

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по
учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техника высоких напряжений
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний по физическим явлениям, происходящих в изоляции ВЭО при наложении электрического поля; изучение изоляционных конструкций высоковольтного оборудования; изучение методов и устройств для испытания и защиты изоляции ВЭО.

Задачи изучения дисциплины: приобретение теоретических и практических знаний о роли изоляции в конструкциях ВЭО; методам испытаний и защиты изоляции ВЭО для надежного электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных предприятий и городской инфраструктуры.

Дисциплина направлена на формирование компетенций УК-8 и ПК-1 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», «Элективные дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Электротехнические материалы», «Электрические и электронные аппараты», «Общая энергетика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Научно-исследовательская работа», преддипломная практика, ВКР по высоковольтным электрическим аппаратам.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением электрических аппаратов.

Курс является фундаментом для формирования навыков в последующей работе на предприятиях по специальности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 ак.ч. для групп ЭМА, 4 ак.ч. для группы ЭМАБП-з), практические занятия (24 ак.ч. для групп ЭМА, 4 ак.ч. для группы ЭМАБП-з) и самостоятельная работа студента (60 ак.ч. для групп ЭМА, 100 ак.ч. для группы ЭМАБП-з).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре для группы ЭМАБП и на 5 курсе в 9 семестре для группы ЭМАБП-з. Форма промежуточной аттестации – **зачет**.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Техника высоких напряжений» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8	УК-8.3. Владеть методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

Способен: – использовать методы анализа, расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии, электромеханических систем и их элементов; – проектировать электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и их элементы в соответствии с техническим заданием, стандартами и нормативными требованиями, в том числе с использованием современных средств проектирования; – участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности, их энергоснабжении, в проектировании элементов систем управления; – применять методы автоматического управления при разработке электромеханических систем.	ПК-1	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных характеристик, принципов действия и режимов работы электромеханических и электромагнитных преобразователей энергии, электромеханических систем и их элементов. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, проектирует электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и их элементы. Применяет знания теории автоматического управления. ПК-1.2. Анализирует технические характеристики современных электрических машин и трансформаторов, электрических и электронных аппаратов, а также систем на их основе. Обосновывает выбор проектного решения, демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации, проводит технико-экономические расчеты. Разрабатывает системы электрического привода с применением методов автоматического управления. ПК-1.3. Рассчитывает и моделирует электромеханические системы и их элементы на базе стандартных пакетов прикладных программ. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, оформляет результаты проектных работ в соответствии с техническим заданием, стандартами, техническими условиями и другим нормативным документами.
--	-------------	--

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак. ч. по семестрам
		8
Аудиторная работа, в том числе:	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	60	60
Подготовка к лекциям	12	12
Подготовка к лабораторным работам	0	0
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	24	24
Выполнение курсовой работы / проекта	0	0
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0
Домашнее задание	8	8
Подготовка к контрольной работе	4	4
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	0	0
Работа в библиотеке	0	0
Подготовка к зачету	6	6
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3	3
Общая трудоёмкость дисциплины		
Ак. ч.	108	108
З. е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 2 темы:

