



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

С.И. Лукьянов

«27» сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Институт
Кафедра
Курс

энергетики и автоматизированных систем
электроснабжения промышленных предприятий
5

Магнитогорск
2017 г.

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрические аппараты» является изучение основных вопросов теории, принципов работы, конструктивных особенностей и условий эксплуатации электрических аппаратов, а также воспитание навыков принятия технически обоснованных решений в области расчета, конструирования и эксплуатации электрических аппаратов.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- теоретических основ, принципов действия и основных схемных решений различных типов электрических аппаратов;
- практических навыков экспериментального определения технических характеристик электрических аппаратов;
- основных правил ввода в эксплуатацию электрических аппаратов с соблюдением мероприятий по технике безопасности и охране труда.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Электрические аппараты», входящая в профессиональный цикл ОП направления подготовки 13.03.02 занимает важное место в образовательной программе бакалавриата. Ее изучение позволит студентам осуществлять грамотный расчет и выбор электрических аппаратов для подстанций и цехов промышленных предприятий при выполнении комплексного курсового проекта и написании выпускной квалификационной работы бакалавра. В дальнейшем, в процессе профессиональной деятельности, знания, полученные в процессе изучения данной дисциплины, позволят специалисту-бакалавру выполнять расчет параметров и выбор устройств электротехнического оборудования, а также определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники. Также эти знания будут полезны для различных видов научно-исследовательской деятельности.

Дисциплина изучается на 5 курсе, относится к дисциплинам вариативной части – дисциплины по выбору.

Изучение дисциплины основывается на теоретических знаниях, полученных из дисциплин: Физика (разделы «Механика» и «Электричество и магнетизм»), Математика (разделы: «Линейная алгебра», «Векторная алгебра» и «Дифференциальное и интегральное исчисление»); Теоретические основы электротехники (разделы: «Физические основы электротехники», «Основные законы, элементы и параметры электрических цепей», «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические цепи переменного тока», «Переходные процессы в электрических цепях», «Нелинейные электрические цепи постоянного тока», «Магнитные цепи при постоянном магнитном потоке», «Нелинейные электрические цепи переменного тока», «Цепи переменного тока с ферромагнитными элементами»); Материаловедение и технология конструкционных материалов (разделы: «Материалы, применяемые в электроаппаратостроении», «Магнитные материалы» и «Электроизоляционные материалы»).

Дисциплина должна давать теоретическую подготовку в области теории электрических аппаратов, конструктивного устройства и принципов работы электрических аппаратов распределительных устройств систем электроснабжения. К основным средствам и организационным мероприятиям, обеспечивающим достижение поставленных целей, относятся: 1) организация лабораторных занятий, посвященных изучению конструкций электрических аппаратов распределительных устройств систем электроснабжения; 2) использование в лекционных материалах новейших материалов об электрических аппаратах заводов-изготовителей.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

