

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

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

Дата подписания: 12.12.2025 14:58:56

Уникальный идентификатор документа:

3097683b38537fe8a18627e8b64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -

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



А.Г. Арженовский

“ 23 ” _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.03 «Управление электроприводами»

для подготовки бакалавров

ФГОС во

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Курс - 4

Семестр - 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025


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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Селезнева Д.М., к.т.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 20 » июня 2025 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 20 » июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 10 « 20 » июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

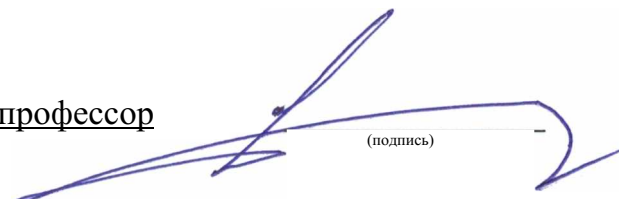

(подпись)

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)





(подпись)

Протокол № 05 « 20 » июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 15 » 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ у

Содержание

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ.....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	14
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	23
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ и (или) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	26
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	34
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	35
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	35
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	35
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	36
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	37
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	38
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	39
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	41
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	43
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	44
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	44

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.03 «Управление электроприводами» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электропривод и автоматика

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность:

- решать задачи профессиональной деятельности на основе теоретических и практических знаний о принципах построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, типовых схемах управления разомкнутыми и замкнутыми системами электропривода, о методах расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов и заданных параметров их работы;
- выполнять работы по построению, расчету параметров и выбору оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с целью повышения надежности и эффективности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве;
- применять современные информационно-коммуникационные технологии, использующиеся с целью обеспечения работоспособности систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве;
- развития технической направленности их мышления.

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

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

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индексы достижений компетенций): ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2).

Краткое содержание дисциплины

Цели и задачи автоматического управления.

Понятие о регулировании координат электропривода. Классификация систем управления электроприводами. Основные функции систем автоматического управления электроприводами.

Разомкнутые и замкнутые системы управления. Типовые управляющие и возмущающие воздействия в электроприводах. Обратные связи по скорости, току, напряжению и т.д. Показатели качества регулирования.

Аппаратура управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики

Аппаратура защиты электроприводов, ее назначение, классификация, характеристики.

Релейно-контактные системы управления электроприводами

Общие понятия о релейно-контактных системах управления (РКСУ). Принципы управления и типовые узлы в РКСУ.

Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного и переменного тока в функции тока, времени, скорости. Их сравнительный анализ.

Нереверсивная и реверсивная схемы управления двигателями постоянно-го тока.

Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости

Нереверсивная и реверсивная схемы управления асинхронным двигателем (АД). Схемы управления многоскоростными АД.

Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости.

Автоматическое управление торможение противоторможением АД в функции скорости (схема с использованием РКС). Автоматическое управление динамическим торможением АД в функции времени.

Замкнутые системы автоматического управления электроприводами

Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводами

Электрический двигатель как объект управления, управляемые координаты, типовые управляющие и возмущающие воздействия. Обратные связи и их назначение. Классификация замкнутых САУ ЭП.

Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики.

Нереверсивный и реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока.

Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема.

Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики.

Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики.

Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД)

Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока.

Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода.

Разомкнутые системы, замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора и повышением жесткости статических характеристик (//?—

компенсация и компенсация скольжения); замкнутые системы с обратной связью по скорости.

Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем. Структурная схема системы автоматического управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением.

Принципы построения систем управления положением. Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Структурная схема.

Общая трудоемкость дисциплины: 5 зачетных единиц (180 часов, в т.ч. практическая подготовка 4 часа).

Промежуточный контроль: защита курсовой работы, экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Управление электроприводами» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность:

- решать задачи профессиональной деятельности на основе теоретических и практических знаний о принципах построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, типовых схемах управления разомкнутыми и замкнутыми системами электропривода, о методах расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов и заданных параметров их работы;
- выполнять работы по построению, расчету параметров и выбору оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с целью повышения надежности и эффективности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве;
- применять современные информационно-коммуникационные технологии, использующиеся с целью обеспечения работоспособности систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве;
- развития технической направленности их мышления.

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

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

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Управление электроприводами» включена в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Дисциплина «Управление электроприводами» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Управление электроприводами» являются курсы: информатика (1 курс, 1 семестр), цифровые технологии в инженерии (1 курс, 2 семестр), высшая математика (1 курс, 1-2 семестры), физика (1 курс, 1-2 семестры), теория вероятности (2 курс, 3 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 4 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), автоматика (2 курс, 4 семестр), электрические машины (3 курс, 5 семестр), электроника (3 курс, 5 семестр), первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики (3 курс, 5 семестр), электрические и электронные аппараты (3 курс, 6 семестр), основы микропроцессорной техники (3 курс, 6 семестр), преобразовательная техника (3 курс, 6 семестр), электропривод (3 курс, 6 семестр).

