 2. $S < 0$; 3. $0 < S < 1$; 4. $S = 0$.

9. Может ли критическое скольжение АД иметь значение, превышающее единицу?

1. Да, при снижении U ;
2. Не может;
3. Да, при включении дополнительного сопротивления в цепь ротора;
4. Да, при включении дополнительного сопротивления в цепь статора.

10. Для АД, работающего в двигательном и генераторном режимах, при одинаковых значениях скольжения для тока ротора справедливо соотношение:

$$1. |I'_{2дв}| > |I'_{2г}|; \quad 2. |I'_{2дв}| = |I'_{2г}|; \quad 3. |I'_{2дв}| < |I'_{2г}|.$$

3) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

По разделу 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»

Тема 1. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)

Практическое занятие №1. Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ независимого возбуждения

Задача 1. Чему равно номинальное сопротивление ДПТ независимого возбуждения и сопротивление якоря (ПЗ2 $P_n = 4,5$ кВт, $I_n = 24,3$ А, $U_n = 220$ В)?

Ответ: 9 Ом, 0,72 Ом.

4) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

По разделу 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»

Тема 1. Электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)

Лабораторная работа № 1 «Исследование механических характеристик электродвигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения»

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Дайте определение электромеханической характеристики электродвигателя.
2. Дайте определение естественной и искусственной механических характеристик электродвигателей.
3. Напишите основные соотношения между параметрами ДПТ независимого возбуждения, которые необходимы для вывода уравнений электромеханической и механической характеристик. Сделайте анализ полученных уравнений.
4. Назовите основные режимы работы ДПТ независимого возбуждения

5. В каких квадрантах координатной плоскости ω, M изображаются механические характеристики ДПТ независимого возбуждения, соответствующие основным режимам работы? Изобразите их.

6. Какие причины и как влияют на модуль жесткости механических характеристик ДПТ независимого возбуждения?

7. Начертите механические характеристики ДПТ независимого возбуждения при уменьшении магнитного потока, величины приложенного к якорю напряжения.

5) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):

1. Понятие «Электропривод».
2. Классификация электроприводов.
3. Естественная механическая характеристика ДПТ независимого возбуждения.
4. Искусственные механические характеристики ДПТ независимого возбуждения.
5. Естественная механическая характеристика ДПТ последовательного возбуждения.
6. Искусственные механические характеристики ДПТ последовательного возбуждения.
7. Пуск ДПТ, расчет пускового реостата.
8. Генераторное торможение ДПТ независимого возбуждения.
9. Динамическое торможение ДПТ независимого возбуждения.
10. Торможение противовключением ДПТ независимого возбуждения.
11. Торможение противовключением ДПТ последовательного возбуждения.
12. Динамическое торможение ДПТ последовательного возбуждения.
13. Естественная механическая характеристика асинхронного электродвигателя (АД).
14. Способы построения естественной механической характеристики АД.
15. Искусственные механические характеристики асинхронного электродвигателя (АД).
16. Пуск АД.
17. Генераторное торможение АД.
18. Торможение противовключением АД.
19. Динамическое торможение АД с независимым возбуждением.
20. Динамическое торможение АД с самовозбуждением.
21. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения изменением напряжения, приложенного к якорю.
22. Регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения изменением напряжения, приложенного к якорю.
23. Реостатное регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения.
24. Реостатное регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения.

25. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения изменением потока возбуждения.
26. Регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения изменением потока возбуждения.
27. Регулирование скорости АД изменением подводимого напряжения.
28. Реостатное регулирование скорости АД.
29. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.
30. Частотное регулирование скорости АД.
31. Приведение моментов сопротивления и инерции к валу двигателя.
32. Уравнение движения электропривода и его анализ.
33. Виды переходных процессов в электроприводах. Причины их возникновения.
34. Электромеханическая постоянная времени. Способы ее определения.
35. Механические переходные процессы в электроприводе при постоянном динамическом моменте.
36. Механические переходные процессы в электроприводе с динамическим моментом, линейно зависящим от скорости.
37. Переходные процессы в электроприводе при произвольной зависимости динамического момента от скорости.
38. Потери мощности в установившихся режимах работы электропривода.
39. Нагрев электродвигателя. Вывод уравнения нагрева.
40. Постоянная времени нагрева, способы ее определения.
41. Нагрузочные диаграммы рабочих машин и электродвигателя.
42. Номинальные режимы работы электродвигателей.
43. Выбор электродвигателя по мощности при продолжительном режиме работы с постоянной нагрузкой.
44. Выбор электродвигателя по мощности при продолжительном режиме работы с переменной нагрузкой методом эквивалентных величин.
45. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для продолжительного режима, при работе в кратковременном режиме.
46. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для кратковременного режима, при работе в данном режиме.
47. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для продолжительного режима, при работе в повторно-кратковременном режиме (упрощенный метод).
48. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для повторно-кратковременного режима, при работе в данном режиме.
49. Общие принципы построения систем управления электроприводами (ЭП).
50. Разомкнутые и замкнутые системы управления ЭП. Схемы замкнутых систем управления электроприводом.
51. Обратные связи в системах управления ЭП (по скорости, току, напряжению и т.д.).
52. Электрические аппараты ручного управления (кнопки и ключи управления, контроллеры и т.д.), их назначение и характеристики.

