Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 21.08.2025 13:36:09
Уникальный программный ключ:
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет Инженерный факультет

Кафедра Нефтегазового дела и энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____Л.И. Задорожная
«_____» _____ 20___г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине	**Б1.В.ДВ.05.01 Качество электрической энергии в электроэнергетических системах**
по направлению подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
по профилю подготовки (специализации)	Электроэнергетические системы и сети
квалификация (степень) выпускника	бакалавр
форма обучения	Очная, Заочная,
год начала подготовки	2025

Майкоп

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Составитель рабочей программы:

Доцент, Кандидат педагогических наук (должность, ученое звание, степень)	Подписано простой ЭП 07.08.2025 (подпись)	Кохужева Римма Батырбиевна (Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Нефтегазового дела и энергетики
(название кафедры)

Заведующий кафедрой:

20.08.2025	Подписано простой ЭП 20.08.2025 (подпись)	Меретуков Мурат Айдамирович (Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП
заведующий выпускающей кафедрой
по направлению подготовки (специальности)

20.08.2025	Подписано простой ЭП 20.08.2025 (подпись)	Меретуков Мурат Айдамирович (Ф.И.О.)

Согласовано:

НБ МГТУ
(название подразделения)

20.08.2025	Подписано простой ЭП 20.08.2025 (подпись)	И. Б. Берберьян (Ф.И.О.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Качество электрической энергии электроэнергетических систем» являются: формирование у студентов стройной и устойчивой системы знаний о фундаментальных закономерностях зажигания и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них. В целом о качестве электрической энергии.

Задачи дисциплины:

- развить практические навыки студентов в профессиональной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики и электротехники;

- научить студентов понимать физическую природу возникновения перенапряжений и о способах защиты от них;

- сформировать представление о закономерностях развития электроэнергетики и электротехники, обусловленных потребностью промышленного производства;

- ознакомить студентов с тенденциями развития энергетики и электротехники в XXI веке.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина «Качество электрической энергии электроэнергетических систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОП.

Теоретической базой дисциплины являются полученные ранее знания по дисциплинам «Физика», «Математика», «Теоретические основы электротехники». На базе этого формируются представления о современных электрических сетях и системах, о составляющих их элементах, включая основное электрооборудование современных подстанций и о перспективном прогрессивном развитии электрических сетей.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ПК-3.3	Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

		Формы контроля (количество)	Виды занятий				Итого часов	з.е.
		За	Лек	Пр	СРП	СР		
Курс 4	Сем. 8	1	36	24	0.25	83.75	**144**	4

Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий					Итого часов	з.е.
		За	Контр	Лек	Пр	КРАт	Контроль	СР		
Курс 4	Сем. 8	1	1	8	6	0.25	3.75	126	**144**	

5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)								Формы текущего/промежуточной контроля успеваемости текущего (по неделям семестра), промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАт	Контроль	СР	СЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8/8	Основные признаки качества электрической энергии.	1-3	6		4				15		Контроный опрос. Реферат
8/8	Критерии качества электрической энергии	4-6	6		4				15		Контроный опрос. Реферат
8/8	Виды технологических операций, способству-ющих сохранению ка-чества электрической энергии	7-9	8		4				15		Контроный опрос. Реферат
8/8	Получение и измерение качества электрической энергии	10-12	8		6				15		Контроный опрос. Реферат
8/8	Перенапряжения в электрических систе-мах	13-16	8		6				23.75		Контроный опрос. Реферат. Тесты
8/8	Итоговая аттестация	17				0.25					Зачёт
	ИТОГО:		**36**		**24**	**0.25**			**83.75**		