Дисциплина «Управление электроприводами» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: эксплуатация электрооборудования (4 курс, 8 семестр), проектирование систем электропривода (4 курс, 8 семестр), специализированный электропривод (4 курс, 8 семестр).

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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины						
№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве с применением информационных технологий	ПКос-1.2 Применяет методы и технические средства испытаний, диагностики и повышения надежности энергетического и электротехнического оборудования	требования и принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, методы расчета их параметров с целью повышения надежности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве; Назначение и возможности современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	выстраивать системы управления электроприводами постоянного и переменного тока, применять методы расчета их параметров с целью повышения надежности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве; применять современные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	навыками построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, методами расчета их параметров с целью повышения надежности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве; современными цифровыми инструментами (Google Jamboard, Miro, Kahoot)
2	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.3 Анализирует установленные режимы работы электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	методы анализа режимов работы электропривода, способы повышения его эффективности путем применения систем управления, программные продукты Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	анализировать режимы работы электропривода, применять системы управления с целью повышения его эффективности, программные продукты Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	методами анализа режимов работы электропривода, применения систем управления с целью повышения его эффективности, программные продукты Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности
3	ПКос-3	Способен выполнять работы по проектированию энергетического и электротех-	ПКос-3.2 Участвует в проектировании энергетических и электротех-	способы выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления	выбирать оптимальное проектное решение при проектировании систем управления электроприводами	способами выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами

		нического оборудования машин и установок в сельскохозяйственном производстве	нических систем	электроприводами в сельскохозяйственном производстве; программные продукты Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	водами в сельскохозяйственном производстве; программные продукты Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	ми в сельскохозяйственном производстве; программными продуктами Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности
--	--	--	-----------------	--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов/в т.ч. практическая подготовка 4 часа), 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 всего/*	
	час. всего/*	в т.ч. семестре всего/*
		№7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180/4	180/4
1. Контактная работа	72,4/4	72,4/4
Аудиторная работа	72,4/4	72,4/4
в том числе:		
лекции (Л)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	16	16
практические занятия (ПЗ)	18/4	18/4
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2	2
консультации перво экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	107,6	107,6
курсовая работа (КР) (подготовка)	36	36
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)	35,6	35,6
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36
Вид промежуточного контроля:	Защита курсовой работы, экзамен	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего /*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами»	4	2				2
Раздел 2 «Аппаратура защиты и управления»	18	6	6			6

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего /*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
Раздел 3 «Релейно-контактные системы управления электроприводами»	23	6	4	6		7
Раздел 4 «Замкнутые системы автоматического управления электроприводами»	4	2				2
Раздел 5 «Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока»	19	8	2	2		7
Раздел 6 «Системы управления скоростью электроприводов переменного тока»	28/4	8	6/4	6		8
Раздел 7 «Системы управления положением электроприводов»	7,6	2		2		3,6
курсовая работа (КР) (подготовка)	36					36
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2				2	
консультации перед экзаменом	2				2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Подготовка к экзамену (контроль)	36					36
Всего за 7 семестр	180/4	34	18/4	16	4,4	107,6
Итого по дисциплине	180/4	34	18/4	16	4,4	107,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами

Тема 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами

Цели и задачи автоматического управления.

Понятие о регулировании координат электропривода. Классификация систем управления электроприводами. Основные функции систем автоматического управления электроприводами, принципы их построения

Разомкнутые и замкнутые системы управления. Управляющие и возмущающие воздействия в электроприводах. Обратные связи по скорости, току, напряжению и т.д. Показатели качества регулирования.

Раздел 2. Аппаратура защиты и управления

Тема 1. Аппаратура управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики

Электрические аппараты ручного управления (кнопки и ключи управления, контроллеры и т.д.), их назначение и характеристики. Электрические аппараты дистанционного управления (контакты, магнитные пускатели, электромагнитные реле, тиристорные пускатели и т.д.), их назначение и характеристики.

Тема 2. Аппаратура защиты электроприводов, ее назначение, классификация, характеристики

Аппараты защиты (автоматические выключатели, тепловые реле, предохранители и т.д.). Сигнализация в схемах управления электроприводами.

Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами

Тема 1. Общие понятия о релейно-контактных системах управления (РКСУ). Принципы управления и типовые узлы в РКСУ

Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного и переменного тока в функции тока, времени, скорости. Их сравнительный анализ.

Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами постоянного тока

Нереверсивная и реверсивная схемы управления двигателями постоянного тока.

Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости

Тема 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока

Нереверсивная и реверсивная схемы управления асинхронным двигателем (АД). Схемы управления многоскоростными АД.

Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости.

Автоматическое управление торможением противоторможением АД в функции скорости (схема с использованием РКС). Автоматическое управление динамическим торможением АД в функции времени.

Раздел 4. Замкнутые системы автоматического управления электроприводами

Тема 1. Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводами

Электрический двигатель как объект управления, управляемые координаты, типовые управляющие и возмущающие воздействия. Задачи управления. Обратные связи и их назначение. Классификация замкнутых САУ ЭП: по принципу действия, по выходным регулируемым координатам, по виду управления, по выполняемым функциям. Типовые структуры замкнутых систем управления электроприводов: одно- и многоконтурные структуры, параллельное и подчиненное регулирование.