53. Электрические аппараты дистанционного управления (контакторы, магнитные пускатели, электромагнитные реле, тиристорные пускатели и т.д.), их назначение и характеристики.
54. Аппараты защиты (автоматические выключатели, тепловые реле, предохранители и т.д.).
55. Принципы автоматического управления пуском ЭД. Их сравнительный анализ.
56. Неревверсивная и реверсивная схемы управления АД.
57. Автоматическое управление торможением противовключением АД в функции скорости (схема с использованием РКС).
58. Управление АД в функции пути.
59. Неревверсивные и реверсивные силовые схемы включения ДПТ.
60. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения в системе УП-Д.
61. Неревверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока.
62. Неревверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема.
63. Неревверсивный электропривод постоянного тока по системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Мостовая схема.
64. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе ТПН-АД (тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель). Разомкнутая и замкнутая системы.
65. Регулирование скорости АД в системе ПЧПП – АД (преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока – асинхронный двигатель).

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к зачету с оценкой по дисциплине «Электропривод» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций и практических занятий, выполнение и защиту расчетно-графической работы, выполнение и защиту лабораторных работ.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электропривод» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 7

Критерии оценки результатов обучения (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выпол-

«5» (отлично)	нивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионально применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

7.1 Основная литература

1. Елифанов, А. П. Электропривод в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Елифанов, А.Г. Гушинский, Л.М. Малайчук. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020 – 224 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130484>
2. Кабдин, Н.Е. Электропривод [Электронный ресурс]: Учебник. /Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. – М.:МЭСХ, 2021. – 286 с.
Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s10032022EIPrivod.pdf>
3. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 368 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/173122>
4. Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Текст]: учебник / Н.Е. Кабдин. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017. – 224 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/173122>
5. Шичков, Л.П. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов /Л.П. Шичков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. –326 с. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/471909>

7.2 Дополнительная литература

1. Герасенков, А.А. Автоматизированный электропривод. Основные понятия, терминология и условные обозначения [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. – М.: МГАУ, 2009. – 107 с.
2. Герасенков, А.А. Электрические схемы в курсовом и дипломном проектировании [Текст] / А. А. Герасенков, И.Ф. Бородин, В.М. Боговявленский. - М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2006. - 70 с.
3. Герасенков, А.А. Электропривод: устройства защиты и управления. [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, А.В. Сергванцев. – М.: МГАУ, 2011. – 124 с.
4. Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Текст]: учебник / Н.Е. Кабдин. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 224 с.
5. Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов / Г. Б.Онищенко.– М.: РАСХН, 2003. – 320 с.
6. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Текст]/ Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – СПб: Лань, 2012 – 368 с.
7. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуrow, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольяпкин, И.Г. Голубев – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019. – 314 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 50369-92. Электроприводы. Термины и определения. - Стандарт России.
2. ГОСТ 27471-81. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
3. ГОСТ 12139-94. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей и частот.
4. ГОСТ Р МЭК 60204.1-99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч. 1. Общие требования.
5. ГОСТ Р 51689-2000. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные мощностью от 0,12 до 400 кВт включительно.
6. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
7. ГОСТ 26772-85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направления вращения.
8. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
9. ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
10. ГОСТ 2.709-89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических системах.

11. ГОСТ 2.759–82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
12. ГОСТ 28173–89. Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и рабочие характеристики.
13. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2019. – 462 с.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электропривод» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах, лабораторные работы в подгруппах.

По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

1. Герасенков, А.А. Исследование электромеханических свойств электродвигателей [Текст]: / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.М. Шлепина – М.: МЭСХ, 2017. – 52 с.

2. Герасенков, А.А. Электропривод: Методические указания к лабораторным работам [Текст]: / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 82 с.

3. Кабдин, Н.Е. Электропривод. Методические указания к лабораторным работам [Текст]: / Н.Е. Кабдин, Д.Н. Зайцев. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 46 с.

1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Exe), Компас, AUTOCAD, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике) (открытый доступ);
2. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524 (Электрические машины: лекции и примеры решения задач) (открытый доступ);
3. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ);
4. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);
5. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).

6. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).

7. <http://www.cnsnb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).

