



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-40-11

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
  
" 17 " 12 " 2015 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Электропривод**

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОПРИВОД» .....</b>	<b>3</b>
<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ЭЛЕКТРОПРИВОД» .....</b>	<b>4</b>
2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) Электропривод.....	4
<b>3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>5</b>
3.1 Перечень профессиональных компетенций (ПК) .....	5
<b>4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>8</b>
4.1 Структура дисциплины .....	8
4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций.....	10
4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля).....	11
4.4 Лабораторный практикум .....	13
4.5 Практические занятия .....	14
4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля.....	15
<b>5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>17</b>
<b>6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ .....</b>	<b>18</b>
Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств .....	18
<b>7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>28</b>
<b>7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>28</b>
7.2 Дополнительная литература .....	28
7.5 Перечень информационных технологий, включая перечень информационно-справочных систем (при необходимости) .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>31</b>
<b>9. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПО ФАКУЛЬТЕТУ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ.....</b>	<b>32</b>
9.1 Структура дисциплины .....	32
9.2 Содержание разделов дисциплины (модуля).....	33
9.3 Лабораторный практикум .....	36
9.4 Практические занятия .....	36
9.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля.....	37
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>40</b>
Цель и задачи промежуточной аттестации студентов по дисциплине .....	41
1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	42
2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	44
3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	45
3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап) .....	45
3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап) .....	46
3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап).....	48
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ .....	54
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....</b>	<b>60</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОПРИВОД»

**Целью** освоения дисциплины (модуля) «Электропривод» является формирование у студентов системы знаний для проектирования, монтажа и эксплуатации установок электротехнологии в сельскохозяйственном производстве.

### **Задачи дисциплины:**

- изучить и усвоить физические основы преобразования электрической энергии в тепловую, методы непосредственного использования электрической энергии в технологических процессах;
- освоить современные инженерные методы расчета преобразующих устройств и установок;
- получить знания по устройству, принципам действия и применению современного пуско-наладочного оборудования сельскохозяйственного назначения, использования электрической энергии в технологических процессах, принципам управления и автоматизации, правилам эксплуатации и безопасного обслуживания;
- приобрести навыки постановки и решения инженерных задач в области использования электрической энергии в технологических процессах сельскохозяйственного производства, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, освоение методики наладки и испытания оборудования.
- **Область профессиональной деятельности** бакалавров включает:
- Область профессиональной деятельности бакалавров включает совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности по применению теплоты, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.
- **Объектами профессиональной деятельности** бакалавров являются: тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; паровые и водогрейные котлы различного назначения; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые и газовые турбины; энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки; установки по производству сжатых и сжиженных газов; компрессорные, холодильные установки; установки систем кондиционирования воздуха; тепловые насосы; химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; тепловые и электрические сети; теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; топливо и масла; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ЭЛЕКТРОПРИВОД»

Дисциплина «Электропривод» включена в вариативная часть блока 1.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины.

Для изучения дисциплины «Электропривод» необходимы следующие знания, умения и навыки:

**Знание:** дифференцирование и интегрирование, потенциальные поля и вероятностные задачи; растворы, электролитическую диссоциацию; электростатику, постоянный ток, электромагнитные явления, акустику; теорию поля, электрическое и магнитное поля; компоненты электроники; автоматику.

**Умение:** выбирать способы и методики решения электротехнических задач.

**Навыки:** отыскивать причины явлений в электротехнике; классифицировать и систематизировать объекты электротехники.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

### 2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) Электропривод

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.14	Математика Физика Химия Безопасность жизнедеятельности Механика	Проектирование систем энергообеспечения Подготовка выпускной квалификационной работы

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### 3.1 Перечень профессиональных компетенций (ПК)

Но- мер/индекс компетен- ции	Содержание компетен- ции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся долж- ны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	способностью демон- стрировать базовые знания в области есте- ственнонаучных дис- циплин, готовностью выявлять естествен- нонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональ- ной деятельности; применять для их раз- решения основные за- коны естествознания, методы математиче- ского анализа и моде- лирования, теоретиче- ского и эксперимен- тального исследования	основные методики определения пара- метров технологи- ческих процессов и качества продукции в области профес- сиональной дея- тельности	использовать тех- нические средства для определения параметров техноло- гических процессов и качества продук- ции с применением математического анализа	современными методами опре- деления парамет- ров технологиче- ских процессов и качества продук- ции
ПК-1	способностью участво- вать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энер- гообъектов и их эле- ментов в соответствии с нормативной доку- ментацией	основные методы проектирования энергообъектов и их элементов и со- ответствующую для этого норма- тивную докумен- тацию	использовать со- временные техни- ческие средства для определения требуемых пара- метров энергообъ- ектов	современными методами сбора, расчета и проек- тирования энер- гообъектов и специальных ме- тодов расчета

**Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу ба-  
калавриата, включает** исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию тех-  
нических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преоб-  
разованию иных видов энергии в теплоту.

**Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу  
бакалавриата, являются** тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспе-  
чения промышленных и коммунальных предприятий, объекты малой энергетики, установки,  
системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, паровые  
и водогрейные котлы различного назначения, реакторы и парогенераторы атомных электро-  
станций, паровые и газовые турбины, газопоршневые двигатели (двигатели внутреннего и  
внешнего сгорания), энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки, установки по про-  
изводству сжатых и сжиженных газов, компрессорные, холодильные установки, установки си-  
стем кондиционирования воздуха, тепловые насосы, химические реакторы, топливные элемен-  
ты, электрохимические энергоустановки, установки водородной энергетики, вспомогательное

теплотехническое оборудование, тепло- и массообменные аппараты различного назначения, тепловые и электрические сети, теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий, установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел, технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок, топливо и масла, нормативно-техническая документация и системы стандартизации, системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

**Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:**

***расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:***

участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования; расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений;

***научно-исследовательская деятельность:***

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- организационно-управленческая деятельность:
- планирование работы персонала;
- участие в разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- выполнение работ по одной или нескольким должностям служащих;

***производственно-технологическая деятельность:***

- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;
- монтажно-наладочная деятельность:
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;

***сервисно-эксплуатационная деятельность:***

- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;

- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.

Се- местр	Количество часов						Всего
	Ауди- тор- ных	Са- мост. работа	Лекций	Лабо- ратор- ных	Практи- ческих	Промежу- точная ат- тестация	
7	60	93	18	20	22	27-экзамен	180
Итого	60	93	18	20	22	27	180

#### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего кон- троля успеваемо- сти, СРС (по неделям семест- ра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические за- нятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>										
1	7	1	Краткая историческая справка о развитии электроприводов. Понятие «привод», «электропривод», «автоматизированный электропривод».	10	2		2		5	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
2	7	2	Механическая характеристика электродвигателей. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	10	2		2		5	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
			<b>Всего</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>										
3	7	6	Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	8	1		2		5	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
4	7	7	Регулирование скорости в двигателе постоянного тока. Тормозные режимы.	9	2		2		6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
5	7	9	Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного и смешанного возбуждения.	10	1	2	2		6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
			<b>Всего</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	
<b>Модуль 3 Асинхронные двигатели переменного тока.</b>										
6	7	11	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя. Характеристики асинхронных электродвигателей в	14	2	2	2		7	Устный или письменный опрос, выполнение самостоя-



			тормозных режимах							тельной работы
7	7	13	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях.	14	2	2	2		8	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
8	7	14	Приведение кинематической схемы электропривода к Графическое решение основного уравнения электропривода -определение времени разбега электропривода.	14	2	2	2		8	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
			<b>Всего</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>23</b>	
<b>Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.</b>										
9	7	1	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами. Аппараты ручного управления.	11	1	2	2		6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
10	7	4	Релейно-контактная аппаратура. Бесконтактная аппаратура управления и защиты. Защитная аппаратура, устройство защитного отключения	11	1	2	2		7	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
			<b>Всего</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>										
11	7	7	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя. Типовые режимы работы электропривода.	9	1	2			6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
12	7	10	Метод эквивалентной мощности. Метод средних потерь	9	1	2			6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
13	7	11	Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод и в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	8		2			6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
14	7	13	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных станков. Электропривод котельной. Электропривод дробилки.	8		2			6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
15	7	14	Электропривод в водоснабжении. Электропривод в вентиляции. Частотно-регулируемый электропривод.	8		2			6	Устный или письменный опрос, выполнение самостоятельной работы
			<b>Всего</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	
16	7		Промежуточная аттестация	27						экзамен
<b>Итого</b>				<b>180</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>20</b>		<b>93</b>	

## 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)	
		ОПК-2, ПК-1	общее кол-во комп-й
Краткая историческая справка о развитии электроприводов. Понятие «привод», «электропривод», «автоматизированный электропривод».	10		
Механическая характеристика электродвигателей. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин.	10	++	2
Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения	8	++	2
Регулирование скорости в двигателе постоянного тока. Тормозные режимы.	9	++	2
Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного и смешанного возбуждения.	10	++	2
Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах	14	++	2
Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях.	14	++	2
Приведение кинематической схемы электропривода к Графическое решение основного уравнения электропривода - определение времени разбега электропривода.	14	++	2
Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами. Аппараты ручного управления.	11	++	2
Релейно-контактная аппаратура. Бесконтактная аппаратура управления и защиты. Защитная аппаратура, устройство защитного отключения	11	++	2
Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя. Типовые режимы работы электропривода.	9	++	2
Метод эквивалентной мощности. Метод средних потерь	9	++	2
Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	8	++	2
Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных стендов. Электропривод котельной. Электропривод дробилки.	8	++	2
Электропривод в водоснабжении. Электропривод в вентиляции. Частотно-регулируемый электропривод.	8	++	2

### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>			<b>4</b>
1.	Краткая историческая справка о развитии электроприводов. Понятие «привод», «электропривод», «автоматизированный электропривод».	История развития электротермии и ее роль в сельском хозяйстве. Энергетические основы электропривода. Структурная схема электропривода, автоматизированного электропривода.	2
2.	Механическая характеристика электродвигателей. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	Понятие механической и электромеханической характеристик. Понятие об естественной и искусственных механических характеристиках электродвигателя и рабочей машины.	2
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			<b>4</b>
3.	Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	Электрические машины постоянного тока последовательного, параллельного, независимого и смешанного возбуждения. Особенности работы каждого типа машин. Схемы включения.	1
4.	Регулирование скорости в двигателе постоянного тока. Тормозные режимы.	Основные способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Работа электрической машины в тормозных режимах. Область применения тормозных режимов.	2
5.	Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного и смешанного возбуждения.	Электрическая схема двигателей постоянного тока последовательного возбуждения. Расчет и построение механической характеристики по универсальной кривой.	1
<b>Модуль 3 Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			<b>6</b>
6.	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах	Схема замещения асинхронного электродвигателя. Вывод формулы для определения критического скольжения и критического момента. Тормозные режимы электродвигателя. Область применения.	2
7.	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях..	Способы регулирования скорости у асинхронного двигателя: изменением активного, реактивного сопротивлений, числа пар полюсов, напряжения питания, частоты питающего тока.	2
8.	Приведение кинематической схемы электропривода. Графическое решение основного уравнения электропривода - определение времени разбега электропривода.	Кинематика электропривода. Приведение моментов инерции и моментов к скорости вращения вала двигателя. Определение времени разгона электропривода графическим и графоаналитическим способами.	2
<b>Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.</b>			<b>2</b>
9.	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами. Аппараты ручного управления.	Назначение аппаратуры управления и защиты. Классификация. Выбор и настройка аппаратуры управления и защиты. Классификация аппаратуры защиты и особенности работы. Особенности выбора по току главных контактов, по величине напряжения. Определение пределов регулирования аппаратов защиты на их срабатывание. Изучение схем управления электроприводами и подбор аппаратуры управления. Разновидности	1

