

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет энергетики и управления  
(наименование факультета)

Гудим А.С.

(подпись, ФИО)

« 30 » 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Электрические машины»**

Направление подготовки	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль)	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	5

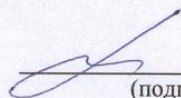
Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, РГР	Кафедра «Электромеханика»

Комсомольск-на-Амуре 2021\_\_

Разработчик рабочей программы:

Старший преподаватель кафедры  
«Электромеханика»

(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

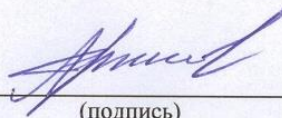
Мельникова Н.Н.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой «Электромеханика»

(наименование кафедры)



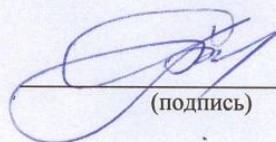
(подпись)

Сериков А.В.

(ФИО)

Заведующий выпускающей  
кафедрой<sup>1</sup> ЭПАПУ

(наименование кафедры)



(подпись)

Черный С.П.

(ФИО)

<sup>1</sup> Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

## 1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Электрические машины» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 144, и основной профессиональной образовательной программы «Электропривод и автоматика» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Практическая подготовка реализуется на основе профессионального стандарта 40.180 СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА. Обобщенная трудовая функция: А. Оформление технической документации на различных стадиях разработки проекта системы электропривода.

Задачи дисциплины	Научить понимать физические явления, происходящие в электрических машинах и трансформаторах в различных режимах работы. Дать знания обучающимся по техническим параметрам, характеристикам и особенностям различных видов электрических машин. Научить обучающихся подбирать по справочным материалам электрические машины для заданных условий эксплуатации
Основные разделы / темы дисциплины	1. Машины постоянного тока. 2. Трансформаторы. 3. Асинхронные машины. 4. Синхронные машины.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Электрические машины» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен проводить обследование оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает методики определения характеристик оборудования при различных режимах работы	Знать назначение, технические и эксплуатационные характеристики электрических машин
	ПК-1.2 Умеет определять параметры оборудования при различных режимах работы согласно требованиям технического задания	Уметь применять современные методы анализа и синтеза электрических машин, пользоваться справочным аппаратом по выбору требуемых электрических машин
	ПК-1.3 Владеет навыками составления отчета по результатам выполненного обследования оборудования	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик

### **3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электрические машины» изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Электрические машины», будут востребованы при изучении последующих дисциплин/практик: «Электрические и электронные аппараты», «Элементы систем автоматики», «Силовая электроника», «Системы объектно-ориентированного электропривода», «Электропривод типовых механизмов» // «Электропривод общего назначения», «Производственная практика (технологическая практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Входной контроль не проводится.

Дисциплина «Электрические машины» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения лабораторных работ.

Дисциплина «Электрические машины» в соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020 N304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся" в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

### **2 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	80
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	48
в том числе в форме практической подготовки	4
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b>	64

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	
Промежуточная аттестация обучающихся	36

### 3 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Машины постоянного тока</b>				
<b>Тема 1.1</b> Значение электрических машин (ЭМ) в сферах деятельности человека. Преимущества ЭМ. Краткая история развития ЭМ. Современные электромеханические преобразователи энергии (ЭМП), проблемы их развития. Основные законы ЭМП. Классификация электрических машин. Базовые законы ЭМ.	2	1		2
<b>Тема 1.2</b> Устройство машин постоянного тока (МПТ). Принцип действия МПТ в режиме генератора и двигателя. Конструкция и функции коллектора. Магнитная и электрическая цепь МПТ. Формулы момента и электродвижущей силы МПТ.	2	2		2
<b>Тема 1.3</b> Реакция якоря, ее виды, воздействие на МПТ. Коммутация и ее виды. Способы улучшения коммутации. КПД и потери в МПТ.	2			2
<b>Тема 1.4</b> Генераторы постоянного тока	2	2	4	2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
(ГПТ). Схемы возбуждения ГПТ. Характеристики ГПТ.				
<b>Тема 1.5</b> Двигатели постоянного тока (ДПТ). Пуск ДПТ. Характеристики ДПТ. Режимы торможения ДПТ. Регулирование частоты вращения ДПТ.	2		4	2
<b>Раздел 2 Трансформаторы</b>				
<b>Тема 2.1</b> Трансформаторы. Виды. Устройство масляного трансформатора. Основные параметры и соотношения. Работа в режиме холостого хода. Схемы и группы соединения обмоток	2	2	2	2
<b>Тема 2.2</b> Работа трансформатора под нагрузкой. Уравнения токов и ЭДС. Схема замещения трансформатора. *	2		4*	2
<b>Тема 2.3</b> Изменение выходного напряжения трансформатора под нагрузкой. Векторная диаграмма трансформатора под нагрузкой.	2			2
<b>Тема 2.4</b> Потери и КПД трансформатора. Схемы включения обмоток трехфазных трансформаторов. Процессы намагничивания.	2	2		4
<b>Тема 2.5</b> Параллельная работа трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.	2			2
<b>Раздел 3 Асинхронные машины</b>				
<b>Тема 3.1</b> Асинхронные машины (АМ). Виды. Устройство. Принципы получения вращающегося поля статора Понятие скольжения ротора. Режимы работы.	2			2
<b>Тема 3.2</b> Уравнения напряжений и тока АМ. Схема замещения АМ. Уравнение моментов. Характеристики АМ в режиме двигателя и генератора.	2	2	4	8
<b>Тема 3.3</b> Энергетическая диаграмма, потери и	2			8

