

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

« 30 » 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электрические и электронные аппараты**

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

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

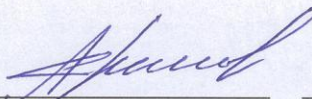
Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра ЭМ - Электромеханика



Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой ЭМ, докт. техн.  
наук, доцент

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

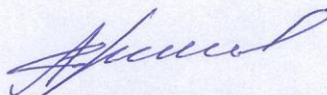
А.В. Сериков

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
«Электромеханика»

\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.В. Сериков

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Электрические и электронные аппараты» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 144, и основной профессиональной образовательной программы «Электроснабжение» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

- Профессиональный стандарт 20.032 «РАБОТНИК ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ».

Обобщенная трудовая функция: I Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций.

Задачи дисциплины	Формирование теоретических знаний о назначении и устройстве основных низковольтных и высоковольтных электрических и электронных аппаратов, знаний о физических процессах и явлениях, сопровождающих работу электрических аппаратов, практических умений и навыков по применению современного электротехнического оборудования, которое используется для включения и отключения электрических цепей, контроля, измерения, защиты, управления и регулирования установок, предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии
Основные разделы / темы дисциплины	Физические явления в электрических аппаратах. Электромагниты. Электрические аппараты низкого напряжения. Электрические аппараты высокого напряжения. Электронные и гибридные аппараты.

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

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен к обоснованию планов и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций	ПК-1.1 Знает нормативные, методические документы, регламентирующие деятельность по планированию, техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции ПК-1.2 Умеет планировать, проводить техническое обслужива-	Знать назначение, конструкции, области использования и основные параметры различных видов электрических и электронных аппаратов  Уметь выполнять расчет основных параметров и характе-

	ние и организацию ремонта оборудования подстанции с использованием новых технологий ПК-1.3 Владеет навыками формирования, подготовки и согласования проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах	ристик электрических аппаратов или их элементов  Владеть навыками определения характеристик и навыками испытаний электрических аппаратов, используемых в электромеханических системах
--	---	---

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

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» изучается на 3 курсе в 6 семестре.

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

Для успешного освоения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплины «Электрические машины».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Энергетические комплексы на базе возобновляемых источников», «Электрические станции и подстанции», «Эксплуатация систем электроснабжения» // «Эксплуатация электрооборудования предприятий», при прохождении практик: «Производственная практика (технологическая практика)», «Производственная практика (преддипломная практика), при прохождении Государственной итоговой аттестации.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

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

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

### 4 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 4 з.е., 144 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
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	64
В том числе:	

Объем дисциплины	Всего академических часов
<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), в том числе в форме практической подготовки	32 8
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	44
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

**5 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)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Физические явления в электрических аппаратах</b>				
<b>Тема 1.1</b> Назначение и классификация электрических и электронных аппаратов.	2			2
<b>Тема 1.2</b> Процессы теплообмена в электрических аппаратах. Термическая стойкость.	2		6	2
<b>Тема 1.3</b> Электродинамические процессы в электрических аппаратах. Электродинамическая стойкость.	2			2
<b>Тема 1.4</b> Классификация и конструкции электрических контактов.	2		2	2
<b>Тема 1.5</b> Физические особенности дугового разряда и способы гашения электрической дуги	2			2
<b>Раздел 2 Электромагниты</b>				
<b>Тема 2.1</b> Конструкции и характеристики электромагнитов	2		2	2
<b>Тема 2.2</b> Магнитные цепи электромагнитов	2			7
<b>Тема 2.3</b> Сила тяги электромагнитов, рабочий цикл и динамика работы электро-	2			7