		расцепителей предназначенных для отключения автоматического выключателя. Выбор аппаратуры по величине тока напряжения в зависимости от нагрузки. Разновидности аппаратуры ручного управления, их конструктивные особенности в работе, характер защиты и их выбор согласно схемы технологического процесса.	
10	Релейно-контактная аппаратура. Бесконтактная аппаратура управления и защиты. Защитная аппаратура, устройство защитного отключения	Классификация релейно-контактной аппаратуры по току (переменный или постоянный), по числу полюсов (одно-, двух-, трёхполюсные), по исполнению контактов (с замыкающими или размыкающими). Особенности применения бесконтактной аппаратуры, характер чувствительности к перегрузкам по току и напряжению, помехозащищенность и совместимость с питающей сетью. Принцип работы, выбор релейной аппаратуры защиты. Бесконтактная аппаратура защиты. Устройство защитного отключения. Принцип работы. Конструкции. Область применения. Назначение и применение защитной аппаратуры, устройство защитного отключения (УЗО). Изучение основных функциональных блоков формирующих структуру УЗО. Разновидности устройства защитного отключения по способу технической реализации.	1
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>			<b>2</b>
11.	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя. Типовые режимы работы электропривода	Нагрузочная диаграмма. Типовые режимы работы электродвигателей. Использование основных формул при выборе двигателя в зависимости от режима работы. Оценка двигателя по перегрузочной способности. Характер оценки выбранного электродвигателя при отсутствии паспортных данных. Понятие постоянной времени нагрева, охлаждения, установившейся температуры. Типовые режимы S1, S2, S3.	1
12	Метод эквивалентной мощности. Метод средних потерь	Область применения метода. Использование графика момента или мощности развиваемой двигателем при проверке по нагреву. Основные формулы используемые при решении задач по выбору электродвигателя методом эквивалентного момента и тока. Методика расчета эквивалентной мощности. Методика расчета методом средних потерь.	1
13	Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод и в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	Основные параметры климата в животноводческих помещениях. Технологические основы регулирования микроклимата. Автоматизация вентиляционных установок согласно принципиальной электрической схемы. Применение инновационных решений при создании оптимального режима работы по регулированию микроклимата в животноводческих помещениях. Особенности работы электродвигателей в животноводческих помещениях. Электрические схемы, выбор аппаратуры управления Изучение электропривода мобильных и стационарных машин, принципиальной электрической схемы. Определение характера нагрузки по диаграмме работы мобильного агрегата. Особенности выбора электрического двигателя для привода мобильных и стационарных машин в зависимости от рода тока, напряжения,	

		мощности.	
14.	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных стендов. Электропривод котельной. Электропривод дробилки.	Изучение электроприводов станочного оборудования и стендов, определение значения потребной мощности на каждой ступени обкатки, порядок построения нагрузочной диаграммы и выбор электрического двигателя.	
15.	Электропривод в водоснабжении. Электропривод в вентиляции. Частотно-регулируемый электропривод. Электропривод котельной. Электропривод дробилки	Изучение оборудования котельной согласно технологии технологического процесса, функциональной схемы работы электрооборудования, использование автоматической системы терморегулирования и оптимизация параметров САР для стабильной и устойчивой работы. Определение характера пуска двигателя дробилки с учетом потерь напряжения в сетевой линии.	
16.	Всего		<b>18</b>

#### 4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			<b>6</b>
1.	6	Регулирование угловой скорости двигателей постоянного тока	2
2.	7	Исследование схемы автоматического управления Пуском двигателя постоянного тока в функции частоты вращения (противо-ЭДС)	4
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			<b>8</b>
3.	12	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.	2
4.		Тиристорный преобразователь частоты	2
5.	12	Исследование схемы автоматического управления пуском двигателя с фазным ротором в функции тока	4
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>			<b>2</b>
6.	20	Изучение пускозащитной аппаратуры	2
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов - .4</b>			
7.	21	Процессы нагрева и охлаждения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	44
Итого			<b>20</b>

### 4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода</b>			
1.	1	Расчет и построение механических характеристик рабочих машин	2
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			
2.	2	Расчет и построение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения по каталожным данным двигателя постоянного тока независимого возбуждения	2
3.	3	Определение добавочного тормозного сопротивления при работе машины постоянного тока в тормозных режимах (рекуперативное торможение, торможение противовключением, динамическое торможение)	2
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			
4.	4	Расчет и построение механических характеристик асинхронного двигателя по пяти точкам.	2
5.	5	Расчет сопротивления пусковых и тормозных резисторов. Построение искусственных характеристик асинхронного двигателя	2
6.	6	Определение времени пуска электродвигателя путем графического решения основного уравнения движения электропривода. Определение времени пуска электродвигателя путем графоаналитического решения основного уравнения движения электропривода.	2
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>			
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>			
7.	7	Построение нагрузочной диаграммы рабочей машины. Определение мощности электродвигателя методом эквивалентной мощности.	2
8.	8	Выбор мощности электродвигателя методом средних потерь.	2
9.	9	Примеры выбора аппаратуры управления и защиты для схемы пуска асинхронного электродвигателя.	2
10.	10	Расчет электропривода вентиляционной установки	4
<b>Итого</b>			<b>22</b>

## 4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>				
1.	Краткая историческая справка о развитии электроприводов постоянного и переменного тока. Структура и схема электропривода. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>				
2.	Классификация электродвигателей постоянного тока. Определение сопротивления якоря. Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Регулирование координат двигателя постоянного тока. Тормозные режимы	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>				
3.	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя.	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
4.	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
5.	Кинематика схемы электропривода. Графическое решение основного уравнения движения электропривода.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>				
6.	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами.	12	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов</b>				
7.	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя.	12	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
8.	Стандартные режимы работы. Методы эквивалентной мощности, метод средних потерь. Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод и в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	12	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос

9.	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных стандов. Электропривод котельной. Электропривод дробилки. Выбор частотного электропривода. Мероприятия по энергосбережению.	34	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
	<b>Итого</b>	<b>93</b>		



## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров по профилю «Теплоэнергетика и теплотехника» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

### Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	6
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	4
	ПР	Решение ситуационных задач	4
	ВСЕГО :		

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электропривода различных электроустановок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите курсовой работы и экзамену.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ<sup>1</sup>

### 6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Электропривод» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий, промежуточный и итоговый контроль - экзамен.

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - экзамен.

### Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства и форма контроля
	7	ВК, ТАт	ОПК-2, ПК-1	Модуль 1. Энергетические основы электропривода.	Устный или тестовый контроль
	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Модуль 2. Электрические машины постоянного тока	Устный или тестовый контроль
	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.	Устный или тестовый контроль
	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.	Устный или тестовый контроль
	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов	Устный или тестовый контроль
	7		ОПК-2, ПК-1		Защита РГР
	7	ПРАТ	ОПК-2, ПК-1		Экзамен

<sup>1</sup> Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

## Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

Если экзамен принимается в виде тестирования, то используется следующая шкала

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он получил от 80% и более правильных ответов;

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он получил от 60 до 80% правильных ответов;

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он получил от 40 до 60% правильных ответов;

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он получил от менее 40% правильных ответов.

## Примеры оценочных средств

### *а) для входного контроля (ВК):*

1. Назовите основные характеристики электромагнитного поля. Формы ее проявления.
2. Схемы преобразования электрической энергии в тепловую.
3. Способы электронагрева. Преимущества, недостатки.
4. Приведите уравнение теплового баланса электротермической установки.
5. Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Зависимости сопротивления от температуры
6. Электроконтактный нагрев. Основные понятия.
7. Электродный нагрев. Электродные системы.
8. Нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов.
9. Трубчатые электронагреватели ТЭН. Маркировка.
10. Способы регулирования мощности нагревателей.
11. Инфракрасный нагрев. Основные понятия.
12. Электродуговой нагрев. Основные понятия.
13. Физические основы индукционного нагрева.
14. Физические основы диэлектрического нагрева.
15. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.
16. Элементные водонагреватели. Устройство. Принцип действия.
17. Электродные водонагреватели и парогенераторы. Устройство. Принцип действия.
18. Индукционные водонагреватели. Устройство. Принцип действия.
19. Электрические калориферы и калориферные установки.
20. Оборудование инфракрасного нагрева.
21. Электротермическое оборудование при сушке и тепловой обработке сельскохозяйственных материалов.

### *б) для текущей успеваемости (ТАп):*

Модуль 1. Энергетические основы электропривода.

1. Назовите основные этапы развития электропривода.
2. Каковы преимущества электрического привода?
3. Дайте определение электрического привода и приведите примеры реализации его элементов?
4. Как классифицируются электрические приводы?
5. На какие группы можно разделить рабочие машины? Перечислите их особенности.
6. Почему скорость магнитного поля не зависит от напряжения сети?
7. Каковы особенности функционирования исполнительных органов рабочих машин?
8. В чем заключается физический смысл общего уравнения электропривода?
9. Почему механические характеристики двигательного режима пересекаются в точке синхронной скорости?
10. Как рассчитать снижение момента двигателя при пониженном напряжении сети?
11. Что такое момент и сила сопротивления?
12. Назовите основные закономерности преобразования электрической энергии в механическую.
13. Основные конструкции электродвигателей.
14. Назовите основные механические узлы электропривода.
15. Чем характеризуется развитие современного электрического привода?

Модуль 2. Электрические машины постоянного тока.

16. Что понимают под регулированием угловой скорости электропривода?
17. Какими способами осуществляется регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока?