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
КПД АД. Векторная диаграмма, круговая диаграмма				
<b>Тема 3.4</b> Процессы пуска АД. Способы пуска АД. АД с улучшенными пусковыми свойствами. Асинхронный преобразователь частоты (АПЧ).	2		6	4
<b>Раздел 4 Синхронные машины</b>				
<b>Тема 4.1</b> Синхронные машины (СМ), виды, устройство, принцип действия синхронного генератора (СГ). Параметры СМ. Уравнение напряжений СМ. Реакция якоря в СГ.	2			8
<b>Тема 4.2</b> Уравнения мощности и момента СМ. Характеристики СГ. Угловая характеристика и устойчивость работы СМ. V-образные характеристики СМ. Синхронные компенсаторы.	2			8
<b>Тема 4.3</b> Построение практической диаграммы ЭДС СГ. Синхронные двигатели. Специальные синхронные машины.	2	3		4
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

#### 4 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	24
Подготовка к занятиям семинарского типа	8
Подготовка и оформление КР	32
	64

#### 5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для

оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

- 1) Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами [Электронный ресурс] / А.Е. Поляков, А.В. Чесноков, Е.М. Филимонова. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2015. - 224 с.// ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система <http://www.znanium.com/catalog.php?>, (дата обращения 22.02.2021), . – Режим доступа: ограниченный. - Загл. с экрана.
- 2) Игнатович, В.М. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Игнатович В.М., Ройз Ш.С. – Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2013. – 182 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?> (дата обращения 22.02.2021), -Режим доступа: ограниченный. - Загл. с экрана.
- 3) Вольдек А. И. Электрические машины / А.И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1978.- 832с..

### **8.2 Дополнительная литература**

- 1) Кацман М. М. Электрические машины: / М.М. Кацман. – М.: Высш. шк., 2003. - 470 с.
- 2) Беспалов В.Я. Электрические машины / В.Я. Беспалов, Н.Ф.Котеленец. –М.: Академия, 2010; 2006. –314 с.
- 3) Брускин Д. Э. Электрические машины и микромашины. / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – М.: Альянс, 2016.-528

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Методические указания приведены в личном кабинете студента в разделе учебно-методические комплексы дисциплин.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

- 1) Кузьмин В.М. Мельникова Н.Н. Янченко А.В. Электрические машины: Учебное пособие.-Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2008. - 65 с. (лабораторные работы)
- 2) Янченко А.В. Практическое приложение к пособию по курсу «Электрические машины»: Учебное пособие.-Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2006. - 80 с.

### **8.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>
- 2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>  
Информационно-справочная система «Консультант плюс

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 27270007692700301001 0046311244 от 13 апреля 2021 г.



2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - . Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно- библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 27270007692700301001 0046311244 от 04 февраля 2021 г.

## **8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
MathcadEducation	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012 академическая, групповая, бессрочное использование

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- \* ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- \* выполнение проектных и иных заданий;

\* ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

углубление и расширение теоретических знаний;

формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;

развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;

формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единого взгляда на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

просматривать основные определения и факты;

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;

самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;

использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

### **1. Методические указания при работе над конспектом лекции**

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций...и т.д.