9. <https://psytets.org/ig/shtur/shturA-run.html>

10. <https://portal.timacad.ru>

11. <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>

12. <https://www.mentimeter.com/>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		2014
2.	Раздел 2 «Механика и динамика электропривода»	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		2014
3.	Раздел 3 «Электромеханика»	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, состав-	Microsoft	2016

	кие свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»	AutoCad Power Point Mentimeter	ние таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Autodesk Microsoft Microsoft	2020 2016 2014
4.	Раздел 4 «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
5.	Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
6.	Раздел 6 «Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

			компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
7.	Раздел 7 «Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 206	Компьютерный класс тип 1.: компьютеров – 7 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт. (инв. № 210124558132028)
Корпус № 24, аудитория №204	Лаборатория электропривода и электрооборудования 1) Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик ДПТ независимого возбуждения» (инв. №64532) -асинхронный электродвигатель - двигатель постоянного тока независимого возбуждения -машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.) -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (3 шт.) -вольтметр -амперметр (3 шт.) -выключатель -провода

	<p>2) Лабораторный стенд «Исследование механических и электромеханических характеристик и методов регулирования координат ДПТ последовательного возбуждения» (инв. №64533)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель - двигатель постоянного тока последовательного возбуждения -машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.) -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (3 шт.) -вольтметр -амперметр -выключатель -провода <p>3) Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором» (инв. №64534)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель (2 шт.) -машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.) -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (4 шт.) - трансформатор
	<ul style="list-style-type: none"> -тахогенератор -регулируемый резистор -вольтметр -амперметр (3 шт.) -выключатель <p>4) Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик двухскоростного асинхронного электродвигателя» (инв. №64568)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель -машина постоянного тока независимого возбуждения -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (2 шт.) -тахогенератор -вольтметр -амперметр(3 шт.) -провода <p>5) Лабораторный стенд «Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями» (инв. №64529)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель (2 шт.) -автоматический выключатель -магнитный пускатель (3 шт.) - кнопочная станция (3 шт.)

	<ul style="list-style-type: none"> -провода <p>6) Лабораторный стенд «Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости» (инв. №64530)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель -индукционное реле контроля скорости -автоматический выключатель -магнитный пускатель (2 шт.) - кнопочная станция (1 шт.) -провода <p>7) Лабораторный стенд «Управление асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей» (инв. №64531)</p> <ul style="list-style-type: none"> -асинхронный электродвигатель -автоматический выключатель -магнитный пускатель (2 шт.) -реле времени -конечные выключатели - кнопочная станция -провода <p>8) Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. Инв. № 410138000002632</p> <p>9) Проекционный экран с электроприводом Digma Electra 240 x 240 NW (DSEM – П06) – 1 шт., инв. № 410138000002638</p>
<p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет - доступом</p> <p>Общежитие № 4, №5 и № 11 Комнаты для самоподготовки</p>	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе «Электропривод» по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий студенты получают знания о современном электроприводе, его физических основах работы. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами и проведением текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);
практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электропривод» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. С этой целью необходимо перед следующей лекцией проработать материал предыдущей лекции. В случае возникновения вопросов необходимо обратиться к учебной литературе, а при невозможности самостоятельно решить возникшие проблемы подготовить вопросы и обратиться с ними к преподавателю. Используя информационные технологии организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. На практических занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

3. К выполнению лабораторной работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных занятиях необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

4. *Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Расчетно-графическую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропродмаш», «Золотая осень», «Электро 20...» и др.

5. Регулярно посещать тематические выставки.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Содержание модулей дисциплины корректируется в зависимости от профиля обучения.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации.

На *лекциях* излагается теоретический материал: дается оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы механики электропривода, механические характеристики рабочих машин и механизмов, электродвигателей, классификация электроприводов. Излагаются электромеханические свойства электродвигателей постоянного и переменного тока, переходные процессы в электроприводе, нагрев и охлаждение электродвигателей, номинальные режимы работы электроприводов, выбор электродвигателей для основных режимов работы. Рассматриваются принципы автоматического управления электроприводами, аппаратура защиты и управления электроприводами, контактно-релейные схемы управления, регулирование скорости электропривода в системах: «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД), «преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель» (ПЧ-АД) и др.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории по основам электропривода и лаборатории автоматического управления электроприводами.

При этом на лабораторных работах целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы (инженерные калькуляторы, рекомендованные компьютерные программы, тестовые задания, программы для расчета механических характеристик электродвигателей, продолжительности переходных процессов и др.).

Практические занятия проводятся в виде решения задач: расчёт и построению механических характеристик электродвигателей, расчет продолжительности переходных процессов, выбор электродвигателей по мощности для различных режимов работы, разработка схем управления, выбор аппаратуры защиты и управления и др.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – участие в дискуссиях, совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов. По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам, на практическом занятии могут быть проведены собеседования и консультации.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации процессов, техническому сервису в агропромышленном комплексе.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Программу разработали:

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент


(подпись)

Селезнева Д.М., старший преподаватель


(подпись)