Дисциплина «Электрические аппараты» формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-9 Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия технического документооборота; – правила составления и оформления типовой технической документации электрических аппаратов; – правила составления и оформления специальной технической документации.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – определять ключевые позиции, которые необходимо отразить при составлении типовой технической документации электрического аппарата; – выделять ключевые позиции, отражаемые при составлении типовой технической документации электрического аппарата; – оформлять типовую техническую документацию, составленную согласно требованиям стандартов Российской Федерации и международных стандартов на электрические аппараты.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками формирования структуры технического документа; – методами и навыками составления и оформления типовой технической документации; – способами составления и оформления типовой специальной документации электрических аппаратов.
ПК-11 Способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при производстве монтажных работ в системах электроснабжения; – основные понятия и определения, используемые при монтаже электрических аппаратов напряжением до и выше 1000 В в системах электроснабжения; – особенности монтажа электрических аппаратов отечественного и зарубежного производства.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – выделять основные производственные факторы, которые необходимо учитывать при монтаже электрических аппаратов в системах электроснабжения; – применять способы и методы монтажа электрических аппаратов при определенных условиях построения системы электроснабжения или технологических особенностей производства; – организовывать производство электромонтажных работ в системах электроснабжения до и выше 1000 В.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками монтажа отдельно взятых элементов системы электроснабжения; – методами и навыками монтажа комплексов электрооборудования, включающих несколько взаимосвязанных элементов – измерительные приборы и трансформаторы, коммутационные и защитные аппараты, релейную защиту и автоматику и т.п.;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	– способами монтажа при заданных условиях технологического процесса или нестандартных конфигурациях системы электроснабжения до и выше 1000 В.
ПК-12 Готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при проведении испытаний вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; – основные понятия и определения в области испытаний электрических аппаратов до и выше 1000 В; – основные способы и методы проведения испытательных мероприятий электрических аппаратов до и выше 1000 В.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – выделять основные условия корректного проведения испытательных работ электрооборудования; – подготавливать электрические аппараты к проведению испытательных работ с соблюдением всех необходимых требований и нормативов; – организовывать испытательные мероприятия электрических аппаратов до и выше 1000 В.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками производства испытаний отдельно взятых электрических аппаратов, а также комплексов электроэнергетического и электротехнического оборудования; – методами и навыками производства испытаний комплекса электроэнергетического и электротехнического оборудования, включающего несколько взаимосвязанных объектов - измерительные приборы и трансформаторы, коммутационные и защитные аппараты, релейную защиту и автоматику и т.п.; – способами проведения испытаний при заданных условиях технологического процесса или нестандартных конфигурациях системы электроснабжения до и выше 1000 В.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 14.9 акад. часа:
 - аудиторная – 12 акад. часа;
 - внеаудиторная – 2.9 акад. часа
- самостоятельная работа – 120.4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8.7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб.работы	практич. занятия				
1. Введение. Роль электрических аппаратов в электроснабжении. Классификация аппаратов, основные требования к электрическим аппаратам	5	1			7	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу	– устный опрос	ПК- 9, ПК-11, ПК-12
2. Электродинамические усилия в электрических аппаратах		1			8	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу	– устный опрос	
3. Нагрев электрических аппаратов		1			15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу	– устный опрос	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. работы	практич. занятия				
4. Основы теории горения и гашения электрической дуги		1		1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №4	- устный опрос; - аудиторная контрольная работа №1	ПК- 9, ПК-11, ПК-12
5. Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов				1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №5	- устный опрос	
6. Контактторы и пускатели			1	1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №6; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	- устный опрос; - коллоквиум по лабораторной работе	
7. Релейные аппараты			1	1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №7; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	- устный опрос; - коллоквиум по лабораторным работам	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. работы	практич. занятия				
8. Аппараты для измерения электрических величин			1		10	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №8; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	- устный опрос; - коллоквиум по лабораторным работам	ПК- 9, ПК-11, ПК-12
9. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений			1		10,4	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №9; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе подготовка к аудиторной контрольной работе №2	- устный опрос; - защита лабораторных работ; - аудиторная контрольная работа	
Подготовка к экзамену					10	- самостоятельное изучение учебной литературы и конспектов лекций		
Итого по курсу	5	4	4	4	120,4			
Итого по дисциплине		4	4	4	120,4		Экзамен	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические аппараты» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические аппараты» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: 1) использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы специализированного программного обеспечения, сложных структурных схем и большого объема графического материала; 2) использование электронных учебников по отдельным темам занятий; 3) активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

При проведении лабораторных работ используются работа в команде и методы IT.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при работе на практических занятиях и при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лекционных и лабораторных занятиях включает в себя: 1) выполнение лабораторных работ на специализированных стендах согласно программам проведения исследований, указанным в методических указаниях; 2) выполнение расчетной и графической частей отчета по лабораторной работе с консультациями преподавателя; 3) написание аудиторных контрольных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки лекционного материала и рекомендованной литературы, написания законченного отчета по лабораторной работе и подготовке к защите, а также в подготовке к устным опросам, аудиторным контрольным работам и экзамену.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Роль электрических аппаратов в электроснабжении. Классификация аппаратов, основные требования к электрическим аппаратам	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №1	7	– устный опрос №1
2. Электродинамические усилия в электрических аппаратах	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №2	8	– устный опрос №2
3. Нагрев электрических аппаратов	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №3	15	– устный опрос №3

4. Основы теории горения и гашения электрической дуги	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу	15	– устный опрос; – аудиторная контрольная работа №1
5. Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №5	15	– устный опрос №5
6. Контактные аппараты и пускатели	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №6; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	15	– устный опрос №6; – коллоквиум по лабораторной работе №53
7. Релейные аппараты	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №7; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	15	– устный опрос №7; – коллоквиумы по лабораторным работам
8. Аппараты для измерения электрических величин	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №8; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	10	– устный опрос №8; – коллоквиумы по лабораторным работам
9. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №9; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе; подготовка к аудиторной контрольной работе №2	10,4	– устный опрос; – коллоквиумы по лабораторным работам – аудиторная контрольная работа

Подготовка к экзамену	- самостоятельное изучение учебной литературы и конспектов лекций	10	– экзамен
Итого:		120,4	

Примеры устных опросов:

Устный опрос №1

- Какова основная роль электрических аппаратов в системе электроснабжения?
- Назовите общие определения и классификация электрических аппаратов.
- Каковы основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам?

