

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

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

Дата подписания: 17.07.2023 10:27:50

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



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

И.Ю. Игнаткин

“ 31 ” августа 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.05 «Управление электроприводами»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии

Курсы 4, 5

Семестры 8, 9

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Селезнева Д.М., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

« 29 » « августа » 2022 г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

« 29 » « августа » 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и учебного плана

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

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(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 № 01 «30» августа 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов

имени академика И.Ф. Бородина Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ершова Я.В.

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРУ	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	13
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	19
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	22
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	30
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	31
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	31
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	31
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	32
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	32
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	33
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	35
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	37
Виды и формы отработки пропущенных занятий	38
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	38

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.05 «Управление электроприводами» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность формулировать и анализировать задачи в области разработки систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, принципах их построения, типовых схемах разомкнутых и замкнутых систем автоматизированного электропривода, о методах расчета их параметров, способах выбора оптимального проектного решения с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.) с целью обеспечения требуемых режимов работы и повышения их эффективности в сельскохозяйственном производстве; применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при управлении сельскохозяйственными приводами; развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, LogoSoftComfort, Miro, Kahoot, Mentimeter, 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 часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электрооборудование и электротехнологии учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-2 (УК-2.1, УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3).

Краткое содержание дисциплины:

Классификация систем управления электроприводами. Общие принципы построения систем управления электроприводами. Понятие о регулировании координат электропривода. Функции, выполняемые автоматизированными системами управления электроприводами (АСУ ЭП). Показатели качества управления. Обратные связи по скорости, току, напряжению и т.д.

Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики. Разомкнутые системы автоматического управления электроприводами. Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости. Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости.

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

ременного тока в функции тока, времени, скорости. Практические схемы управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Замкнутые системы автоматического управления электроприводами.

Типовые структуры замкнутых АСУ ЭП. Статические характеристики АСУ ЭП. Регулирование скорости двигателей постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д).

Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системах: преобразователь напряжения - двигатель (ПН-АД), преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД).

Общая трудоемкость дисциплины/ в т.ч. практическая подготовка: 4 зач. единицы (144 часа/ в т.ч. практическая подготовка 2 часа).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность формулировать и анализировать задачи в области разработки систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, принципах их построения, типовых схемах разомкнутых и замкнутых систем автоматизированного электропривода, о методах расчета их параметров, способах выбора оптимального проектного решения с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.) с целью обеспечения требуемых режимов работы и повышения их эффективности в сельскохозяйственном производстве; применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при выборе сельскохозяйственных приводов; развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, LogoSoftComfort, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

– **знать:** требования, предъявляемые к системам управления автоматизированным электроприводом, принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока и методы расчета их параметров, типовые схемы разомкнутых и замкнутых систем автоматизированного электропривода, способы выбора оптимального проектного решения с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.) с целью обеспечения требуемых режимов работы и повышения их эффективности в сельскохозяйственном производстве, методы экспериментального исследования систем управления электроприводами и обработки результатов эксперимента;

– **уметь:** формулировать и анализировать задачи в области разработки систем управления электроприводами; выбирать оптимальное проектное решение при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве; определять режимы работы электроприводов постоянного и пе-

ременного тока, рассчитывать их параметры с целью обеспечения требуемых режимов и повышения эффективности их работы; разрабатывать системы управления электроприводами на основе типовых узлов и схем.

– **владеть навыками:** построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, методами расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов и повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве; экспериментального исследования характеристик и режимов работы электроприводов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электропривод сельскохозяйственных машин» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электрооборудование и электротехнологии учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Дисциплина «Управление электроприводами» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Управление электроприводами» являются: математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 1 и 2 семестры; 2 курс, 3 семестр), информатика и цифровые технологии (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3 семестр), основы микропроцессорной техники (2 курс, 3 и 4 семестры), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры; 3 курс, 5 семестр), компьютерное проектирование (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3 семестр), электронная техника (3 курс, 5-6 семестры), основы робототехники (3 курс, 5 и 6 семестры), электрические и электронные аппараты (3 курс, 5-6 семестры), автоматика (3 курс, 6 семестр; 4 курс, 7 семестр), электрические машины (3 курс, 5-6 семестры; 4 курс, 7 семестр), электропривод (4 курс, 7 и 8 семестры).

Дисциплина «Управление электроприводами» используется при подготовке студентами выпускной квалификационной работы.

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 (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Управление электроприводами»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её часть)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-2	способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	задачи в области разработки систем управления электроприводами, позволяющие повысить эффективность их работы в сельскохозяйственном производстве; программные продукты Excel, Word, Power Point, LogoSoftComfort, Pictochart и др., осуществление коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.	формулировать и анализировать задачи в области разработки систем управления электроприводами, позволяющие повысить эффективность их работы в сельскохозяйственном производстве; применять программные продукты Excel, Word, Power Point, LogoSoftComfort, Pictochart и др., осуществление коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.	методами анализа, позволяющими выделить главные проблемы при разработке систем управления электроприводами способных повысить эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве; навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, LogoSoftComfort, Pictochart и др., осуществление коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
			УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбрав оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ре-	способы выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением правовых	выбирать оптимальное проектное решение при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением право-	способами выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением правовых

7

			сурсов и ограничений	норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.), электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	вых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.), применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.), применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru
2.	ПКос-4	способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического оборудования в сельскохозяйственном производстве	ПКос-4.1 Демонстрирует знания режимов работы основного энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока и методы расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов; программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter	определять режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока, рассчитывать их параметры с целью обеспечения требуемых режимов, используя программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter	навыками определения режимов работы электроприводов постоянного и переменного тока, расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов, и интерпретации полученных результатов с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.
			ПКос-4.2 Демонстрирует знания методов и средств повышения эффективности работы энергетического и электротехни-	методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока, называ-	применять методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока; применять совре-	навыками применения методов и средств повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока, со-

8

		ческого оборудования в сельскохозяйственном производстве	цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	менные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	временными цифровыми инструментами (Google Jamboard, Miro, Kahoot)
		ПКос-4.3. Осуществляет выполнение работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока и методы расчета их параметров с целью повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве; программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	разрабатывать системы управления электроприводами на основе типовых узлов, постоянного и переменного тока и рассчитывать их параметры с целью повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве; используя программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	навыками построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока и методами расчета их параметров с целью повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве; навыками обработки и интерпретации полученных результатов с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.

9

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа/в т.ч. практическая подготовка 4 часа), их распределение по видам работ в семестрах № 8 и № 9 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость/*		
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам/*	
		№ 8	№ 9
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144/2	36	108/2
1. Контактная работа:	16,4/2	2	14,4/2
Аудиторная работа	16,4/2	2	14,4/2
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	6	2	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	6/2	-	6/2
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	4	-	4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	127,6	34	93,6
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	20	-	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	99	34	65
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6		8,6
Вид промежуточного контроля:		Экзамен	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Раздел 1 «Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами»	18	1				17
Раздел 2 «Аппаратура защиты и управления»	18	1				17
Всего за 9 семестр	36	2				34
Раздел 2 «Аппаратура защиты и управления»	21		1			20
Раздел 3 «Релейно-контактные	32	1	2	4		25

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
системы управления электроприводами»						
Раздел 4 «Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока»	22	1	1			20
Раздел 5 «Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока»	24/2	2	2/2			20
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Подготовка к экзамену (контроль)	8,6					8,6
Всего за 9 семестр	108/2	4	6/2	4	0,4	93,6
Итого по дисциплине	144/2	6	6/2	4	0,4	127,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП).

Тема 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП).

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.

Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики

Тема 1. Аппаратура защиты и 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.

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

Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами

Тема 1. Релейно-контактные системы управления электроприводами постоянного тока

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.

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

Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока

Нереверсивная и реверсивная схемы управления асинхронным двигателем (АД).

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

Раздел 4. Автоматические 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.

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

Тема 2. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема.

Раздел 5. Автоматические 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.

Устройства плавного пуска.

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. Способы регулирования напряжения в преобразователях частоты.

Тема 3. 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 компенса-

цией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (I/R –компенсация или компенсация нагрузки); замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора и повышением жесткости статических характеристик (I/R –компенсация и компенсация скольжения); замкнутые системы с обратной связью по скорости. Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления.

4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторных работ/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
8 семестр					
1.	Раздел 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)				1
	Тема 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)	Лекция № 1. 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. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-2 (УК-2.1), ПКос-4 (ПКос-4.3)		1
2.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики				1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	Тема 1. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Лекция № 1. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		1
9 семестр					
3.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики				1
	Тема 1. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Практическое занятие № 1. Выбор аппаратуры управления электроприводами. Выбор аппаратуры защиты электроприводов. Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1
4.	Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами				7
	Тема 1. Релейно-контактные системы управления электроприводами постоянного тока	Лекция № 2. Общие понятия о релейно-контактных системах управления (РКСУ). Принципы управления и типовые узлы в РКСУ.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		1
	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока	Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного и переменного тока в функции тока, времени, скорости. Их сравнительный анализ. Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости. Неревверсивная и реверсивная схемы управления асинхронным двига-			

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
		телем (АД). Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости. (мультимедиа-презентация) Power Point			
	Тема 1. Релейно-контактные системы управления электроприводами постоянного тока	Практическое занятие № 1. Типовые узлы и схемы управления электроприводом с двигателями постоянного тока. Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1
	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока	Практическое занятие № 2. Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями. Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1
		Лабораторная работа № 1. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. LogoSoftComfort, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2. Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости. LogoSoftComfort, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	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
5.	Раздел 4. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока				2
	Тема 1. Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики	Лекция № 2. Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики	УК-2 (УК-2.1, УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	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. (мультимедиа-презентация) Power Point	1
	Тема 2. Нереверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема	Практическое занятие № 2. Расчет механических характеристик в системе УП-Д. Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1
6.	Раздел 5. Автоматические системы				4/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	управления скоростью электроприводов переменного тока				
	<p>Тема 1. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска</p> <p>Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД)</p> <p>Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода</p>	<p>Лекция № 3. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска. 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. 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 ($I R$-компенсация или ком-</p>	<p>УК-2 (УК-2.1, УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)</p>		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
		пенсация нагрузки). Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления. (с мультимедиа элементами)			
	Тема 1. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска	Практическое занятие № 3. Расчет механических характеристик в системе ПН-АД. Устройства плавного пуска. Расчет продолжительности пуска Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1/1
	Тема 2. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД) Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода	Практическое занятие № 3. Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока. Принципы формирования выходного синусоидального напряжения. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик. Mentimeter.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	1/1

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. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)		
1.	Тема 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП).	Механические, электрические и магнитные координаты электропривода (УК-2 (УК-2.1), ПКос-4 (ПКос-4.3))
Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики		
2.	Тема 1. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Современные электронные аппараты защиты электроприводов переменного тока (УК-2 (УК-2.1, УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3))
Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами		
3.	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока	Практические схемы управления электроприводами переменного тока (УК-2 (УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3))
Раздел 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока		
4.	Тема 3. 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 (I/R -компенсация или компенсация нагрузки (УК-2 (УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)).

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, групповые консультации, 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	Л	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	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. (лекция-беседа)	Л	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
2.	Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики. (лекция-беседа)	Л	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
3.	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. Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов постоянного тока в функции тока, времени, скорости. Неревверсивная и реверсивная схемы управления	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	асинхронным двигателем (АД). Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости.	
4.	Требования к системам управления скоростью. 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.	Л Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
5.	Выбор аппаратуры управления электроприводами. Выбор аппаратуры защиты электроприводов.	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
6.	Типовые узлы и схемы управления электроприводом с двигателями постоянного тока.	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
7.	Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
8.	Расчет механических характеристик в системе УП-Д.	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
9.	Расчет механических характеристик в системе ПН-АД. Устройства плавного пуска. Расчет продолжительности пуска	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
10.	Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	постоянного тока. Принципы формирования выходного синусоидального напряжения. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик	
11.	Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями.	ЛР Технология проблемного обучения.
12.	Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости.	ЛР Технология проблемного обучения.

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

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

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, вопросы к устному опросу студентов на практических занятиях, вопросы для защиты лабораторных работ, решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: 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» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы

Задачей выполнения расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов расчета, принципов построения схем управления, приобретение умений и навыков при управлении электроприводами, развитие навыков самостоятельной работы, 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).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. Расчетно-графическая работа носит расчетный характер и выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, математическом пакете Mathcad и программе моделирования LogoSoftComfort. Оформляется расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

Тема расчетно-графической работы по дисциплине «Управление электроприводами» формулируются таким образом, чтобы студент имел возможность максимально использовать материалы расчетно-графической работы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Примерные темы расчетно-графической работы

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

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Управление электроприводами» выполняется согласно варианту индивидуального задания выданного преподавателем.

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 индивидуального задания, выданным преподавателем.
2. Разработать релейно-контакторную схему автоматического пуска, торможения и реверса электродвигателя в функции времени, скорости или тока в соответствии с вариантом индивидуального задания, выданным преподавателем.
3. Выбрать аппараты защиты и управления.
4. Составить спецификацию элементов схемы управления.

Расчетно-графическая работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна содержать: введение, техническое задание на проектирование, основную часть (этапы проектирования и расчеты со всеми пояснениями), заключение и библиографический список.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде.

Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Примерный объем пояснительной записки 20 – 30 с.

Графическая часть должна содержать:

- принципиальную электрическую схему (формат А4);
- спецификацию элементов схемы управления (формат А4).

При оценке расчетно-графической работы учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;
- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- правильность ответов на вопросы.

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

По разделу 5 «Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока»

Теме 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 № 3. Расчет механических характеристик в системе ПН-АД. Устройства плавного пуска. Расчет продолжительности пуска.

Расчет механических характеристик в системе ПН-АД.

Задача. 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 $D = 10$.

Данные двигателя: $P_{2n} = 90$ кВт; $U_n = 380$ В; $\cos \varphi_n = 0,9$; $I_{1n} = 162,9$ А; $\omega_o = 157$ 1/с; $M_n = 581,8$ Н м; $M_k = 1338$ Н м; $S_n = 0,013$; $S_k = 0,095$; $J = 1,2$ кг м²; $x_u = 6,75$ Ом; $x_1 = 0,125$ Ом; $R_1 = 0,032$ Ом; $x_2 = 0,16$ Ом; $R_2 = 0,019$ Ом; $x_k = 0,2$ Ом.

Устройства плавного пуска. Расчет продолжительности пуска.

Задача. Электродвигатель 4А200L6УЗ, имеющий следующие технические данные: $P_n = 30$ кВт; $U_n = 380$ В; $n_o = 1000$ мин⁻¹; $\eta_n = 90,5$ %; $\cos \varphi_n = 0,9$; $\mu_n = 1,3$; $\mu_{min} = 1$; $\mu_k = 2,4$; $S_n = 2,1$ %; $S_k = 13,5$ %; $I = 6,5$; $J_n = 0,45$ кг-м², приводит во вращение центробежный вентилятор, у которого $M_{сн} = 290$ Н м; $n_n = 977$ мин⁻¹; $\eta_n = 0,98$; $J_B = 1,1$ кг м²; $x = 2$; $i = 1,0$.

Определить продолжительность пуска электродвигателя с вентилятором при использовании устройства плавного пуска, чтобы привод разогнался равномерно, непрерывно повышая обороты при этом не перегреваясь.

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

Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода

Практическое занятие № 3. Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока. Принципы формирования выходного синусоидального напряжения. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик.

С учетом элементов практической подготовки – связанных с будущей профессиональной деятельностью

Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик
Задача.

1. Построить искусственные механические характеристики при управлении напряжением преобразователя по закону $U/f = \text{const}$.

2. Построить искусственные механические характеристики при управлении напряжением преобразователя по закону $U/f^2 = \text{const}$.

Данные двигателя: $P_{2н} = 90$ кВт; $U_n = 380$ В; $\cos\varphi_n = 0,9$; $I_{1н} = 162,9$ А;

$\omega_0 = 157$ 1/с; $M_n = 581,8$ Н·м; $M_k = 1338$ Н·м; $S_n = 0,013$; $S_k = 0,095$; $J = 1,2$ кг·м²;

$x_n = 6,75$ Ом; $x_1 = 0,125$ Ом; $R_1 = 0,032$ Ом; $x_2 = 0,16$ Ом; $R_2 = 0,019$ Ом;

$x_k = 0,2$ Ом.

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

По разделу 5 «Автоматические 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.

Практическое занятие № 3. Расчет механических характеристик в системе ПН-АД.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие существуют способы регулирования скорости асинхронного двигателя (АД)?
2. Как реализуется регулирование скорости АД путем изменения напряжения?
3. Для чего между сетью переменного тока со стандартным напряжением и двигателем устанавливается регулятор напряжения?
4. Какие существуют регуляторы напряжения для АД?
5. Начертите схему разомкнутой системы «тиристорный преобразователь – АД».
6. Начертите схему замкнутой системы «тиристорный преобразователь – АД».
7. Механические характеристики АД при регулировании скорости изменением напряжения в системе «тиристорный преобразователь – АД».
8. Как изменяется скорость асинхронного двигателя, включенного через регулятор напряжения, при увеличении угла запаздывания открывания тиристоров?

9. Как изменяется момент асинхронного двигателя, включенного через регулятор напряжения, при уменьшении угла запаздывания открывания тиристоров?

10. При каком угле запаздывания открывания тиристоров в градусах достигаются номинальные скорость вращения и момент асинхронного двигателя, включенного через регулятор напряжения?

11. Что такое прямой пуск электродвигателя?

12. Применим ли прямой пуск при слабой сети питания? Поясните свой ответ.

13. Какие существуют недостатки прямого пуска?

14. В каком диапазоне мощностей электродвигателей прямой пуск является допустимым?

15. Перечислите способы облегчения пусковых режимов асинхронных электродвигателей.

16. Что такое трансформаторный пуск АД?

17. В чем заключаются достоинства и недостатки автотрансформаторного пуска по сравнению с прямым пуском?

18. Сравните прямой и автотрансформаторный пуск. При каком способе пуска больше пусковой момент и почему?

19. Как осуществляется пуск асинхронного электродвигателя с переключением обмоток статора со звезды на треугольник?

20. В чем достоинства и недостатки такого способа пуска по сравнению с другими способами пуска (автотрансформаторным, прямым)?

21. При каком способе пуска асинхронного электродвигателя время переходного процесса t_{mn} больше?

22. Как осуществляется конденсаторный пуск асинхронного электродвигателя?

23. В чем достоинства и недостатки такого способа пуска по сравнению с другими способами пуска?

24. Для чего при пуске используется конденсатор?

25. Как влияет емкость конденсатора на пусковые свойства асинхронного электродвигателя?

26. Что такое частотный пуск?

27. В чем достоинства и недостатки такого способа пуска по сравнению с другими способами пуска?

28. В чем отличие частотного пуска от других способов пуска асинхронного электродвигателя?

29. В чем заключается принцип работы устройств плавного пуска?

30. Приведите основные схемы устройств плавного пуска.

31. В чем заключается выбор правильной настройки устройств плавного пуска?

32. Назовите основные виды разгона и останова двигателя при использовании устройств плавного пуска.

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

Тема 3. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода

Практическое занятие № 3. Преобразователи частоты с непосредственной связью и с промежуточным звеном постоянного тока. Принципы формирования выходного синусоидального напряжения. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что такое преобразователь частоты?
2. В чем заключается сущность частотного регулирования скорости асинхронного двигателя?
3. Какие возможности предоставляет использование преобразователей частоты?
4. В чем особенность системы преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель (ПЧ – АД)?
5. Какие существуют схемы построения силовой части системы ПЧ –АД?
6. Для чего используется и как работает автономный инвертор тока?
7. Для чего используется и как работает автономный инвертор напряжения?
8. Какие электронные компоненты и элементы используются для построения силовых ключей в автономных инверторах?
9. Объяснить различие между транзисторной и тиристорной схемой частотного преобразователя.
10. Какие принципиальные отличия, достоинства и недостатки автономного инвертора тока и автономного инвертора напряжения?
11. Какие могут возникать проблемы при применении частотного пуска?
12. Каковы принципы организации ШИМ-управления?
13. В чем преимущества скалярного управления?
14. В чем преимущества векторного управления?
15. Нарисовать схему транзисторного преобразователя частоты.
16. Из какие основных элементов состоят системы управления преобразователями частоты?
17. Приведите и опишите схему системы управления преобразователя частоты?
18. Назовите особенности построения дискретных входов и выходов преобразователей частоты?
19. Какие основные программируемые управляющие функции существуют у преобразователей частоты?
20. Как выглядит укрупненная схема электропривода с частотным регулированием скорости?
21. Как выглядят механические характеристики АД при частотном регулировании скорости?
22. Способы построения механических характеристик АД при частотном регулировании скорости
23. Каким уравнением описываются механические характеристики при частотном регулировании скорости?

24. Как изменяется синхронная скорость при регулировании частоты тока?
25. Постройте графики искусственных механических характеристик при управлении напряжением преобразователя по закону $U/f = \text{const}$.
26. Постройте графики искусственных механических характеристик при управлении напряжением преобразователя по закону $U/f^2 = \text{const}$.