### **2. Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале... и т.д.

### **3. Методические указания по выполнению РГР**

РГР состоит из пояснительной записки. Пояснительная записка должна содержать: введение, основную часть (этапы анализа со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть можно разбить на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки – не более 10 страниц.

Выполненная пояснительная записка должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата РГР на исправление.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
109/3	Лаборатория электрических машин	Универсальные лабораторные стенды «Электрические машины»

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. \_202, 207\_ корпус № \_3\_).

## **11 Иные сведения**

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
по дисциплине

**Электрические машины**

Направление подготовки	<i>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Электропривод и автоматика</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2021</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>3</i>	<i>5</i>	<i>5</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Экзамен, РГР</i>	<i>Кафедра ЭМ - Электромеханика</i>

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен проводить обследование оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает методики определения характеристик оборудования при различных режимах работы	Знать назначение, технические и эксплуатационные характеристики электрических машин
	ПК-1.2 Умеет определять параметры оборудования при различных режимах работы согласно требованиям технического задания	Уметь применять современные методы анализа и синтеза электрических машин, пользоваться справочным аппаратом по выбору требуемых электрических машин
	ПК-1.3 Владеет навыками составления отчета по результатам выполненного обследования оборудования	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-4	ПК-1	Тест	Количество правильных ответов
Разделы 1-4	ПК-1	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1-4	ПК-1	Практическое задание	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-4	ПК-1	РГР	Полнота и правильность выполнения работы
Разделы 1-4	ПК-1	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала; 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала; 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала; 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра		
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра		
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра		
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра		
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра		
7	Практическое задание 1	в течение семестра	5баллов	
8	Практическое задание 2	в течение семестра	5баллов	
9	Практическое задание 3	в течение семестра	5баллов	
10	Практическое задание 4	в течение семестра	5баллов	
11	Практическое задание 5	в течение семестра	5баллов	
12	Практическое задание 6	в течение семестра	5баллов	
13	Практическое задание 7	в течение семестра	5баллов	
14	Практическое задание 8	в течение семестра	5баллов	
15	РГР	в течение семестра	5баллов	
16	Тест	в течение семестра	25баллов	25 баллов -91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 15 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно выб баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 5 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
1	Экзамен		30	30 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; 20 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серъ-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				езных ошибок в ответах; 10 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
	Промежуточная аттестация:	-	30 баллов	-
	ИТОГО:		130 баллов	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущего контроля по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

- 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

#### ТЕСТ

*Какой закон определяет величину и направление ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле?*

- а. закон Кулона    б. закон Ампера;  
в. закон электромагнитной индукции;  
г. закон полного тока;    д. закон Кирхгофа.

*Какой закон определяет величину и направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле?*

- а. закон Кулона    б. закон Ампера;  
в. закон электромагнитной индукции;  
г. закон полного тока;    д. закон Кирхгофа.

*Какое правило определяет направление ЭДС в проводнике, который движется в постоянном магнитном поле?*

- а. правило «левой руки»;    б. правило «правой руки»;    в. правило «буравчика».

*Какое правило определяет направление действия силы Ампера на проводник с током в магнитном поле?*

- а. правило «левой руки»;    б. правило «правой руки»;    в. правило «буравчика».



*Какое правило определяет направление магнитного поля вокруг проводника с током?*

- а. правило «левой руки»; б. правило «правой руки»; в. правило «буравчика».

*В какой обмотке машины постоянного тока протекает переменный ток?*

- а. в обмотке главных полюсов;  
б. в обмотке добавочных полюсов;  
в. в обмотке якоря;  
г. в компенсационной обмотке

*Как изменится частота вращения у двигателей постоянного тока независимого возбуждения при понижении нагрузки на валу?*

- а. частота вращения понизится; б. повысится; в. не изменится.

*Как изменится частота вращения у двигателей последовательного возбуждения при понижении нагрузки на валу?*

- а. частота вращения понизится; б. повысится; в. не изменится.