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАт	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
8/8	Основные признаки качества электрической энергии.	1		1				25	
8/8	Критерии качества электрической энергии	1		1				25	
8/8	Виды технологических операций, способству-ющих сохранению ка-чества электрической энергии	2		1				25	
8/8	Получение и измерение качества электрической энергии	2		1				25	
8/8	Перенапряжения в электрических систе-мах	2		2				26	
8/8	Итоговая аттестация: зачёт					0.25	3.75		
	ИТОГО:	**8**		**6**		**0.25**	**3.75**	**126**	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Качество электрической энергии в электроэнергетических системах», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8/8	Основные признаки качества электрической энергии.	6	1		Общие сведения об электрофизических процессах в диэлектрических средах. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики и электротехники, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов.	ПК-3.3;	Знать: принципы технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования Уметь: выполнять в соответствии заданными параметрами технический контроль состояния и работоспособности технологического оборудования Владеть: навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования	, Лекции-визуализации
8/8	Критерии качества электрической энергии.	6	1		Классификация видов электрических полей. Основные виды ионизационных процессов. Виды эмиссии. Явление электроотрицательности. Понятие плазмы. Степень ионизации. Уравнение Саха. Понятие «лавина электронов». Лавинная форма развития разряда. Стример. Стримерная форма развития разряда. Разряд в резконеоднородных полях. Закон Пашена. Закономерности возникновения и развития основных видов	ПК-3.3;	Знать: принципы технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования Уметь: выполнять в соответствии заданными параметрами технический контроль состояния и работоспособности технологического оборудования Владеть: навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования	, Лекции-визуализации

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					электрических разрядов в газах: коронный, искровой, дуговой, поверхностный Лидерная форма разряда. Молния. Понятие о частичных разрядах. Время запаздывания разряда. Общая характеристика и теории пробоя жидких диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков: электрический, тепловой, электрическое старение.			
8/8	Виды технологических операций, способствующих сохранению качества электрической энергии	8	2		Классификация изоляции. Виды внутренней изоляции. Линейная и аппаратно-станционная изоляция. Изоляция ЛЭП. Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы. Вводы. Изоляция мощных трансформаторов, конденсаторов, кабелей, электрических машин. Новые перспективные разработки в области изоляции.	ПК-3.3;	Знать: принципы технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования Уметь: выполнять в соответствии заданными параметрами технический контроль состояния и работоспособности технологического оборудования Владеть: навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования	, Лекции-визуализации
8/8	Получение и измерение качества электрической энергии	8	2		Методы и устройства получения высоких переменных, постоянных и импульсных напряжений. Генератор импульсных напряжений Аркадьева-Маркса. Генератор импульсных токов. Способы измерений высоких напряжений: электростатический вольтметр, измерительный шаровой разрядник, делители	ПК-3.3;	Знать: принципы технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования Уметь: выполнять в соответствии заданными параметрами технический контроль состояния и работоспособности технологического оборудования Владеть: навыками осуществления	, Лекции-визуализации

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					напряжения. Измерение больших импульсных токов.		технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования	
8/8	Перенапряжения в электрических системах	8	2		Классификация перенапряжений. Уровни и координация изоляции. Волновые процессы в линиях и трансформаторах. Грозовые перенапряжения. Параметры молнии. Зоны защиты молниеотводов. Квазистационарные, феррорезонансные и коммутационные перенапряжения. Средства защиты от перенапряжений.	ПК-3.3;	Знать: Уметь: Владеть:|/textarea|	

, Лекции-визуализации

	ИТОГО:	**36**	**8**					

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
8/8	Основные признаки качества электрической энергии	Основные признаки качества электрической энергии	4	1	
8/8	Критерии качества электрической энергии	Критерии качества электрической энергии	4	1	
8/8	Виды технологических операций, способствующих сохранению ка-чества электрической энергии	Виды технологических операций, способствующих сохранению качества электрической энергии	4	1	
8/8	Получение и измерение качества электрической энергии	Получение и измерение качества электрической энергии	6	1	
8/8	Перенапряжения в электрических системах	Перенапряжения в электрических системах	6	2	
	ИТОГО:		**24**	**6**	

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом не предусмотрено

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
8/8	Основные признаки качества электрической энергии.	Составление плана-конспекта. Реферат	1-3	15	25	
8/8	Критерии качества электрической энергии	Составление плана-конспекта. Реферат	4-6	15	25	
8/8	Виды технологических операций, способству-ющих сохранению ка-чества электрической энергии	Составление плана-конспекта. Реферат	7-9	15	25	
8/8	Получение и измерение качества электрической энергии	Составление плана-конспекта. Реферат	10-12	15	25	
8/8	Перенапряжения в электрических систе-мах	Составление плана-конспекта. Реферат	13-17	24	26	
	ИТОГО:			**84**	**126**	

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Модуль	Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Модуль 5 Деятельность и виды студенческих объединений	02.2028 ФГБОУ ВО «МГТУ»	Работа с предприятиями: проведения ярмарок вакансий; организация экскурсий; презентация предприятия.	Групповая	Кохужева Р.Б.	ПК-3.3;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
621.311(07) К 30 Качество электрической энергии в электроэнергетических системах : учебно-методическое пособие для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль Электроэнергетические системы и сети) для всех форм обучения / Минобрнауки России, ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т, Инженер. фак., Каф. нефтегаз. дела и энергетики ; составитель Кохужева Р.Б. - Майкоп : Б.и, 2019. - 94 с. - Текст : электронный. - Режим доступа: свободный. - Библиогр.: с. 93 (5 назв.)	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100058852

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Макашева, С.И. Качество электрической энергии: мониторинг, прогноз, управление : монография / Макашева С.И. - Хабаровск : ДВГУПС, 2020. - 114 с. - ЭБС Лань. - URL: https://e.lanbook.com/book/179393. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-262-00826-1	https://e.lanbook.com/book/179393
Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т.А. Филиппова. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 294 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/91282.html. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-3589-2	http://www.iprbookshop.ru/91282.html

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласного учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	**ЗФО**	**ОЗФО**	
ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования			
6	8		Эксплуатационная практика
8	9		Преддипломная практика
8	9		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
8	8		Качество электрической энергии в электроэнергетических системах
8	8		Молниезащита воздушных линий электропередач и подстанций

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	**удовлетворительно**	**хорошо**	**отлично**	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ПК-3: Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности					
ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования					
Знать: правила безопасности электроэнергетического производства, в том числе при возникновении нештатных и аварийных ситуаций	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Устный опрос. Домашние задания. Тесты. Зачёт
Уметь: организовывать работу по предупреждению и ликвидации аварийных и нештатных ситуаций с привлечением сервисных компаний, оценивать риски	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы текущего контроля знаний по разделам рабочей программы дисциплины

«Качество электрической энергии в электроэнергетических системах »

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемый на протяжении семестра.

Тема 1. Электрофизические процессы в диэлектрических средах

Виды электрических полей? Классификация ионизационных процессов. Виды ионизации? Виды эмиссионных процессов? Что называется фотопроцессами? Приведите вывод уравнения самостоятельности электрического разряда в газе. Каков смысл коэффициентов в уравнении самостоятельности электрического разряда в газе? Что такое «стример»? Каков критерий лавинно-стримерного перехода? Каковы особенности разряда в резконеоднорордных полях? Что такое «лидер»? Каков критерий стримерно-лидерного перехода? Назовите основные стадии развития молниевого разряда? В чем состоит эффект полярности? Основные типы проводимости жидких диэлектриков?

Тема 2. Изоляция высоковольтного оборудования

В чем состоят условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования? Назначение и конструктивные особенности изоляции воздушных ЛЭП? Каково исполнение опорных изоляторов для внутренней и наружной установок? Особенности назначения и конструктивного исполнения проходных изоляторов? Высоковольтные вводы: назначение, тип изоляции, конструктивное исполнение. Современные типы высоковольтных вводов. Каковы характеристики основных материалов применяемых в силовых конденсаторах? Конструктивные особенности изоляции трансформаторов напряжения? Силовые трансформаторы: назначение, конструктивное исполнение изоляции?

Тема 3. Получение и измерение высоких напряжений

Как классифицируются трансформаторы в высоковольтной технике? Какие требования предъявляются к испытательным трансформаторам? В силу, каких причин повышение напряжения трансформатора более 750 кВ оказывается нецелесообразным? Способы получения напряжения постоянного тока? Приведите схему и поясните принцип работы генератора импульсных токов? В чем состоит принципиальное различие в работе ГИН и ГИТ? Назовите способы измерения высоких напряжений. В чем

состоят сложности при измерении на высоком напряжении?

В каких областях современной индустрии используется высоковольтное испытательное оборудование?

Тема 4. Перенапряжения в электрических системах

Классификация перенапряжений и их кратность? В чем состоит принципиальное отличие внешних перенапряжений от внутренних? Почему грозовые перенапряжения наиболее опасны для сетей средних классов напряжения, а коммутационные для сетей высших классов

напряжений? Грозозащита ЛЭП и подстанций? Защита подстанций от набегающих волн? Зона защиты тросового молниеотвода? Каким образом импульсная корона влияет на параметры грозового импульса, распространяющегося по линии электропередачи? В чем заключаются принципы работы ограничителя перенапряжений?

9. Какие виды коммутационных перенапряжений возникают в энергосистемах?

10. С чем связаны более высокие перенапряжения при АПВ по сравнению с плановым включением линии?

11. Объясните принцип работы дугогасительных катушек.

12. Почему ограничиваются перенапряжения при установке резисторов в выключателях?

13. Какие значения имеют допустимые кратности внутренних перенапряжений?

14. Какие средства применяются для ограничения внутренних перенапряжений?

Комплект тестовых заданий для проверки остаточных знаний по дисциплине

«Качество электрической энергии»

Тест 1

Каковы основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики и электротехники, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов? Классификация видов электрических полей. Каковы основные виды ионизационных процессов? Каковы виды эмиссии?

Тест 2

Классификация видов электрических полей. Какие основные виды ионизационных процессов вы знаете? Какие виды эмиссии существуют? Явление электроотрицательности, это Что вы понимаете под понятием плазмы?

Тест 3

Степень ионизации, это Уравнение Саха имеет вид: Что вы понимаете под «лавиной электронов»? Стример. Стримерная форма развития разряда-это Разряд в резконеоднородных полях представляет собой

Тест 4

Лидерная форма разряда-это Молния представляет собой Пробой жидких диэлектриков представляет собой Виды изоляции. Виды внутренней изоляции.

Тест 5

Изоляция ЛЭП представляет собой Вводы бывают Молниеотводы бывают вида Средства защиты от перенапряжений-это

Тесты для проведения текущего контроля знаний обучающихся

1. Расчетную кратность внутренних перенапряжений можно снизить:

а)путем установки ОПН;

б)используя вакуумные выключатели;

в)путем повышения Uном.

2. Явление «срез» тока возникает при использовании:

а)масляных выключателей;

б)вакуумных выключателей;

в)элегазовых выключателей;

г)а и б;

д)а и в;

е)б и в;

ж)а, б, в.

3. Причинами возникновения коммутационных перенапряжений являются:

а)включение разомкнутой линии под напряжение;

б)нестабильное горение дуги в вы-ключателях при отключении разомкнутых линий или конденсаторных батарей вы-ключателями;

в)явление «среза» тока;

г)а и б;

д)а и в;

е)б и в;

ж)а, б, в.

4. Средствами ограничения внутренних перенапряжений являются:

а)шунтирующие реакторы, заземляющие реакторы и резистивное заземление нейтрали;

б)ОПН, рези-сторы, шунтирующие дугогасящие промежутки выключателей;

в) RC-цепочки и управление моментом замыкания контактов выключателя при включении;

г)а и б;

д)а и в;

е)б и в;

ж)а, б, в.

5. К внутренним перенапряжениям относятся:

а)коммутационные и квазистационарные перенапряжения;

б)коммутационные перенапряжения и кратковременные повышения напряжения, вызванные изменением режима работы электрооборудования;

в)атмосферные и коммутационные перенапряжения;

г)коммутационные, квазистационарные перенапряжения и кратковременные повышения напряжения, вызванные изменением режима работы электрооборудования.

Темы рефератов

Коммутационные перенапряжения и перенапряжения установившегося режима. Перенапряжения при включении разомкнутой линии и автоматическом повторном включении (АПВ). Перенапряжения при перемежающихся замыканиях на землю в сетях с незаземленной нейтралью. Установившиеся перенапряжения при КЗ и неполнофазных режимах. Феррорезонансные перенапряжения. Ограничение внутренних перенапряжений. Методы и средства профилактического контроля внутренней изоляции. Координация изоляции по уровню грозовых и внутренних перенапряжений. Разрядные напряжения и выбор внешней изоляции на линиях и в открытых распределительных устройствах при воздействии напряжения промышленной частоты, грозовых и коммутационных импульсов.

Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине

«Качество электрической энергии»

Общие сведения об электрофизических процессах в диэлектрических средах. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики и электротехники, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Классификация видов электрических полей. Основные виды ионизационных процессов. Виды эмиссии. Явление электроотрицательности. Закономерности возникновения и развития основных видов электрических разрядов в газах: коронный, искровой, дуговой, поверхностный. Лидерная форма разряда. Молния. Понятие о частичных разрядах. Время запаздывания разряда. Общая характеристика и теории пробоя жидких диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков: электрический, тепловой, электрическое старение. Классификация изоляции. Виды внутренней изоляции. Линейная и аппаратно-станционная изоляция. Изоляция ЛЭП. Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы. Изоляция мощных трансформаторов, конденсаторов, кабелей, электрических машин. Новые перспективные разработки в области изоляции. Методы и устройства получения высоких переменных, постоянных и импульсных напряжений. Классификация перенапряжений. Грозовые перенапряжения. Параметры молнии. Зоны защиты молниеотводов. Квазистационарные, феррорезонансные и коммутационные перенапряжения. Средства защиты от перенапряжений. Коммутационные перенапряжения и перенапряжения установившегося режима. Перенапряжения при включении разомкнутой линии и автоматическом повторном включении (АПВ). Перенапряжения при перемежающихся замыканиях на землю в сетях с незаземленной нейтралью. Установившиеся перенапряжения при КЗ и неполнофазных режимах. Феррорезонансные перенапряжения. Ограничение внутренних перенапряжений. Методы и средства профилактического контроля внутренней изоляции.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к выполнению тестового задания

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

- закрытая форма – наиболее распространенная форма и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил;

- открытая форма – вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»);

- установление соответствия – в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

установление последовательности – предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Тесты сгруппированы по темам. Количество тестовых вопросов в разделе различно, что обусловлено объемом изучаемого материала и ее трудоемкостью.

Формулировки вопросов построены по следующим основным принципам:

Выбрать верные варианты ответа.

В пункте приведены конкретные вопросы и варианты ответов. Предлагается выбрать номер правильного ответа из предлагаемых вариантов. При этом следует учесть важное требование: в ответах к заданию обязательно должен быть верный ответ и он должен быть только один.

Необходимо выбрать верный ответ на поставленный вопрос и сверить его с правильным ответом, который дается в конце.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Требования к написанию реферата

Реферат – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности. Автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д.

Критерии оценивания реферата:

Отметка «отлично» выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Отметка«хорошо» - основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Отметка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод.

Отметка «неудовлетворительно» - тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии оценки знаний студентов на зачете:

1. Оценка **«зачтено»** ставятся студенту, ответ которого свидетельствует:

- ополном знании материала попрограмме;

- ознании рекомендованной литературы,

- о знании концептуально-понятийного аппарата всего курса и принимавший активное участия насеминарских занятиях, атакже содержит вцелом правильное иаргументированное изложение материала.

2. Оценка **«незачтено»** ставятся студенту, имеющему существенные пробелы взнании основного материала по программе, атакже допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения : учебное пособие / Фролов Ю.М., Шелякин В.П. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - ЭБС Лань. - URL: https://e.lanbook.com/book/211061. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8114-1385-0	https://e.lanbook.com/book/211061

8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроэнергетические системы и сети" : для подготовки бакалавров направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети", форма обучения : очная, заочная / Минобрнауки России, ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т, Инженер. фак., Каф. нефтегаз. дела и энергетики ; составитель Кохужева Р.Б. - Майкоп : Б.и, 2023. - 40 с. - Прил.: с. 25-40. - Режим доступа: свободный. - Библиогр.: с. 22-24 (12 назв.)	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100052530
Методические рекомендации по написанию и оформлению рефератов / Минобрнауки России, ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т, Инженер. фак., Каф. нефтегаз. дела и энергетики ; составитель Кохужева Р.Б. - Майкоп : Б.и, 2023. - 15 с. - Прил.: с. 13-14. - Режим доступа: свободный	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100052528
621.311(07) К 30 Качество электрической энергии в электроэнергетических системах : учебно-методическое пособие для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль Электроэнергетические системы и сети) для всех форм обучения / Минобрнауки России, ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т, Инженер. фак., Каф. нефтегаз. дела и энергетики ; составитель Кохужева Р.Б. - Майкоп : Б.и, 2019. - 94 с. - Текст : электронный. - Режим доступа: свободный. - Библиогр.: с. 93 (5 назв.)	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100058852
Макашева, С.И. Качество электрической энергии: мониторинг, прогноз, управление : монография / Макашева С.И. - Хабаровск : ДВГУПС, 2020. - 114 с. - ЭБС Лань. - URL: https://e.lanbook.com/book/179393. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-262-00826-1	https://e.lanbook.com/book/179393

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. /index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya Ресурсы открытого доступа МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ - https://minenergo.gov.ru/ Netelectro - Новости электротехники, статьи и информация, доска объявлений, видео-презентации и реклама, каталог компаний и оборудования. - https://netelectro.ru/ Электротехника - https://electrono.ru/ Электроэнергетические системы - http://ee-system.ru/ https://minenergo.gov.ru/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины «Качество электрической энергии в электроэнергетических системах»

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
Основные признаки качества электрической энергии.	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материалы	устная речь	ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования
Критерии качества электрической энергии.	лекция, приобретение знаний	изучение нового учебного материала	устная речь	ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования
Виды технологических операций, способствующих сохранению качества электрической энергии	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материала	устная речь	ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования
Получение и измерение качества электрической энергии	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материала	устная речь	ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования
Перенапряжения в электрических системах	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материала	устная речь	ПК-3.3 Владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования

Учебно-методические материалы по практическим (семинарским) занятиям дисциплины

"Качество электрической энергии в электроэнергетических системах"

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Наименование семинарского занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
Тема 2. Электрофизические процессы в диэлектрических средах	Характеристики короны на проводах при переменном напряжении	Написание реферата	формирование и совершенствование знаний	Устный опрос
Тема 2. Электрофизические процессы в диэлектрических средах	Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Устный опрос Реферат
Тема 3. Изоляция высоковольтного оборудования	Распределение напряжения по гирлянде подвесных изоляторов	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Устный опрос Реферат
Тема 3. Изоляция высоковольтного оборудования	Профилактические испытания изоляции трансформатора	Составление плана-конспекта	формирование и совершенствование знаний	Устный опрос Тесты
Тема 4. Получение и измерение высоких напряжений	Генератор импульсных напряжений по схеме Аркадьева-Маркса	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Контрольная работа
Тема 5. Перенапряжения в электрических системах	Волновые процессы в обмотках трансформатора	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Устный опрос Реферат
Тема 5. Перенапряжения в электрических системах	Перенапряжения при несимметричном отключении фаз	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Тесты Реферат

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Autodesk AutoCAD Свободная лицензия
Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095
Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. – Москва, 2011 - – URL: http://znanium.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znanium.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. – Саратов, 2010 - . – URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - – URL: https://нэб.рф/. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - – URL: https://нэб.рф/. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем

Название
изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . – URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . – URL: https://cyberleninka.ru/ - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. https://cyberleninka.ru/

11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (2-2-40а) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Гоголя/ул. Первомайская, дом № 17/дом № 210 (385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Гоголя/ ул. Первомайская, дом №17/ дом № 210, строение №1), Учебный корпус № 2	Учебная мебель на 40 посадочных мест, доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран)	Adobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk AutoCAD Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401
Лаборатория электроэнергетических систем (2-2-45) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Гоголя/ул. Первомайская, дом № 17/дом № 210 (385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Гоголя/ ул. Первомайская, дом №17/ дом № 210, строение №1), Учебный корпус № 2	Учебная мебель для аудитории на 26 посадочных мест, интерактивная доска, лабораторное оборудование: учебный лабораторный стенд «Электрические и магнитные цепи, основы электроники, электрические машины и привод» ЭОЭ4М-С-К исполнение стендовое компьютерное; учебный лабораторный стенд «Электрические станции и подстанции, электроэнергетические системы и сети, релейная защита, автоматизация электроэнергетических систем, электроснабжение, переходные процессы в электроэнергетических системах» ЭЭ2М-С-К, исполнение стендовое компьютерное	Adobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk AutoCAD Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401
Помещения для самостоятельной работы (1-Читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ» 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Мебель на 150 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест, специализированная мебель (стулья, столы, шкафы, шкафы выставочные), мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксерокс)	Adobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk AutoCAD Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401