- тема 1 (Физические явления, происходящие в изоляции высоковольтного электрооборудования (ВЭО) при наложении электрического поля. Изоляционные конструкции ВЭО);
- тема 2 (Изучение устройств и методов для проверки состояния и защиты изоляции ВЭО);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 5.1, 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Физические явления, происходящие в изоляции высоковольтного электрооборудования (ВЭО) при наложении электрического поля. Изоляционные конструкции ВЭО	Виды разрядов в газах. Общая характеристика внешней и внутренней изоляции электроустановок. Разряды в изолирующих жидкостях и твердых диэлектриках. Общая характеристика изоляционных конструкций ВЭО. Общие сведения об изоляции электрических машин высокого напряжения, силовых высоковольтных трансформаторов, электрических аппаратов (ВЭА). Изоляция силовых высоковольтных кабелей.	12	Время развития разряда и вольт секундные характеристики воздушных промежутков. Исследование распределения напряжения по гирлянде из подвесных изоляторов с помощью шарового разрядника. Расчет и выбор числа подвесных изоляторов для гирлянды воздушной линии электропередач. Конструкции проходных изоляторов. Изучение изоляционных конструкций и основных характеристик высоковольтного маломасляного малообъемного выключателя серии ВК-10. Определение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции силового бронированного кабеля высокого напряжения	12	—	—
2	Изучение устройств и методов для проверки состояния и защиты изоляции ВЭО	Испытательные трансформаторы. Генераторы импульсных напряжений (ГИН). Испытание главной изоляции электрических машин, трансформаторов. Молниезащита высоковольтных электроустановок	12	Изучение технических характеристик, особенностей конструкций и схем подключения высоковольтных испытательных трансформаторов. Испытание витковой изоляции электрических машин. Исследование работы нерезонирующего трансформатора	12	—	—

				Изучение конструкций, схем подключения делителей напряжения и требований, предъявляемых к ним. Изучение конструкции, принципа действия вентильных разрядников			
Всего аудиторных часов			24	–	24	–	–

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Физические явления, происходящие в изоляции высоковольтного электрооборудования (ВЭО) при наложении электрического поля. Изоляционные конструкции ВЭО	Виды разрядов в газах. Обобщенный закон Пашена. Разряды в газовых воздушных промежутках в однородном и неоднородном электрическом поле, применение экранов и барьеров. Коронный разряд и его характеристика	2	Исследование распределения напряжения по гирлянде из подвесных изоляторов	2	–	–
2	Изучение устройств и методов для проверки состояния и защиты изоляции ВЭО	Общие сведения об изоляции ВЭО. Физический смысл понятий внешняя и внутренняя изоляция ВЭО, градация уровней изоляции. Изоляция электрических машин, силовых трансформаторов высокого напряжения, электрических кабелей	2	Исследование принципа работы многоступенчатого ГИН для создания прямой импульсной волны	2	–	–
Всего аудиторных часов			4	–	4	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала

(https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3, ПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 20 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 баллов.
- контрольные работы – всего 20 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Студены очной и заочной формы обучения выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1 Объяснить назначение, область применения газообразных диэлектриков. Каким требованиям должны удовлетворять газы? Какие существуют разряды в газах, чем они характеризуются и при каких условиях возникают?

2 Назвать и охарактеризовать основные виды ионизации в газах. Что является источником фотонов в газовых промежутках? Какими особенностями характеризуются «электроотрицательные» газы и область их применения?

3 Какими частицами и почему производится ударная ионизация в газах? Как определить коэффициент α ударной ионизации электронами? Долевое участие в ударной ионизации положительно заряженных ионов (коэффициент β).

4 Процесс развития разряда в газовом промежутке в однородном электрическом поле и от каких факторов он может зависеть?

5 Как определить разрядное напряжение в однородном электрическом поле при неизменной температуре (закон Пашена)?

6 Как определить разрядное напряжение в однородном электрическом поле при переменной температуре (закон Пашена)?

7 Чем отличается процесс развития разряда в слабонеоднородных и резконеоднородных полях?

8 Что является условием выполнения самостоятельности разряда в резконеоднородных полях?

9 Особенности искрового промежутка между электродами типа «шар – шар», и от чего может зависеть величина разрядного напряжения между ними?

10 Разрядное напряжение при высокой частоте в газовой изоляции.

11 Корона как вид самостоятельного разряда на проводах линий электропередачи, вольт-амперная характеристика коронного разряда.

12 Потери на корону на проводах линий электропередачи при переменном напряжении. Методы уменьшения потерь на корону при переменном напряжении.

13 Структура времени разряда. Физическое обоснование составляющих времени разряда.

14 Общие сведения об изоляторах: электрические, механические характеристики; материалы для изготовления изоляторов.

15 Какие выделяют характерные расположения твердых диэлектриков (изоляторов) в электрическом поле?

16 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности твердого диэлектрика (изолятора) в однородном поле.

17 Как и почему на величину разрядного напряжения влияет адсорбируемая на поверхности твердого диэлектрика (изолятора) влага?

18 Как и почему на величину разрядного напряжения влияет неплотное прилегание диэлектрика изолятора к электродам?

19 Линейные изоляторы: штыревые, подвесные, изоляторы стержневого типа.

20 Станционно-аппаратные изоляторы: опорные изоляторы стержневого типа, опорные изоляторы штыревого типа, проходные изоляторы.

21 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности опорного изолятора.

22 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности проходного изолятора.

23 Объяснить процесс развития разряда вдоль увлажненной и загрязненной поверхности изолятора.

24 Гирлянды из подвесных изоляторов. Выбор числа изоляторов в гирляндах и минимальных изоляционных расстояний.

25 Указать причины неравномерного распределения напряжения по гирлянде из подвесных изоляторов.

26 Объяснить схему замещения гирлянды из подвесных изоляторов.

27 Объяснить влияние емкости металлических элементов изоляторов относительно заземленных частей опоры.

28 Объяснить причины перекрытия изоляторов гирлянды и пути развития разряда по гирлянде изоляторов.

29 Какие средства применяются для выравнивания распределения напряжения вдоль гирлянды?

30 Как будет влиять увеличение собственной емкости изоляторов на распределение напряжения вдоль гирлянды?

31 Какие виды изоляционных материалов применяются при изготовлении обмоток высоковольтных электрических машин?

32 Где и почему может возникнуть корона в электрических машинах?

33 Какие применяются меры для предупреждения возникновения короны в электрических машинах?

34 Объяснить схемы испытания главной изоляции электрических машин переменным и выпрямленным напряжением.

35 Указать преимущества испытания главной изоляции электрических машин выпрямленным напряжением.

36 Почему витковую изоляцию электрических машин высокого напряжения нельзя испытывать напряжением промышленной частоты?

37 Объяснить работу электрических принципиальных схем для испытания витковой изоляции обмоток статора и ротора асинхронного электродвигателя.

38 Объяснить физическую природу возникновения частичных разрядов в твердой изоляции электрооборудования (высоковольтных электрических машин, изоляторов и др.) Почему разряды называют частичными?

39 Какие существуют методы обнаружения частичных разрядов?

40 Объяснить физическую природу возникновения в слоистой изоляции тока абсорбции.

41 Какими методами можно определить степень увлажнения изоляции?

42 Какими параметрами и почему характеризуются волновые процессы в электрических машинах?

43 От каких факторов зависит величина перенапряжений на изоляции электрических машин при волновых процессах?

44 Какие меры применяются для снижения перенапряжения на изоляции электрических машин при волновых процессах?

45 Объяснить конструкцию главной изоляции силовых трансформаторов.

46 Объяснить переходные процессы в обмотках силовых трансформаторов.

47 Какой схеме замещения и как определяется начальное распределение напряжения вдоль обмотки силового трансформатора при переходном процессе?

48 Почему возникают собственные колебания в обмотках силовых трансформаторов?

49 В чем заключаются особенности переходных процессов в трехфазных трансформаторах?

50 Когда возникает срезанная волна и чем она характеризуется?

51 Объяснить назначение и процесс проведения импульсных обмеров моделей обмоток силовых трансформаторов.

52 В чем заключается емкостная передача напряжения в двухобмоточном трансформаторе?

53 В чем заключается электромагнитная передача напряжения в двухобмоточном трансформаторе?

54 Какое значение имеет измерение $\operatorname{tg} \delta$ для силовых трансформаторов?

55 Объяснить принципы выбора величин испытательных напряжений при испытании изоляции силовых трансформаторов.

56 Какой контроль осуществляется за состоянием изоляции силовых трансформаторов?

57 Какими методами можно определить степень увлажнения изоляции?

58 Изоляционные конструкции ВЭА на примерах: воздушные выключатели, масляные и маломасляные выключатели, трансформаторы тока, реакторы.

59 Изоляция силовых высоковольтных кабелей. Общие сведения и классификация.

60 Конструкции кабелей с бумажно-масляной, с резиновой и пластмассовой изоляцией до 35 кВ.

61 Конструкции маслонаполненных, газонаполненных кабелей (для напряжений 110 кВ и выше), кабели постоянного тока.

62 Испытательные трансформаторы для проверки состояния изоляции высоковольтного электрооборудования, особенности конструкции и схем подключения.

63 Когда применяются испытательные автотрансформаторы с одним и двумя вводами?

64 Какое назначение защитных сопротивлений в схеме испытательных трансформаторов? Как выбирается величина защитных сопротивлений?

- 65 Как выбирается мощность испытательных трансформаторов?
- 66 Какими характеристиками и почему отличаются испытательные трансформаторы от силовых?
- 67 Чем объяснить меньший запас электрической прочности изоляции испытательных трансформаторов по сравнению с силовыми?
- 68 Указать преимущества и недостатки масляных испытательных трансформаторов.
- 69 Указать преимущества и недостатки сухих испытательных трансформаторов?
- 70 Объяснить принцип действия схемы испытательного каскада с автотрансформаторным способом питания первичных обмоток трансформаторов.
- 71 Указать преимущества и недостатки схемы испытательного каскада.
72. Каскадные испытательные установки постоянного и переменного напряжения. Недостатки кенотронных выпрямителей.
- 73 Объяснить назначение и конструкцию ГИН.
- 74 Объяснить принципиальную схему одноступенчатого ГИН и назначение всех элементов схемы.
- 75 Как выбирается мощность трансформатора питающего ГИН?
- 76 Как выбираются параметры разрядной цепи ГИН?
- 77 Почему шаровые разрядники являются общепризнанными в мировой практике устройствами для измерения напряжений?
- 78 Как обеспечить точность измерения с помощью шаровых разрядников?
- 79 Указать преимущества и недостатки шаровых разрядников.
- 80 Что называется делителем напряжения? Объясните назначение и конструкцию делителей напряжения. Какие требования предъявляются к делителям напряжения.
- 81 Указать недостатки активных делителей при измерении переменных напряжений.
- 82 Указать недостатки активных делителей при измерении импульсных напряжений.
- 83 Как устранить недостатки активных делителей напряжения?
- 84 Указать недостатки емкостных делителей напряжения.
- 85 Изобразить и объяснить схему комбинированного делителя напряжения и объяснить назначение всех элементов его схемы.
- 86 Какое практическое значение имеют вольт-секундные характеристики? Почему вольт-секундные характеристики снимают при импульсном напряжении?

87 Какими параметрами характеризуется стандартная импульсная волна? Что называется срезанной волной и при каких условиях она возникает?

88 Электрические схемы построения многоступенчатого ГИН. Принцип работы генераторов с «прямой» и «обратной» волной.

89 Схемы замещения ГИН. Регулирование вольтсекундных характеристик разрядных напряжений.

90 Объясните методы и средства молниезащиты линий электропередач и подстанций.

6.5 Вопросы для подготовки к зачету

1 Объяснить назначение, область применения газообразных диэлектриков. Каким требованиям должны удовлетворять газы? Какие существуют разряды в газах, чем они характеризуются и при каких условиях возникают?

2 Назвать и охарактеризовать основные виды ионизации в газах. Что является источником фотонов в газовых промежутках? Какими особенностями характеризуются «электроотрицательные» газы и область их применения?

3 Какими частицами и почему производится ударная ионизация в газах? Как определить коэффициент α ударной ионизации электронами? Долевое участие в ударной ионизации положительно заряженных ионов (коэффициент β).

4 Процесс развития разряда в газовом промежутке в однородном электрическом поле и от каких факторов он может зависеть?