18. Что понимают под регулированием с постоянной допустимой мощностью и постоянным допустимым моментом?
19. В каких зонах осуществляется регулирование с постоянной допустимой мощностью? С постоянным допустимым моментом?
20. Какими способами можно осуществить регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока с постоянным допустимым моментом? – постоянной допустимой мощностью?
21. При каком способе регулирования угловой скорости КПД будет наибольшим? Ответ обоснуйте.
22. Какие критерии регулирования угловой скорости используются при анализе способов регулирования?
23. Какова величина тока по сравнению с номинальным протекает по якорю при нагрузке, выраженной постоянным допустимым моментом? – постоянной допустимой мощностью?
24. Какова методика расчетов КПД при проведении исследования?
25. Какие перспективные технические устройства позволяют реализовать способы регулирования угловой скорости?
26. Какими способами целесообразно осуществлять регулирование угловой скорости в асинхронных двигателях?
27. Какой из исследованных в лабораторной работе способов является наиболее экономичным? Ответ обоснуйте.
28. Что понимают под стабильностью регулирования? Каков критерий стабильности?
29. Что понимают под экономичностью регулирования? Поясните примером.
30. Что понимают под направленностью регулирования? Пример.
31. Что понимают под диапазоном регулирования? Поясните примером.
32. Что понимают под плавностью регулирования? Каков ее критерий?
33. Как изменяется перегрузочная способность по моменту при регулировании угловой скорости с постоянной допустимой мощностью? – постоянным допустимым моментом?
34. Сравните между собой два способа регулирования скорости по шести критериям (по указанию преподавателя).
35. Сравните жесткости характеристик, полученных при разных способах регулирования скорости (по указанию преподавателя).

### Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.

36. Рассказать устройство и принцип действия асинхронного короткозамкнутого двигателя. Почему с увеличением нагрузки возрастает ток двигателя?
37. Как определить начало и конец обмотки статора методом трансформации?
38. Как определить недостающие паспортные данные электродвигателя?
39. Каким образом регулируют скорость вращения короткозамкнутого (с контактными кольцами) электродвигателя? Какие физические процессы протекают при регулировании скорости двигателя?
40. Почему при перемене двух фаз асинхронные двигатели меняют направление вращения?
41. Какое минимальное значение сопротивления изоляции должен иметь исправный двигатель?
42. При каких условиях электродвигатель соединяют в звезду и в треугольник? Доказать электрическим расчётом.
43. Рассказать порядок работы при подготовке электродвигателя к пуску. Почему пусковой ток значительно больше номинального?
44. Почему активное сопротивление обмотки фазы измеряют на постоянном токе?
45. Почему при снятии характеристик холостого хода не опасаются подавать напряжение выше номинального?
46. Как проверяются обмотки на обрыв и короткое замыкание при помощи короткой лампы и мегомметра? Пояснить схематически.
47. От чего зависит величина коэффициента мощности асинхронной машины?

48. Какую величину имеет ток холостого хода асинхронного двигателя по сравнению с номинальным током? Почему?
49. Какие способы существуют для уменьшения пускового тока асинхронного двигателя? Дать характеристику (достоинства и недостатки) каждого способа.
50. Какие конструктивные изменения вводятся в специальные двигатели для снижения пусковых токов? Объяснить принцип действия.
51. Как определяется сопротивление изоляции?
52. Какие существуют разновидности асинхронных двигателей и их основные свойства?
53. Что произойдет с асинхронным электродвигателем при обрыве одной из фаз?
54. Как отразится на работе электродвигателя изменение напряжения питающей сети?
55. Какими способами можно увеличить пусковой момент асинхронной машины?
56. Почему машину называют асинхронной?
57. Какие серии двигателей выпускают в нашей стране? Как производится расшифровка обозначений двигателя?
58. Почему при значительном возрастании пускового тока (5-7 раз), пусковой момент возрастает незначительно (1,1...1,8 раз)?

#### Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.

59. Преимущества и недостатки контакторов с рычажной контактной системой.
60. Преимущества и недостатки контакторов с мостиковой контактной системой.
61. Износ контактов при размыкании, методы борьбы с ним.
62. Износ контактов при замыкании, методы борьбы с ним.
63. Отличие контактора от пускателя. Основные типы пускателей, используемых для управления эл.приводом.
64. Пускатели с герметичными контактами их преимущества, недостатки.
65. Тиристорные и транзисторные пускатели, преимущества и недостатки.
66. С какой целью осуществляется в автоматах и предохранителях ограничение тока КЗ?
67. Какую функцию в предохранителях выполняют наполнители? Почему одни марки предохранителей изготавливаются с наполнителем, а другие без него?
68. На какие параметры предохранителя влияет номинальное напряжение?
69. Назвать по меньшей мере три варианта технических решений токоограничения в защитных аппаратах.
70. Каким образом осуществляется гашение дуги в автоматах? Предохранителях?
71. С какой целью плавкой вставке придают специальную форму или наплавляют оловянные шарики?
72. Какие конструкции предохранителя Вы знаете? В чем их отличие, преимущества, недостатки?
73. Какие конструкции автоматов Вы знаете? В чем их отличие, преимущества, недостатки?
74. С какой целью рекомендуется периодически аппараты с медными контактами включать и отключать под нагрузкой?
75. Когда применяются врубные контакты? Их преимущества и недостатки?
76. Когда применяются рычажные контакты? Их преимущества и недостатки?

#### Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.

77. Объясните принцип расчета мощности и выбора двигателей, основные требования.
78. На основании каких исходных данных производится расчет мощности?
79. Что такое нагрузочная диаграмма двигателя?
80. В чем сущность проверки двигателя по перегрузке и условиям пуска?
81. В чем сущность проверки двигателя по нагреву?
82. На чем основывается прямой метод проверки двигателя по нагреву?
83. В каких основных режимах может работать двигатель и чем они характеризуются?
84. Чем ограничивается электрическая мощность двигателя? Как влияет класс изоляции на мощность двигателя?
85. В чем отличие  $t_{уст}$  от  $t_{доп}$ ? Методы определения этих величин, от чего они зависят.
86. Режимы S1, S2, S3. Выбрать мощность двигателя для режима, указанного преподавателем. Справочные материалы находятся в приложениях 1...2.

87. Что понимают под коэффициентом термической и механической перегрузок. От чего они зависят.
88. Пересчитайте мощность, развиваемую АД при температуре среды, отличной от стандартной.

**в) для промежуточной аттестации (ПрАт):**

Полный комплект тестированных заданий представлен в базе ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

### **Расчетно-графическая работа (РГР)**

1. РГР является одной из форм аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине, реализуемая в письменном виде, в том числе с использованием информационных технологий.

2. РГР отражает степень освоения студентами учебного материала конкретных разделов дисциплины в форме решения задач.

3. Цель выполнения РГР, содержащей комплект заданий - овладение студентами навыками решения типовых расчетных или ситуационных задач, формирование учебно-исследовательских навыков, закрепление умений самостоятельно работать с различными источниками информации.

4. Содержание заданий РГР охватывает основной материал соответствующих разделов дисциплины. Контрольные задания разработаны по многовариантной системе, которые равноценны по объему и сложности.

5. Содержание заданий РГР и требования к ее выполнению разработано преподавателем дисциплины. Подготовка РГР осуществляется под методическим руководством преподавателя, ведущего практические занятия.

6. Оценка РГР студентов проводится в процессе текущего контроля успеваемости студентов.

7. Требования к выполнению РГР:

четкость и последовательность изложения материала в соответствии с составленным методическим указаниями;

предоставление в полном объеме решений имеющихся в задании задач;

использование современных способов поиска, обработки и анализа информации;

самостоятельность выполнения.

8. Объем РГР составляет не более 10 страниц формата А4, включая расчетные таблицы и построенные по ним графики.

**Целью** расчетно-графической работы является:

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Электропривод»;
- развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач в области электрификации сельского хозяйства.

Расчетно-графическая работа состоит из двух задач. Первая задача закрепляет теоретический материал по модулям 1, 2. Вторая используется для усвоения теоретического материала по модулям 3, 4 и 5.

### **Структура расчетно-графической работы**

Введение

Задание

Решение задачи по своему варианту.

Анализ полученных расчетных результатов.

Выбор электрической схемы управления с-х. электроприводом (задача 2).

Обоснование и выбор аппаратов управления для электрической схемы (задача2).

Литература

Содержание задач

Задача 1.

Для электромеханической системы электропривода, состоящей из трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, механической передачи и рабочей машины:

1. Рассчитать и построить механическую характеристику электродвигателя  $\omega = f_1(M_{дв.})$ .
2. Рассчитать и построить на том же графике механическую характеристику рабочей машины, приведенную к частоте вращения вала электродвигателя,  $\omega = f_2(M_C)$ .
3. Определить продолжительность пуска электродвигателя с нагрузкой: а) при нормальном напряжении питания; б) при снижении питающего напряжения на  $\Delta U$  % от его номинального значения.
4. Рассчитать потери энергии в асинхронном двигателе при номинальном напряжении питания и пуске системы: а) с нагрузкой; б) без нагрузки.

Задача 2.

1. На основании исходных данных индивидуального задания построить нагрузочную диаграмму электродвигателя привода, рассчитать эквивалентную (среднеквадратическую) нагрузку электропривода и нанести ее на нагрузочную диаграмму.

2. Определить необходимую мощность асинхронного двигателя привода из условий обеспечения:

- а) допустимого нагрева электродвигателя;
- б) пуска с пусковой мощностью нагрузки, составляющей 30% эквивалентной, и снижением напряжения при пуске на  $\Delta U$ %;
- в) статической устойчивости электропривода при возможном снижении питающего напряжения при максимальной нагрузке на  $0,5\Delta U$  /%.

3. Выбрать по каталогу в качестве приводного электродвигателя асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором общего назначения серии 4А или АИР с синхронной частотой вращения:

- а) 1500 об./мин. — для студентов, у которых последняя цифра номера зачетной книжки четная;
- б) 3000 об./мин. — для студентов, у которых последняя цифра номера зачетной книжки нечетная.

Проверить правильность выбора мощности электродвигателя по нагреву методом средних потерь.

4. Рассчитать и построить кривую изменения превышения температуры электродвигателя при работе и после отключения, совместив ее с нагрузочной диаграммой. Температуру двигателя до его включения принять равной температуре окружающей среды. Температура окружающей среды неизменна.

5. Составить согласно заданию принципиальную электрическую схему автоматического управления электродвигателем. Предусмотреть защиту электродвигателя от перегрузки и токов короткого замыкания, а цепей управления — от токов короткого замыкания. Выбрать соответствующую аппаратуру автоматической защиты и управления. Привести краткое описание схемы электропривода и пояснить ее работу.

По каждой задаче имеется по 30 вариантов.