*Какую мощность трансформатора можно определить из опыта холостого хода?*

- а. мощность потерь в меди обмоток;  
б. мощность потерь в магнитопроводе;  
в. мощность добавочных потерь;

*Какую мощность трансформатора можно определить из опыта короткого замыкания?*

- а. мощность потерь в меди обмоток;  
б. мощность потерь в магнитопроводе;  
в. мощность реактивных потерь;

*Возрастут ли в трансформаторе потери на гистерезис, если магнитопровод из листов электротехнической стали толщиной 0,35 мм заменить на магнитопровод из стали той же марки, но толщиной 0,5 мм?*

- а. Конечно, возрастут;  
б. От этого потери на гистерезис не зависят;

*Выбрать произведение параметров трансформатора, соответствующее м.д.с. его обмотки?*

- а.  $I_w б. U_1 I_1 в. U_2 I_2 г. w U д. w_1 E_1$

*Чему равна сумма потерь асинхронного двигателя при КПД  $\eta = 0,9$ , если он потребляет мощность  $P = 100$  кВт?*

- а. 1000 Вт; б. 200 Вт; в. 500 Вт; г. 10000 Вт; д. 2000 Вт.

*В каких пределах изменяется скольжение АМ в режиме генератора?*

- а. от  $-\infty$  до 0    б. от 0 до 1    в. от 0 до  $+\infty$     г. от 1 до  $+\infty$     д. от 1 до 2.

*Какая частота тока будет в роторе АМ, если известны следующие ее параметры:  $f_1 = 50$  Гц,  $2p = 6$ ,  $s = 0,01$  ?*

- а. 250 Гц;    б. 5 Гц;    в. 100 Гц;    г. 0,5Гц;    д. 500Гц;

*На значение каких потерь асинхронного двигателя отличается его мощность на валу – от электромагнитной?*

- а. на значение электрических, магнитных и добавочных потерь на статоре;  
б. на значение электрических, магнитных и механических потерь на роторе;  
в. на значение механических и добавочных потерь в обмотках.

*Во сколько раз возрастает частота вращающегося магнитного поля статора АД, если частота переменного тока увеличится в 8 раз?*

- а. в 4 раза;    б. в 8 раз;    в. в 2 раза;    г. в 16 раз.

*Как опытным путём определить постоянные потери асинхронного двигателя?*

- а. провести опыт холостого хода;  
б. провести опыт к.з.;

*В каком случае частота тока ротора асинхронного двигателя будет больше: при неподвижном роторе или при вращающемся роторе?*

- а. при неподвижном роторе  
б. при вращающемся роторе

*В каких пределах изменяется скольжение АМ в режиме электромагнитного тормоза?*

- а. от  $-\infty$  до 0    б. от 0 до 1    в. от 0 до  $+\infty$     г. от 1 до  $+\infty$     д. от 1 до 2.

*Определить частоту тока в роторе специальной асинхронной машины, если известны следующие параметры:  $f_1 = 500$  Гц,  $2p = 10$ ,  $s = 2$  ?*

- а. 250 Гц;    б. 5 Гц;    в. 100 Гц;    г. 1000Гц;    д. 5000Гц;

*В каком случае частота тока ротора подключенного к сети асинхронного двигателя будет больше?*

- а. при неподвижном роторе    б. при вращающемся роторе

*Число пар полюсов синхронного генератора  $p = 6$ . Определить частоту вращения магнитного поля статора, если частота тока  $f = 50$  Гц.*

- а. 1000;    б. 750;    в. 500;    г. 1500.

*В какой обмотке синхронной машины протекает постоянный ток?*

- а. в обмотке якоря;  
б. в обмотке возбуждения;

- в. в демпферной обмотке;
- г. в компенсационной обмотке.

## ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

*Лабораторная работа №1. Исследования характеристик генераторов постоянного тока.*

1. Назовите основные части ГПТ и устно опишите их назначение.
2. В чем заключается принцип обратимости электрической машины?
3. Как можно регулировать напряжение на зажимах генератора?
4. Что такое реакция якоря и как она влияет на работу генератора?
5. Чем отличаются последовательная и параллельная обмотки возбуждения?

*Лабораторная работа №2. Исследования характеристик ДПТ смешанного возбуждения.*

1. Почему в момент пуска двигателя возникает большой ток?
2. Какие способы регулирования частоты вращения двигателя смешанного возбуждения возможны? Сравнить экономичность способов.
3. Для чего служит компенсационная обмотка?
4. Какая обмотка двигателя смешанного возбуждения имеет большее число витков – параллельная или последовательная?
5. Как повлияет на скорость вращения работающего двигателя параллельного возбуждения обрыв в цепи возбуждения?