Раздел 5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока

Тема 1. Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики

Тема 2. Нереверсивный и реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока

Тема 3. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема

Тема 4. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики

Раздел 6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока

Тема 1. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики

Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД)

Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока.

Схемы включения преобразующих групп, принципы формирования выходного синусоидального напряжения, преимущества и недостатки.

Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Элементная база транзисторных инверторов напряжения. Биполярные транзисторы с изолированным затвором ЮВТ и модули на их основе. Мощные полевые транзисторы МОББЕТы. Способы регулирования напряжения в преобразователях частоты.

Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода.

Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления. Разомкнутые системы, в том числе с коррекцией вольт-частотной характеристики; замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (//?-компенсация или компенсация нагрузки); замкнутые системы с обратной связью по скорости.

Тема 4. Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода

Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем. Структурная схема системы автоматического управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением. Функциональные схемы систем векторного управления с датчиком обратной связи и бездатчиковых систем.

Раздел 7. Системы управления положением электроприводов

Тема 1. Принципы построения систем управления положением

Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Структурная схема. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений.

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/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами				2
	Тема 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами	Лекция № 1. Цели и задачи автоматического управления. Понятие о регулировании координат электропривода. Классификация систем управления электроприводами. Основные функции систем автоматического управления электроприводами, принципы их построения. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Показатели качества регулирования. (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
2.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления				12
	Тема 1. Аппаратура управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Лекция № 2-3. Электрические аппараты ручного управления (кнопки и ключи управления, контроллеры и т.д.), их назначение и характеристики. Электрические аппараты дистанционного управления (контакторы, магнитные пускатели, электромагнитные реле, тиристорные пускатели и т.д.), их назначе-	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		3

.t

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	1	ние и характеристики (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос Решение задач в условиях ограничения времени,	3
	Тема 2. Аппаратура защиты электроприводов, ее назначение, классификация, характеристики	Лекция № 3-4. Аппараты защиты (автоматические выключатели, тепловые реле, предохранители и т.д.). Сигнализация в схемах управления электроприводами, (лекция-визуализация)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		3
		Практическое занятие № 2-3. Выбор аппаратуры защиты электроприводов Mentimeter	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос Решение задач в условиях ограничения времени,	3
3.	Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами				16
	Тема 1. Общие понятия о релейно-контактных системах управления (РКСУ). Принципы управления и типовые узлы в РКСУ.	Лекция № 5. Общие понятия о релейно-контактных системах управления (РКСУ). Принципы управления и типовые узлы в РКСУ. Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного и переменного тока в функции тока, времени, скорости. (с мультимедиа-элементами)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами	Лекция № 6. Релейно-контактные системы управления электроприводами poste-	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3),		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	ми постоянного тока I	янного тока. (с мультимедиа-элементами)	ПКос-3 (ПКос-3.2)		1
		Практическое занятие № 4. Типовые узлы и схемы управления электроприводом с двигателями постоянного тока. Mentimeter	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос Решение задач в условиях ограничения времени,	2
	Тема 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока	Лекция № 7. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока (лекция-беседа) Mentimeter.	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
		Лабораторная работа № 1. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2. Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 3. Исследование способов пуска асинхронных электродвигателей. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое заня-	ПКос-1	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	-V'	тие № 5. Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями. Mentimeter	(ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Решение задач в условиях ограничения времени,	
4.	Раздел 4. Замкнутые системы автоматического управления электроприводами				2
	Тема 1. Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводами	Лекция № 8. Принципы построения замкнутых систем автоматического управления электроприводами (лекция-беседа) MenPteIer	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
5.	Раздел 5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока				12
	Тема 1. Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики двигателя (УП-Д).. Механические характеристики	Лекция № 9. Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики двигателя (лекция-визуализация)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
	Тема 2. Нереверсивный и реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока. (лекция-визуализация)	Лекция № 10. Нереверсивный и реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока. (лекция-визуализация)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
	Тема 3. Нереверсивный электропривод постоянного тока в сис-	Лекция № 11. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3),		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ И/И ИХ ИХ практи- ческая подго- товка
	теме УП-Д при питании от трех-фазной сети переменного тока Нулевая схема Мостовая схема	при питании от трех-фазной сети переменного тока Нулевая схема. Мостовая схема (с мультимедиа-элементами)	ПКос-3 (ПКос-3.2)	1	
		Лабораторная работа № 4. Исследование системы «тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока». КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 4. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики	Лекция № 12. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики. (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
		Практическое занятие № 6. Расчет механических характеристик в системе УП-Д. Mentimeter	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос Тестирование Решение задач в условиях ограничения времени,	2
6	Раздел 6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока				20/4
	Тема 1. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель (ПН-АД).	Лекция № 13. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая сис-	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ И/И ИХ ИХ практи- ческая подго- товка
	Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики	темы. Механические характеристики, (мультимедиа-презентация) Power Point			
		Практическое занятие № 7. Расчет механических характеристик в системе ПН-АД. Mentimeter	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос Решение задач в условиях ограничения времени,	2/2
	Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД)	Лекция № 14. Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока. Схемы включения преобразующих групп, принципы формирования выходного синусоидального напряжения, преимущества и недостатки. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Элементная база транзисторных инверторов напряжения. (с мультимедиа элементами)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
		Лабораторная работа № 5. Исследование работы с кнопочной панелью преобразователя частоты Altivar 712 КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подго-
	' 11	Практическое занятие № 8. Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока. Принципы формирования выходного sinusoidalного напряжения. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Мепбте1ег	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Устный опрос	2 1
	Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода	Лекция № 15. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода. Разомкнутые системы, в том числе с коррекцией вольт-частотной характеристики; замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (//?-компенсация или компенсация нагрузки). Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления. (с мультимедиа элементами)	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подго-
		Лабораторная работа № 6. Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель» КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие № 9. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик. Mentimeter	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.4)	Устный опрос Решение задач в условиях ограничения времени,	2/2
	Тема 4. Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Лекция Xs 16. Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем. Структурная схема системы автоматического управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением. Функциональные схемы систем векторного управления с датчиком обратной связи и бездатчиковых систем, (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		2
		Лабораторная работа № 7. Исследование замкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель» КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel,	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		Microsoft Word			
7.	Раздел 7. Системы управления электроприводами	Тема 1. Принципы построения систем управления положением	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)		4
		Лекция № 17. Принципы построения систем управления положением. Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Структурная схема. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений, (лекция-беседа) Mentimeter.			2
		Лабораторная работа № 8. Управление асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей» КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2)	Защита лабораторной работы	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами		
1.	Тема 1.. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами	Механические, электрические и магнитные координаты электропривода (ПКос-1 (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2))

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Аппаратура защиты и управления		
2.	Тема 2. Аппаратура защиты электроприводов, ее назначение, классификация, характеристики	Современные электронные аппараты защиты электроприводов переменного тока (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2))
Раздел 3. Разомкнутые системы автоматического управления электроприводами		
3.	Тема 3. Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости	Практические схемы управления электроприводами переменного тока (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2))
Раздел 6. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока		
4.	Тема 4. Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Системы векторного управления с датчиком обратной связи и бездатчиковые (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2))
Раздел 7. Системы управления положением электроприводов		
5	Тема 1. Принципы построения систем управления положением. Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Структурная схема. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений	Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений (ПКос-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.2))

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 «Управление электроприводами» 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.	Электрические аппараты ручного управления (кнопки и ключи управления, контроллеры и т.д.), их назначение и характеристики. Электрические аппараты дистанционного управления (контакты, магнитные пускатели, электромагнитные реле, тиристорные пускатели и т.д.), их назначение и характеристики	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
2.	Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
3.	Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь - двигатель (УП-Д). Механические характеристики	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
4.	Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
5..	Системы скалярного управления асинхронного частотно-	Информационно-коммуникационная технология (с мультимедиа-элементами)

.Xs п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	регулируемого электропривода. Разомкнутые системы, в том числе с коррекцией вольт-частотной характеристики; замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (//?-компенсация или компенсация нагрузки). Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления	
6.	Выбор аппаратуры защиты электроприводов.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
7.	Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
8.	Расчет механических характеристик в системе ПН-АД.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
10.	Исследование системы «тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока».	ЛР Технология проблемного обучения.
11.	Исследование работы с кнопочной панелью преобразователя частоты АШУЭГ 712	ЛР Технология проблемного обучения.
12.	Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель»	ЛР Технология проблемного обучения.
13.	Исследование замкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель»	ЛР Технология проблемного обучения.

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

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

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, вопросы к устному опросу студентов на практических занятиях, выполнение обучающе-диагностических тестов, защиту лабораторных работ, решение типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени.

Промежуточный контроль знаний: защита курсовой работы, экзамен.

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

1) При изучении дисциплины «Управление электроприводами» предусмотрено выполнение курсовой работы.

Задачей курсовой работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, методов расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов работы, методов выбора аппаратов защиты и управления; 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).

Курсовая 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 курсовая работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерные темы курсовой работы

1. Разработка системы управления электроприводом постоянного тока (пуском, реверсом и торможением электродвигателя).
2. Разработка системы управления асинхронным электроприводом (пуском, реверсом и торможением электродвигателя).

Для заданного электродвигателя:

- 1) Рассчитать пусковые и тормозные сопротивления электродвигателя графоаналитическим способом.

Исходные данные к расчету (число пусковых ступеней, способ торможения, тип электродвигателя) выбираются в соответствии с вариантом, выданным преподавателем.

- 2) Разработать релейно-контакторную схему автоматического пуска, торможения и реверса электродвигателя в функции времени, скорости или тока в соответствии с вариантом.

- 3) Выбрать аппараты защиты и управления.

Курсовая работа выполняется согласно номеру варианта индивидуально-го задания, выданного преподавателем.