## Вопросы к экзамену

1. Тепловой режим электрических машин и его основные параметры.
2. Определение продолжительности разбега и торможения асинхронного двигателя.
3. Постоянная времени нагрева и её определение.
4. Метод средних потерь.
5. Механические характеристики рабочих машин и их физическое обоснование.
6. Выбор электропривода. Выбор рода тока и величины напряжения.
7. Переходные процессы в электроприводах и электромеханическая постоянная времени.
8. Механические характеристики электрических двигателей и их физическое обоснование.
9. Элементные водонагреватели. Устройство. Расчёт и особенности эксплуатации.
10. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Устройство,
11. электрическая схема, пуск, реверс. Уравнение механической характеристики.
12. Определение мощности электродвигателя при продолжительном режиме работы.
13. Электропривод водоподъемных установок. Их разновидности. Электродвигатели, схемы управления и особенности эксплуатации.
14. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Регулирование частоты вращения. Искусственные механические характеристики.
15. Электродные водонагреватели. Расчет. Особенности эксплуатации. Пути повышения КПД.
16. Тормозные режимы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
17. Методы эквивалентного тока момента и мощности.
18. Электроприводы в растениеводстве. Примеры автоматизации технологических процессов. Особенности эксплуатации.
19. Двигатель последовательного возбуждения. Уравнение механической характеристики. Пуск, реверс. Особенности эксплуатации.
20. Мощность двигателя при кратковременном режиме работы и ее определение.
21. Электропривод в животноводстве. Особенности эксплуатации. Примеры автоматизации технологических процессов.
22. Регулирование частоты вращения двигателей последовательного возбуждения постоянного тока.
23. Определение мощности электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
24. Двигатели смешанного возбуждения. Механические характеристики. Особенности эксплуатации.
25. Коэффициент мощности и его значение в энергетике. Показать на примерах.
26. Асинхронные машины. Принцип действия. Разновидности. Зависимость эл магнитного момента машины от скольжения. Основные уравнения моментов.
27. Асинхронные машины. Механическая характеристика и ее построение. Искусственные механические характеристики.
28. Тормозные режимы асинхронной машины. Применение.
29. Способы измерения коэффициента мощности.
30. Пуск асинхронных двигателей. Способы уменьшения пускового тока и их использование.
31. Способы повышения коэффициента мощности эл. двигателей.
32. Асинхронные машины с фазным ротором. Их конструктивные особенности, механические характеристики. Применение в народном хозяйстве.
33. Аппаратура неавтоматического управления, назначение и ее выбор.
34. Регулирование частоты вращения асинхронной машины.
35. Контактторы. Назначение, устройство. Характерные особенности контакторов постоянного и переменного тока. Маркировка.
36. Электропривод в животноводстве. Автоматизированное оборудование для обеспечения микроклимата. Особенности эксплуатации.
37. Однофазный асинхронный двигатель. Принцип действия. Устройство. Разновидности.

38. Устройства дугогашения коммутационных аппаратов.
39. Использование трехфазных двигателей в однофазной сети. Схемы включения и выбор фазосдвигающих элементов.
40. Магнитные пускатели. Назначение, устройство. Схема включения, маркировка, выбор.
41. Синхронные машины. Устройство. Разновидности. Принцип действия, использование синхронных машин.
42. Плавкие предохранители. Назначение, устройство, основные параметры, выбор.
43. Пуск синхронных машин.
44. Устройства защиты эл.оборудования от длительных небольших перегрузок. Выбор и настройка.
45. Электродные водонагреватели. Виды их и особенности эксплуатации. КПД, способы его повышения. Расчет электродного водонагревателя.
46. Основное уравнение движения электропривода. Приведение моментов сопротивлений к одной оси. Приведение моментов инерции к одной оси. Цели приведения.
47. Устройства защиты эл.оборудования от токов короткого замыкания. Выбор и настройка.
48. Пусковой момент асинхронной машины и способы его увеличения.
49. Тормозные режимы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Характеристики. Области применения.
50. Выбор электродвигателя с учетом влияния источников питания. Устойчивость работы ранее включенных электродвигателей.
51. Электрооборудование в животноводстве. Особенности эксплуатации. Примеры автоматизации технологических процессов.
52. Метод средних потерь. Назначение, достоинства и недостатки.
53. Синхронные машины. Электромагнитный момент. Угловая и механическая характеристики машины.
54. Электропривод в животноводстве. Требования к электрооборудованию и особенности эксплуатации. Примеры электропривода кормоприготовительных машин.
55. Специализированные асинхронные электродвигатели (маркировка по ГОСТу). Их конструктивные особенности, характеристики. Применение в народном хозяйстве.
56. Фазочувствительные устройства защиты. Назначение, конструктивные особенности, выбор и настройка.
57. Электрооборудование в ремонтном деле. Примеры автоматизации технологических процессов.
58. Выбор электродвигателей по конструктивному исполнению. Серии асинхронных электродвигателей. Условные обозначение эксплуатационных параметров в паспорте электродвигателя. Выбор электродвигателей по частоте вращения.
59. Устройство защиты электрооборудования от длительных небольших перегрузок. Выбор и настройка.
60. Электропривод в растениеводстве. Примеры автоматизации технологических процессов. Особенности эксплуатации.
61. Электропривод в животноводстве. Особенности эксплуатации электроприводов.
62. Электропривод в растениеводстве. Особенности эксплуатации электроприводов.
63. Электропривод в водоснабжении. Особенности эксплуатации электроприводов.
64. Электропривод вентиляционных установок, особенности эксплуатации электроприводов.
65. Электропривод в кормоприготовлении и навозоудалении. Особенности эксплуатации электроприводов.
66. Электропривод в защищенном грунте. Особенности эксплуатации электроприводов.

## 6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Электропривод».
2. Кондратьева, Н.П. Электропривод и электрооборудование / Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Юран С.И. Владыкин И.Р. // Учебник с Грифом МСХ РФ . – Москва, - 2006
3. Кондратьева, Н.П. Электропривод / Кондратьева Н.П. // Учебно-методическое пособие. – Ижевск.- РИО Ижевская ГСХА. – 2010 г. Режим доступа: Портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.
4. Кондратьева, Н.П. Курсовое и дипломное проектирование по электроприводу / Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р., Козырева Е.А. и др. // Учебное пособие с Грифом УМО. – Ижевск. – РИО Ижевская ГСХА. – 2011 г. Режим доступа: ЭБС РУКОНТ и Портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.
5. Кондратьева, Н.П. Выбор электродвигателей, аппаратуры управления и защиты электрических установок / Кондратьева Н.П. // Учебное пособие с Грифом МСХ РФ. – Ижевск.- РИО Ижевская ГСХА. – 2003.
6. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)

7 **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**7.1 Основная литература**

№	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Режим доступа
1	<b>Электропривод</b> [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Электропривод» для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия»	Н. П. Кондратьева, И. Р. Владыкин, В. А. Баженов [и др.]	2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. дан. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 36 с.	Электронный каталог ИжГСХА  <a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
2	<b>Электропривод</b> [Электронный ресурс] : практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия», профиль «Автоматизация технологических процессов»(квалификация – бакалавр)	Н. П. Кондратьева, И. Р. Владыкин, В. А. Баженов [и др.]	- 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. дан. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2019	Электронный каталог ИжГСХА  <a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
3	<b>Автоматизированный электропривод</b> [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Электропривод» для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия», направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов»	[сост.: Н. П. Кондратьева и др.]	Электрон. дан. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2017. - 51 с.	Электронный каталог ИжГСХА  <a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>

**7.2 Дополнительная литература**

№	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Режим доступа
1	Статистические методы и модели [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем"	В. Н. Костин, Н. А. Тишина	ГОУ ВПО Оренбургский гос. ун-т. - Электрон. дан. - Оренбург : [б. и.], 2004	ЭБС «Руконт» <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>  <a href="https://lib.rucont.ru/efd/213076">https://lib.rucont.ru/efd/213076</a>

2	<b>Автоматизация адаптивного управления</b> производством на промышленном предприятии [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 230105 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»	[М. В. Андреев и др.]	Поволжский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. - Электрон. дан. - Самара : [б. и.], 2009	ЭБС « <b>РукоНТ</b> » <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>  <a href="https://lib.rucont.ru/efd/278730">https://lib.rucont.ru/efd/278730</a>
3	<b>Системы автоматизации и управления</b> [Электронный ресурс] : лабораторный практикум : [по специальности 22030165 (210200 "Автоматизация технологических процессов и производств"]	сост.: И. Н. Терюшов, В. А. Фафурин	Электрон. дан. - Казань : КГТУ, 2007	ЭБС « <b>РукоНТ</b> » <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>  <a href="https://lib.rucont.ru/efd/260982">https://lib.rucont.ru/efd/260982</a>
4	<b>Технические средства автоматизации и управления</b> [Электронный ресурс] : учебник для вузов	под общей редакцией О. С. Колосова.	Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2020	Электронный каталог ИЖГСХА  ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  <a href="https://urait.ru/book/tehicheskie-sredstva-avtomatizacii-i-upravleniya-450605">https://urait.ru/book/tehicheskie-sredstva-avtomatizacii-i-upravleniya-450605</a>

### 7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
4. ЭБС РУКОНТ <http://www.rucont.ru>

### 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Электротехника», «Электрические машины», «Физика», «Начертательная геометрия», «Животноводство»

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию электропривода для электротехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике

### **7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

*При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:*

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

*Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:*

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Лабораторный стенд «Испытание двигателей постоянного тока»; Лабораторный стенд «Асинхронный электродвигатель с фазным ротором»; Лабораторный стенд «Исследование нагрева электрических машин»; Лабораторный стенд «Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором в двигательном и тормозных режимах»; Лабораторный стенд «Исследование нагрева и охлаждения электрических машин»; Лабораторный стенд «Исследование характеристик молочного сепаратора «Урал-65»»; Лабораторный стенд «Исследование электромеханических характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения»; Лабораторный стенд «Управление водоснабжающей установкой программируемым логическим реле марки Zelio».

Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

## 9. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПО ФАКУЛЬТЕТУ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.**

Семестр	Количество часов						Всего
	Ауди-торных	Самост. работа	Лек-ций	Лабораторных	Практических	Промежуточная аттестация	
Курс 4 Сессия 1	14	58	6	4	4	-	72
Курс 4 Сессия 2	-	99	-	-	-	9-экзамен	108
<b>Итого</b>	14	157	6	4	4	9	180

### 9.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС	
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС		
				<b>180</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>157</b>	
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>											
1	7	1	Краткая историческая справка о развитии электроприводов. Понятие «привод», «электропривод», «автоматизированный электропривод».	11	1					5	Опрос, выполнение самостоятельной работы
2	7	2	Механическая характеристика электродвигателей. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	12	1					7	Опрос, выполнение самостоятельной работы
<b>Итого</b>				<b>23</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>12</b>	
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>											
3	7	6	Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	11	1					10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
4	7	7	Регулирование скорости в двигателе постоянного тока. Тормозные режимы.	11	1					10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
5	7	9	Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного и смешанного возбуждения.	11	1					10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
<b>Итого</b>				<b>33</b>	<b>3</b>			<b>-</b>		<b>30</b>	
<b>Модуль 3 Асинхронные двигатели переменного тока.</b>											
6	7	11	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двига-	18	1		2			15	Опрос, выпол-