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	
магнитов				
<b>Раздел 3 Электрические аппараты низкого напряжения</b>				
<b>Тема 3.1</b> Автоматические выключатели и предохранители	2		6	2
<b>Тема 3.2</b> Реле и датчики	2		6	2
<b>Тема 3.3</b> Контакторы и магнитные пускатели*	2		8*	2
<b>Раздел 4 Электрические аппараты высокого напряжения</b>				
<b>Тема 4.1</b> Высоковольтные коммутационные аппараты	1			2
<b>Тема 4.2</b> Ограничивающие аппараты	1		2	2
<b>Тема 4.3</b> Измерительные аппараты	2			2
<b>Раздел 5 Электронные и гибридные аппараты</b>				
<b>Тема 5.1</b> Электронные аппараты низкого напряжения	2			2
<b>Тема 5.2</b> Электронные аппараты высокого напряжения	2			2
<b>Тема 5.3</b> Гибридные электрические аппараты	2			2
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>–</b>	<b>32</b>	<b>44</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

## 6 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	15
Подготовка к занятиям семинарского типа	15
Подготовка и оформление РГР	14
<b>ИТОГО</b>	<b>44</b>



## **7 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.

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

### **8.1 Основная литература**

1) Чунихин, А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов / А.А. Чунихин. – М.: Альянс, 2016. – 719 с.

2) Щербаков, Е.Ф. Электрические аппараты : учебник / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 303 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/1019416> (дата обращения: 12.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

3) Шопен, Л.В. Бесконтактные электрические аппараты автоматики. Учебное пособие для вузов / Л.В. Шопен. – М.: Энергия, 1986. – 567 с

### **8.2 Дополнительная литература**

1) Буль, Б.К. Основы теории электрических аппаратов: Учеб. пособие для электротехнических специальностей вузов / Б.К. Буль, Г.В. Буткевич, А.Г. Годжелло / под ред. Г.В. Буткевича. – М.: Высшая школа, 1987. – 352 с.

2) Таев, И.С. Электрические аппараты управления: Учебное пособие для вузов / И.С. Таев. – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.

3) Кукеков, Г.А. Полупроводниковые электрические аппараты: Учебное пособие для вузов / Г.А. Кукеков, К.Н. Васерина, В.П. Лунин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991. – 256 с.

### **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) Электрические и электронные аппараты : учебное пособие / сост. А.В. Сериков, С.А. Антонов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 156 с.

2) Сериков, А.В. Основы теории и расчета электромагнитов: учеб. пособие / А.В. Сериков. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО КнАГТУ, 2016. – 71 с.

3) Нагрев электромагнита постоянного тока: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 8 с.

4) Исследование влияния силы контактного нажатия на переходное сопротивление контактов: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 8 с.

5) Характеристики электромагнита постоянного тока: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 8 с.

6) Времятоковая характеристика автоматического выключателя: методические ука-

зания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2011. – 8 с.

7) Исследование плавких предохранителей: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. Т.В. Герасименко. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 8 с.

8) Исследование реле тока и напряжения: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. Т.В. Герасименко. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 7 с.

9) Исследование реле времени: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. Т.В. Герасименко. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. – 8 с.

10) Измерение сопротивления сдвоенного реактора: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 8 с.

11) Магнитные пускатели: методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 14 с.

#### **8.4 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>
- 3) Информационно-справочная система «Консультант плюс».

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

- 1) Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru>.
- 2) Электронная библиотечная система <http://www.znanium.com>.
- 3) Электронный портал научной литературы <http://www.elibrary.ru>.

#### **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>
Mathcad Education	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 наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов 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.

#### **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.

#### **Методические указания по выполнению расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа ориентирована на формирование и развитие у обучающихся умений выполнять расчет основных параметров и характеристик электромагнита, как важного элемента электромеханических электрических аппаратов, а также представлять результаты расчета с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения расчетно-графической работы студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами расчета элементов электрических аппаратов и электромагнитов.

В период работы над расчетно-графическим заданием студенты получают практические навыки расчета элементов электромагнита постоянного и переменного тока, определения, сравнения и обоснования тяговых характеристик этих электромагнитов. Студен-

ты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

## **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
215/3	Лаборатория электроэнергетики	Универсальные лабораторные стенды «Электрические аппараты»

### **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 использо-



вания). 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 и электронные аппараты**

Направление подготовки	<i>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Электроснабжение</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>6</i>	<i>4</i>

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

<sup>1</sup>В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен к обоснованию планов и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций	<p>ПК-1.1 Знает нормативные, методические документы, регламентирующие деятельность по планированию, техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции</p> <p>ПК-1.2 Умеет планировать, проводить техническое обслуживание и организацию ремонта оборудования подстанции с использованием новых технологий</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками формирования, подготовки и согласования проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах</p>	<p>Знать назначение, конструкции, области использования и основные параметры различных видов электрических и электронных аппаратов</p> <p>Уметь выполнять расчет основных параметров и характеристик электрических аппаратов или их элементов</p> <p>Владеть навыками определения характеристик и навыками испытаний электрических аппаратов, используемых в электромеханических системах</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1,2, 5	ПК-1	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 1-4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе	Аргументированность ответов при защите
Раздел 2	ПК-1	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-5	ПК-1	Контрольные вопросы к экзамену	Полнота и правильность ответа

## 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
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	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.
3	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
8	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
9	Лабораторная работа 8	в течение семестра	5 баллов	
10	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	15 баллов	15 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 10 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>на защите.</p> <p>5 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
	Текущая аттестация:	-	65 баллов	-
	Экзамен:	-	35 баллов	<p>35 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>30 баллов - студент ответил на теоретические вопросы билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>20 баллов - студент ответил на теоретические вопросы билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>10 баллов - при ответе на теоретические вопросы билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>0 баллов – отсутствуют ответы на теоретические вопросы билета.</p>
	ИТОГО:	-	100 баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недос-</p>				

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<p>таточный уровень для текущей аттестации 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)</p>			

**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**

**3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

**ТЕСТ**

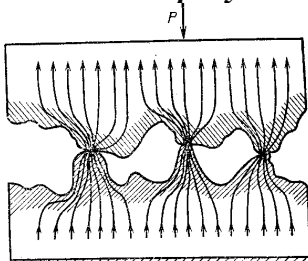
**1. К ограничивающим электрическим аппаратам относятся ...**

- а) разрядники и реакторы;
- б) рубильники и разъединители;
- в) трансформаторы тока и напряжения.

**2. Автоматические выключатели и предохранители относятся к ...**

- а) ограничивающим аппаратам;
- б) коммутационным аппаратам;
- в) пускорегулирующим аппаратам.

**3. На рисунке показана ...**



- а) реальная картина соприкосновения поверхностей контактов;
- б) идеализированная картина соприкосновения поверхностей контактов;
- в) распределение силы в зоне соприкосновения контактов.

**4. Общее напряжение на дуге**

- а)  $U_D = U_K$ ;
- б)  $U_D = U_K + U_A$ ;
- в)  $U_D = U_K + U_A + U_{cm}$ .

**5. Электромагнитное усилие, развиваемое якорем, определяется ...**

- а) магнитным потоком в рабочем зазоре;
- б) потоками рассеяния;
- в) суммой всех потоков.

**6. Сопоставить понятия.**

1. Время трогания	а) Интервал времени, в течение которого якорь перемещается из своего начального положения в конечное
2. Время движения	б) Интервал времени с момента подачи тока в катушку до момента времени, когда якорь займет свое конечное положение
3. Время срабатывания	в) Интервал времени с момента подачи тока в катушку до момента, когда якорь начнет свое движение

**7. Уравнение нагрева проводника при повторно-кратковременном режиме работы:**



а)  $\tau = \tau_y \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$ ;      б)  $\tau = \tau_y \cdot \frac{t}{T}$ ;      в)  $\tau = \tau_{min} \cdot e^{-\frac{t}{T}} + \tau_y \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$ .

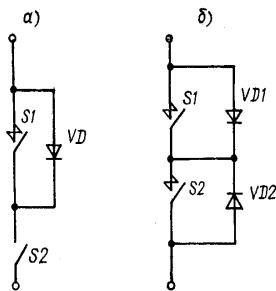
**8. Время с момента подачи команды на отключение до достижения минимального значения выходного параметра называется ...**

а) параметром отпускания;      б) временем срабатывания;      в) временем отключения.

**9. Преобразователи, преобразующие значение измеряемой (механической) величины в значение индуктивности, называются ...**

а) трансформаторными;      б) индукционными;      в) индуктивными.

**10. На рисунке изображены силовые блоки ...**



а) полупроводниковых аппаратов постоянного тока;  
 б) полупроводниковых аппаратов переменного тока;  
 в) комбинированных контактно-полупроводниковых аппаратов.

## ВОПРОСЫ НА ЗАЩИТУ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Нагрев электромагнита постоянного тока

– Дайте определение кратковременного и повторно-кратковременного режимов работы. Какими параметрами они характеризуются?

– Чем отличаются повторно-кратковременный и перемежающийся режимы работы аппарата?

– Каким образом можно увеличить допустимое время кратковременного режима работы аппарата при заданном токе?

– Какое допущение принимается при расчете нагрева аппарата током короткого замыкания?

– Чем характеризуется термическая стойкость аппарата?

### Характеристики электромагнита постоянного тока

– Что называется статической тяговой характеристикой электромагнита?

– Составить схему замещения магнитной цепи исследуемого электромагнита с учетом потока рассеяния.

– От каких параметров зависит значение тока в обмотке электромагнита постоянного тока? переменного тока?

– Может ли электромагнит постоянного тока работать на переменном токе того же напряжения?

– Что такое коэффициент возврата электромагнита, как его можно увеличить?

### Исследование влияния силы контактного нажатия на переходное сопротивление контактов

– Какие факторы влияют на величину переходного сопротивления контактов?

– Почему с ростом силы нажатия переходное сопротивление контактов падает?

– Почему с увеличением тока через контакт его переходное сопротивление сначала растет, а затем резко падает?

– К чему приводит вибрация контактов при их включении?

– Какие требования предъявляются к контактным материалам?

### Исследование реле времени

– Назначение реле времени.

– Способы создания выдержки времени.

- Назовите достоинства и недостатки рассмотренных реле времени.
- Что такое выдержка времени на срабатывание? Что такое уставка реле?
- Какие внешние факторы влияют на точность реле?

#### **Исследование реле тока и напряжения**

- Назовите требования, предъявляемые к реле защиты.
- Что называется коэффициентом возврата и как он определяется?
- Какие конструктивные особенности магнитной системы позволяют получить высокий коэффициент возврата?
- Почему в магнитной системе реле предусмотрен большой конечный зазор?
- В каких случаях необходимо применение промежуточного реле?

#### **Исследование плавких предохранителей?**

- Как зависит значение пограничного тока от диаметра вставки?
- Назовите требования, предъявляемые к предохранителям.
- Назовите преимущества фигурных вставок по сравнению с однородными.
- Поясните работу предохранителя с токоограничением?
- Назовите достоинства и недостатки плавкого предохранителя по отношению к тепловому, индукционному и электромагнитному реле защиты?

#### **Времятоковая характеристика автоматического выключателя**

- Что такое автоматический выключатель?
- Какие функции в автоматических выключателях выполняют расцепители: максимального, минимального напряжения, независимый?
- Для чего предназначен механизм свободного расцепления, как он работает?
- Какие области можно выделить на времятоковой характеристике автоматического выключателя?
- Особенности устройства сильноточных автоматических выключателей.

#### **Измерение сопротивления сдвоенного реактора**

- Для чего в электрических сетях используются реакторы?
- В чем состоит отличие одинарных и сдвоенных реакторов?
- Когда и почему целесообразна установка сдвоенных реакторов?
- Почему в одноцепном режиме сопротивление сдвоенного реактора выше, чем в сквозном?
- Почему в одноцепном режиме сопротивление сдвоенного реактора ниже, чем в продольном?

#### **Магнитные пускатели (реализуется в форме практической подготовки)**

- Укажите назначение магнитных пускателей.
- Опишите конструкцию контактора магнитного пускателя.
- Каким образом магнитные пускатели осуществляют защиту асинхронных двигателей от ненормальных режимов работы?
- Поясните работу схемы нереверсивного и реверсивного магнитного пускателя.
- По каким основным техническим параметрам выбираются магнитные пускатели?