Устный опрос №2

- Чем определяется физическая природа и направление действия ЭДУ?
- Какие основные факторы влияют на величину и направление ЭДУ между параллельными проводниками и взаимноперпендикулярными проводниками?
- Какие основные факторы влияют на величину и направление ЭДУ в кольцевом витке, катушке, в проводниках переменного сечения и при наличии ферромагнитных стен?
- Какие особенности имеют ЭДУ при переменном токе?
- Как рассчитывается электродинамическая стойкость электрических аппаратов?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-9 – Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия технического документооборота; – правила составления и оформления типовой технической документации электрических аппаратов; – правила составления и оформления специальной технической документации. 	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные требования к электрическим аппаратам. 2. Классификация электрических аппаратов. 3. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. 4. Электродинамические усилия при переменном токе. 5. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Как проверить электрические аппараты на Электродинамическая стойкость. 6. Нагрев электрических аппаратов при продолжительном режиме работы. 7. Нагрев электрических аппаратов при кратковременном режиме работы. 8. Нагрев электрических аппаратов при повторно-кратковременном режиме работы. 9. Термическая стойкость электрических аппаратов. Проверка электрических аппаратов на термическую стойкость. 10. Электрическая дуга как вид электрического разряда в газах. <p style="text-align: center;">Методические рекомендации для подготовки к экзамену</p> <p>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине заключается в самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – определять ключевые позиции, которые необходимо отразить при составлении типовой технической 	<p>Примерные практические задания к экзамену:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																	
	<p>документации электрического аппарата;</p> <p>– выделять ключевые позиции, отражаемые при составлении типовой технической документации электрического аппарата;</p> <p>– оформлять типовую техническую документацию, составленную согласно требованиям стандартов Российской Федерации и международных стандартов на электрические аппараты.</p>	<p>ЗАДАЧА 1. Токоподвод к автоматическому выключателю постоянного тока выполнен медными прямоугольными шинами сечением $b \times h$, расположенными параллельно широкой стороне друг к другу на расстоянии a и закрепленными на опорных изоляторах на расстоянии ℓ между соседними изоляторами. Выбрать размеры сечения b и h токоподводящих шин, исходя из длительного режима работы выключателя при $I_{ном}$ и его электродинамической стойкости при сквозном токе короткого замыкания $I_{кз}$ (максимальное значение пропускаемого тока). Данные для расчета представлены в табл. 2.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица 2</i></p> <table border="1" data-bbox="898 647 1966 879"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметры</th> <th colspan="10">ВАРИАНТЫ</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a, мм</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>65</td> <td>70</td> <td>75</td> <td>80</td> <td>90</td> <td>100</td> <td>110</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>ℓ, мм</td> <td>150</td> <td>160</td> <td>170</td> <td>170</td> <td>180</td> <td>180</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>210</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>$I_{ном}$, А</td> <td>160</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>400</td> <td>600</td> <td>800</td> <td>1000</td> <td>1600</td> <td>2000</td> <td>2500</td> </tr> <tr> <td>$I_{кз}$, кА</td> <td>55</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>120</td> <td>160</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Методические указания</p> <p>1. Определение размеров сечения шин, исходя из длительного режима работы</p> $S_{дл} = \frac{I_{ном}}{j_{доп}},$ <p>где $j_{доп} = 2 \text{ А/мм}^2$ – допустимая из условий нагрева шинпровода плотность тока.</p> <p>Отношение узкой стороны сечения шинпровода к его широкой стороне b/h обычно принимается в пределах от 0,1 до 0,25. При этом размеры сечения выбираются из стандартных рядов для медного проката. Для размера b: ... 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12...мм, для размера h: ... 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 ... мм.</p> <p>Выбранные размеры b и h должны обеспечивать сечение не менее $S_{дл}$ и максимально близкое к нему.</p>	Параметры	ВАРИАНТЫ										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	a , мм	60	60	65	70	75	80	90	100	110	120	ℓ , мм	150	160	170	170	180	180	200	200	210	210	$I_{ном}$, А	160	200	250	400	600	800	1000	1600	2000	2500	$I_{кз}$, кА	55	60	75	80	100	120	160	200	250	300
Параметры	ВАРИАНТЫ																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																									
a , мм	60	60	65	70	75	80	90	100	110	120																																																									
ℓ , мм	150	160	170	170	180	180	200	200	210	210																																																									
$I_{ном}$, А	160	200	250	400	600	800	1000	1600	2000	2500																																																									
$I_{кз}$, кА	55	60	75	80	100	120	160	200	250	300																																																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Определение размеров сечения шин, исходя из электродинамической стойкости при токе короткого замыкания.</p> <p>Электродинамическая сила, действующая на участок шинпровода длиной ℓ,</p> $P_{эд} = 10^{-7} K K_{\phi} I_{КЗ}^2 \quad ,$ <p>где $K = \frac{2\ell}{a} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{a}{\ell}\right)^2} - \frac{a}{\ell} \right]$ – коэффициент контура;</p> <p>K_{ϕ} – коэффициент формы, определяется по кривым Двайта.</p> <p>Максимальное изгибающее механическое напряжение в шине</p> $\sigma_{\max} = \frac{P_{эд}\ell}{12W_{из}} = \frac{P_{эд}\ell}{2hb^2} \quad ,$ <p>где $W_{из} = \frac{hb^2}{6}$ – момент сопротивления изгибу шины, мм³.</p> <p>Если $\sigma_{\max} \leq \sigma_{дон} = 13,7 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$, то сечение медных токоподводящих шин, выбранное исходя из длительного режима работы, принимается окончательным. Если же $\sigma_{\max} > \sigma_{дон}$, то необходимо увеличить толщину шинпровода, исходя из соотношения</p> $b = \sqrt{\frac{P_{эд}\ell}{2h\sigma_{дон}}} \quad .$ <p>Это значение ℓ также должно выбираться из стандартного ряда.</p>