			теля. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах							стоятельной работы
7	7	13	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях.	12			2		10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
8	7	14	Приведение кинематической схемы электропривода. Графическое решение основного уравнения электропривода.	17		2			15	Опрос, выполнение самостоятельной работы
<b>Итого</b>				<b>47</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>40</b>	
<b>Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.</b>										
9	7	1	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами. Аппараты ручного управления.	10					10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
10	7	4	Релейно-контактная аппаратура. Бесконтактная аппаратура управления и защиты. Защитная аппаратура, устройство защитного отключения	10					<b>10</b>	Опрос, выполнение самостоятельной работы
<b>Итого</b>				<b>20</b>					<b>20-</b>	
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>										
11	7	7	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя. Типовые режимы работы электропривода.	12					12	Опрос, выполнение самостоятельной работы
12	7	10	Метод эквивалентной мощности. Метод средних потерь	13		1			12	Опрос, выполнение самостоятельной работы
13	7	13	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных стенов. Электропривод котельной. Электропривод дробилки.	12					12	Опрос, выполнение самостоятельной работы
14	7	14	Электропривод в водоснабжении. Электропривод в вентиляции. Частотно-регулируемый электропривод.	11		1			10	Опрос, выполнение самостоятельной работы
<b>Итого</b>				<b>48</b>		<b>2</b>			<b>46</b>	
15			Промежуточная аттестация		-	-			<b>9</b>	Экзамен
<b>Итого</b>				<b>180</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>157</b>	<b>9 (экзамен)</b>

## 9.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>			<b>2</b>
17	Краткая историческая справка о развитии электроприводов.	История развития электротермии и ее роль в сельском хозяйстве. Энергетические основы электротермии.	1

	Понятие «привод», «электропривод», «автоматизированный электропривод».	тропривода. Структурная схема электропривода, автоматизированного электропривода.	
18	Механическая характеристика электродвигателей. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	Понятие механической и электромеханической характеристик. Понятие об естественной и искусственных механических характеристиках электродвигателя и рабочей машины.	1
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			<b>3</b>
19	Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	Электрические машины постоянного тока последовательного, параллельного, независимого и смешанного возбуждения. Особенности работы каждого типа машин. Схемы включения.	1
20	Регулирование скорости в двигателе постоянного тока. Тормозные режимы.	Основные способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Работа электрической машины в тормозных режимах. Область применения тормозных режимов.	1
21	Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного и смешанного возбуждения.	Электрическая схема двигателей постоянного тока последовательного возбуждения. Расчет и построение механической характеристики по универсальной кривой.	1
<b>Модуль 3 Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			<b>1</b>
22	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах	Схема замещения асинхронного электродвигателя. Вывод формулы для определения критического скольжения и критического момента. Тормозные режимы электродвигателя. Область применения.	1
23	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях..	Способы регулирования скорости у асинхронного двигателя: изменением активного, реактивного сопротивлений, числа пар полюсов, напряжения питания, частоты питающего тока.	-
24	Приведение кинематической схемы электропривода. Графическое решение основного уравнения электропривода - определение времени разбега электропривода.	Кинематика электропривода. Приведение моментов инерции и моментов к скорости вращения вала двигателя. Определение времени разгона электропривода графическим и графоаналитическим способами.	-
<b>Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.</b>			<b>-</b>
25	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами. Аппараты ручного управления.	Назначение аппаратуры управления и защиты. Классификация. Выбор и настройка аппаратуры управления и защиты. Классификация аппаратуры защиты и особенности работы. Особенности выбора по току главных контактов, по величине напряжения. Определение пределов регулирования аппаратов защиты на их срабатывание. Изучение схем управления электроприводами и подбор аппаратуры управления. Разновидности расцепителей предназначенных для отключения автоматического выключателя. Выбор аппаратуры по величине тока напряжения в зависимости от нагрузки. Разновидности аппаратуры ручного управления, их конструктивные особенности в работе, характер защиты и их выбор согласно схемы технологического процесса.	-

26	Релейно-контактная аппаратура. Бесконтактная аппаратура управления и защиты. Защитная аппаратура, устройство защитного отключения	Классификация релейно-контактной аппаратуры по току (переменный или постоянный), по числу полюсов (одно-, двух-, трёхполюсные), по исполнению контактов (с замыкающими или размыкающими). Особенности применения бесконтактной аппаратуры, характер чувствительности к перегрузкам по току и напряжению, помехозащищенность и совместимость с питающей сетью. Принцип работы, выбор релейной аппаратуры защиты. Бесконтактная аппаратура защиты. Устройство защитного отключения. Принцип работы. Конструкции. Область применения. Назначение и применение защитной аппаратуры, устройство защитного отключения (УЗО). Изучение основных функциональных блоков формирующих структуру УЗО. Разновидности устройства защитного отключения по способу технической реализации.	-
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>			-
27.	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя. Типовые режимы работы электропривода	Нагрузочная диаграмма. Типовые режимы работы электродвигателей. Использование основных формул при выборе двигателя в зависимости от режима работы. Оценка двигателя по перегрузочной способности. Характер оценки выбранного электродвигателя при отсутствии паспортных данных. Понятие постоянной времени нагрева, охлаждения, установившейся температуры. Типовые режимы S1, S2, S3.	-
28	Метод эквивалентной мощности. Метод средних потерь	Область применения метода. Использование графика момента или мощности развиваемой двигателем при проверке по нагреву. Основные формулы используемые при решении задач по выбору электродвигателя методом эквивалентного момента и тока. Методика расчета эквивалентной мощности. Методика расчета методом средних потерь.	-
29	Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод и в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	Основные параметры климата в животноводческих помещениях. Технологические основы регулирования микроклимата. Автоматизация вентиляционных установок согласно принципиальной электрической схемы. Применение инновационных решений при создании оптимального режима работы по регулированию микроклимата в животноводческих помещениях. Особенности работы электродвигателей в животноводческих помещениях. Электрические схемы, выбор аппаратуры управления Изучение электропривода мобильных и стационарных машин, принципиальной электрической схемы. Определение характера нагрузки по диаграмме работы мобильного агрегата. Особенности выбора электрического двигателя для привода мобильных и стационарных машин в зависимости от рода тока, напряжения, мощности.	-
30	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных станков. Электропривод котельной. Электропривод дробилки.	Изучение электроприводов станочного оборудования и станков, определение значения потребной мощности на каждой ступени обкатки, порядок построения нагрузочной диаграммы и выбор электрического двигателя.	-

31.	Электропривод в водоснабжении. Электропривод в вентиляции. Частотно-регулируемый электропривод. Электропривод котельной. Электропривод дробилки	Изучение оборудования котельной согласно технологии технологического процесса, функциональной схемы работы электрооборудования, использование автоматической системы терморегулирования и оптимизация параметров САР для стабильной и устойчивой работы. Определение характера пуска двигателя дробилки с учетом потерь напряжения в сетевой линии.	-
32.	Всего		<b>6</b>

### 9.3 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			<b>-</b>
8.	6	Регулирование угловой скорости двигателей постоянного тока	-
9.	7	Исследование схемы автоматического управления Пуском двигателя постоянного тока в функции частоты вращения (противо-ЭДС)	-
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			<b>4</b>
10.	12	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.	2
11.		Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях	2
12.	12	Исследование схемы автоматического управления пуском двигателя с фазным ротором в функции тока	-
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>			<b>-</b>
13.	20	Изучение пускозащитной аппаратуры	-
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов - .-</b>			<b>-</b>
14.	21	Процессы нагрева и охлаждения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	-
Итого			<b>4</b>

### 9.4 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода</b>			
11.	1	Расчет и построение механических характеристик рабочих машин	-
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>			
12.	2	Расчет и построение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения по каталожным данным двигателя постоянного тока независимого возбуждения	-

13.	3	Определение добавочного тормозного сопротивления при работе машины постоянного тока в тормозных режимах (рекуперативное торможение, торможение противовключением, динамическое торможение)	-
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>			
14.	4	Расчет и построение механических характеристик асинхронного двигателя по пяти точкам.	-
15.	5	Расчет сопротивления пусковых и тормозных резисторов. Построение искусственных характеристик асинхронного двигателя	-
16.	6	Определение времени пуска электродвигателя путем графического решения основного уравнения движения электропривода. Определение времени пуска электродвигателя путем графоаналитического решения основного уравнения движения электропривода.	2
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>			
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.</b>			
17.	7	Построение нагрузочной диаграммы рабочей машины. Определение мощности электродвигателя методом эквивалентной мощности.	-
18.	8	Выбор мощности электродвигателя методом эквивалентной мощности. Метод средних потерь	1
19.	9	Примеры выбора аппаратуры управления и защиты для схемы пуска асинхронного электродвигателя.	-
20.	10	Расчет электропривода водоснабжающей, вентиляционной установки	1
<b>Итого</b>			<b>4</b>

## 9.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
<b>Модуль 1. Энергетические основы электропривода.</b>				
10.	Краткая историческая справка о развитии электроприводов постоянного и переменного тока. Структура и схема электропривода. Понятие о естественной и искусственных механических характеристиках рабочих машин	21	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 2. Электрические машины постоянного тока</b>				
11.	Классификация электродвигателей постоянного тока. Определение сопротивления якоря. Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Регулирование координат двигателя постоянного тока. Тормозные режимы	21	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
<b>Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.</b>				

12.	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
13.	Регулирование скорости в асинхронных электродвигателях. Характеристики асинхронных электродвигателей в тормозных режимах.	15	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
14.	Кинематика схемы электропривода. Графическое решение основного уравнения движения электропривода.	15	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.</b>				
15.	Аппараты защиты от перегрузок и коротких замыканий. Выбор и настройка. Аппараты управления электроприводами.	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
<b>Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов</b>				
16.	Классификация режимов работы электроприводов. Перегрузочная способность двигателя. Тепловая модель двигателя.	12	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
17.	Стандартные режимы работы. Методы эквивалентной мощности, метод средних потерь. Электропривод в животноводстве, в растениеводстве. Требования к электроприводам. Электропривод и в растениеводстве. Электропривод мобильных и стационарных машин.	12	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
18.	Электропривод подъемно-транспортных машин, металлообрабатывающих станков, обкаточных стендов. Электропривод котельной. Электропривод дробилки. Выбор частотного электропривода. Мероприятия по энергосбережению.	22	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
19		<b>9</b>		Защита контрольной работы, экзамен
<b>Всего</b>		<b>157</b>		

### Контрольная работа по дисциплине

1. Контрольная работа является одной из форм аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине, реализуемая в письменном виде, в том числе с использованием информационных технологий.

2. Контрольная работа отражает степень освоения студентами учебного материала конкретных разделов дисциплины в форме решения задач.

3. Цель выполнения контрольной работы, содержащей комплект заданий - овладение студентами навыками решения типовых расчетных или ситуационных задач, формирование

учебно-исследовательских навыков, закрепление умений самостоятельно работать с различными источниками информации.

4. Содержание заданий контрольных работ охватывает основной материал соответствующих разделов дисциплины. Контрольные задания разработаны по многовариантной системе, которые равноценны по объему и сложности.

5. Содержание заданий контрольных работ и требования к их выполнению разработано преподавателем дисциплины. Подготовка контрольной работы осуществляется под методическим руководством преподавателя, ведущего практические занятия.

6. Оценка контрольных работ студентов проводится в процессе текущего контроля успеваемости студентов.

7. Требования к выполнению контрольной работы:

четкость и последовательность изложения материала в соответствии с составленным методическим указаниями;

предоставление в полном объеме решений имеющихся в задании задач;

использование современных способов поиска, обработки и анализа информации;

самостоятельность выполнения.

8. Объем контрольной работы составляет не более 10 страниц формата А4, включая расчетные таблицы и построенные по ним графики.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации студентов  
по итогам освоения дисциплины

### **Электропривод**

**Направление подготовки** *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

**Профиль подготовки** *«Энергообеспечение предприятий»*

**Квалификация выпускника** – *бакалавр*

**Форма обучения** – *очная, заочная*



## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Цель промежуточной аттестации** - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и расчетно-графической работе.

Аттестация проходит в форме зачета. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент получает максимальную оценку «зачтено».

**Задачи промежуточной аттестации:**

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Модуль 1. Энергетические основы электропривода.	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Модуль 2. Электрические машины постоянного тока	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
4	Модуль 4. Аппаратура защиты электроустановок.	ОПК-2 ПК-1	п. 3.1.4	п. 3.2.4	п. 3.3.4
5	Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов	ОПК-2 ПК-1	п. 3.1.5	п. 3.2.5	п. 3.3.5

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	основные методики определения параметров технологических процессов и качества продукции в области профессиональной деятельности	использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции с применением математического анализа	современными методами определения параметров технологических процессов и качества продукции
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	основные методы проектирования энергообъектов и их элементов и соответствующую для этого нормативную документацию	использовать современные технические средства для определения требуемых параметров энергообъектов	современными методами сбора, расчета и проектирования энергообъектов и специальных методов расчета

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

***производственно-технологическая деятельность:***

- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;

**монтажно-наладочная деятельность:**

- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;

**сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- обслуживание технологического оборудования;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

**Знать:**

- основные законы термодинамики и тепломассообмена в электротехнологических установках;
- современные способы преобразования электрической энергии;
- основные сведения о системах и элементах автоматики и автоматизации электротехнологических установок.

**Уметь:**

- выбирать рациональный способ преобразования электрической энергии исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности электротехнологического оборудования;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами и современными средствами телекоммуникаций;

**Владеть:**

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления электротехнологического оборудования;
- методами контроля качества продукции и технологических процессов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- **удовлетворительно**, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- **хорошо**, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- **отлично**, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по системе: **«незачтено»**, **«зачтено»**.

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### *3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)*

##### *3.1.1 Модуль 1. Энергетические основы электропривода.*

1. Назовите основные этапы развития электропривода.
2. Каковы преимущества электрического привода?
3. Дайте определение электрического привода и приведите примеры реализации его элементов?
4. Как классифицируются электрические приводы?

##### *3.1.2 Модуль 2. Электрические машины постоянного тока*

1. Что понимают под регулированием угловой скорости электропривода?
  2. Какими способами осуществляется регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока?
  3. Что понимают под регулированием с постоянной допустимой мощностью и постоянным допустимым моментом?
  4. В каких зонах осуществляется регулирование с постоянной допустимой мощностью? С постоянным допустимым моментом?
5. .

##### *3.1.3 Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.*

1. Рассказать устройство и принцип действия асинхронного короткозамкнутого двигателя. Почему с увеличением нагрузки возрастает ток двигателя?
  2. Как определить начало и конец обмотки статора методом трансформации?
  3. Как определить недостающие паспортные данные электродвигателя?
  4. Каким образом регулируют скорость вращения короткозамкнутого (с контактными кольцами) электродвигателя? Какие физические процессы протекают при регулировании скорости двигателя?
- .

##### *3.1.4 Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.*

89. Преимущества и недостатки контакторов с рычажной контактной системой.
90. Преимущества и недостатки контакторов с мостиковой контактной системой.
91. Износ контактов при размыкании, методы борьбы с ним.
92. Износ контактов при замыкании, методы борьбы с ним.

### 3.1.5 Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.

1. Объясните принцип расчета мощности и выбора двигателей, основные требования.
2. На основании каких исходных данных производится расчет мощности?
3. Что такое нагрузочная диаграмма двигателя?
4. В чем сущность проверки двигателя по перегрузке и условиям пуска?
5. В чем сущность проверки двигателя по нагреву?

## 3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

### 3.2.1 Модуль 1. Энергетические основы электропривода.

1. На какие группы можно разделить рабочие машины? Перечислить их особенности.
2. Почему скорость магнитного поля не зависит от напряжения сети?
3. Каковы особенности функционирования исполнительных органов рабочих машин?
4. В чем заключается физический смысл общего уравнения электропривода?
5. Почему механические характеристики двигательного режима пересекаются в точке синхронной скорости?
6. Как рассчитать снижение момента двигателя при пониженном напряжении сети?
7. Что такое момент и сила сопротивления?
8. Назовите основные закономерности преобразования электрической энергии в механическую.
9. Основные конструкции электродвигателей.
10. Назовите основные механические узлы электропривода.
11. Чем характеризуется развитие современного электрического привода?

### 3.2.2 Модуль 2. Электрические машины постоянного тока

1. Какими способами можно осуществить регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока с постоянным допустимым моментом? – постоянной допустимой мощностью?
2. При каком способе регулирования угловой скорости КПД будет наибольшим? Ответ обоснуйте.
3. Какие критерии регулирования угловой скорости используются при анализе способов регулирования?
4. Какова величина тока по сравнению с номинальным протекает по якорю при нагрузке, выраженной постоянным допустимым моментом? – постоянной допустимой мощностью?
5. Какова методика расчетов КПД при проведении исследования?
6. Какие перспективные технические устройства позволяют реализовать способы регулирования угловой скорости?
7. Какими способами целесообразно осуществлять регулирование угловой скорости в асинхронных двигателях?
8. Какой из исследованных в лабораторной работе способов является наиболее экономичным? Ответ обоснуйте.
9. Что понимают под стабильностью регулирования? Каков критерий стабильности?
10. Что понимают под экономичностью регулирования? Поясните примером.
11. Что понимают под направленностью регулирования? Пример.
12. Что понимают под диапазоном регулирования? Поясните примером.

13. Что понимают под плавностью регулирования? Каков ее критерий?
14. Как изменяется перегрузочная способность по моменту при регулировании угловой скорости с постоянной допустимой мощностью? – постоянным допустимым моментом?
15. Сравните между собой два способа регулирования скорости по шести критериям (по указанию преподавателя).
16. Сравните жесткости характеристик, полученных при разных способах регулирования скорости (по указанию преподавателя).

### 3.2.3 Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.

1. Почему при перемене двух фаз асинхронные двигатели меняют направление вращения?
2. Какое минимальное значение сопротивления изоляции должен иметь исправный двигатель?
3. При каких условиях электродвигатель соединяют в звезду и в треугольник? Доказать электрическим расчётом.
4. Рассказать порядок работы при подготовке электродвигателя к пуску. Почему пусковой ток значительно больше номинального?
5. Почему активное сопротивление обмотки фазы измеряют на постоянном токе?
6. Почему при снятии характеристик холостого хода не опасаются подавать напряжение выше номинального?
7. Как проверяются обмотки на обрыв и короткое замыкание при помощи короткой лампы и мегомметра? Пояснить схематически.
8. От чего зависит величина коэффициента мощности асинхронной машины?
9. Какую величину имеет ток холостого хода асинхронного двигателя по сравнению с номинальным током? Почему?
10. Какие способы существуют для уменьшения пускового тока асинхронного двигателя? Дать характеристику (достоинства и недостатки) каждого способа.
11. Какие конструктивные изменения вводятся в специальные двигатели для снижения пусковых токов? Объяснить принцип действия.
12. Как определяется сопротивление изоляции?
13. Какие существуют разновидности асинхронных двигателей и их основные свойства?
14. Что произойдёт с асинхронным электродвигателем при обрыве одной из фаз?
15. Как отразится на работе электродвигателя изменение напряжения питающей сети?
16. Какими способами можно увеличить пусковой момент асинхронной машины?
17. Почему машину называют асинхронной?
18. Какие серии двигателей выпускают в нашей стране? Как производится расшифровка обозначений двигателя?
19. Почему при значительном возрастании пускового тока (5-7 раз), пусковой момент возрастает незначительно (1,1...1,8 раз)?

### 3.2.4 Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.

1. Отличие контактора от пускателя. Основные типы пускателей, используемых для управления эл.приводом.
2. Пускатели с герметичными контактами их преимущества, недостатки.
3. Тиристорные и транзисторные пускатели, преимущества и недостатки.
4. С какой целью осуществляется в автоматах и предохранителях ограничение тока КЗ?
5. Какую функцию в предохранителях выполняют наполнители? Почему одни марки предохранителей изготавливаются с наполнителем, а другие без него?
6. На какие параметры предохранителя влияет номинальное напряжение?
7. Назвать по меньшей мере три варианта технических решений токоограничения в защитных аппаратах.
8. Каким образом осуществляется гашение дуги в автоматах? Предохранителях?

9. С какой целью плавкой вставке придают специальную форму или напаивают оловянные шарики?
10. Какие конструкции предохранителя Вы знаете? В чем их отличие, преимущества, недостатки?
11. Какие конструкции автоматов Вы знаете? В чем их отличие, преимущества, недостатки?
12. С какой целью рекомендуется периодически аппараты с медными контактами включать и отключать под нагрузкой?
13. Когда применяются врубные контакты? Их преимущества и недостатки?
14. Когда применяются рычажные контакты? Их преимущества и недостатки?

### 3.2.5 Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.

1. На чем основывается прямой метод проверки двигателя по нагреву?
2. В каких основных режимах может работать двигатель и чем они характеризуются?
3. Чем ограничивается электрическая мощность двигателя? Как влияет класс изоляции на мощность двигателя?
4. В чем отличие  $t_{доп}$  от  $t_{доп}$ ? Методы определения этих величин, от чего они зависят.
5. Режимы S1, S2, S3. Выбрать мощность двигателя для режима, указанного преподавателем. Справочные материалы находятся в приложениях 1...2.
6. Что понимают под коэффициентом термической и механической перегрузок. От чего они зависят.
7. Пересчитайте мощность, развиваемую АД при температуре среды, отличной от стандартной.

### 3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

#### 3.3.1 Модуль 1. Энергетические основы электропривода.

1. Для АД марки 4А80В2У3 мощностью 2,2 кВт рассчитать допустимую нагрузку при температуре окружающей среды 20 °С и 60 °С.
2. Двигатель работает в продолжительном режиме (ПВ=100%). Номинальный момент его равен 50 Н\*м. При работе двигателя в повторно-кратковременном режиме с ПВ=25% его номинальный момент составит:
3. Для электродвигателя мощностью 2,2 кВт рассчитать допустимую нагрузку при температуре окружающей среды 60 °С.

#### 3.3.2 Модуль 2. Электрические машины постоянного тока

1. Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения типа 2ПН132МУ4 с параметрами:  $P_H = 2,4$  кВт,  $U_H = 220$  В,  $n_H = 1600$  мин<sup>-1</sup>,  $\eta_H = 0,77$  рассчитайте пусковой резистор, если число ступеней пускового резистора равно 3. Сопротивление якоря составляет 1,8 Ом, сопротивление первой секции резистора – 3,76 Ом, второй – 2,21 Ом, третьей – 1,28 Ом.
2. Для двигателя постоянного тока серии 2П типа 2ПН132МУ4 с паспортными данными  $P_H = 4$  кВт,  $n_H = 1500$  мин<sup>-1</sup>,  $U_H = 220$  В,  $\eta_H = 0,79$  допустимая частота включения двигателя  $h_{доп}$  составляет 143 включений в час. и определяется по формуле

$$h_{доп} = \frac{3600 \Delta P_H \beta_0 (1 - ПВ)}{(\Delta A_{л} + \Delta A_{г})}$$



Какое значение продолжительности включения **ПВ (39% или 0,39)** надо поставить в это выражение, для того, чтобы получить этот результат, если отношение постоянной времени нагрева к постоянной времени охлаждения равно  $\beta_0 = 0,5$ , номинальные потери мощности  $\Delta P_{НОМ} = 1063 \text{ Вт}$ , энергии при пуске составляют  $\Delta A_{П} = 5090 \text{ Дж}$ , потери энергии при торможении –  $\Delta A_{Т} = 1085 \text{ Дж}$ .

3. Построить естественную и искусственную механические характеристики, если величина сопротивления цепи якоря  $R_x = 1,0 \text{ Ом}$ .
4. Данные двигателя постоянного тока параллельного возбуждения:  $P_n = 19 \text{ кВт}$ ,  $U_n = 220 \text{ В}$ ,  $I_{я.н.} = 103 \text{ А}$ ,  $n_n = 770 \text{ об/мин.}$ , сопротивление якоря  $R_{я} = 0,174 \text{ Ом}$ .
5. Построить естественную и искусственные механические характеристики и определить величины сопротивлений, которые требуются ввести в цепь якоря электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения типа ПН-215 для того, чтобы двигатель развивал номинальный момент, работая в следующих режимах: **Генератора** с отдачей энергии в сеть и скоростью вращения  $n_1 = 1200 \text{ об/мин}$ , **Динамического** торможения со скоростью  $n_2 = 210 \text{ об/мин}$ . при  $I_{\text{торм}} = 93 \text{ А}$ , **Торможения противовключением** со скоростью  $n_3 = n_2 = 210 \text{ об/мин}$ . при  $I_{\text{торм}} = 93 \text{ А}$ . Номинальные данные электродвигателя :  $P_n = 21 \text{ кВт}$ ,  $U_n = 220 \text{ В}$ ,  $I_{я.н.} = 113 \text{ А}$ ,  $n_n = 980 \text{ об/мин}$ ,  $R_{я} = 0,155 \text{ Ом}$ . Вывести аналитические выражения для механических характеристик двигателя в перечисленных режимах.
6. Рассчитать графоаналитическим способом величины и число ступеней пускового сопротивления **ДПТ параллельного возбуждения** по следующим данным:  $P_n = 10 \text{ кВт}$ ,  $U_n = 220 \text{ В}$ ,  $I_n = 53 \text{ А}$ ,  $n_n = 1100 \text{ об/мин.}$ ,  $R_{я} = 0,34 \text{ Ом}$ . При пуске колебания момента должны быть от  $M_1 = 2,5 \text{ Мн}$  до  $M_2 = 1,5 \text{ Мн}$ .

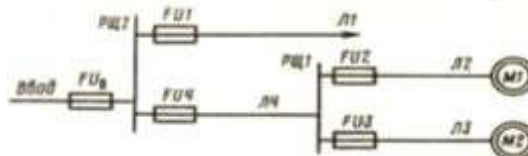
### 3.3.3 Модуль 3. Асинхронные двигатели переменного тока.

1. Рассчитать ток для электродвигателя с фазным ротором серии 4А типа 4АК160М4УЗ для привода пилорамы, имеющего следующие параметры:  
 Номинальная мощность -  $P_n = 14 \text{ кВт}$ ;  
 Синхронная частота вращения -  $\omega_0 = 157 \text{ рад/с}$ ;  
 Номинальное скольжение -  $S_n = 0,04$ ;  
 Номинальный к.п.д. -  $\eta_n = 0,88$ ;  
 Номинальный  $\cos \varphi_n = 0,87$ ;  
 Номинальный ток ротора -  $I_{2н} = 29 \text{ А}$ ;  
 Э.д.с. обмотки ротора  $E_{2к} = 300 \text{ В}$ ;  
 Кратность максимального момента -  $\lambda_m = 3,5$ .
2. Номинальная мощность электродвигателя в продолжительном режиме 140 кВт. При работе с ПВ = 25% и пренебрежении постоянными потерями номинальная мощность составит ?
3. При работе электродвигателя в повторно-кратковременном режиме с ПВ=15% его номинальная мощность равна 60 кВт. Номинальная мощность двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме с ПВ = 60%, будет равна
4. Определить номинальную мощность электродвигателя  $P_{НОМ(25)}$  для стандартной продолжительности включения  $PВ_{СТАНД} = 25\%$  -но по факту работающего в повторно-кратковременном режиме со следующими параметрами:  $t_1 = 1,5 \text{ мин}$ ,  $P_1 = 10 \text{ кВт}$ ,  $t_2 = 1,5 \text{ мин}$ ,  $P_2 = 5 \text{ кВт}$ ,  $t_{ц} = 10 \text{ мин}$  с фактической продолжительностью включения  $PВ_{ФАКТ} = 30\%$ . Эквивалентная мощность в повторно-кратковременном режиме с  $PВ_{ФАКТ} = 30\%$  равна  $P_{Э(30)} = 7,9 \text{ кВт}$ .

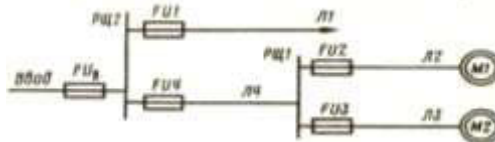
### 3.3.4 Модуль 4. Аппаратура управления и защиты электроприводов.

1. Для защиты электрической сети напряжением 380/220В, предназначенной для питания приемников электрической энергии (электродвигателей и люминесцентных ламп) в кормоцехе (рисунок прилагается). Определите ток плавкой вставки для линии с освети-

тельной нагрузкой мощностью 5,2 кВт, если ток в этой линии составляет 8,8А. Принять для осветительной нагрузки коэффициент  $\alpha$  равным 1,25.

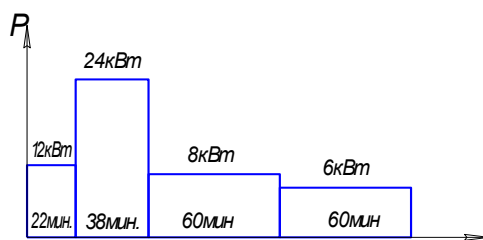


- Для защиты электрической сети напряжением 380/220В, предназначенной для питания приемников электрической энергии (электродвигателей и люминесцентных ламп) в кормоцехе (рисунок прилагается). Рассчитайте значение тока плавкой вставки, если двигатели имеют легкий пуск ( $\alpha = 2,5$ ), включаются поочередно и пусковой ток двигателя равен 51,6А.

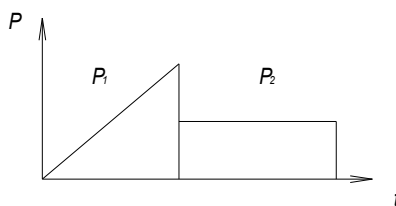


### 3.3.5 Модуль 5. Методика выбора двигателя при проектировании электроприводов.

- По следующей диаграмме рабочей машины определить мощность приводного электродвигателя методом средних потерь. Принять номинальную мощность равной  $P_{ном} = 15$  кВт, к.п.д., равный 0,88.



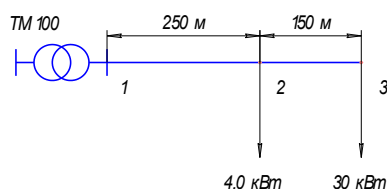
- Выбрать двигатель для следующей нагрузочной диаграммы рабочей машины. При этом  $P_1 = 6$  кВт,  $t_1 = 3$  мин;  $P_2 = 4$  кВт,  $t_2 = 7$  мин. Считаем, что момент исполнительного механизма от скорости не зависит.



- Методом эквивалентной мощности выбрать двигатель из продолжительного режима S1 для следующего графика нагрузки:  $P_1 = 15$  кВт, время работы 6 мин., паузы 30 мин. цикла 36 мин.
- Выбрать специального электродвигателя для режима S3 за полный цикл работы с учетом паузы, если  $P_1 = 15$  кВт,  $t_{раб} = 6$  мин,  $t_{пауз} = 20$  мин, время цикла  $t_{ц} = 26$  мин.
- Выбрать специальный электродвигатель для режима S3 за полный цикл работы без учета паузы, если  $P_1 = 15$  кВт,  $t_{раб} = 6$  мин,  $t_{пауз} = 20$  мин, время цикла  $t_{ц} = 26$  мин.

- Проверить устойчивость работы электродвигателя типа 4A100L4У3, работающего на приводе вакуум-насоса доильной установки, при пуске электродвигателя пиломармы. Электродвигатель 4A100L4У3 мощностью

- $P_H = 4$  кВт, кратностью критического момента равной  $\mu_{кр} = 2,4$  присоединен к линии на расстоянии 250 м от трансформаторной подстанции. Схема электроснабжения имеет вид:



8. Проверить возможность пуска электродвигателя привода пилорамы при питании его от трансформатора мощностью 100 кВА. Воздушная линия, питающая двигатель, имеет длину 400 м и выполнена проводом А35. Расчет выполнить для напряжений сети 220/127В и 380/220В. Каталожные данные двигателя типа 4А180М4УЗ:  $P_n=30$  кВт,  $I_n=56$  А,  $n_n=1470$  об/мин,  $\cos \varphi_n=0,89$ ,  $\eta_n=91\%$ ,  $k_i=6,5$ ,  $\mu_{пуск}=1,4$ ,  $\mu_{макс}=2,3$ ,  $J_{дв}=0,23$  кг\*м<sup>2</sup>. Каталожные данные трансформатора ТМ – 100:  $\epsilon_k = 5,5\%$ ,  $S_{тр.н}=100$  кВА, сопротивление воздушной линии составляет 0,91 Ом/км. Пуск двигателя осуществляется вхолостую, трансформатора при этом работает также вхолостую.

### Вопросы для подготовки к экзамену

67. Тепловой режим электрических машин и его основные параметры.
68. Определение продолжительности разбега и торможения асинхронного двигателя.
69. Постоянная времени нагрева и её определение.
70. Метод средних потерь.
71. Механические характеристики рабочих машин и их физическое обоснование.
72. Выбор электропривода. Выбор рода тока и величины напряжения.
73. Переходные процессы в электроприводах и электромеханическая постоянная времени.
74. Механические характеристики электрических двигателей и их физическое обоснование.
75. Элементные водонагреватели. Устройство. Расчёт и особенности эксплуатации.
76. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Устройство,
77. электрическая схема, пуск, реверс. Уравнение механической характеристики.
78. Определение мощности электродвигателя при продолжительном режиме работы.
79. Электропривод водоподъемных установок. Их разновидности. Электродвигатели, схемы управления и особенности эксплуатации.
80. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Регулирование частоты вращения. Искусственные механические характеристики.
81. Электродные водонагреватели. Расчет. Особенности эксплуатации. Пути повышения КПД.
82. Тормозные режимы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
83. Методы эквивалентного тока момента и мощности.
84. Электроприводы в растениеводстве. Примеры автоматизации технологических процессов. Особенности эксплуатации.
85. Двигатель последовательного возбуждения. Уравнение механической характеристики. Пуск, реверс. Особенности эксплуатации.
86. Мощность двигателя при кратковременном режиме работы и ее определение.
87. Электропривод в животноводстве. Особенности эксплуатации. Примеры автоматизации технологических процессов.
88. Регулирование частоты вращения двигателей последовательного возбуждения постоянного тока.
89. Определение мощности электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
90. Двигатели смешанного возбуждения. Механические характеристики. Особенности эксплуатации.
91. Коэффициент мощности и его значение в энергетике. Показать на примерах.

92. Асинхронные машины. Принцип действия. Разновидности. Зависимость эл магнитного момента машины от скольжения. Основные уравнения моментов.
93. Асинхронные машины. Механическая характеристика и ее построение. Искусственные механические характеристики.
94. Тормозные режимы асинхронной машины. Применение.
95. Способы измерения коэффициента мощности.
96. Пуск асинхронных двигателей. Способы уменьшения пускового тока и их использование.
97. Способы повышения коэффициента мощности эл. двигателей.
98. Асинхронные машины с фазным ротором. Их конструктивные особенности, механические характеристики. Применение в народном хозяйстве.
99. Аппаратура неавтоматического управления, назначение и ее выбор.
100. Регулирование частоты вращения асинхронной машины.
101. Контактторы. Назначение, устройство. Характерные особенности контакторов постоянного и переменного тока. Маркировка.
102. Электропривод в животноводстве. Автоматизированное оборудование для обеспечения микроклимата. Особенности эксплуатации.
103. Однофазный асинхронный двигатель. Принцип действия. Устройство. Разновидности.
104. Устройства дугогашения коммутационных аппаратов.
105. Использование трехфазных двигателей в однофазной сети. Схемы включения и выбор фазосдвигающих элементов.
106. Магнитные пускатели. Назначение, устройство. Схема включения, маркировка, выбор.
107. Синхронные машины. Устройство. Разновидности. Принцип действия, использование синхронных машин.
108. Плавкие предохранители. Назначение, устройство, основные параметры, выбор.
109. Пуск синхронных машин.
110. Устройства защиты эл.оборудования от длительных небольших перегрузок. Выбор и настройка.
111. Электродные водонагреватели. Виды их и особенности эксплуатации. КПД, способы его повышения. Расчет электродного водонагревателя.
112. Основное уравнение движения электропривода. Приведение моментов сопротивлений к одной оси. Приведение моментов инерции к одной оси. Цели приведения.
113. Устройства защиты эл.оборудования от токов короткого замыкания. Выбор и настройка.
114. Пусковой момент асинхронной машины и способы его увеличения.
115. Тормозные режимы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Характеристики. Области применения.
116. Выбор электродвигателя с учетом влияния источников питания. Устойчивость работы ранее включенных электродвигателей.
117. Электрооборудование в животноводстве. Особенности эксплуатации. Примеры автоматизации технологических процессов.
118. Метод средних потерь. Назначение, достоинства и недостатки.
119. Синхронные машины. Электромагнитный момент. Угловая и механическая характеристики машины.
120. Электропривод в животноводстве. Требования к электрооборудованию и особенности эксплуатации. Примеры электропривода кормоприготовительных машин.
121. Специализированные асинхронные электродвигатели (маркировка по ГОСТу). Их конструктивные особенности, характеристики. Применение в народном хозяйстве.
122. Фазочувствительные устройства защиты. Назначение, конструктивные особенности, выбор и настройка.
123. Электрооборудование в ремонтном деле. Примеры автоматизации технологических процессов.

124. Выбор электродвигателей по конструктивному исполнению. Серии асинхронных электродвигателей. Условные обозначение эксплуатационных параметров в паспорте электродвигателя. Выбор электродвигателей по частоте вращения.
125. Устройство защиты электрооборудования от длительных небольших перегрузок. Выбор и настройка.
126. Электропривод в растениеводстве. Примеры автоматизации технологических процессов. Особенности эксплуатации.
127. Электропривод в животноводстве. Особенности эксплуатации электроприводов.
128. Электропривод в растениеводстве. Особенности эксплуатации электроприводов.
129. Электропривод в водоснабжении. Особенности эксплуатации электроприводов.
130. Электропривод вентиляционных установок, особенности эксплуатации электроприводов.
131. Электропривод в кормоприготовлении и навозоудалении. Особенности эксплуатации электроприводов.
132. Электропривод в защищенном грунте. Особенности эксплуатации электроприводов.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
<p><i>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап):</i> основные законы преобразования электрической энергии; Классификация электродвигателей постоянного тока. Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя основные сведения о системах и элементах автоматизации электротехнологических установок</p>	ОПК-2	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<p><i>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап):</i> выбирать рациональный электропривод, исходя из заданных эксплуатационных свойств; разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности электропривода для электротехнологического оборудования; пользоваться глобальными информационными ресурсами и современными средствами телекоммуникаций</p>	ОПК-2	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<p><i>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап):</i> опытом выполнения эски-</p>	ОПК-2	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят	Содержание дисциплины освоено полностью, необходи-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпы-

<p>зов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин; методикой выбора конструкционных материалов для изготовления электро-технологического оборудования; методами контроля качества продукции и технологических процессов; средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов в области электропривода электротехнологических установок. .</p>		<p>существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.</p>	<p>мые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>вающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>
<p><i>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап):</i> основные методы проектирования энергообъектов и их элементов и соответствующую для этого нормативную документацию</p>	ПК-1	<p>Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.</p>	<p>Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>
<p><i>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап):</i> использовать современные технические средства для определения требуемых параметров энергообъектов</p>	ПК-1	<p>Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.</p>	<p>Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>
<p><i>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап):</i> современными методами сбора, расчета и проекти-</p>	ПК-1	<p>Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного</p>	<p>Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последо-</p>

рования энергообъектов и специальных методов расчета		характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	ские компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	вательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
--	--	--	--	--

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 1  
по предмету: «Электропривод»**

1. История развития ЭП. Понятие «Электропривод». Классификация электроприводов.
2. Расчет площади сечения проводников по допустимой потере напряжения для ЭП энергоемкой технологической установки.
3. Рассчитать ток для электродвигателя с фазным ротором серии 4А типа 4АК160М4УЗ для привода пилорамы, имеющего следующие параметры:  
Номинальная мощность -  $P_H = 14$  кВт; Синхронная частота вращения -  $\omega_0 = 157$  рад/с; Номинальное скольжение -  $S_H = 0,04$ ; Номинальный к.п.д. -  $\eta_H = 0,88$ ;  
Номинальный  $\cos \varphi_H = 0,87$ ; Номинальный ток ротора -  $I_{2H} = 29$  А; Э.д.с. обмотки ротора  $E_{2к} = 300$  В; Кратность максимального момента -  $\lambda_M = 3,5$ .

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2015 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда Петровна

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 2  
по предмету: «Электропривод»**

1. Механические характеристики естественные и искусственные
2. Расчет площади сечения проводников по допустимой потере напряжения для ЭП энергоемкой технологической установки.
3. Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения типа 2ПН132МУ4 с параметрами:  $P_H = 2,4$  кВт,  $U_H = 220$  В,  $n_H = 1600$  мин<sup>-1</sup>,  $\eta_H = 0,77$  рассчитайте пусковой резистор, если число ступеней пускового резистора равно 3. Сопротивление якоря составляет 1,8 Ом, сопротивление первой секции резистора – 3,76 Ом, второй – 2,21 Ом, третьей – 1,28 Ом.

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда Петровна

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 3  
по предмету: «Электропривод»**

1. Анализ механических характеристик рабочих машин. Примеры разных типов рабочих машин.
2. Выбор элементов для силовой части и схемы управления торможения А.Д.
3. Двигатель работает в продолжительном режиме (ПВ=100%). Номинальный момент его равен 50 Н\*м. При работе двигателя в повторно-кратковременном режиме с ПВ=25% его номинальный момент составит:

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда Петровна

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 4  
по предмету: «Электропривод»**

1. Понятие о механической характеристике двигателей и рабочих машин. Естественные и искусственные механические характеристики.
2. Выбор мощности электродвигателя для повторного кратковременного режима работы S3.
3. Номинальная мощность электродвигателя в продолжительном режиме 140 кВт. При работе с ПВ = 25% и пренебрежении постоянными потерями номинальная мощность составит ?

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда Петровна

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 5  
по предмету: «Электропривод»**

1. Вывод уравнения механической характеристики двигателя постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения.
2. Выбор мощности электродвигателя для кратковременного режима работы S2.
3. При работе электродвигателя в повторно-кратковременном режиме с ПВ=15% его номинальная мощность равна 60 кВт. Номинальная мощность двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме с ПВ = 60%, будет равна

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда Петровна

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**Экзаменационный билет № 6  
по предмету: «Электропривод»**

1. Построение механической характеристики двигателя постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения по каталожным данным.
2. Работа схемы для А.Д. при переключении обмоток с
3. Определить номинальную мощность электродвигателя  $P_{НОМ(25)}$  для стандартной продолжительности включения ПВ<sub>СТАНД</sub>=25% -но по факту работающего в повторно-кратковременном режиме со следующими параметрами:  $t_1=1,5$  мин,  $P_1=10$ кВт,  $t_2=1,5$  мин,  $P_2=5$ кВт,  $t_{Ц}=10$  мин с фактической продолжительностью включения ПВ<sub>ФАКТ</sub>= 30%. Эквивалентная мощность в повторно-кратковременном режиме с ПВ<sub>ФАКТ</sub>=30% равна  $P_{Э(30)}=7,9$  кВт.

---

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 года.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор, докт. техн. наук

Кондратьева  
Надежда

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	29, 30, 31	30.08.2016 №1	<i>Иванов</i>
2	28, 29, 30, 31, 32	23.06.2017 №9	<i>Иванов</i>
3	28, 29, 30, 31, 32	20.06.2018 №7	<i>Иванов</i>
4	28, 29, 30, 31, 32	17.06.2019 №10	<i>Иванов</i>
5	28, 29, 30, 31, 32	30.08.2019 №1	<i>Иванов</i>
6	28, 29, 30, 31, 32	27.08.2020 №1	<i>Иванов</i>
7	28, 29, 30, 31, 32	20.11.2020 №3	<i>Иванов</i>
8	28, 29, 30, 31, 32	31.08.2021 №1	<i>Иванов</i>