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

### **Задание.**

Расчитать электромагнит постоянного тока и провести поверочный расчет катушки электромагнита на нагрев.

Номер варианта формируется по сумме двух цифр условного шифра, который выдает преподаватель. Исходные данные для магнитопровода электромагнита приведены в таблице 1. Тяговое усилие, которое должен развивать электромагнит при питании постоянным током, задано в таблице 2 и выбирается по последней цифре условного шифра.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета электромагнита

Номер задачи	Тип магнитной системы (номер рисунка)	Размеры магнитопровода, см				Воздушный зазор, мм	
		a	b	c	l	максимальный $\delta_{max}$	минимальный $\delta_{min}$
1	1	1,8	2,2	3,2	6,0	4,0	0,4
2	1	1,9	2,3	3,3	5,8	4,5	0,45
3	1	2,0	2,4	3,4	5,4	5,0	0,5
4	1	2,2	2,2	3,2	6,0	5,0	0,45
5	2	1,5	3,0	3,0	6,5	4,0	0,45
6	2	1,7	2,7	2,5	6,2	3,5	0,4
7	2	1,8	2,2	2,1	6,0	4,0	0,4
8	1	1,8	2,2	2,3	6,0	5,0	0,45
9	2	1,7	2,7	2,5	6,2	3,8	0,45
10	2	1,6	2,5	3,0	6,5	4,0	0,5
11	2	1,3	1,6	2,0	5,0	3,5	0,4
12	2	1,5	2,0	2,1	5,5	3,5	0,45
13	1	1,7	2,1	3,1	6,0	4,0	0,4
14	1	2,4	2,6	3,6	6,5	5,0	0,5
15	1	1,8	2,2	3,2	6,2	4,5	0,45
16	1	1,7	2,5	3,4	6,5	3,5	0,4
17	2	1,8	2,5	2,2	5,8	4,0	0,45
18	2	2,1	3,0	2,3	6,0	5,0	0,5

Материал магнитопровода выбирается самостоятельно.

Таблица 2 – Тяговое усилие при питании катушки постоянным током при наибольшем зазоре, Н.

Номер варианта	Последняя цифра условного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1, 2, 3, 4, 5, 6	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
7, 8, 9, 10, 11, 12	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
13, 14, 15, 16, 17, 18	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

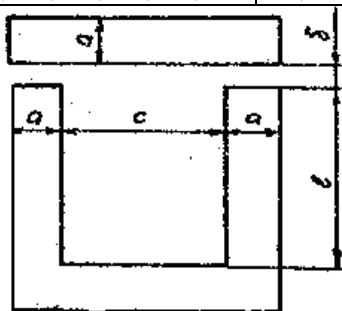


Рисунок 1 – Электромагнит с поступательным движением якоря

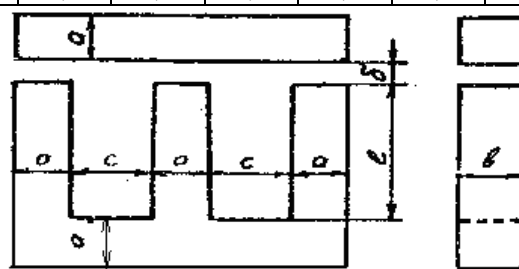


Рисунок 2 – Электромагнит с Ш-образным ярмом

**Содержание и порядок выполнения расчетно-графической работы.**

Расчетно-графическую работы следует выполнять по следующему плану.

- 1) Построить схему замещения магнитной системы без учета магнитного сопротивления стали и с учетом магнитного сопротивления стали.
- 2) Рассчитать магнитные проводимости рабочих и нерабочих воздушных зазоров для трех значений рабочего зазора: максимального, минимального и промежуточного (без учета потока выпучивания). По результатам расчета составить таблицу.

3) Рассчитать проводимость потока рассеяния. Определить значение проводимости рассеяния. Определить коэффициент рассеяния при трех значениях воздушного зазора. Результаты расчета свести в таблицу.

4) Определить суммарную проводимость всех воздушных промежутков (в соответствии со схемой замещения) для трех значений воздушного зазора. Результат свести в таблицу. Построить график зависимости суммарной проводимости от величины воздушного зазора  $G_{\Sigma} = f(\delta)$ .

5) Определить первую производную суммарной проводимости для трех значений воздушного зазора. Необходимо применить графический метод (по касательной к кривой суммарной проводимости). Результаты свести в таблицу и построить график  $\frac{dG_{\Sigma}}{d\delta} = f(\delta)$ .

6) Определить намагничивающую силу катушки постоянного тока по заданному тяговому усилию при максимальном зазоре. Сопротивление стали при расчете не учитывать.

7) Выбрать конструкцию и размер катушки.

8) Рассчитать катушку постоянного тока. Определить активную мощность, рассеиваемую в катушке и температуру нагрева катушки. Выбрать класс изоляции провода и допустимый режим работы электромагнита.

9) Рассчитать катушку переменного тока так, чтобы при максимальном рабочем зазоре электромагнит развивал такое же усилие, как и на постоянном токе.

10) Рассчитать и построить зависимость индуктивности катушки переменного тока от величины рабочего зазора  $L = f(\delta)$ . Расчет вести для тех же трех значений воздушного зазора, что и для электромагнита постоянного тока. Результаты расчета свести в таблицу.

11) Рассчитать и построить зависимость тока в катушке переменного тока от величины воздушного зазора  $I = f(\delta)$ . Найти отношение максимального тока к минимальному. Все результаты свести в таблицу.

12) Рассчитать и построить на одном графике тяговые характеристики на постоянном и переменном токе  $F_m = f(\delta)$ . При расчете сопротивление стали не учитывать. На переменном токе учитывать изменение тока при перемещении якоря.

Расчетно-графическая работа должна содержать все необходимые расчеты с результатами, представленными в графическом виде. Выполненная работа представляется к защите в сброшюрованном виде, оформленная в соответствии с нормативными документами университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### Контрольные вопросы к экзамену

1. Электрические аппараты. Классификация, требования.
2. Источники тепловой энергии в электрических аппаратах. Виды теплообмена.
3. Процесс нагрева тела от внутренних источников тепла. Допустимые максимальные температуры электрических аппаратов.
4. Нагрев электромагнита. Режимы работы электрических аппаратов (длительный, кратковременный, повторно-кратковременный, перемежающийся).
5. Нагрев катушек электрических аппаратов.
6. Нагрев электрических аппаратов при коротком замыкании. Термическая стойкость электрических аппаратов.
7. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Методы расчета ЭДУ. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.

8. Электрические контакты. Классификация, требования и режимы работы.
9. Износ контактов. Дребезг. Материалы электрических контактов.
10. Сопротивление стягивания контакта. Нагрев электрического контакта. Сваривание электрических контактов.
11. Причины ионизации электрической дуги. Вольтамперная характеристика электрической дуги.
12. Способы гашения электрической дуги. Перенапряжения при отключении дуги постоянного тока.
13. Конструкция и принцип работы электромагнита.
14. Расчет магнитных цепей. Основные законы для магнитной цепи.
15. Расчет магнитной цепи электромагнитов постоянного и переменного тока.
16. Расчет магнитных проводимостей в воздушных зазорах.
17. Тяговое усилие и характеристики электромагнитов. Расчет тягового усилия по энергетическому балансу.
18. Сила тяги электромагнита переменного тока. Вибрация якоря и методы борьбы с ней.
19. Динамика электромагнитов. Время трогания и время движения якоря. Методы изменения динамики.
20. Коэффициент возврата электромагнита. Согласование тяговой характеристики и характеристики противодействующих сил. Способы повышения коэффициента возврата.
21. Контактторы и магнитные пускатели. Назначение. Конструкции.
22. Электрические реле. Классификация. Реле защиты и промежуточные реле.
23. Реле времени. Требования. Конструкции. Характеристики.
24. Реле автоматики и связи. Герконы, герсиконы.
25. Тепловые реле. Автоматические выключатели. Предохранители. Конструкции. Характеристики.
26. Полупроводниковые бесконтактные электрические аппараты.
27. Гибридные электрические аппараты