*Лабораторная работа №3. Определение группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.*

1. Пояснить принцип действия трансформатора(ТР)?
2. Какие виды трансформаторов вы знаете?
3. Какие функции выполняет трансформаторное масло ?
4. Чем определяется группа соединений трехфазного трансформатора?
5. Сколько групп соединений теоретически возможно для трехфазных и однофазных ТР? Какие группы соединений используют на практике ?

*Лабораторная работа №4. Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора (реализуется в форме практической подготовки).*

1. Перечислите условия проведения опыта холостого хода трехфазного трансформатора и нарисуйте электрическую схему проведения опыта.
2. Нарисуйте схему замещения трансформатора в режиме холостого хода и покажите, как рассчитать ее параметры по опытным данным.
3. Перечислите условия проведения опыта короткого замыкания и нарисуйте электрическую схему проведения опыта.
4. Нарисуйте схему замещения трансформатора в режиме короткого замыкания и покажите, как рассчитать ее параметры по опытным данным.
5. Объясните, что называется напряжением короткого замыкания трансформатора.

*Лабораторная работа №5. Исследование рабочих характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором*

1. В чём состоит принцип действия трёхфазного АД?
2. Какие виды АД вы знаете?
3. Как влияет изменение напряжения сети на вращающий момент АД?
4. Как можно определить критическое скольжение АД?
5. Перечислите способы регулирования частоты вращения АД?

*Лабораторная работа №6. Исследование процессов включения СГ параллельно с мощной сетью*

1. Назовите условия включения на параллельную работу СГ с сетью.
2. Назовите способы синхронизации.

3. Нарисуйте схемы включения синхроскопа, соответствующие различным способам синхронизации.
4. Назовите условия устойчивой работы СГ с сетью.
5. Объясните, как можно изменить активную мощность синхронного генератора, работающего параллельно с сетью.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

*Практическое задание 1.* Применение базовых законов ЭМ.

Рассчитать величины ЭДС движущихся проводников. Рассчитать силы Ампера для проводников с током в магнитном поле.

*Практическое задание 2.* Построение схемы петлевой обмотки МПТ.

Рассчитать параметры и сделать построение схемы обмотки при  $Z=17$ ,  $2p=4$ .

*Практическое задание 3.* Расчет пусковых реостатов ДПТ.

Рассчитать сопротивлений пусковых реостатов при известных параметрах двигателя постоянного тока.

*Практическое задание 4.* Расчет основных параметров силовых однофазных и трехфазных трансформаторов.

Используя известные значения параметров трансформаторов вычислить недостающие параметры.

*Практическое задание 5.* Расчет параметров схемы замещения трансформатора по опытным данным.

Используя известные значения параметров трансформатора вычислить параметры его схемы замещения.

*Практическое задание 6.* Построение круговой диаграммы АМ.

Построить упрощенную круговую диаграмму трехфазного асинхронного двигателя и определить параметры, соответствующие его номинальному режиму работы.

*Практическое задание 7.* Расчет мощности синхронного компенсатора.

Определить такую мощность синхронного компенсатора, подключаемого параллельно потребителю, чтобы коэффициент мощности сети повысился до заданного значения.

*Практическое задание 8.* Построение векторной диаграммы ЭДС СГ.

Построить векторную диаграмму ЭДС явнополюсного СГ при активно-индуктивной и активно-емкостной нагрузках, определить номинальное напряжение и изменение напряжения при сбросе нагрузки.

## Расчетно-графическое задание

**Содержание задания на работу:** трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4А питается от сети с линейным напряжением  $U_{л}$ . Известны следующие параметры двигателя: номинальная мощность  $P_n$ , частота вращения  $n_n$ , коэффициент полезного действия  $\eta_n$ , коэффициент мощности  $\cos \varphi_{1n}$  при номинальной нагрузке, кратность максимального момента  $M_{max} / M_n$  и кратность пускового тока  $I_n / I_n$ . Фазное номинальное напряжение обмотки статора  $U_{1\phi} = 220$  В. Численные значения вышеприведенных параметров для десяти вариантов приводятся в таблице 7.

Таблица 7 - Исходные данные по асинхронным двигателям

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_{л}, В$	220	220	380	220	380	220	380	220	380	220
$P_n, кВт$	0,18	0,55	1,5	0,75	1,1	3	2,2	4	5,5	4
$n_n,$	2760	1370	2850	920	698	945	1419	719	1425	949

об/мин										
$\eta_n, \%$	66	70	81	69	70	81	80	83	85	82
$\cos \varphi_{1H}$	0,76	0,70	0,85	0,74	0,68	0,76	0,83	0,70	0,86	0,81
$M_{max}/M_H$	2,2	2,3	2,2	2,2	1,7	2,2	2,1	2,2	2,3	2,2
$I_H/I_H$	5	4,5	6,5	4	3,5	6	6	6,5	7	6

**Требуется:** 1) начертить схему подключения асинхронного двигателя к трехфазной сети; 2) определить способ соединения обмотки статора; 3) определить фазные и линейные токи двигателя; 4) определить число пар полюсов обмотки статора; 5) определить номинальное скольжение и номинальный момент; 6) определить критическое скольжение; 7) определить значение пускового тока; 8) определить значение вращающего момента, развиваемого двигателем при скольжениях: 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 9) построить график механической характеристики  $n_2(M)$  асинхронного двигателя.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Контрольные вопросы к экзамену

1. История развития ЭМ. Современные ЭМП. Законы ЭМП.
2. Законы электромагнитной индукции для постоянного и переменного магнитного поля. Закон Ампера. Правило «буравчика». Классификация современных ЭМ.
3. Принцип действия ГПТ. Принцип действия ДПТ. Устройство машины постоянного тока. Функции коллектора.
4. Магнитная электрическая цепь МПТ. Формулы ЭДС и момента. Обмотки МПТ.
5. Реакция якоря (РЯ) в МПТ. Виды РЯ. Действие поперечной РЯ на ГПТ.
6. Коммутации в МПТ, виды, способы улучшения.
7. Потери и КПД МПТ.
8. Схемы возбуждения ГПТ. Уравнение электрического равновесия ГПТ. Характеристики ГПТ независимого возбуждения.
9. ГПТ параллельного и последовательного возбуждения. Внешние характеристики. Условия самовозбуждения генераторов.
10. Способы пуска ДПТ. Устройство и расчет пускового реостата.
11. Способы регулирования частоты вращения ДПТ.
12. Тормозные режимы ДПТ.
13. Классификация трансформаторов. Устройство масляного трансформатора.
14. Принцип действия трансформатора (ТР). Основные параметры. Формула ЭДС. Расчет сечения сердечника.
15. Уравнения ЭДС ТР и векторная диаграмма в режиме холостого хода (х.х.).
16. Схема замещения ТР и ее виды в режимах х.х. и короткого замыкания (к.з.).
17. Опыты х.х. и к.з. трансформатора. Напряжение к.з.
18. Изменение выходного напряжения трансформатора при работе под нагрузкой.
19. Потери и КПД трансформатора.
20. Схемы обмоток и группы соединений трехфазных трансформаторов.
21. Параллельная работа трехфазных трансформаторов.
22. Специальные трансформаторы: автотрансформаторы, сварочные ТР, измерительные ТР.
23. Устройство и виды асинхронных двигателей. Принцип действия АД. Получение вращающегося магнитного поля на статоре АД. Формула частоты вращения магнитного поля статора.
24. Понятие скольжения в АД. Режимы работы АД и значение скольжений. Уравнения напряжений обмоток статора и ротора. Схема замещения АД.

25. Формула вращающего момента АД. Пусковая характеристика.
26. Энергетическая диаграмма АД. КПД АД.
27. Способы пуска АД.
28. Способы регулирования частоты вращения АД. Выводы.
29. Асинхронные преобразователи частоты.
30. Синхронные машины. Виды. Конструкция. Принцип действия СГ. Формула частоты выходного напряжения СГ.
31. Реакция якоря в синхронном генераторе.
32. Основные ЭДС и уравнение напряжений неявнополюсного СГ, упрощенная векторная диаграмма.
33. Уравнения мощности и момента неявнополюсного и явнополюсного СГ.
34. Угловые характеристики и устойчивость СМ.
35. Синхронные двигатели: достоинства и недостатки. Способы пуска СД.
36. V-образные характеристики СМ. Синхронные компенсаторы.

## **2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Изучение дисциплины «Электрические машины» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, лабораторных и практических занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение курсового проекта
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (экзамену).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе лабораторных и практических занятий. Для этого используются задания для текущего контроля.

### **Расчетно-графическая работа**

РГР ориентировано на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков проектирования и представления результатов их проектной деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами расчета пусковых и механических характеристик асинхронных двигателей. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход анализа.

При выполнении РГР студенты глубже изучают основную и специальную литературу, учатся работать с Internet ресурсами.

### Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1			
2			