5 Как определить разрядное напряжение в однородном электрическом поле при неизменной температуре (закон Пашена)?

6 Как определить разрядное напряжение в однородном электрическом поле при переменной температуре (закон Пашена)?

7 Чем отличается процесс развития разряда в слабонеоднородных и резконеоднородных полях?

8 Что является условием выполнения самостоятельности разряда в резконеоднородных полях?

9 Особенности искрового промежутка между электродами типа «шар – шар», и от чего может зависеть величина разрядного напряжения между ними?

10 Разрядное напряжение при высокой частоте в газовой изоляции.

11 Корона как вид самостоятельного разряда на проводах линий электропередачи, вольт-амперная характеристика коронного разряда.

12 Потери на корону на проводах линий электропередачи при переменном напряжении. Методы уменьшения потерь на корону при переменном напряжении.

13 Структура времени разряда. Физическое обоснование составляющих времени разряда.

14 Общие сведения об изоляторах: электрические, механические характеристики; материалы для изготовления изоляторов.

15 Какие выделяют характерные расположения твердых диэлектриков (изоляторов) в электрическом поле?

16 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности твердого диэлектрика (изолятора) в однородном поле.

17 Как и почему на величину разрядного напряжения влияет адсорбируемая на поверхности твердого диэлектрика (изолятора) влага?

18 Как и почему на величину разрядного напряжения влияет неплотное прилегание диэлектрика изолятора к электродам?

19 Линейные изоляторы: штыревые, подвесные, изоляторы стержневого типа.

20 Станционно-аппаратные изоляторы: опорные изоляторы стержневого типа, опорные изоляторы штыревого типа, проходные изоляторы.

21 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности опорного изолятора.

22 Объяснить процесс развития разряда вдоль поверхности проходного изолятора.

23 Объяснить процесс развития разряда вдоль увлажненной и загрязненной поверхности изолятора.

24 Гирлянды из подвесных изоляторов. Выбор числа изоляторов в гирляндах и минимальных изоляционных расстояний.

25 Указать причины неравномерного распределения напряжения по гирлянде из подвесных изоляторов.

26 Объяснить схему замещения гирлянды из подвесных изоляторов.

27 Объяснить влияние емкости металлических элементов изоляторов относительно заземленных частей опоры.

28 Объяснить причины перекрытия изоляторов гирлянды и пути развития разряда по гирлянде изоляторов.

29 Какие средства применяются для выравнивания распределения напряжения вдоль гирлянды?

30 Как будет влиять увеличение собственной емкости изоляторов на распределение напряжения вдоль гирлянды?

31 Какие виды изоляционных материалов применяются при изготовлении обмоток высоковольтных электрических машин?

32 Где и почему может возникнуть корона в электрических машинах?

33 Какие применяются меры для предупреждения возникновения короны в электрических машинах?

34 Объяснить схемы испытания главной изоляции электрических машин переменным и выпрямленным напряжением.

35 Указать преимущества испытания главной изоляции электрических машин выпрямленным напряжением.

36 Почему витковую изоляцию электрических машин высокого напряжения нельзя испытывать напряжением промышленной частоты?

37 Объяснить работу электрических принципиальных схем для испытания витковой изоляции обмоток статора и ротора асинхронного электродвигателя.

38 Объяснить физическую природу возникновения частичных разрядов в твердой изоляции электрооборудования (высоковольтных электрических машин, изоляторов и др.) Почему разряды называют частичными?

39 Какие существуют методы обнаружения частичных разрядов?

40 Объяснить физическую природу возникновения в слоистой изоляции тока абсорбции.

41 Какими методами можно определить степень увлажнения изоляции?

42 Какими параметрами и почему характеризуются волновые процессы в электрических машинах?

43 От каких факторов зависит величина перенапряжений на изоляции электрических машин при волновых процессах?

44 Какие меры применяются для снижения перенапряжения на изоляции электрических машин при волновых процессах?

45 Объяснить конструкцию главной изоляции силовых трансформаторов.

46 Объяснить переходные процессы в обмотках силовых трансформаторов.

47 Какой схеме замещения и как определяется начальное распределение напряжения вдоль обмотки силового трансформатора при переходном процессе?

48 Почему возникают собственные колебания в обмотках силовых трансформаторов?

49 В чем заключаются особенности переходных процессов в трехфазных трансформаторах?

50 Когда возникает срезанная волна и чем она характеризуется?

51 Объяснить назначение и процесс проведения импульсных обмеров моделей обмоток силовых трансформаторов.

52 В чем заключается емкостная передача напряжения в двухобмоточном трансформаторе?

53 В чем заключается электромагнитная передача напряжения в двухобмоточном трансформаторе?

54 Какое значение имеет измерение $\operatorname{tg} \delta$ для силовых трансформаторов?

55 Объяснить принципы выбора величин испытательных напряжений при испытании изоляции силовых трансформаторов.

56 Какой контроль осуществляется за состоянием изоляции силовых трансформаторов?

57 Какими методами можно определить степень увлажнения изоляции?

58 Изоляционные конструкции ВЭА на примерах: воздушные выключатели, масляные и маломасляные выключатели, трансформаторы тока, реакторы.

59 Изоляция силовых высоковольтных кабелей. Общие сведения и классификация.

60 Конструкции кабелей с бумажно-масляной, с резиновой и пластмассовой изоляцией до 35 кВ.

61 Конструкции маслонаполненных, газонаполненных кабелей (для напряжений 110 кВ и выше), кабели постоянного тока.

62 Испытательные трансформаторы для проверки состояния изоляции высоковольтного электрооборудования, особенности конструкции и схем подключения.

63 Когда применяются испытательные автотрансформаторы с одним и двумя вводами?

64 Какое назначение защитных сопротивлений в схеме испытательных трансформаторов? Как выбирается величина защитных сопротивлений?

65 Как выбирается мощность испытательных трансформаторов?

66 Какими характеристиками и почему отличаются испытательные трансформаторы от силовых?

67 Чем объяснить меньший запас электрической прочности изоляции испытательных трансформаторов по сравнению с силовыми?

68 Указать преимущества и недостатки масляных испытательных трансформаторов.

69 Указать преимущества и недостатки сухих испытательных трансформаторов?

- 70 Объяснить принцип действия схемы испытательного каскада с автотрансформаторным способом питания первичных обмоток трансформаторов.
- 71 Указать преимущества и недостатки схемы испытательного каскада.
72. Каскадные испытательные установки постоянного и переменного напряжения. Недостатки кенотронных выпрямителей.
- 73 Объяснить назначение и конструкцию ГИН.
- 74 Объяснить принципиальную схему одноступенчатого ГИН и назначение всех элементов схемы.
- 75 Как выбирается мощность трансформатора питающего ГИН?
- 76 Как выбираются параметры разрядной цепи ГИН?
- 77 Почему шаровые разрядники являются общепризнанными в мировой практике устройствами для измерения напряжений?
- 78 Как обеспечить точность измерения с помощью шаровых разрядников?
- 79 Указать преимущества и недостатки шаровых разрядников.
- 80 Что называется делителем напряжения? Объясните назначение и конструкцию делителей напряжения. Какие требования предъявляются к делителям напряжения.
- 81 Указать недостатки активных делителей при измерении переменных напряжений.
- 82 Указать недостатки активных делителей при измерении импульсных напряжений.
- 83 Как устранить недостатки активных делителей напряжения?
- 84 Указать недостатки емкостных делителей напряжения.
- 85 Изобразить и объяснить схему комбинированного делителя напряжения и объяснить назначение всех элементов его схемы.
- 86 Какое практическое значение имеют вольт-секундные характеристики? Почему вольт-секундные характеристики снимают при импульсном напряжении?
- 87 Какими параметрами характеризуется стандартная импульсная волна? Что называется срезанной волной и при каких условиях она возникает?
- 88 Электрические схемы построения многоступенчатого ГИН. Принцип работы генераторов с «прямой» и «обратной» волной.
- 89 Схемы замещения ГИН. Регулирование вольтсекундных характеристик разрядных напряжений.
- 90 Объясните методы и средства молниезащиты линий электропередач и подстанций.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Бочаров, Ю. Н. Техника высоких напряжений : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. Н. Бочаров, С. М. Дудкин, В. В. Титков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 264 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00521-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434176> (дата обращения: 20.08.2024).

Дополнительная литература

1. Базуткин, В.В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах [Текст]: Учебник для вузов / В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь; Под общ. редакцией В.П. Ларионова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1986 — 464 с. — <https://djvu.online/file/VETUTILTV2QgA> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Техника высоких напряжений [Текст]: Учебник для студентов электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов. Под общей ред. Д.В. Разевига. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Энергия, 1976. — 488 с. — <https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/11/29/borisoglebskiy-pv-dmohovskaya-lf-larionov-vp-pinta.PDF> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Степанчук, К.Ф., Тиняков Н.А. Техника высоких напряжений [Текст]: Учебное пособие для электроэнерг. спец. вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Мн.: Выс.школа, 1982. — 367 с. — <https://djvu.online/file/Cbzfi9oDijozq> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Иерусалимов, М.Е. Техника высоких напряжений [Текст] / М.Е. Иерусалимов. — К.: Киевский университет, 1967. — 440 с. — <https://djvu.online/file/4Pm7o5yfQFQqI> (дата обращения: 20.08.2024).

5. Чунихин, А.А. Аппараты высокого напряжения [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.А. Чунихин, М.А. Жаворонков - М. : Энергоатомиздат, 1985. — 432 с. — <http://www.toroid.ru/chunihinAA.html> (дата обращения: 20.08.2024).

6. Красько, А.С. Техника высоких напряжений (изоляция и перенапряжения) [Текст]: курс лекций: в 2 ч / А.С. Красько, Е.Г. Пономаренко. — Минск: БНТУ, 2011. — ч.1: Электрические разряды в газах. Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. Внутренняя изоляция. — 119 с. — <https://tut-files.ru/previewfile/125866> (дата обращения: 20.08.2024).

7. Баптиданов, Л.Н. Основное электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] / Л.Н. Баптиданов, В.И. Тарасов. — Изд.3, пере-

раб.- М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 408 с. –
<https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/el-seti-baptidanov/> (дата обращения: 20.08.2024).

8. Костин, В.Н. Передача и распределение электроэнергии [Текст] / В.Н. Костин, Е.В. Распопов, Е.А. Родченко - Спб.: СЗТУ, 2003 – 147 с. –
<https://energyland.info/files/library/3e23b771c21620ce757a5938d6bc96dd.pdf>
 (дата обращения: 20.08.2024).

9. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] / Л.Д.Рожкова, В.С. Козулин – 3-е изд., - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с. – <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/elektrooborudovanie-el-stancij/> (дата обращения: 20.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст : электронный.

3. Консультант студента :электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн :электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст : электронный.

5. IPR BOOKS :электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. —Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<i>Лаборатория техники высокого напряжения кафедры электро-механики им. А.Б. Зеленова ДонГТУ. (количество посадочных мест – 12 шт) Стол лабораторный – 5 шт.</i> Трансформатор для испытания электрической прочности воздушных промежутков при постоянном напряжении Аппарат ВЧФ-4-3 для испытания витковой изоляции электрических машин. Трансформатор для испытания электрической прочности воздушных промежутков при переменном напряжении. Комплектное высоковольтное оборудование (генератор импульсного напряжения). Термометры. Барометр	ауд. <u>1134</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А. Б. Зеленова от 22.08.2024 г.

Декан факультета


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


(подпись) Л. Н. Комаревцева
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О. А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	