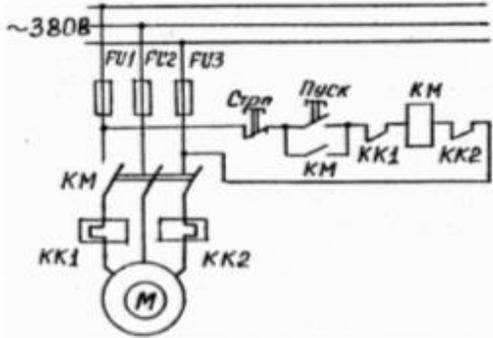
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>Владеть</p>	<p>– практическими навыками формирования структуры технического документа;</p> <p>– методами и навыками составления и оформления типовой технической документации;</p> <p>– способами составления и оформления типовой специальной документации электрических аппаратов.</p>	<p>Устные опросы:</p> <p><u>Устный опрос №1</u></p> <p>Роль электрических аппаратов в электроснабжении. Общие определения и классификация электрических аппаратов. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.</p> <p><u>Устный опрос №2</u></p> <p>Физическая природа ЭДУ, направление действия ЭДУ, методы расчета. ЭДУ между параллельными проводниками, взаимноперпендикулярными проводниками. ЭДУ в кольцевом витке, катушке, в проводниках переменного сечения, при наличии ферромагнитных масс. ЭДУ при переменном токе. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.</p> <p><u>Устный опрос №3</u></p> <p>Потери энергии в деталях электрических аппаратов. Передача тепла. Режимы работы электрических аппаратов, допустимые температуры нагрева токоведущих частей электрических аппаратов. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов при различных режимах работы. Термическая стойкость электрических аппаратов.</p> <p><u>Устный опрос №4</u></p> <p>Процессы в дуговом промежутке. Вольтамперные характеристики дуги. Условия горения и гашения дуги постоянного тока. Особенности горения и гашения дуги переменного тока. Способы гашения электрической дуги в электрических аппаратах. Бездуговая коммутация цепей переменного тока.</p> <p><u>Устный опрос №5</u></p> <p>Электромагнитные системы электрических аппаратов. Основные принципы расчета электромагнитных систем. Обмотки электромагнитов. Сила тяги электромагнитов. Тяговые и механические характеристики электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.</p> <p><u>Устный опрос №6</u></p> <p>Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов. Контактные аппараты постоянного и переменного тока. Магнитные пускатели. Контактные аппараты, пускатели с использованием полупроводниковых элементов.</p> <p><u>Устный опрос №7</u></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Назначение и виды реле. Классификация реле, требования к ним, основные параметры и характеристики. Электромагнитные реле защиты и управления. Коэффициент возврата. Конструкции электромагнитных реле тока и напряжения, их применение. Индукционные реле. Реле направления мощности. Реле частоты. Тепловые реле. Позисторная защита двигателей.</p> <p><i>Устный опрос №8</i></p> <p>Трансформаторы тока. Устройство, принцип действия, схема замещения, погрешности трансформаторов тока. Схемы включения трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Назначение, основные параметры, погрешности трансформаторов напряжения.</p> <p><i>Устный опрос №9</i></p> <p>Предохранители. Плавкие вставки. Выбор предохранителей. Автоматические воздушные выключатели. Токоведущие части, дугогасительная система, приводы, расцепители. Выбор автоматических выключателей.</p>

