

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Техника и электрофизика высоких напряжений

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электрофизические процессы в жидких и твердых диэлектриках**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Белогловский А.А.
	Идентификатор	R86421057-BeloglovskyAA-22f7dae

А.А.
Белогловский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-99306645

Н.А.
Лебедева

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db008

А.Г.
Темников

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)
- ИД-6 Демонстрирует знание научных основ диагностики высоковольтной изоляции

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы №1 «Исследование электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 «Исследование проявлений процессов миграционной поляризации в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 «Изучение частичных электрических разрядов в твёрдой высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа)
5. Тест "Пробой жидких диэлектриков" (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|------|--|
| КМ-1 | Защита лабораторной работы №1 «Исследование электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика» (Лабораторная работа) |
| КМ-2 | Защита лабораторной работы №2 «Исследование проявлений процессов миграционной поляризации в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа) |
| КМ-3 | Защита лабораторной работы №3 «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа) |
| КМ-4 | Тест "Пробой жидких диэлектриков" (Тестирование) |
| КМ-5 | Защита лабораторной работы №4 «Изучение частичных электрических разрядов в твёрдой высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа) |

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	13	16

Электрический разряд в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика					
Электрический разряд в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика	+	+	+	+	+
Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках					
Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках	+	+	+		+
Пробой жидких диэлектриков					
Пробой жидких диэлектриков	+			+	+
Пробой твёрдых диэлектриков					
Пробой твёрдых диэлектриков	+	+	+	+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-6ПК-1 Демонстрирует знание научных основ диагностики высоковольтной изоляции	Знать: протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя научные основы диагностики изоляции оборудования ВН Уметь: применять основы диагностики изоляции оборудования ВН	КМ-1 Защита лабораторной работы №1 «Исследование электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика» (Лабораторная работа) КМ-2 Защита лабораторной работы №2 «Исследование проявлений процессов миграционной поляризации в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа) КМ-3 Защита лабораторной работы №3 «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа) КМ-4 Тест "Пробой жидких диэлектриков" (Тестирование) КМ-5 Защита лабораторной работы №4 «Изучение частичных электрических разрядов в твёрдой высоковольтной изоляции» (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Защита лабораторной работы №1 «Исследование электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа, на выполнение которой студент дается 30-45 минут.

Краткое содержание задания:

Тема лабораторной работы: «Исследование электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя	1. Какие физические процессы определяют развитие электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика? 2. Как и почему гигроскопичность материала поверхности твёрдого диэлектрика и влажность атмосферного воздуха влияют на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика? 3. Как и почему ориентация вектора напряжённости электрического поля относительно поверхности диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика? 4. Как и почему плотность прилегания электродов к поверхности твёрдого диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика? 5. Перечислите и поясните стадии развития электрического разряда в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика. 6. Поясните, почему различаются разрядные напряжения в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика для опорного и проходного изоляторов при одинаковой длине разрядного промежутка. 7. Перечислите и поясните стадии развития электрического разряда в воздухе вдоль увлажнённой загрязнённой поверхности твёрдого диэлектрика. 8. При каких условиях развитие частичного дугового разряда может завершиться перекрытием всего изолятора?
Уметь: применять основы диагностики изоляции оборудования ВН	1. Определите, при каком напряжении, приложенном к плоскому конденсатору, в имеющемся в нём воздушном зазоре между заполняющим его

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	диэлектриком и электродом возникнет частичный разряд. Расстояние между пластинами конденсатора составляет $L=3$ см, ширина зазора $D=0,075$ см, относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon_d=3$. 2. Определите, при каком напряжении, приложенном к цилиндрическому конденсатору, в имеющемся в нём воздушном зазоре между заполняющим его диэлектриком и электродом возникнет частичный разряд. Радиус внутреннего электрода $R_0=2,5$ см, внешнего электрода - $R_1=5$ см, ширина зазора $D=0,09$ см, относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon_d=4$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Защита лабораторной работы №2 «Исследование проявлений процессов миграционной поляризации в высоковольтной изоляции»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа, на выполнение которой студент дается 30-45 минут.

Краткое содержание задания:

Тема лабораторной работы №2: «Исследование проявлений процессов миграционной поляризации в высоковольтной изоляции».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: научные основы	1. Какие диэлектрики называют полярными и неполярными?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
диагностики изоляции оборудования ВН	В чём состоит физическая суть явления поляризации диэлектрика? Какие его разновидности Вам известны? 2.Что такое диэлектрическая проницаемость? Как она связана с поляризацией диэлектрика? 3.В чём заключается физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости? Почему её действительная часть зависит от частоты электрического поля, воздействующего на диэлектрик? 4.Что представляет собой эффективная диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков? 5.В чём состоит явление миграционной поляризации? Каким образом и почему происходит накопление заряда абсорбции? 6.При каких условиях происходит накопление заряда абсорбции? В чём состоит условие существования миграционной поляризации? 7.Объясните физический механизм возникновения возвратного напряжения и форму его зависимости от времени. 8.Как нейтрализовать риск появления возвратного напряжения в установках высокого напряжения? 9.Объясните изменение во времени тока в многослойном диэлектрике и его сопротивления при приложении постоянного напряжения. 10.Как использовать проявления миграционной поляризации для диагностики высоковольтной изоляции?
Уметь: применять основы диагностики изоляции оборудования ВН	1.Пространство между пластинами плоского конденсатора толщиной $d=0,2$ см заполнено двухслойным твёрдым диэлектриком со слоями равной толщины с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_1=3,1$ и $\epsilon_2=3,3$, удельным объёмным сопротивлением $\rho_1=7,1e9$ и $\rho_2=6,9e9$ Ом$\times$м. Рассчитайте значения поверхностной плотности заряда абсорбции на границе раздела между слоями и напряжённости электрического поля в них. К конденсатору приложено напряжение $U=12$ кВ. 2.Пространство между пластинами плоского конденсатора толщиной $d=0,2$ см заполнено двухслойным твёрдым диэлектриком со слоями равной толщины с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_1=3,1$ и $\epsilon_2=3,3$. При каком отношении значений удельного объёмного сопротивления ρ_1/ρ_2 не будет накапливаться заряд абсорбции на границе раздела между слоями? Рассчитайте значения напряжённости электрического поля в них. К конденсатору приложено напряжение $U=12$ кВ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Защита лабораторной работы №3 «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа, на выполнение которой студент дается 30-45 минут.

Краткое содержание задания:

Тема лабораторной работы №3: «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: научные основы диагностики изоляции оборудования ВН	1. Каков механизм возникновения диэлектрических потерь, если на диэлектрик воздействует постоянное или переменное периодическое электрическое поле? 2. Поясните понятие тангенса угла диэлектрических потерь. Что он характеризует? 3. Какие способы измерения тангенса угла диэлектрических потерь Вам известны? 4. Оцените характерные значения тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции. Как и почему они изменяются в процессе эксплуатации её? 5. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от температуры диэлектрика? 6. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от частоты переменного периодического электрического поля, воздействующего на диэлектрик? 7. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от напряжённости электрического поля, воздействующего на диэлектрик?
Уметь: применять основы диагностики изоляции оборудования ВН	1. О чём может свидетельствовать увеличение тангенса угла диэлектрических потерь в процессе эксплуатации высоковольтной изоляции и почему?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2.Каким образом можно использовать измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции для диагностики высоковольтной изоляции? Как следует интерпретировать результаты этих измерений?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Тест "Пробой жидких диэлектриков"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа, на выполнение которой студенту даётся 45 минут.

Краткое содержание задания:

Тест охватывает теоретический материал по теме: «Пробой жидких диэлектриков».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя	1.Какие механизмы пробоя жидких диэлектриков Вам известны? 2.Как влияет влажность жидкого диэлектрика на пробивное напряжение заполненного им промежутка? Обоснуйте свой ответ. 3.Как влияет наличие примесей в жидком диэлектрике на пробивное напряжение заполненного им промежутка? Обоснуйте свой ответ. 4.Сформулируйте основные положения

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	теории пузырькового пробоя жидких диэлектриков. 5.Сформулируйте основные положения теории микровзрывного пробоя жидких диэлектриков. 6.Сформулируйте основные положения теории электрического пробоя жидких диэлектриков. 7.Сформулируйте основные положения теории теплового пробоя жидких диэлектриков. Как снизить риск такого пробоя?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

КМ-5. Защита лабораторной работы №4 «Изучение частичных электрических разрядов в твёрдой высоковольтной изоляции»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа, на выполнение которой студент дается 30-45 минут.

Краткое содержание задания:

Тема лабораторной работы №4: «Изучение частичных электрических разрядов в твёрдой высоковольтной изоляции».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя	1.Что такое частичный разряд в высоковольтной изоляции? Где и по каким причинам он возникает? 2.Перечислите основные количественные характеристики частичных разрядов и поясните их физическую суть. 3.Что такое кажущийся заряд частичного разряда? 4.Как изменяется напряжение на газовом включении в высоковольтной изоляции в присутствии частичных разрядов под действием периодического синусоидального напряжения? 5.Как зависит напряжённость появления частичных разрядов от толщины диэлектрика в высоковольтной конденсаторной изоляции? 6.Что представляют собой начальные и критические частичные разряды? Как отличаются их количественные характеристики? 7.В чём заключаются причины старения высоковольтной изоляции под действием частичных разрядов? 8.Какие характеристики частичных разрядов используют для диагностики высоковольтной изоляции? 9.Какие характеристики измеряются при использовании электрического и акустического методов регистрации и измерения параметров частичных разрядов?
Уметь: применять основы диагностики изоляции оборудования ВН	1.В образце твёрдого диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon=2,5$, помещённом в однородное электрическое поле с напряжённостью $E=50$ кВ/см, присутствует сферическое газовое включение диаметром $2a=30$ мкм, заполненное воздухом при давлении $P=775$ Торр. Температура нормальная. Определите, выполняется ли в газовом включении в указанных условиях условие самостоятельности электрического разряда? 2.В образце твёрдого диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon=4$, помещённом в однородное электрическое поле с напряжённостью E, присутствует сферическое газовое включение диаметром $2a=50$ мкм, заполненное воздухом при давлении $P=725$ Торр. Температура нормальная. Определите, при каком наименьшем значении E в газовом включении в указанных условиях будет выполнено условие самостоятельности электрического разряда?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1.

1. Какие физические процессы определяют развитие электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?
2. Что такое тангенс угла диэлектрических потерь? Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от температуры диэлектрика?
3. Задача. Рассчитайте напряжение возникновения частичного разряда в плоском газовом включении в высоковольтной конденсаторной изоляции плоского конденсатора. Включение находится у одной из обкладок конденсатора. Толщина изоляции 0,05 см, толщина включения 0,002 см, относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика 2,5.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-6_{ПК-1} Демонстрирует знание научных основ диагностики высоковольтной изоляции

Вопросы, задания

1. Билет №2.

1. Как и почему гигроскопичность материала поверхности твёрдого диэлектрика и влажность атмосферного воздуха влияют на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?
2. Что такое тангенс угла диэлектрических потерь? Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от частоты переменного периодического электрического поля, воздействующего на диэлектрик?
3. Задача. Рассчитайте максимальное значение возвратного напряжения в плоском конденсаторе с двухслойной высоковольтной изоляцией. Расстояние между пластинами конденсатора составляет 0,2 см, а слои изоляции имеют одинаковую толщину. Относительная диэлектрическая проницаемость слоёв равна 2,1 и 2,4, а их удельное сопротивление – 3×10^{-9} и 5×10^{-9} Ом×см соответственно.
2. Объясните физический механизм возникновения возвратного напряжения и форму его зависимости от времени.
3. При каких условиях происходит накопление заряда абсорбции? В чём состоит условие существования миграционной поляризации?
4. В чём состоит явление миграционной поляризации? Каким образом и почему происходит накопление заряда абсорбции?
5. Что представляет собой эффективная диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков?

6. В чём заключается физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости? Почему её действительная часть зависит от частоты электрического поля, воздействующего на диэлектрик?

7. Что такое диэлектрическая проницаемость? Как она связана с поляризацией диэлектрика?

8. Какие диэлектрики называют полярными и неполярными? В чём состоит физическая суть явления поляризации диэлектрика? Какие его разновидности Вам известны?

9. Как нейтрализовать риск появления возвратного напряжения в установках высокого напряжения?

10. При каких условиях развитие частичного дугового разряда может завершиться перекрытием всего изолятора?

11. Поясните, почему различаются разрядные напряжения в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика для опорного и проходного изоляторов при одинаковой длине разрядного промежутка.

12. Перечислите и поясните стадии развития электрического разряда в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика.

13. Как и почему плотность прилегания электродов к поверхности твёрдого диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

14. Как и почему ориентация вектора напряжённости электрического поля относительно поверхности диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

15. Как и почему гигроскопичность материала поверхности твёрдого диэлектрика и влажность атмосферного воздуха влияют на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

16. Какие физические процессы определяют развитие электрических разрядов в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

17. Билет №3.

1. Как и почему ориентация вектора напряжённости электрического поля относительно поверхности диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

2. Что такое тангенс угла диэлектрических потерь? Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от напряжённости электрического поля, воздействующего на диэлектрик?

3. Задача. Рассчитайте напряжение возникновения частичного разряда в сферическом газовом включении в высоковольтной конденсаторной изоляции коаксиального конденсатора. Включение находится посередине между обкладками конденсатора. Радиус внутреннего высоковольтного электрода составляет 0,1 см, радиус внешнего электрода – 3 см, диаметр включения – 0,003 см, относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика 2,2.

18. Перечислите и поясните стадии развития электрического разряда в воздухе вдоль увлажнённой загрязнённой поверхности твёрдого диэлектрика.

19. Каков механизм возникновения диэлектрических потерь, если на диэлектрик воздействует постоянное или переменное периодическое электрическое поле?

20. Электропроводность твёрдых диэлектриков, их ионная и электронная электропроводность.

21. В чём заключаются причины старения высоковольтной изоляции под действием частичных разрядов?

22. Что представляют собой начальные и критические частичные разряды? Как отличаются их количественные характеристики?

23. Как зависит напряжённость появления частичных разрядов от толщины диэлектрика в высоковольтной конденсаторной изоляции?

24. Как изменяется напряжение на газовом включении в высоковольтной изоляции в присутствии частичных разрядов под действием периодического синусоидального напряжения?
25. Что такое кажущийся заряд частичного разряда?
26. Перечислите основные количественные характеристики частичных разрядов и поясните их физическую суть.
27. Что такое частичный разряд в высоковольтной изоляции? Где и по каким причинам он возникает?
28. Теория перегретой электрической неустойчивости.
29. Теории ударной ионизации медленными и быстрыми электронами в твёрдых диэлектриках.
30. Механизмы пробоя твёрдых диэлектриков.
31. Теория теплового пробоя жидких диэлектриков.
32. Механизмы импульсного пробоя жидких диэлектриков.
33. Механизмы пробоя жидких диэлектриков. Влияние примесей и влажности.
34. Какие характеристики частичных разрядов используют для диагностики высоковольтной изоляции?
35. Какие характеристики измеряются при использовании электрического и акустического методов регистрации и измерения параметров частичных разрядов?
36. Явления, сопровождающие протекание тока в жидких диэлектриках.
37. Электропроводность жидких диэлектриков в сильных электрических полях.
38. Электропроводность жидких диэлектриков: их ионная и катафоретическая проводимость в слабых электрических полях.
39. Как использовать проявления миграционной поляризации для диагностики высоковольтной изоляции?
40. Объясните изменение во времени тока в многослойном диэлектрике и его сопротивления при приложении постоянного напряжения.
41. Как следует интерпретировать результаты этих измерений?
42. Каким образом можно использовать измерение тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции для диагностики высоковольтной изоляции?
43. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от напряжённости электрического поля, действующего на диэлектрик?
44. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от частоты переменного периодического электрического поля, действующего на диэлектрик?
45. Как и почему значение тангенса угла диэлектрических потерь зависит от температуры диэлектрика?
46. Оцените характерные значения тангенса угла диэлектрических потерь в высоковольтной изоляции. Как и почему они изменяются в процессе эксплуатации её?
47. Какие способы измерения тангенса угла диэлектрических потерь Вам известны?
48. Поясните понятие тангенса угла диэлектрических потерь. Что он характеризует?
49. Особенности протекания тока в тонких слоях жидких диэлектриков в комбинированной изоляции и роль коллоидных частиц.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое из перечисленных ниже свойств материала поверхности твёрдого диэлектрика влияет на разрядное напряжение в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика?

Ответы:

- 1 - относительная диэлектрическая проницаемость материала;
- 2 - гигроскопичность материала;
- 3 - тангенс угла диэлектрических потерь в материале;
- 4 - цвет материала.

Верный ответ: 2

2. Что нужно сделать для повышения разрядного напряжения в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика в реальной изоляционной конструкции при условии, что его материал уже определён?

Ответы:

- 1 - обеспечить плотное прилегание диэлектрика к электродам;
- 2 - отполировать поверхность диэлектрика;
- 3 - защитить изолятор от загрязнений его поверхности;
- 4 - защитить изолятор от увлажнения его поверхности под действием атмосферных осадков.

Верный ответ: 1

3. Какой процесс определяет протекание тока в чистой диэлектрической жидкости в слабых электрических полях?

Ответы:

- 1 - катафоретическая проводимость;
- 2 - электронная проводимость;
- 3 - диссоциация молекул жидкости с образованием положительных и отрицательных ионов;
- 4 - ионная проводимость.

Верный ответ: 4

4. Что такое частичный разряд?

Ответы:

- 1 - электрический пробой одного из слоёв в многослойной изоляции;
- 2 - коронный разряд в области сильного электрического поля вблизи острых кромок электродов;
- 3 - электрический разряд в газовом включении в жидком или твёрдом диэлектрике;
- 4 - локальное проявление ударной ионизации молекул жидкого или твёрдого диэлектрика свободными электронами.

Верный ответ: 3

5. Какой из перечисленных ниже видов примесей в жидком диэлектрике приводит к наибольшему снижению пробивного напряжения?

Ответы:

- 1 - вода в капельной форме;
- 2 - вода в растворённой форме;
- 3 - частицы целлюлозы;
- 4 - металлические частицы.

Верный ответ: 1

6. В чём заключаются особенности протекания тока в тонких слоях жидких диэлектриков в комбинированной изоляции?

Ответы:

- 1 - в загрязнении диэлектрической жидкости частицами твёрдого изоляционного материала;
- 2 - в возможности пробоя слоя диэлектрической жидкости из-за разности относительных диэлектрических проницаемостей твёрдого и жидкого диэлектриков;
- 3 - в уменьшении концентрации ионов в диэлектрической жидкости из-за их осаждения на поверхности твёрдого диэлектрика и соответствующем снижении ионной проводимости;
- 4 - в уменьшении концентрации коллоидных частиц в диэлектрической жидкости из-за их осаждения на поверхности твёрдого диэлектрика и соответствующем снижении катафоретической проводимости;

Верный ответ: 4

7.Какое проявление миграционной поляризации представляет опасность для персонала, обслуживающего установки высокого напряжения?

Ответы:

- 1 - разрушение изоляционной конструкции;
- 2 - пробой одного из слоёв изоляции в изоляционной конструкции;
- 3 - возникновение возвратного напряжения в конструкциях с многослойной изоляцией;
- 4 - появление частичных разрядов между слоями изоляции.

Верный ответ: 3

8. Что характеризует тангенс угла диэлектрических потерь?

Ответы:

- 1 - мощность активных потерь в изоляции, обусловленную протеканием тока проводимости, поляризацией диэлектрика и частичными разрядами в нём;
- 2 - падение напряжения на диэлектрике;
- 3 - силу тока, протекающего в диэлектрике;
- 4 - поляризацию диэлектрика при приложении к нему напряжения.

Верный ответ: 1

9.Как бы Вы интерпретировали увеличение тангенса угла диэлектрических потерь в диэлектрическом материале?

Ответы:

- 1 - произошло механическое разрушение диэлектрика;
- 2 - произошёл пробой диэлектрика;
- 3 - в результате старения материала увеличилась проводимость материала диэлектрика;
- 4 - произошло увлажнение материала диэлектрика, сопровождающееся увеличением его проводимости.

Верный ответ: 3, 4

10.Чем объясняется изменение во времени тока в многослойном диэлектрике и его сопротивления при приложении постоянного напряжения?

Ответы:

- 1 - старением материала диэлектрика;
- 2 - слоистой структурой материала диэлектрика и накоплением со временем заряда абсорбции на границах раздела между слоями;
- 3 - нагревом диэлектрика, который сопровождается изменением удельного сопротивления материала;
- 4 - пробоем материала диэлектрика.

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу