

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 10:33:01  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина  
И.Ю. Игнаткин  
“ 03 ” \_\_\_\_\_ 2021 г.

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины

### Б1.В.01.05 «УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ»

для подготовки бакалавров

Направление 35.03.06 Агроинженерия

Направленность Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2019

Курс 4

Семестр 7

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

Разработчик: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Маз  
(подпись)  
«31» августа 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 от «31» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

В.Ф. Сторчевой  
(подпись)

### Лист актуализации принят на хранение:

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)

В.Ф. Сторчевой  
(подпись)

«31» августа 2021 г.



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  
Исполнительный директор института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
И.Ю. Игнаткин  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.05 «Управление электроприводами»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 35.03.06 Агроинженерия

Направленность Электрооборудование и электротехнологии

Курс 4  
Семестр 7

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2019 г.

Москва, 2021

Разработчик: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«31» августа 2021 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

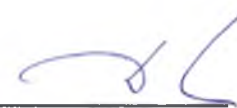
  
(подпись)

«31» августа 2021г.

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  
«31» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«31» августа 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Чистова Я.С., к.п.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 3 «18» 10 2021 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)

«31» августа 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРУ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	27
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	30
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	32
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	32

## **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 студентов теоретических и практических знаний о задачах 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.

**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 переменного 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:** 6.зач. единиц (216 часов)/ в т.ч. практическая подготовка 4 часа.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## 1. Цель освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов теоретических и практических знаний о задачах 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.

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 переменного 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 I «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: информатика и цифровые технологии (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3 семестр), математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), электронная техника (3 курс, 5 семестр), электрические машины (3 курс, 5-6 семестры), автоматика (3 курс, 6 семестр), электрические и электронные аппараты (3 курс, 7 семестр).

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**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Управление электроприводами»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	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	формулировать и анализировать задачи в области разработки систем управления электроприводами, позволяющие повысить эффективность их работы в сельскохозяйственном производстве	методами анализа, позволяющими выделить главные проблемы при разработке систем управления электроприводами способами повысить эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве
			УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	способы выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.)	выбирать оптимальное проектное решение при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.)	способами выбора оптимального проектного решения при проектировании систем управления электроприводами в сельскохозяйственном производстве с соблюдением правовых норм, нормативных документов (ГОСТ, ПУЭ и др.)
2.	ПКос-4	способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротех-	ПКос-4.1. Демонстрирует знания режимов работы основного энергетическо-	режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока и методы расчета их па-	определять режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока, рассчитывать	навыками определения режимов работы электроприводов постоянного и переменного тока,



	<p>нического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве</p>	<p>го и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве</p>	<p>раметров с целью обеспечения требуемых режимов</p>	<p>их параметры с целью обеспечения требуемых режимов</p>	<p>расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов</p>
	<p>ПКос-4.2. Демонстрирует знания методов и средств повышения эффективности работы энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве</p>	<p>методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока</p>	<p>применять методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока</p>	<p>навыками применения методов и средств повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока</p>	
	<p>ПКос-4.3. Осуществляет выполнение работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве</p>	<p>принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока и методы расчета их параметров с целью повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве</p>	<p>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</p>	<p>навыками построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока и методами расчета их параметров с целью повышения эффективности их работы в сельскохозяйственном производстве</p>	

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 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 по семестру

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. семестре № 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216/4	216/4
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>46,4/4</b>	<b>46,4/4</b>
Аудиторная работа	46,4/4	46,4/4
в том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические занятия (ПЗ)	18	18
лабораторные работы (ЛР)	8/4	8/4
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>169,6</b>	<b>169,6</b>
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям.)	125	125
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		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 всего/*	ПКР	
Раздел 1 «Цели и задачи автоматического управления. Общие принципы построения систем управления электроприводами»	10	2				8
Раздел 2 «Аппаратура защиты и управления»	29	2	4			23
Раздел 3 «Релейно-контактные системы управления электроприводами»	58/2	4	4	4/2		46

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Раздел 4 «Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока»	36	4	2	2		28
Раздел 5 «Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока»	56/2	6	8/2	2		40
<i>консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6					24,6
<b>Всего за 8 семестр</b>	<b>216/4</b>	<b>18</b>	<b>18/2</b>	<b>8/2</b>	<b>2,4</b>	<b>169,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216/4</b>	<b>18</b>	<b>18/2</b>	<b>8/2</b>	<b>2,4</b>	<b>169,6</b>

\* 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 (контакторы, 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 компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора (*IR*-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 ( $IR$ -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
1.	<b>Раздел 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)</b>				2
	<b>Тема 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)</b>	<b>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.</b>	УК-2 (УК-2.1), ПКос-4 (ПКос-4.3)		2
2.	<b>Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики</b>				6
	<b>Тема 1. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, класси-</b>	<b>Лекция № 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики</b>	УК-2 (УК-2.1,УК-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		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
	фикация, характеристики	<b>Практическое занятие № 1.</b> Выбор аппаратуры управления электроприводами	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
		<b>Практическое занятие № 2.</b> Выбор аппаратуры защиты электроприводов	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
3.	<b>Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами</b>				12/2
	Тема 1. Релейно-контактные системы управления электроприводами постоянного тока	<b>Лекция № 3.</b> 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	УК-2 (УК-2.1,УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		2
		<b>Практическое занятие № 3.</b> Типовые узлы и схемы управления электроприводом с двигателями постоянного тока.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
		Тема 2. Релейно-контактные системы управления электро-	<b>Лекция № 4.</b> Нереверсивная и реверсивная схемы управления асинхронным двига-	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-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
	приводами переменного тока	телем (АД). Типовые узлы схем автоматического управления пуском и торможением электроприводов переменного тока в функции тока, времени, скорости.	ПКос-4.3)		
		<b>Лабораторная работа № 1.</b> Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Защита лабораторной работы	2/2
		<b>Лабораторная работа № 2.</b> Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		<b>Практическое занятие № 4.</b> Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
4.	<b>Раздел 4. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b>				8
	<b>Тема 1.</b> Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики	<b>Лекция № 5.</b> Требования к системам управления скоростью. Регулирование скорости двигателя постоянного тока в системе управляемый преобразователь-двигатель (УП-Д). Механические характеристики. Неревверсивный и реверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от однофазной сети переменного тока.	УК-2 (УК-2.1,УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		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
		<b>Практическое занятие № 5.</b> Расчет механических характеристик в системе УП-Д.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
	<b>Тема 2.</b> Неревверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема	<b>Лекция № 6.</b> Неревверсивный электропривод постоянного тока в системе УП-Д при питании от трехфазной сети переменного тока. Нулевая схема. Мостовая схема.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		2
		<b>Лабораторная работа № 3.</b> Исследование системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока».	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Защита лабораторной работы	2
5	<b>Раздел 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока</b>				16/2
	<b>Тема 1.</b> Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска.	<b>Лекция № 7.</b> Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		2
		<b>Практическое занятие № 6.</b> Расчет механических характеристик в системе ПН-АД.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2
		<b>Практическое занятие № 7.</b> Устройства плавного пуска. Расчет продолжительности пуска.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	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
	<b>Тема 2.</b> Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД)	<b>Лекция № 8.</b> 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.	УК-2 (УК-2.1,УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		2
		<b>Практическое занятие № 8.</b> 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.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос	2
	<b>Тема 3.</b> Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода	<b>Лекция № 9.</b> Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода. Разомкнутые системы, в том числе с коррекцией вольт-частотной	УК-2 (УК-2.1,УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)		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
		характеристики; замкнутые системы с обратной связью по току статора и компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении обмоток статора ( <i>IR</i> -компенсация или компенсация нагрузки). Функциональные и структурные схемы систем скалярного управления.			
		Лабораторная работа № 4. Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель»	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие № 9. Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик.	УК-2 (УК-2.2) ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3)	Устный опрос Решение задач	2/2

#### 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
<b>Раздел 1. Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП)</b>		
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))
<b>Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
2.	<b>Тема 1.</b> 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))
<b>Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами</b>		
3.	<b>Тема 2.</b> 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))
<b>Раздел 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока</b>		
4.	<b>Тема 3.</b> 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>I</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

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ПН-АД). Разомкнутая и замкнутая системы. Механические характеристики. Устройства плавного пуска.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация) Встреча с ведущими специалистами ОАО «Сименс»
2.	Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД)	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация) Встреча с ведущими специалистами ОАО «Сименс»
3.	Выбор аппаратуры защиты электроприводов.	ПЗ	Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
4.	Типовые узлы и схемы управления асинхронными электродвигателями.	ПЗ	Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
5.	Расчет механических характеристик в системе	ПЗ	Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с по-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	ПН-АД.	следующим обсуждением результатов в группе)
6.	Скалярное управление в системе ПЧ-АД. Расчет механических характеристик.	ПЗ Технология контекстного обучения. (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
7.	Исследование системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока».	ЛР Технология проблемного обучения.
8.	Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель»	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, решение типовых задач.

**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 расчетно-графической работы является закрепление полученных теоретических знаний, освоение методов расчета, приобретение умений и навыков при выборе электропривода сельскохозяйственных машин и установок.

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:

**По разделу 6. 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.**

**Практическое занятие № 6. 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  $D = 10$ .

Данные двигателя:  $P_{2н} = 90$  кВт;  $U_{1л} = 380$  В;  $\cos\varphi_n = 0,9$ ;  $I_{1н} = 162,9$  А;  $\sigma_o = 157$  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 м<sup>2</sup>;  $x_\mu = 6,75$  Ом;  $x_1 = 0,125$  Ом;  $R_1 = 0,032$  Ом;  $x_2^{\square} = 0,16$  Ом;  $R_2^{\square} = 0,019$  Ом;  $x_k = 0,2$  Ом;

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

**По разделу 3 «. Релейно-контактные системы управления электроприводами»**

**Теме 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами переменного тока**

**Практическое занятие № 4. 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?
7. Как выглядит схема управления пуском асинхронных электродвигателей в релейно-контакторном варианте?
8. Что такое максимально токовая защита и как она реализуется?
9. Что такое тепловая защита и для чего она используется?
10. 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?

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

**По разделу 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока**

**Теме 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 открывания, равный девяноста 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?

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 неререверсивным 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 противоключением 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

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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b>
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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)</b>
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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Деметьев, И.А. Чернышев. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 215 с.



Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/472855>

2. Шичков, Л.П. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / Л.П. Шичков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 326 с.

Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/471909>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Герасенков, А. А. 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.

## 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 и практические занятия проводятся в группах. Лабораторные работы проводятся 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

##### Программно-информационное обеспечение дисциплины

Программы: программная среда AutoCAD 2, программная среда Multisim, Microsoft Office, Mathcad, интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

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.cnsheb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

#### 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, тре-	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2016 2016

	бования к системам автоматического управления электроприводов (САУ ЭП).	Power Point	Презентация	Microsoft	2016
2.	Раздел 2. Аппаратура защиты и управления электроприводами, ее назначение, классификация, характеристики	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016
AutoCad		Autodesc		2020	
Power Point		Microsoft		2016	
3.	Раздел 3. Релейно-контактные системы управления электроприводами	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016
AutoCad		Autodesc		2020	
Power Point		Microsoft		2016	
4.	Раздел 4. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016
AutoCad		Autodesc		2020	
Power Point		Microsoft		2016	
5.	Раздел 5. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016
AutoCad		Autodesc		2020	
Power Point		Microsoft		2016	

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

Таблица 9

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2

Корпус № 24, аудитория № 206	Компьютерный класс тип 1: компьютеров – 7 шт., интерактивная доска – 1 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., инв. № 210124558132028
Корпус № 24, аудитория № 204	1. Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. инв. № 410138000002632. 2. Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1шт., инв. № 410138000002638.
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 <b>Состав стенда:</b> 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 короткозамк-

	<p>нутым ротором</p> <p>9. Лабораторный стол</p> <p>10. Тумбочка-подставка под агрегат</p> <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><b>Состав стенда:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модуль питания стенда;</li> <li>- модуль питания;</li> <li>- модуль измерителя мощности;</li> <li>- модуль регуляторов;</li> <li>- модуль силовой;</li> <li>- модуль преобразователя частоты;</li> <li>- модуль тиристорного преобразователя;</li> <li>- модуль тиристорного возбудителя;</li> <li>- персональный компьютер;</li> <li>- компакт-диск с программным обеспечением;</li> <li>- лабораторный стол;</li> <li>- компьютерный стол;</li> <li>- электромашинный агрегат;</li> <li>- техническое описание;</li> <li>- методические указания.</li> </ul>
<p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.</p>	
<p>Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.</p>	

## 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.

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, ознакомиться 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 эксплуатации 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: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы классификации систем управления электроприводами. Общие принципы построения систем управления 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 разработал:**

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент



---

(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 на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Кабдин Николай Егорович, 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 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 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 6 зачётных единиц (216 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 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 вопросы при защите лабораторных работ), 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 – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 2 источник со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 7 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 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)

« 31 » августа 2021г.