ПК-11 Способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности

Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при производстве монтажных работ в системах электроснабжения; – основные понятия и определения, используемые при монтаже электрических аппаратов напряжением до и выше 1000 В в системах электроснабжения; – особенности монтажа электрических аппаратов отечественного и зарубежного производства. 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды ионизации и деионизации межконтактного промежутка. 2. Способы гашения электрической дуги. 3. Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов. 4. Конструкции электрических контактов. Параметры. 5. Электромагниты. Сила тяги электромагнитов постоянного тока. 6. Особенности электромагнитов переменного тока. 7. Предохранители. Конструкции, выбор предохранителей. 8. Измерительные трансформаторы тока. Назначение, основные параметры. 9. Погрешности трансформаторов тока. Классы точности. 10. Схемы соединения трансформаторов тока и реле. <p>Методические рекомендации для подготовки к экзамену Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине заключается в</p>
-------	---	--

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – выделять основные производственные факторы, которые необходимо учитывать при монтаже электрических аппаратов в системах электроснабжения; – применять способы и методы монтажа электрических аппаратов при определенных условиях построения системы электроснабжения или технологических особенностей производства; – организовывать производство электромонтажных работ в системах электроснабжения до и выше 1000 В. 	<p>Примерные практические задания к экзамену:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																						
		<p>ЗАДАЧА 2. Для прямого пуска короткозамкнутого асинхронного электродвигателя серии 4 А мощностью P, питающегося от сети с номинальным напряжением $U_{ном} = 380$ В, используется магнитный пускатель, схема включения которого представлена на рис. 1. В состав пускателя входят контактор КМ и тепловые реле КК1 и КК2. Определить необходимые параметры двигателя и выбрать тип пускателя и параметры его тепловых реле.</p> <p>Данные для расчета приведены в табл. 3.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица 3</i></p> <table border="1" data-bbox="913 619 1989 874"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметры</th> <th colspan="10">В а р и а н т ы</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P, кВт</td> <td>15</td> <td>18,5</td> <td>22</td> <td>15</td> <td>18,5</td> <td>22</td> <td>11</td> <td>15</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>$\cos \varphi_{дв}$</td> <td>1</td> <td>0,92</td> <td>0,91</td> <td>0,88</td> <td>0,88</td> <td>0,90</td> <td>0,86</td> <td>0,87</td> <td>0,75</td> <td>0,82</td> </tr> <tr> <td>η</td> <td>8</td> <td>0,885</td> <td>0,885</td> <td>0,885</td> <td>0,895</td> <td>0,90</td> <td>0,86</td> <td>0,875</td> <td>0,87</td> <td>0,87</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 1</p> </div>	Параметры	В а р и а н т ы										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	P , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15	$\cos \varphi_{дв}$	1	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82	η	8	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87
Параметры	В а р и а н т ы																																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																														
P , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15																																														
$\cos \varphi_{дв}$	1	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82																																														
η	8	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87																																														

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Технические данные некоторых типов пускателей и тепловых реле приведены в табл. 4 и 5.</p> <p style="text-align: center;">Методические указания</p> <p>1. Определение номинального тока двигателя</p> $I_{ном,дв} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi_{дв} \eta},$ <p>где $\cos \varphi_{дв}$ – коэффициент мощности двигателя ; η – КПД (табл. 3).</p> <p>По величине этого тока из табл. 4 производится выбор пускателя таким образом, чтобы максимальный рабочий ток пускателя в категории применения АС-3 (пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке) был не менее номинального тока двигателя и максимально близким к нему .</p> <p>2. Определение номинального тока уставки теплового реле.</p> <p>Для лучшего согласования перегрузочной характеристики двигателя и защитной (время-токовой) характеристики реле номинальный ток уставки выбирается на 15-20 % выше номинального тока двигателя, т. е.</p> $I_{уст,ном} = (1,15 + 1,20)I_{ном,дв},$ <p>так как в тепловое реле выбранного выше пускателя может быть установлен тепловой элемент с различным номинальным током (током срабатывания при нулевом положении регулятора), то из ряда этих токов для реле пускателя необходимо выбрать значение, ближайшее к $I_{уст,ном}$ и проверить, укладывается ли величина $I_{уст,ном}$ в пределы регулирования номинального тока уставки (+25 %). Технические данные магнитных пускателей при $U_{ном}=380$ В приведены в табл. 4.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– практическими навыками монтажа отдельно взятых элементов системы электроснабжения;</p> <p>– методами и навыками монтажа комплексов электрооборудования, включающих несколько взаимосвязанных элементов – измерительные приборы и трансформаторы, коммутационные и защитные аппараты, релейную защиту и автоматику и т.п.;</p> <p>– способами монтажа при заданных условиях технологического процесса или нестандартных конфигурациях системы электроснабжения до и выше 1000 В.</p>	<p>Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №1</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №1</i> – Классификация аппаратов, основные требования к электрическим аппаратам. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.</p> <p>Нагрев электрических аппаратов.</p> <p>Перечень вопросов к контрольной работе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. К какой категории электрических аппаратов относится реактор? <ol style="list-style-type: none"> а) защитные аппараты б) контролирующие аппараты в) ограничивающие аппараты г) измерительные аппараты 2. Защитные свойства оболочки электрического аппарата обозначаются буквами <ol style="list-style-type: none"> а) IM б) IC в) IP г) IN 3. Какое климатическое условие соответствует климатическому исполнению «О»? <ol style="list-style-type: none"> а) умеренный климат б) общетропический климат в) общеклиматический г) тропический влажный климат 4. Категории размещения «под навесом» соответствует обозначение <ol style="list-style-type: none"> а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 5. По какой формуле определяются электродинамические усилия между двумя проводниками?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>а) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}$</p> <p>б) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}$</p> <p>в) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}$</p> <p>6. По какой формуле определяются электродинамические усилия в проводнике с переменным сечением?</p> <p>а) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}$</p> <p>б) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}$</p> <p>в) $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}$</p> <p>7. Электродинамические усилия между двумя параллельными проводниками, через которых протекает переменный ток, пропорциональны</p> <p>а) квадрату тока</p> <p>б) квадрату напряжения</p> <p>в) квадрату сопротивления</p> <p>г) току в 1-й степени</p> <p>8. Причиной возникновения апериодической составляющей тока при переходных процессах в сетях высокого напряжения является</p> <p>а) индуктивный характер цепи</p> <p>б) емкостной характер цепи</p> <p>в) чисто активный характер цепи</p> <p>9. Температура считается установившейся, если за 1 час нагрева она изменяется не более чем на</p> <p>а) 1° С</p> <p>б) 5° С</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		в) 10° С г) 0,1° С 10. Режим работы электрического аппарата, при котором за период включения аппарат не успевает нагреться до $Q_{уст}$, а за время паузы успевает остыть до $Q_{о.с.}$ а) продолжительный режим работы б) прерывисто-продолжительный в) кратковременный
ПК-12 Готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при проведении испытаний вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; – основные понятия и определения в области испытаний электрических аппаратов до и выше 1000 В; – основные способы и методы проведения испытательных мероприятий электрических аппаратов до и выше 1000 В. 	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Измерительные трансформаторы напряжения. 2. Магнитные пускатели. Схема управления реверсивным асинхронным двигателем. 3. Реле. Классификации и параметры реле. 4. Тепловые и температурные реле. 5. Максимальные реле тока серии РТ-40. 6. Реле минимального напряжения серии РН-54. 7. Промежуточные реле. Реле с замедлением при срабатывании и возврате. 8. Реле времени. 9. Предохранители. Назначение, характеристики, выбор. 10. Автоматические воздушные выключатели. Назначение, устройство, основные элементы. 11. Защитные характеристики автоматических воздушных выключателей. <p style="text-align: center;">Методические рекомендации для подготовки к экзамену</p> <p>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине заключается в самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																					
<p>Уметь</p>	<p>– выделять основные условия корректного проведения испытательных работ электрооборудования;</p> <p>– подготавливать электрические аппараты к проведению испытательных работ с соблюдением всех необходимых требований и нормативов;</p> <p>– организовывать испытательные мероприятия электрических аппаратов до и выше 1000 В.</p>	<p align="center">Примерные практические задания к экзамену:</p> <p align="center">ЗАДАЧА 3. Для защиты от токов короткого замыкания цепи питания короткозамкнутого асинхронного электродвигателя мощностью P (рис. 1 и табл. 3) используются плавкие предохранители серии ПР-2 (разборные, без наполнителя).</p> <p>Определить номинальный и пограничный токи, а также сечение медной плавкой вставки и выбрать наиболее близкое по номинальному току плавкой вставки исполнение предохранителя. Технические данные предохранителей серии ПР-2 при напряжении 380 В приведены в табл. 6.</p> <p align="right"><i>Таблица 6</i></p> <table border="1" data-bbox="842 794 1966 1187"> <thead> <tr> <th>Номинальный ток предохранителя, А</th> <th>Номинальные токи плавких вставок, А</th> <th>Предельный отключаемый ток при $\cos\varphi_A = 0,4$, А</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>6, 10 и 15</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>15, 20, 25, 35, 45 и 60</td> <td>8000</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>60,80 и 100</td> <td>11000</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>100, 125, 160 и 200</td> <td>11000</td> </tr> <tr> <td>350</td> <td>200, 225, 260, 300 и 350</td> <td>13000</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>350, 430, 500 и 600</td> <td>20000</td> </tr> </tbody> </table> <p>где $\rho_0 = 1,75 \cdot 10^{-6}$ Ом · см – удельное сопротивление меди; $\alpha_c = 0,004$ 1/град – температурный коэффициент сопротивления для меди; $T_{пл} = 1083^\circ\text{C}$ – температура плавления меди; $T_{окр} = 40^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды; $K_T = 11 \cdot 10^{-4}$ Вт/см² град – коэффициент теплопередачи с наружной поверхности вставки.</p>	Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный отключаемый ток при $\cos\varphi_A = 0,4$, А	15	6, 10 и 15	4500	60	15, 20, 25, 35, 45 и 60	8000	100	60,80 и 100	11000	200	100, 125, 160 и 200	11000	350	200, 225, 260, 300 и 350	13000	600	350, 430, 500 и 600	20000
Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный отключаемый ток при $\cos\varphi_A = 0,4$, А																					
15	6, 10 и 15	4500																					
60	15, 20, 25, 35, 45 и 60	8000																					
100	60,80 и 100	11000																					
200	100, 125, 160 и 200	11000																					
350	200, 225, 260, 300 и 350	13000																					
600	350, 430, 500 и 600	20000																					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– практическими навыками производства испытаний отдельно взятых электрических аппаратов, а также комплексов электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– методами и навыками производства испытаний комплекса электроэнергетического и электротехнического оборудования, включающего несколько взаимосвязанных объектов - измерительные приборы и трансформаторы, коммутационные и защитные аппараты, релейную защиту и автоматику и т.п.;</p> <p>способами проведения испытаний при заданных условиях технологического процесса или нестандартных конфигурациях системы электроснабжения до и выше 1000 В.</p>	<p>Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №2</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №2 – Основы теории горения и гашения электрической дуги. Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов. Контакторы и пускатели. Релейные аппараты. Аппараты для измерения электрических величин. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений. Перечень вопросов к контрольной работе:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сульфидные пленки на поверхности контактов электрических аппаратов - результат взаимодействия металла с <ol style="list-style-type: none"> а) азотом б) серой в) кислородом г) углеродом 2. Что из перечисленного не является требованием к материалу контактных соединений <ol style="list-style-type: none"> а) высокая электропроводность б) высокая теплопроводность в) высокая твердость для уменьшения усилия нажатия г) высокая твердость для уменьшения механического износа 3. Расстояние, на которое перемещается подвижная контактная система после касания контактов <ol style="list-style-type: none"> а) раствор б) провал в) зазор 4. Способ гашения электрической дуги, при котором используется множество медных или железных пластин <ol style="list-style-type: none"> а) перемещение дуги б) растягивание дуги в) соприкосновение дуги с поверхностью г) деление дуги на ряд коротких 5. Химическая формула элегаза <ol style="list-style-type: none"> а) S₆H

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>б) SH_6 в) S_6F г) SF_6</p> <p>6. Класс точности трансформатора тока гарантируется для определенного значения а) вторичного тока цепи б) вторичного напряжения цепи в) вторичного сопротивления цепи</p> <p>7. При каком токе в электромагнитных реле возникает вибрация, ухудшающая его эксплуатационные характеристики а) постоянном б) переменном в) в обоих случаях</p> <p>8. Максимальное значение тока к.з., которое выключатель способен включить и отключить, оставаясь в исправном состоянии а) электродинамическая стойкость б) предельная коммутационная способность в) термическая стойкость</p> <p>9. Автоматы с выдержкой времени при перегрузках и мгновенного срабатывания при токах короткого замыкания называют а) нормальными б) быстродействующими в) селективными г) неселективными</p> <p>10. Что характеризует термин «величина пускателя»? а) допустимый ток контактов магнитного пускателя б) допустимое напряжение контактов магнитного пускателя в) допустимую температуру нагрева контактов магнитного пускателя г) габаритные размеры магнитного пускателя</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку «отлично» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «хорошо» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. Электрические аппараты : учебник и практикум для вузов — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453035> (дата обращения: 22.09.2020).

2. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00746-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451326> (дата обращения: 22.09.2020).

б) Дополнительная литература

1. Измерительные трансформаторы тока и напряжения : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова, Н. Т. Патшин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 150 с. : ил., схемы, табл., граф., диагр., эскизы. - ISBN 978-5-9967-1236-6. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3638.pdf&show=dcatalogues/1/1524885/3638.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Юндин, М. А. Токовая защита электроустановок : учебное пособие / М. А. Юндин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1158-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1802> (дата обращения: 22.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы теории электрических аппаратов : учебник / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. Г. Годжелло, В. Г. Дегтярь. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1800-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61364> (дата обращения: 22.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Щербаков, Е. Ф. Электрические аппараты : учеб. пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 303 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-688-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1019416> (дата обращения: 22.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

5. Электрические аппараты : учебник и практикум для академического бакалавриата — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 250 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437836> (дата обращения: 22.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 167 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00746-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433944> (дата обращения: 22.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания

1. Николаев, А.А. Основы теории электрических аппаратов [Текст]: Учебное пособие / А.А. Николаев, Н.Т. Патшин, Ю.Н. Кондрашова, И.Р. Абдулвелеев. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. — 117 с. – ISBN 978-5-9967-0743-0.

2. **Патшин, А.А.** Электрические аппараты [Текст]: Практикум / Н.Т. Патшин, Е.Б. Ягольникова, И.Р. Абдулвелеев. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2018. — 109 с.

3. **Патшин, Н.Т.** Лабораторный практикум «Электрические аппараты» [Текст]: практикум / Н.Т. Патшин, А.А. Николаев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 145 с.

Перечень программного обеспечения:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Список Интернет-ресурсов, доступ к которым при регистрации обеспечен с любого компьютера:

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». – URL: <http://education.polpred.com/>.
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp.
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>.
6. **Schneider-electric.com** : Официальный сайт компании Schneider Electric [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.schneider-electric.com/products/ru/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
7. **Abb.ru** : Официальный сайт компании АББ в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.abb.ru/ProductGuide/>, свободный. – Загл. с экрана.
8. **Energy.siemens.com** : Официальный сайт компании Siemens в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.energy.siemens.com/ru/ru/#>, свободный. – Загл. с экрана.
9. **Legrand.ru** : Официальный сайт компании Legrand в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.legrand.ru/product/>, свободный. – Загл. с экрана.
10. **Moeller.ru** : Официальный сайт компании Moeller в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.moeller.ru/products_solutions, свободный. – Загл. с экрана.
11. **Nexans.ru** : Официальный сайт компании Nexans в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.nexans.ru/eservice/Russia-ru RU/navigate -229/ .html>, свободный. – Загл. с экрана.
12. **Cablofil.ru** : Официальный сайт компании Cablofil в России [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.cablofil.ru/cable-trays-covers-dividers?translation=ru>, свободный. – Загл. с экрана.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электрические аппараты» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР) и экзамен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория релейной защиты и электроснабжения (ауд. 215)	Лабораторные стенды: 1. Испытания трансформаторов тока (лабораторная работа №2 - панель № 11). 2. Испытания электромагнитных реле тока и напряжения (лабораторная работа №8 – панель № 13). 3. Исследование схем и рабочих параметров магнитных пускателей (лабораторная работа №53 – панель № 21). 4. Испытания промежуточных реле и реле времени на установке У5052 (лабораторная работа №6 – панель № 22) 5. Автоматические выключатели (макеты - раздаточный материал). 6. Предохранители (макеты - раздаточный материал). 7. Измерительные трансформаторы тока (макеты - раздаточный материал). Наглядные материалы: 1. Плавкие вставки предохранителей. 2. Автоматический воздушный выключатель серии АП-50. 3. Дугогасительные решетки автоматических воздушных выключателей. 4. Катюшка магнитного дутья электромагнитного контактора постоянного тока. 5. Реле тока серии РТ-40. 6. Реле напряжения серии РН-53. 7. Промежуточное реле постоянного тока с замедлением РП-251. 8. Двухобмоточное промежуточное реле РП-232. 9. Двухпозиционное реле типа РП-8. 10. Промежуточное (трансформаторное) реле типа РП-341. 11. Магнитный пускатель типа ПМЕ, ПМЛ, ПАЕ. 12. Тепловые реле типа РТТ. 13. Герметичные контакты (герконы). 14. Измерительные трансформаторы тока.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной	Персональные компьютеры с пакетом MS Office,

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
работы обучающихся	выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования