

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: 23.10.2023 14:16:27  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:

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

« 28 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины

### Б1.О.24 «ЭЛЕКТРОПРИВОД»

для подготовки бакалавров

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022

Курс 4

Семестр 7

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Мад  
(подпись)

Селезнева Д.М., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

С  
(подпись)

« 28 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 15 от «28» июня 2023 г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

ВФ  
(подпись)

**Лист актуализации принят на хранение:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
электроснабжения и электротехники

имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Н.А.  
(подпись)

« 28 » \_\_\_\_\_ 2023 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:

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

 И.Ю. Игнаткин

“ 01 ” сентября 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.24 «Электропривод»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение

Курс – 4

Семестр – 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

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


«29» августа 2022 г.

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


Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 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.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент  (ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«29» августа 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  (подпись)

## Содержание

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	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.....	20
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	27
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	32
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	34
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	35
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	36

ë

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.24 «Электропривод» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

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

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

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

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть Блока I «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индексы достижений компетенций): ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5).

**Краткое содержание дисциплины:**

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

Виды статистической нагрузки и механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и инерционных масс к валу двигателя. Совмещение механических характеристик электродвигателя и механизма.

Уравнение движения электропривода. Режимы работы электродвигателя.

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

Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якору напряжения

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

Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якору напряжения.

Схемы замещения асинхронного электродвигателя. Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики АД. Способы построения естественной электромеханической и механической характеристик.

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

Реостатное регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением питающего напряжения.

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

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

Потери мощности и энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах.

Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Типовые режимы работы электродвигателей.

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

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

Типовые узлы схем автоматического управления двигателями постоянного тока. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. Регулирование скорости двигателей постоянного тока в системе «управляемый преобразователь – двигатель (УП-Д). нереверсивные схемы включения при однофазном и трехфазном питании. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Регулирование скорости асинхронного двигателя в системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД).

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

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электропривод» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний о современном элек-

троприводе, его физических основах работы, по расчету механических характеристик, переходных процессов в электроприводах, режимах их работы, о методах выбора электропривода по мощности и применении современных информационно-коммуникационных технологий, использующихся с целью обеспечения работоспособности электропривода в сельскохозяйственном производстве; развитие технической направленности их мышления.

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

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

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

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

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

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электропривод» являются курсы: математика (1 курс, 1-2 семестр; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), информатика (1 курс, 1 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), цифровые технологии (2 курс, 4 семестр), электрические машины (3 курс, 5 семестр), электрические аппараты (3 курс, 5 семестр), электроника (3 курс, 6 семестр),

Дисциплина «Электропривод» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электромеханические переходные процессы (4 курс, 8 семестр), эксплуатация систем электроснабжения (4 курс, 8 семестр), автономные системы электроснабжения (4 курс, 8 семестр).

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

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	основные понятия и фундаментальные законы в области электропривода	применять физические законы в области электропривода для решения профессиональных задач	методами выбора электрооборудования и расчета их режимов работы навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom
2	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	методы расчета переходных процессов в электроприводах; назначение современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	применять методы расчета переходных процессов в электроприводах; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	методами расчета переходных процессов в электроприводах навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
			ОПК-4.5 Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин	приводные характеристики, режимы работы электроприводов основных сельскохозяйственных машин; назначение современных	выявлять факторы, влияющие на энергетические характеристики работы электропривода; применять программные продукты	современными методами расчета и способами повышения энергоэффективности работы электропривода навыками обработки и

7

			личных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	ных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom	интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom
--	--	--	---	---	--	---

8

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

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

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре № 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
<b>1. Контактная работа</b>	<b>64,35</b>	<b>64,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>64,35</b>	<b>64,35</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	32	32
лабораторные работы (ЛР)	16	16
практические занятия (ПЗ)	16	16
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>43,65</b>	<b>43,65</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)	14,6	14,6
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»	4	2	-	-	-	2
Раздел 2 «Механика и динамика электропривода»	4	2	-	-	-	2
Раздел 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»	18	6	4	4	-	4
Раздел 4 «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»	28	8	6	4	-	10
Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»	9	2	2	-	-	5

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 6 «Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности»	17	6	4	-	-	7
Раздел 7 «Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи»	18,65	6	-	8	-	4,65
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9					9
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>43,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>43,65</b>

##### Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»

**Тема 1.** Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов.

История развития электропривода.

##### Раздел 2 «Механика и динамика электропривода»

**Тема 1** Механика и динамика электропривода

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

Уравнение движения электропривода. Режимы работы электродвигателя.

##### Раздел 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока.

Регулирование скорости»

**Тема 1.** Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)

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

**Тема 2.** Регулирование скорости ДПТНВ

Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якору напряжения

**Тема 3.** Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ).

Естественные и искусственные механические характеристики ДПТПВ. Механические характеристики ДПТПВ в тормозных режимах работы. Пуск ДПТПВ. Регулирование скорости ДПТПВ. Реостатный способ регулирования скорости. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости изменением подводимого к якору напряжения.

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

**Тема 1.** Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД

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

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

**Тема 2. Регулирование скорости АД**

Реостатное регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением питающего напряжения.

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

**Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»**

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

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

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

**Тема 1. Нагрев и охлаждение электродвигателей**

Потери мощности и энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах.

**Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Типовые режимы работы электродвигателей.**

**Тема 2. Выбор электродвигателей по мощности**

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

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

**Тема 1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты**

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

**Тема 2. Разомкнутые и замкнутые системы управления электроприводами**

Типовые узлы схем автоматического управления двигателями постоянного тока. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. Регулирование скорости двигателей постоянного тока в системе «управляемый преобразователь – двигатель (УП-Д). нереверсивные схемы включения при однофазном и трехфазном питании. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный

двигатель» (ТПН-АД). Регулирование скорости асинхронного двигателя в системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД).

#### 4.3 Лекции, лабораторные работы, практические занятия

Таблица 4

##### Содержание лекций, лабораторных работ, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1. Общие сведения об электроприводе</b>				2
	<b>Тема 1. Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов</b>	Лекция №1. Общие сведения об электроприводе	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
2	<b>Раздел 2. Механика и динамика электропривода</b>				2
	<b>Тема 1 Механика и динамика электропривода</b>	Лекция №2. Механика и динамика электропривода	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
3	<b>Раздел 3. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости</b>				14
	<b>Тема 1. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)</b>	Лекция №3. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
		Лабораторная работа № 1. Исследование механических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №1. Расчет и построение естественных и искусственных механических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – <a href="https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275</a> на	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
				платформе Moodle)	
	<b>Тема 2. Регулирование скорости ДПТНВ</b>	Лекция №4. Регулирование скорости ДПТНВ	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
	<b>Тема 3. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ)</b>	Лекция №5. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ). Регулирование скорости ДПТПВ	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
Лабораторное занятие №2. Исследование механических характеристик ДПТПВ		ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2	
Практическое занятие №2. Расчет и построение естественных и искусственных механических характеристик ДПТПВ		ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – <a href="https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275</a> на платформе Moodle)	2	
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости</b>				<b>18</b>
	<b>Тема 1. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД</b>	Лекция № 6-7. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД. Пуск и торможение АД	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №3. Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №3. Расчет и построение естественной электромеханической и механической характеристик АД	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №4. Расчет и построение механических характеристик АД в тормозных режимах работы. Расчет пускового реостата	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – <a href="https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275</a> на платформе Moodle)	2
	<b>Тема 2. Регулирование скорости АД</b>	Лекция №8-9. Регулирование скорости АД	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		4
		Практическое занятие №5. Расчет и построение механических характеристик АД при изменении питающего напряжения, при частотном регулировании	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – <a href="https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacard.ru/course/view.php?id=1275</a> на платформе Moodle)	2
		Лабораторная работа №4. Исследование механических характеристик двухскоростного асинхронного	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		электродвигателя			
5	<b>Раздел 5. Переходные процессы в электроприводах</b>				4
	<b>Тема 1. Причины возникновения переходных процессов. Виды переходных процессов в электроприводах</b>	Лекция №10. Переходные процессы в электроприводах	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
		Практическое занятие №6. Определение продолжительности переходных процессов электропривода	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн режиме – <a href="https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275</a> на платформе Moodle)	2
6	<b>Раздел 6. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности</b>				10
	<b>Тема 1 Нагрев и охлаждение электродвигателей</b>	Лекция №11. Нагрев и охлаждение электродвигателей	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
	<b>Тема 2 Выбор электродвигателей по мощности</b>	Лекция №12-13. Выбор электродвигателей по мощности	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		4
		Практическое занятие №7. Выбор электродвигателей по мощности, работающих в продолжительном режиме с постоянной и переменной нагрузкой	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени,	2
		Практическое занятие №8. Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Решение задач в условиях ограничения времени, тестирование (в онлайн	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		кратковременном режиме		режиме – <a href="https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275">https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275</a> на платформе Moodle)	
7	<b>Раздел 7. Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи</b>				14
	<b>Тема 1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты</b>	Лекция №14. Принципы управления электроприводами, аппаратура управления и защиты, ее характеристики и выбор	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
	<b>Тема 2. Разомкнутые и замкнутые системы управления электроприводами</b>	Лекция №15. Разомкнутые и замкнутые системы управления электроприводами	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
		Лекция №16. Замкнутые системы управления электроприводами	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)		2
		Лабораторная работа №5. Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №6. Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №7. Управление асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа №8. Управление асинхронным электродвигателем в	ОПК-3 (ОПК-3.5) ОПК-4 (ОПК-4.2,	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		функции времени	ОПК-4.5)		

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Общие сведения об электроприводе</b>		
1.	Тема 1. Понятие «Электрический привод». Классификация электроприводов	История развития электропривода как отрасли науки и техники. Классификация электроприводов по различным признакам. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 2. Механика и динамика электропривода</b>		
2.	Тема 1 Механика и динамика электропривода	Основные законы механики электропривода. Вывод уравнения движения и его анализ (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 3. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости.</b>		
3.	Тема 3. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТТВ)	Способы пуска ДПТТВ. Расчет пускового реостата. Особенности тормозных режимов. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 4. Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости</b>		
4.	Тема 1 Механические характеристики асинхронных электродвигателей АД	Способы построения естественной и искусственных механических характеристик АД. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
5.	Темы 2 Регулирование скорости АД	Регулирование скорости изменением питающего напряжения. Частотное регулирование скорости АД. Законы регулирования (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 5. Переходные процессы в электроприводах</b>		
6.	Тема 1. Причины возникновения переходных процессов. Виды переходных процессов в электроприводах	Переходные процессы в ЭП с динамическим моментом, линейно зависящим от угловой скорости. Переходные процессы в ЭП с АД динамическим моментом, нелинейно зависящим от угловой скорости. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 6. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности</b>		
7.	Тема 1. Нагрев и охлаждение электродвигателей	Нагрев и охлаждение электродвигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей. Типовые режимы работы электродвигателей. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
8.	Тема 2. Выбор электродвигателей по мощности.	Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
<b>Раздел 7. Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи</b>		
9.	Тема 1. Принципы управления электроприводами. Аппаратура управления и защиты	Методика выбора аппаратуры защиты и управления. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))
	Тема 2. Разомкнутые и замкнутые системы управления электроприводами	Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Регулирование скорости асинхронного двигателя в системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Типы ПЧ. (ОПК-3 (ОПК-3.5), ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.5))

#### 5. Образовательные технологии

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

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.
- цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).

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

Таблица 6

##### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Общие сведения об электроприводе	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
2.	Механика и динамика электропривода	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
3.	Механические характеристики	Л	Технология проблемного обучения (лекция-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
	ки двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)		визуализация
4.	Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ). Регулирование скорости ДПТПВ	Л	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
5.	Электромеханические и механические характеристики асинхронных электродвигателей АД. Пуск и торможение АД	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
6.	Расчет и построение естественных и искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ПЗ	Технология контекстного обучения
7.	Расчет и построение естественных и искусственных механических характеристик ДПТПВ	ПЗ	Технология контекстного обучения
8.	Расчет и построение механических характеристик АД в тормозных режимах работы. Расчет пускового реостата	ПЗ	Технология контекстного обучения
9.	Определение продолжительности переходных процессов электропривода	ПЗ	Технология контекстного обучения
10.	Выбор электродвигателей по мощности, работающих в кратковременном и повторно-кратковременном режимах	ПЗ	Технология контекстного обучения
11.	Исследование электромеханических и механических характеристик ДПТ независимого возбуждения	ЛР	Технология проблемного обучения
12.	Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором	ЛР	Технология проблемного обучения
13.	Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями	ЛР	Технология проблемного обучения

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

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

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает выполнение обучающе-диагностических тестов в онлайн режиме в <https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275> на платформе Moodle, решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени, защита лабораторных работ, выполнение расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль** знаний: зачет с оценкой.

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

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

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

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

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

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

#### Задание для выполнения расчетно-графической работы

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

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

1.2. Построить естественную механическую характеристику АД.

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

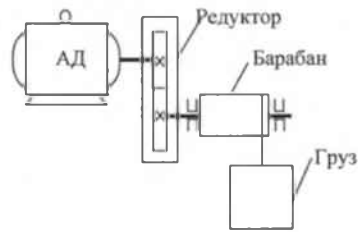


Рис.1

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

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

## 2. Выбор асинхронного электродвигателя (АД) с короткозамкнутым ротором с повышенным скольжением

2.1. Для привода подъемного механизма выбрать асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором с повышенным скольжением. Режим работы электропривода - S3.

Расчетно-графическая работа выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

2) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся (в онлайн режиме <https://sdo.timacad.ru/course/view.php?id=1275> на платформе Moodle):

По разделу 4 «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»

**Тема 1.** Искусственные механические характеристики АД. Тормозные режимы работы АД.

**Практическое занятие №4.** Расчет и построение механических характеристик АД в тормозных режимах работы. Расчет пускового реостата

### Тест

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Да, при снижении  $U$ ; 2. Не может;

3. Да, при включении дополнительного сопротивления в цепь ротора;

4. Да, при включении дополнительного сопротивления в цепь статора.

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

1.  $|I_{2дв}'| > |I_{2г}'|$ ; 2.  $|I_{2дв}'| = |I_{2г}'|$ ; 3.  $|I_{2дв}'| < |I_{2г}'|$ .

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

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

**Тема 1.** Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)

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

**Задача.** Для ДПТ независимого возбуждения (П52  $P_n = 14$  кВт,  $I_n = 74$  А,  $U_n = 220$  В,  $n_n = 3000$  об/мин) определить скорость идеального холостого хода и номинальный электромагнитный момент. Построить естественную механическую характеристику. Ответ:  $337 \text{ с}^{-1}$ ,  $48 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

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

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

**Теме 1. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ)**

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

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Дайте определение электромеханической характеристики электродвигателя.
2. Дайте определение естественной и искусственной механических характеристик электродвигателей.
3. Напишите основные соотношения между параметрами ДПТ независимого возбуждения, которые необходимы для вывода уравнений электромеханической и механической характеристик. Сделайте анализ полученных уравнений.
4. Назовите основные режимы работы ДПТ независимого возбуждения
5. В каких квадрантах координатной плоскости  $\omega, M$  изображаются механические характеристики ДПТ независимого возбуждения, соответствующие основным режимам работы? Изобразите их.
6. Какие причины и как влияют на модуль жесткости механических характеристик ДПТ независимого возбуждения?
7. Начертите механические характеристики ДПТ независимого возбуждения при уменьшении магнитного потока, величины приложенного к якору напряжения.

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

1. Понятие «Электропривод».
2. Классификация электроприводов.
3. Естественная механическая характеристика ДПТ независимого возбуждения.
4. Искусственные механические характеристики ДПТ независимого возбуждения.
5. Естественная механическая характеристика ДПТ последовательного возбуждения.
6. Искусственные механические характеристики ДПТ последовательного возбуждения.
7. Пуск ДПТ, расчет пускового реостата.
8. Генераторное торможение ДПТ независимого возбуждения.
9. Динамическое торможение ДПТ независимого возбуждения.
10. Торможение противовключением ДПТ независимого возбуждения.

11. Торможение противовключением ДПТ последовательного возбуждения.
12. Динамическое торможение ДПТ последовательного возбуждения.
13. Естественная механическая характеристика асинхронного электродвигателя (АД).
14. Способы построения естественной механической характеристики АД.
15. Искусственные механические характеристики асинхронного электродвигателя (АД).
16. Пуск АД.
17. Генераторное торможение АД.
18. Торможение противовключением АД.
19. Динамическое торможение АД с независимым возбуждением.
20. Динамическое торможение АД с самовозбуждением.
21. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения изменением напряжения, приложенного к якору.
22. Регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения изменением напряжения, приложенного к якору.
23. Реостатное регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения.
24. Реостатное регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения.
25. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения изменением потока возбуждения.
26. Регулирование скорости ДПТ последовательного возбуждения изменением потока возбуждения.
27. Регулирование скорости АД изменением подводимого напряжения.
28. Реостатное регулирование скорости АД.
29. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.
30. Частотное регулирование скорости АД.
31. Приведение моментов сопротивления и инерции к валу двигателя.
32. Уравнение движения электропривода и его анализ.
33. Виды переходных процессов в электроприводах. Причины их возникновения.
34. Электромеханическая постоянная времени. Способы ее определения.
35. Механические переходные процессы в электроприводе при постоянном динамическом моменте.
36. Механические переходные процессы в электроприводе с динамическим моментом, линейно зависящим от скорости.
37. Переходные процессы в электроприводе при произвольной зависимости динамического момента от скорости.
38. Потери мощности в установившихся режимах работы электропривода.
39. Нагрев электродвигателя. Вывод уравнения нагрева.
40. Постоянная времени нагрева, способы ее определения.
41. Нагрузочные диаграммы рабочих машин и электродвигателя.
42. Номинальные режимы работы электродвигателей.
43. Выбор электродвигателя по мощности при продолжительном режиме работы с постоянной нагрузкой.

44. Выбор электродвигателя по мощности при продолжительном режиме работы с переменной нагрузкой методом эквивалентных величин.

45. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для продолжительного режима, при работе в кратковременном режиме.

46. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для кратковременного режима, при работе в данном режиме.

47. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для продолжительного режима, при работе в повторно-кратковременном режиме (упрощенный метод).

48. Выбор электродвигателя по мощности, предназначенного для повторно-кратковременного режима, при работе в данном режиме.

49. Общие принципы построения систем управления электроприводами (ЭП).

50. Разомкнутые и замкнутые системы управления ЭП. Схемы замкнутых систем управления электроприводом.

51. Обратные связи в системах управления ЭП (по скорости, току, напряжению и т.д.).

52. Электрические аппараты ручного управления (кнопки и ключи управления, контроллеры и т.д.), их назначение и характеристики.

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

54. Аппараты защиты (автоматические выключатели, тепловые реле, предохранители т.д.).

55. Принципы автоматического управления пуском ЭД. Их сравнительный анализ.

56. Нереверсивная и реверсивная схемы управления АД.

57. Автоматическое управление торможением противовключением АД в функции скорости (схема с использованием РКС).

58. Управление АД в функции пути.

59. Нереверсивные и реверсивные силовые схемы включения ДПТ.

60. Регулирование скорости ДПТ независимого возбуждения в системе УП-Д.

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

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

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

64. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя в системе ТПН-АД (тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель). Разомкнутая и замкнутая системы.

65. Регулирование скорости АД в системе ПЧПП – АД (преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока – асинхронный двигатель).

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

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

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

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценки результатов обучения (зачет с оценкой)

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 учебной дисциплины

### 7.1 Основная литература

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

### 7.2 Дополнительная литература

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

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 50369-92. Электроприводы. Термины и определения. - Государственный стандарт России.
2. ГОСТ 27471–81. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
3. ГОСТ 12139–94. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей и частот.
4. ГОСТ Р МЭК 60204.1–99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч. 1. Общие требования.
5. ГОСТ Р 51689–2000. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные мощностью от 0,12 до 400 кВт включительно.
6. ГОСТ 14254–96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
7. ГОСТ 26772–85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направления вращения.
8. ГОСТ 2.710–81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
9. ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
10. ГОСТ 2.709–89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических системах.
11. ГОСТ 2.759–82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
12. ГОСТ 28173–89. Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и рабочие характеристики.
13. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2019. – 462 с.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электропривод» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции 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. Герасенков, А.А. Исследование электромеханических свойств электродвигателей [Текст]: / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.М. Шлепина – М.: МЭСХ, 2017. – 52 с.



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

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

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

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

1. <http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике) (открытый доступ);
2. [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40524](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524) (Электрические машины: лекции и примеры решения задач) (открытый доступ);
3. [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40470](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470) (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ);
4. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);
5. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
6. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
7. <http://www.cnsb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
9. <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
10. <https://portal.timacad.ru>
11. <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>
12. <https://www.mentimeter.com/>

#### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

##### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Общие сведения об электроприводе»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система	Microsoft Microsoft  Autodesk	2016 2016  2020

		Power Point Mentimeter	автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
2.	Раздел 2 «Механика и динамика электропривода»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
3.	Раздел 3 «Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Регулирование скорости»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
4.	Раздел 4 «Электромеханические свойства асинхронных двигателей. Регулирование скорости»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования	Microsoft Microsoft  Autodesk	2016 2016  2020

		Power Point Mentimeter	(САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
5.	Раздел 5 «Переходные процессы в электроприводах»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad   Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk   Microsoft	2016 2016  2020   2016 2014
6.	Раздел 6 «Нагрев и охлаждение электродвигателей. Выбор электродвигателя по мощности»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad   Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk   Microsoft	2016 2016  2020   2016 2014
7.	Раздел 7 «Принципы управления электроприводами, системы управления, обратные связи»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad   Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesk   Microsoft	2016 2016  2020   2016

		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		2014
--	--	------------	--	--	------

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

Таблица 9

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 206	Компьютерный класс тип 1.: компьютеров – 7 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт. (инв. № 210124558132028)
Корпус № 24, аудитория №204	Лаборатория электропривода и электрооборудования 1)Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик ДПТ независимого возбуждения» (инв. №64532) -асинхронный электродвигатель - двигатель постоянного тока независимого возбуждения -машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.) -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (3 шт.) -вольтметр -амперметр (3 шт.) -выключатель -провода 2)Лабораторный стенд «Исследование механических и электромеханических характеристик и методов регулирования координат ДПТ последовательного возбуждения» (инв. №64533) -асинхронный электродвигатель - двигатель постоянного тока последовательного возбуждения -машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.) -потенциал-регулятор -автоматический выключатель (3 шт.)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-вольтметр</li> <li>-амперметр</li> <li>-выключатель</li> <li>-провода</li> </ul> <p>3)Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором» (инв. №64534)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-асинхронный электродвигатель (2 шт.)</li> <li>-машина постоянного тока независимого возбуждения (2 шт.)</li> <li>-потенциал-регулятор</li> <li>-автоматический выключатель (4 шт.)</li> <li>- трансформатор</li> <li>-тахогенератор</li> <li>-регулируемый резистор</li> <li>-вольтметр</li> <li>-амперметр (3 шт.)</li> <li>-выключатель</li> </ul> <p>4)Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик двухскоростного асинхронного электродвигателя» (инв. №64568)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-асинхронный электродвигатель</li> <li>-машина постоянного тока независимого возбуждения</li> <li>-потенциал-регулятор</li> <li>-автоматический выключатель (2 шт.)</li> <li>-тахогенератор</li> <li>-вольтметр</li> <li>-амперметр(3 шт.)</li> <li>-провода</li> </ul> <p>5)Лабораторный стенд «Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями» (инв. №64529)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-асинхронный электродвигатель (2 шт.)</li> <li>-автоматический выключатель</li> <li>-магнитный пускатель (3 шт.)</li> <li>- кнопочная станция (3 шт.)</li> <li>-провода</li> </ul> <p>6)Лабораторный стенд «Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости» (инв. №64530)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-асинхронный электродвигатель</li> <li>-индукционное реле контроля скорости</li> <li>-автоматический выключатель</li> <li>-магнитный пускатель (2 шт.)</li> <li>- кнопочная станция (1 шт.)</li> <li>-провода</li> </ul> <p>7)Лабораторный стенд «Управление асинхрон-</p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>ным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей» (инв. №64531)</li> <li>-асинхронный электродвигатель</li> <li>-автоматический выключатель</li> <li>-магнитный пускатель (2 шт.)</li> <li>-реле времени</li> <li>-конечные выключатели</li> <li>- кнопочная станция</li> <li>-провода</li> </ul> <p>8)Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. Инв. № 41013800002632</p> <p>9)Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1 шт., инв. № 41013800002638</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	
Общежитие № 4, №5 и № 11 Комнаты для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе «Электропривод» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение студенты получают знания о современном электроприводе, его физических основах работы. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

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

лекции (занятия лекционного типа):

практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

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

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

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

Методические рекомендации для успешного освоения студентом

дисциплины «Электропривод» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты элементов систем управления с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами автоматизированного управления. Организовать электронное хранилище информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

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

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

4. 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-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

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

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

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

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

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

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

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

*Лабораторные работы* проводятся в лаборатории электропривода и электрооборудования.

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

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


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

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

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

**Программу разработали:**

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент   
(подпись)

Селезнева Д.М., старший преподаватель   
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.24 «Электропривод»  
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение (квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники имени 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 «Электропривод» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение (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 «Электропривод» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

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

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Электропривод» закреплено **2 компетенции (3 индикатора достижения компетенций)**. Дисциплина «Электропривод» 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 «Электропривод» составляет **3** зачётные единицы (**108** часов).

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

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

8. Программа дисциплины «Электропривод» предполагает занятия в интерактивной форме.

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

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (решение типовых задач, вопросы при защите лабораторных работ, участие в тестировании, работа

над аудиторными заданиями – практические занятия), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, включенной в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного цикла - Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, периодическими изданиями – 4 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 12 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Электропривод» 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 «Электропривод».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Электропривод» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность *Электроснабжение* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной 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 имени 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.