Таблица 7

Критерии оценки курсовой работы

Оценка	Критерии оценки
«ОТЛИЧНО»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсовой работы соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТами. При защите курсовой работы студент отвечает на вопросы.
«хорошо»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТами. При защите курсовой работы студент владеет материалом, но отвечает не на все поставленные вопросы.
«удовлетворительно»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы; слабое владение специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки. При защите курсовой работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы.
«неудовлетворительно»	курсовая работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса; допустил грубые ошибки в расчетах, таблицах, графиках и схемах. Студентом не сделаны выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы. На защите курсовой работы студент показал поверхностные знания по теме, не правильно отвечал на вопросы.

2) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока.

Теме 4. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречно-параллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики

Практическое занятие № 6. Расчет механических характеристик в системе УП-Д.

1. Какой из приборов является датчиком скорости?

- а) сельсин;
- б) вращающийся трансформатор;
- в) тахогенератор;
- г) датчик Холла.

2. Какой параметр является выходным у тахогенератора?

- а) сопротивление;
- б) ток;
- в) напряжение;
- г) число оборотов.

3. Какой прибор устанавливается последовательно в цепи якоря в качестве датчика тока?

- а) измерительный трансформатор тока;
- б) измерительный шунт;
- в) амперметр;
- г) реле тока.

4. Каково минимальное число тиристоров в схеме трехфазного мостового выпрямителя?

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 6.

5. Какая схема включения обмоток трансформатора применяется в схеме трехфазного выпрямителя со средней точкой?

- а) треугольник;
- б) звезда;
- в) двойная звезда;
- г) зигзаг.

6. Чем объясняется наличие токовых пауз в цепи якоря двигателя постоянного тока при питании его от управляемого выпрямителя?

- а) установкой угла угол запаздывания открывания тиристоров больше 0 градусов;

б) установкой угла угол запаздывания открывания тиристоров больше 30 градусов;

в) установкой угла угол запаздывания открывания тиристоров больше 60 градусов;

г) возникновение токовых пауз является особенностью двигателя постоянного тока.

7. Как уменьшается продолжительность токовых пауз в цепи якоря двигателя постоянного тока, питаемого от управляемого выпрямителя?

- а) уменьшается угол запаздывания открывания тиристоров;
- б) в цепи якоря устанавливается и дроссель;
- в) в цепи якоря устанавливается резистор;
- г) увеличивается напряжение возбуждения двигателя.

8. Какие методы применяются для управления реверсивными выпрямителями?

- а) однозонное регулирование;
- б) двухзонное регулирование;
- в) совместное управление;
- г) вертикальное управление.

9. Каково назначение логического переключающего устройства в схеме раздельного управления реверсивным выпрямителем?

- а) определение закрытого состояния тиристоров;
- б) определение открытого состояния тиристоров;
- в) закрытие выключаемого комплекта тиристоров;
- г) открытие выключаемого комплекта тиристоров.

10. При каком угле запаздывания открывания тиристоров в схеме совместного управления реверсивным выпрямителем наблюдается режим динамического торможения двигателя постоянного тока?

- а) 180° ;
- б) 120° ;
- в) 90° ;
- г) 0° .

11. Какое уравнение удовлетворяет условию совместного управления комплектами реверсивного выпрямителя?

Ответы:

- а) $\alpha_1 + \alpha_2 = 0^\circ$;
- б) $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$;
- в) $\alpha_1 + \alpha_2 = 120^\circ$;
- г) $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$.

12. Как сказывается наличие бестоковых пауз на жесткости механических характеристик двигателя постоянного тока?

- а) жесткость уменьшается;

- б) жесткость увеличивается;
- в) наличие пауз на жесткость характеристик не сказывается;
- г) характер изменения зависит от нагрузки двигателя.

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

По разделу 6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока

Тема 1. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики

С учетом элементов практической подготовки - связанных с будущей профессиональной деятельностью

Практическое занятие № 7. Расчет механических характеристик в системе ПН-АД.

Задача 1. Для замкнутой системы стабилизации скорости с отрицательной обратной связью по скорости, построенной на базе ТРН -АД определить требуемый коэффициент суммирующего усилителя, который обеспечивал бы статизм замкнутой системы на уровне $\delta = 0,03$ при заданном диапазоне регулирования скорости в системе $\Delta = 10$.

Данные двигателя: $R_{\Sigma} = 90$ кВт; $1L_{\Sigma} = 380$ В; $\cos \phi_{\Sigma} = 0,9$; $I_{\Sigma} = 162,9$ А; ($v_o = 157$ 1/с; $M_{\Sigma} = 581,8$ Н м; $M_k = 1338$ Н м; $V = 0,013$; $\delta = 0,095$; $I = 1,2$ кг м²; $X_p = 6,75$ Ом; $X_l = 0,125$ Ом; $I_l = 0,032$ Ом; $x'_2 = 0,16$ Ом; $I'_2 = 0,019$ Ом; $x_k = 0,2$ Ом;

4) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами

Тема 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока

Практическое занятие № 5. Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями

Перечень вопросов для устного опроса:

1. В чем состоит принцип разомкнутого управления электроприводом?
2. Где используется разомкнутое управление автоматизированным электроприводом?
3. Достоинства и недостатки релейно-контактных схем управления электроприводом?
4. Как осуществляется управление пуском электродвигателей?
5. Какие задачи решаются при автоматизации пускового процесса?
6. Что такое пусковая диаграмма?

Как выглядит схема управления пуском асинхронных электродвигателей в релейно-контакторном варианте?

8. Что такое максимальная токовая защита и как она реализуется?

9. Что такое тепловая защита и для чего она используется?

Ю. Для чего необходима нулевая защита электропривода?

11. Как осуществляется электрическое торможение асинхронного электродвигателя?
12. Какие существуют способы торможения электродвигателей?
13. Как с помощью релейно-контакторных схем осуществляется реверс асинхронного электродвигателя?
14. В чем особенность зависимого пуска электродвигателей?
15. Как выглядит схема управления асинхронным электродвигателем в функции времени?
16. В чем заключается принцип управления асинхронным электродвигателем в функции тока?
17. В чем заключается принцип управления асинхронным электродвигателем в функции скорости?

5) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока

Тема 3. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема.

Лабораторная работа № 4. Исследование системы «тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока».

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Как осуществляется регулирование напряжения на выходе ТП?
2. Какому напряжению управления ТП соответствует угол запаздывания отсрывания, равный девяносто градусам?
3. Какими условиями ограничены максимальные напряжения ТП в инверторном и выпрямительном режимах?
4. Как определить минимальную скорость двигателя в системе?
5. Почему механическая характеристика двигателя в системе ТП-Д мягче, чем естественная характеристика двигателя?
6. Как изменится точность регулирования скорости при изменении напряжения управления ТП?
7. Как определить точку перехода из непрерывного режима работы ТП в прерывистый?
8. В каком режиме КПД системы ТП-Д равен нулю?
9. В каком режиме работает двигатель, когда коэффициент мощности системы ТП-Д равен нулю?
10. Какими условиями ограничен диапазон регулирования скорости в системе регулирования тока возбуждения?

6) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Классификация систем автоматического управления электроприводами.
2. Что в теории электропривода понимается под координатами электропривода?
3. Что означает регулирование координат электропривода?
4. Назовите основные показатели, характеризующие способы регулирования угловой скорости электропривода.
5. В каких случаях возникает необходимость регулирования положения электропривода?
6. Какие системы управления электроприводами называются неавтоматизированными и автоматизированными?
7. В чем состоит принцип разомкнутого управления электроприводом? Где используется разомкнутое управление автоматизированным электроприводом?
8. Назовите основные принципы построения замкнутых систем регулируемого электропривода.
9. В чем заключается различие между разомкнутыми и замкнутыми системами управления электроприводами?
10. Какие виды обратных связей вам известны?
11. Основные требования, предъявляемые к схемам автоматического управления электроприводами.
12. Назовите основные типы аппаратуры, используемой в системах управления электроприводами. Каковы их графические и буквенные обозначения на схемах?
13. Автоматические выключатели в системах управления электроприводами. Их выбор.
14. Магнитные пускатели и тепловые реле в системах управления электроприводами. Их выбор.
15. Датчики скорости, тока, напряжения, положения и т.д., их назначение и характеристики.
16. Реле времени в системах управления электроприводами.
17. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей, их сравнительный анализ.
18. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции скорости.
19. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции времени.
20. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции тока.
21. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление динамическим торможением.
22. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление противоторможением.
23. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции скорости.

24. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции времени.
25. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции тока.
26. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление динамическим торможением.
27. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление противоторможением.
28. Начертите принципиальную схему управления нереверсивным и реверсивным электроприводом с асинхронным короткозамкнутым электродвигателем с использованием магнитных пускателей.
27. Устройство, принцип работы реле контроля скорости (РКС) и составьте схему автоматического управления торможением противоторможением асинхронного короткозамкнутого двигателя.
28. Достоинства и недостатки релейно-контакторных схем управления электроприводом?
29. Какой тип управляемых преобразователей имеет наибольшее применение в регулируемом электроприводе постоянного тока? Приведите функциональную схему регулируемого электропривода постоянного тока в системе УП-Д.
30. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока.
31. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока.
32. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема.
33. Реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д (встречнопараллельные, перекрестные схемы включения). Механические характеристики.
34. Разомкнутая система электропривода «преобразователь напряжения - асинхронный двигатель» (ПН-АД).
35. Построение механических характеристик двигателя в разомкнутой системе ТПД-АД.
36. Замкнутая система электропривода «преобразователь напряжения - асинхронный двигатель» (ПН-АД).
37. Какие основные типы статических преобразователей частоты вам известны? Приведите их функциональные схемы и дайте сравнительную оценку.
36. Регулирование скорости АД в системе ПЧ (с непосредственной связью) - АД.
37. Регулирование скорости АД в системе ПЧ (с промежуточным звеном постоянного тока) - АД.
38. Для чего используется и как работает автономный инвертор тока?
39. Для чего используется и как работает автономный инвертор напряжения?
40. Законы и способы частотного регулирования. Механические характеристики АД при $i/P = \cos 51^\circ$, специальных зависимостях $i/D = \cos 51^\circ$; [И-компенсации, Достоинства и недостатки, диапазоны регулирования, области применения.

41. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Разомкнутые системы частотного управления.
42. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Замкнутые системы частотного управления.
43. Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем.
44. Структурная схема системы автоматического управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением.
45. Функциональные схемы систем векторного управления с датчиком обратной связи и бездатчиковых систем.
46. Каковы особенности выбора двигателей для регулируемого частотного электропривода?
47. Принципы построения систем управления положением.
48. Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования.
49. Требования к позиционному электроприводу. Структурная схема.
50. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений.

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

Для допуска к экзамену по дисциплине «Управление электроприводами» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций и практических занятий, выполнение курсовой работы, выполнение и защиту лабораторных работ.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Управление электроприводами» 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. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», представлены в таблице 8.

Таблица 8

Критерии оценки результатов обучения (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне - высокий.
Средний уровень «4»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал,

(хорошо)	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. Васильков, А.А. Управление электроприводами: практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Васильков. — пос. Караваево : КГСХА, 2023. — 56 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/416711>
В издании содержится краткое описание лабораторных работ, приведены принципиальные электрические схемы, основные расчетные формулы и методика анализа полученных результатов. Лабораторный практикум предназначен для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленности «Информационные технологии в электроэнергетике» и «Электрооборудование и электротехнологии»; 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, очной и заочной форм обучения.
2. Кабдин, Н.Е. Электропривод [Электронный ресурс]: Учебник. Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. — М.: МЭСХ, 2021, — 286 с.
Режим доступа: URL: <http://elbib.iimacad.ru/dl/full/sl0032022EIPrivod.pdf>
3. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев, — М.: Юрайт, 2025. - 215 с. -
Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/563451>.
4. Шичков, Л.П. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / Л.П. Шичков. — 3-е пер., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2025. — 355 с. - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/562668>.

7.2 Дополнительная литература

1. Герасенков, А. А. Автоматизированные системы управления электропривода в сельскохозяйственном производстве [Текст]: учебное пособие для вузов / А.А. Герасенков, Е.И. Назин, А.И. Учеваткин. - М.: МГАУ, 2004. - 157 с.
 2. Герасенков, А.А., Зайцев, Д.Н., Кабдин, Н.Е. Микропроцессорные устройства дискретного управления электроприводами сельскохозяйственных машин [Текст]: практикум / А.А. Герасенков, Д.Н. Зайцев, Н.Е. Кабдин. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. - 184 с.
 3. Герасенков, А.А., Кабдин Н.Е., Сергованцев, А.В. Электропривод: устройства защиты и управления [Текст]: учебное пособие / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, А.В. Сергованцев. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. - 124 с.
 4. Герасенков, А.А., Гуляев, Е.В., Кабдин, Н.Е. Микропроцессорные устройства Simatic S7-200 для управления электроприводами сельскохозяйственных машин [Текст]: учебное пособие / А.А. Герасенков, Е.В. Гуляев, Н.Е. Кабдин. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. - 120 с.
 5. Герасенков, А.А. Автоматизированный электропривод: устройства микропроцессорного управления, регулирования, плавного пуска и защиты [Текст]: учебное пособие для вузов / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2009. - 68 с.
 6. Герасенков, А.А. Электропривод сельскохозяйственных машин. Дискретные схемы управления [Текст]: учебное пособие / А.А. Герасенков, Е.В. Гуляев, Н.Е. Кабдин. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. - 108 с.
 7. Герасенков, А.А. Электропривод: современные устройства защиты и управления [Текст]: учебное пособие. 4.1 / А.А. Герасенков. - М.: ФГБОУ ВПО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. - 260 с.
 8. Дементьев, Ю. Н. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. - 2-е изд. - Томск : ТПУ, 2015. - 210 с. - Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1id=82865>. - ISBN 978-5-4387-0556-7 : Б. ц.
- Книга из коллекции ТПУ - Инженерно-технические науки. Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» направления подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»
9. Электропривод. Низковольтные преобразователи частоты [Текст]: учебное пособие / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.Н. Зайцев, В. Хофманн. - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. - 104 с.
 10. Фролов, Ю. М. Управление электроприводом с применением нечеткой логики [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю. М. Фролов. - 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 108 с. - Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/341156>
- Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.

И. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание/ В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуков, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольяпкин, И.Т. Голубев - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019.-314 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 50369-92. Электроприводы. Термины и определения. - Госстандарт 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 ГПУЭ-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 «Управление электроприводами» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся в группе, практические занятия в группе, лабораторные работы в подгруппах.

По курсу предусмотрено выполнение курсовой 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.

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

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Statistica; Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Pictochart, Zoom и др., 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/library7p_rid=40524 (Электрические машины: лекции и примеры решения задач) (открытый доступ);

3. http://window.edu.ru/window/library7p_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.cnshe.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

8. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова www.library.timacad.ru/ (открытый доступ).

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

-<https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>

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

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

— <https://www.mentimeter.com/>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
2.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления	Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.ru/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2014
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
3.	Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами	Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	БюроУА^^.тепПртеГе	Microsoft	2014

			г.сот/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
4.	Раздел 4. Замкнутые системы автомати- ческого управления электроприводами	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация http://www.mentimeter г.сот/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
5.	Раздел 5. Системы управления скоро- стью электроприво- дов постоянного то- ка	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация http://www.mentimeter г.сот/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
6.	Раздел 6. Системы управления скоро- стью электроприво- дов переменного то- ка	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация Бюджет г.сот/ компьютерная	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

			программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
	Раздел 7. Системы управления положе- нием электроприво- дов	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация http://www.mentimeter г.сот/ 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 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных по- мещений и помещений для само- стоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и поме- щений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров -26 шт., проектор Acer H65178T - 1 шт., интерактивная доска - 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 204.	Лаборатория «Электропривод и электрооборудова- ние». Лабораторные стенды: 1) Лабораторный стенд «Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями» инв. № 64529 -асинхронный электродвигатель (2 шт.) -автоматический выключатель -магнитный пускатель (3 шт.) -кнопочная станция (3 шт.) -провода 2) Лабораторный стенд «Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости» инв. №64530. -асинхронный электродвигатель -индукционное реле контроля скорости

■ ■ ■	<ul style="list-style-type: none"> -автоматический выключатель -магнитный пускатель (2 шт.) -кнопочная станция (1 шт.) -провода <p>3)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
Корпус № 24, аудитория № 210.	<p>Лаборатория «Основы электропривода»</p> <p>1. Лабораторный стенд «Релейно-контакторные схемы управления асинхронного двигателя», исполнение стендовое, ручное с осциллографом, РКС-АД-СРЦ инв. №410124000603069</p> <p>Состав стенда:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модуль питания 2. Модуль «Трансформатор» 3. Модуль «Реле времени» 4. Модуль «Преобразователь частоты» 5. Модуль «Автотрансформатор, контактор, конденсаторы» 6. Модуль «Релейно-контакторная схема» 7. Модуль измерительный 8. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 9. Лабораторный стол 10. Тумбочка-подставка под агрегат <p>11 Цифровой осциллограф</p> <p>12 Комплект силовых кабелей и соединительных проводов</p> <p>2. Лабораторный стенд Типовой комплект учебного оборудования «Электропривод 1,5 кВт».</p> <p>Исполнение стендовое компьютерное, 3 шт. инв. № 410124000603072-410124000603074.</p> <p>Состав стенда:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модуль питания стенда: - модуль питания; - модуль измерителя мощности; - модуль регуляторов; - модуль силовой; - модуль преобразователя частоты; - модуль тиристорного преобразователя; - модуль тиристорного возбудителя; - персональный компьютер;

	<ul style="list-style-type: none"> - компакт-диск с программным обеспечением; - лабораторный стол; - компьютерный стол; - электромашинный агрегат; - техническое описание; - методические указания.
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.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе «Управление электроприводами» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика 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 (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа):

практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия,

предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

групповые консультации;

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 « Управление электроприводами» сводятся к следующему:

1.Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**.

Самостоятельно производить расчеты элементов систем управления с

использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами автоматизированного управления. Организовать электронное хранилище информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

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

3. При подготовке к выполнению **лабораторной** работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах 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.

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.

Курсовую 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», «Электрo 20..» и др.

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 являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

На **лекциях** излагается теоретический материал: даётся 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.

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 электропривода и электрооборудования.

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 - 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.

По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам, на практическом занятии могут быть проведены собеседования и консультации.

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., к.т.н.


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.03 «Управление электроприводами»
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направлен-
ность Электропривод и автоматика (квалификация выпускника - бакалавр)

Загинайловым Владимиром Ильичом, профессором кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведенная рецензия рабочей программы дисциплины «Управление электроприводами» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика (квалификация выпускника - бакалавр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин (разработчики - Кабдин Николай Егорович, доцент, кандидат технических наук и Селезнева Дарья Михайловна, доцент, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Управление электроприводами» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению - дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного цикла- Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Управление электроприводами» закреплены **3 компетенции (3 индикатора достижения компетенции)**. Дисциплина «Управление электроприводами» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Управление электроприводами» составляет 5 зачётных единиц (180 часов / в том числе практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Управление электроприводами» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Управление электроприводами» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, решение типовых за-

дач, контрольные вопросы при защите лабораторных работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и защиты курсовой работы, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины включенной в часть, формируемую участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного цикла - Б1 ФГОС ВО направления *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Управление электроприводами» представлено: основной литературой - 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой - 11 наименований, периодическими изданиями - 6 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы - 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Управление электроприводами» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Управление электроприводами».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Управление электроприводами» ОПОП ВО по направлению *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*, направленность *Электропривод и автоматика* (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Кабдиным Н.Е., доцентом, кандидатом технических наук и Селезневой Д.М., доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов В.И., профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева», доктор технических наук


(подпись)

« 20 » июня 2025 г.