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

По разделу 3 «Релейно-контактные системы управления электроприводами»

Теме 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока

Лабораторная работа № 1. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Достоинства и недостатки релейно-контактных схем управления электроприводом?
2. Начертить схемы включения неревверсивного пускателей для управления асинхронным двигателем.
3. Начертить схемы включения реверсивного пускателей для управления асинхронным двигателем.
4. Что такое реверс электродвигателя?
5. Какие существуют способы осуществления реверса асинхронного электродвигателя?
6. Можно ли осуществлять реверс при вращающемся электродвигателе? Почему?
7. Назовите примеры сельскохозяйственных машин, в которых реверс обязателен, а в каких реверс необязателен.
8. Как меняются способы реверсирования асинхронных электродвигателей при изменении установленной мощности электрической машины. Как гасится дуга в магнитных пускателях?
9. Каковы защитные функции магнитного пускателя?
10. Как выполняется механическая блокировка от возможного одновременного включения магнитных пускателей?
11. Как выполняется электрическая блокировка от возможного одновременного включения магнитных пускателей?
12. Проверьте свое понимание работы типовых релейно-контактных схем управления при наличии в них неисправностей (например, обрыв цепей катушек магнитных пускателей и реле, приваривание их контактов и др.).

5) 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 противовключением.
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 противовключением.
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 противовключением 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. Разомкнутая система электропривода «преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ПН-АД).
34. Построение механических характеристик двигателя в разомкнутой системе ТПД-АД.
35. Замкнутая система электропривода «преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ПН-АД).
36. Какие основные типы статических преобразователей частоты вам известны? Приведите их функциональные схемы и дайте сравнительную оценку.
37. Регулирование скорости АД в системе ПЧ (с непосредственной связью) – АД.
38. Регулирование скорости АД в системе ПЧ (с промежуточным звеном постоянного тока) – АД.
39. Закон Костенко при частотном регулировании. Механические характеристики АД при законе регулирования $\frac{U}{f} = Const$, диапазоны регулирования, области применения.
40. Закон Костенко при частотном регулировании. Механические характеристики АД при законе регулирования $\frac{U}{f^2} = Const$, диапазоны регулирования, области применения.

41. Закон Костенко при частотном регулировании. Механические характеристики АД при законе регулирования $\frac{U}{\sqrt{f}} = Const$, диапазоны регулирования,

области применения.

42. Для чего необходима IR-компенсация?

43. Принцип работы автономного инвертора напряжения? Что такое принцип ШИМ формирования выходного напряжения?

44. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Разомкнутые системы частотного управления.

45. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Замкнутые системы частотного управления.

46. Каковы особенности выбора двигателей для регулируемого частотного электропривода?

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

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. Знания оцениваются по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (таблица 7).

Таблица 7

Критерии оценивания результатов обучения (экзамена)

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» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.
---	---

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кабдин, Н.Е. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник /Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. – М.:МЭСХ, 2021. – 286 с. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s10032022EIPrivod.pdf>
2. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев.– М.: Издательство Юрайт, 2021.– 215 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/472855>
3. Шичков, Л.П. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов /Л.П. Шичков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. –326 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/491992>

7.2 Дополнительная литература

1. Герасенков, А. А. Автоматизированные системы управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве. [Текст]: учебное пособие для вузов / А.А. Герасенков, Е.И. Назин, А.И. Учеваткин. – М.: МГАУ, 2004. – 135 с.
2. Герасенков, А.А. 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. Ч.1 /А.А. Герасенков. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 260 с.

8. 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.

9. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание / В.Ф. Федоренко В.Ф., Н.П. Мишуров, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольяпкин, И.Г. Голубев – М.: ФГБНУ «Росинформрагротех». 2019. – 314 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Управление электроприводами» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах, лабораторные работы в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

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

1. Каталоги электрооборудования фирм Сименс, Шнайдер-электрик, Овен, Легранд, Декрафт и др.
2. <http://www.dekrafl.ru> (открытый доступ).
3. <http://www.siemens.com> (открытый доступ).
4. <http://www.siemens.ru> (открытый доступ).
5. <http://www.shneider-electric.ru> (открытый доступ).
6. <http://www.шнайдер-электрика.рф> (открытый доступ).
7. <http://www.legrand.ru> (открытый доступ).
8. <http://www.owen.ru> (открытый доступ).

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

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Mathcad, Matlab, Multisim, Microsoft Power Point, LogoSoft-Comfort, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
2. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).

3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (открытый доступ).

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

5. <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts> («Росстандарт», официальный перечень действующих стандартов и регламентов) (открытый доступ).

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

7. <http://www.cnshb.ru/elbib.shtml> (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).

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

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

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

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

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП).	Microsoft Word Microsoft Excel Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Microsoft Microsoft	2016 2016 2016 2014
2.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

			eter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
3.	Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
4.	Раздел 4. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
5.	Раздел 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

			программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
--	--	--	--	--	--

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

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 24 шт., проектор Acer H6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 204	1. Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. инв. № 41013800002632. 2. Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1 шт., инв. № 41013800002638.
Корпус № 24, аудитория № 204.	Лаборатория «Электропривод и электрооборудование». 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 -автоматический выключатель -магнитный пускатель (2 шт.) - кнопочная станция (1 шт.) -провода 3) Лабораторный стенд «Управление асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей» инв. № 64531. -асинхронный электродвигатель -автоматический выключатель -магнитный пускатель (2 шт.) -реле времени

	-конечные выключатели - кнопочная станция -провода
Корпус № 24, аудитория № 210.	Лаборатория «Основы электропривода» 1. Лабораторный стенд «Релейно-контакторные схемы управления асинхронного двигателя», исполнение стендовое, ручное с осциллографом, РКС-АД-СРЦ инв. № 410124000603069 Состав стенда: 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 11. Цифровой осциллограф 12. Комплект силовых кабелей и соединительных проводов 2. Лабораторный стенд Типовой комплект учебного оборудования «Электропривод 1,5 кВт». Исполнение стендовое компьютерное, 3 шт. инв. № 410124000603072–410124000603074. Состав стенда: - модуль питания стенда; - модуль питания; - модуль измерителя мощности; - модуль регуляторов; - модуль силовой; - модуль преобразователя частоты; - модуль тиристорного преобразователя; - модуль тиристорного возбудителя; - персональный компьютер; - 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.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Дисциплина «Управление электроприводами» является одной из основных при подготовке бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии. В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при разработке систем управления электроприводами технологических процессов. 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);

групповые консультации;

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

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

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

Методические рекомендации для успешного освоения студентами 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 обучения и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

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

3. К выполнению *лабораторной* работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных занятиях необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать

полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

4. Максимально использовать возможности производственной эксплуатационной практики на предприятии для визуального изучения всех доступных, имеющихся на предприятии, автоматизированных электротехнологических систем в технологических процессах.

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

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-графическая работа).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

Виды и формы отработки пропущенных занятий

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

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

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

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

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

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: дается оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы классификации систем управления электроприводами. Общие принципы построения систем управле-

ния электроприводами. Функции, выполняемые автоматизированными системами управления электроприводами.

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

Практические занятия проводятся в виде решения задач по расчету и выбору оборудования. Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Первый час каждого занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. После этого следует выдавать индивидуальные задания. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. 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.

Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах согласно разработанным на кафедре методическим указаниям. Преподаватель оценивает качество и полноту выполнения лабораторной работы, проводит анализ результатов.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, 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. Занятия проводятся в интерактивной форме.

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 технологических процессов.

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. ст. преподаватель



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.05 «Управление электроприводами»
ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии (квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцентом, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Управление электроприводами» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии (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, старший преподаватель).

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 35.03.06 Агроинженерия. 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) Электрооборудование и электротехнологии учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Управление электроприводами» закреплены 2 компетенции (5 индикаторов 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 4 зачётные единицы (144 часа/в том числе практическая подготовка 2 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 35.03.06 Агроинженерия 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 35.03.06 Агроинженерия.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, контрольные вопро-

сы при защите лабораторных работ, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины включенной в часть, формируемую участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Электрооборудование и электротехнологии учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 35.03.06 *Агроинженерия*.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Управление электроприводами» представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 9 наименований, периодическими изданиями – 3 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 13 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 *Агроинженерия*.

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 35.03.06 *Агроинженерия*, направленность *Электрооборудование и электротехнологии* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Кабдиным Н.Е., доцентом, кандидатом технических наук и Селезневой Д.М., старшим преподавателем соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина Н.А., и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук


(подпись)

« 29 » августа 2022 г.