

**Приложение 2 к РПД Техника высоких напряжений
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) Высоковольтные
электроэнергетика и электротехника
Форма обучения – заочная
Год набора - 2015**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Техника высоких напряжений
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2015

2. Перечень компетенций

– способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

– готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
<p>Основные положения курса. Основные направления и задачи ТВН в энергетике, электротехнологии, физике. Общая характеристика содержания курса ТВН. Основные промышленные и научно-технические центры развития ТВН в России и за границей. Работы ученых в области ТВН. Основные проблемы развития электроэнергетики. Влияние энергосистем СВН и УВН на окружающую среду.</p>	ОПК-2 ПК-5	требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений			доклад
<p>Высоковольтная изоляция. Внешняя изоляция. Изоляция высоковольтных ЛЭП. Роль газовых диэлектриков в изоляции электрических установок и аппаратов высокого напряжения. Общая характеристика газового разряда. Способы повышения разрядных напряжений в практических конструкциях (применение экранов, ребер, выравнивание распределения напряжения при помощи полупроводящих покрытий).</p>	ОПК-2 ПК-5		выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи	навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	решение задач
<p>Внутренняя изоляция. Требования, предъявляемые к изоляции, условия ее работы в электрических аппаратах и конструкциях.</p>	ОПК-2 ПК-5		выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи		Решение задач, доклад
<p>Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения. Классификация видов изоляции энергетических систем и краткая их характеристика. Изоляция</p>	ОПК-2 ПК-5	требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от	выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты	навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции	Решение задач, доклад

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
конденсаторов, трансформаторов, вращающихся машин и кабелей.		перенапряжений	открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи	высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	
Задачи и цели профилактики изоляции. Явления в многослойных диэлектриках и физические основы методов профилактики.	ОПК-2 ПК-5				Решение задач, доклад
Методы контроля изоляции и профилактических испытаний. Аппаратура, используемая при профилактических испытаниях. Профилактика изоляции высоковольтных конструкций.	ОПК-2 ПК-5	требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений			Решение задач, доклад
Молниезащита и грозовые перенапряжения. Грозозащита линий электропередачи. Разряд молнии. Физика индуцированных перенапряжений и перенапряжений прямого удара молнии. Параметры молнии. Молниеотводы и их зоны защиты.	ОПК-2 ПК-5	требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений	выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи		Решение задач, доклад

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 Решение задач

15 балла выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

10 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

5 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

4.2 Критерии оценки доклада

Баллы	Характеристики ответа студента
15	<ul style="list-style-type: none">- студент глубоко и всесторонне усвоил тему;- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;- делает выводы и обобщения;- свободно владеет понятиями
10	<ul style="list-style-type: none">- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;- не допускает существенных неточностей;- аргументирует научные положения;- делает выводы и обобщения;- владеет системой основных понятий
5	<ul style="list-style-type: none">- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;- допускает несущественные ошибки и неточности;- слабо аргументирует научные положения;- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;- частично владеет системой понятий
0	<ul style="list-style-type: none">- студент не усвоил значительной части проблемы;- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;- не может аргументировать научные положения;- не формулирует выводов и обобщений;- не владеет понятийным аппаратом

4.3 Подготовка опорного конспекта

Подготовка материалов опорного конспекта является эффективным инструментом систематизации полученных студентом знаний в процессе изучения дисциплины.

Составление опорного конспекта представляет собой вид внеаудиторной самостоятельной работы студента по созданию краткой информационной структуры, обобщающей и отражающей суть материала лекции, темы учебника. Опорный конспект призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта –

облегчить запоминание. В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) — опорные сигналы. Опорный конспект может быть представлен системой взаимосвязанных геометрических фигур, содержащих блоки концентрированной информации в виде ступенек логической лестницы; рисунка с дополнительными элементами и др.

Критерии оценки опорного конспекта	Максимальное количество баллов
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме;	5
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных мыслей с помощью цветов, подчеркиваний.	10

1. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1 Пример тем докладов:

1. Электрические свойства электроизоляционных материалов.
2. Внешняя изоляция электроустановок. Воздух как основной изолятор внешней изоляции.
3. Грозовые перенапряжения в электрических системах и их ограничение
4. Внутренние перенапряжения в электрических системах и их ограничение.
5. Изоляция линий электропередач и открытых распределительных устройств.
6. Изоляция электрических машин, конденсаторов и трансформаторов.
7. Способы ограничения феррорезонансных перенапряжений.
8. Контроль состояния изоляции по интенсивности частичных разрядов
9. Схемные мероприятия и средства ограничения установившихся перенапряжений.
10. Способы защиты электрооборудования от коммутационных перенапряжений
11. Свойства твердой изоляции.
12. Газовая и вакуумная изоляции.

5.2 Задачи

– Определить напряжение на изоляции силовых трансформаторов при набегании на подстанцию прямоугольной волны амплитудой 2 Ун длиной 2 мкс при наличии на подстанции конденсатора связи ёмкостью 3000 пФ.

Решение:

Найдем крутизну поперечной волны с учетом влияния С.

$$\alpha = \frac{2 \cdot U_n}{Z_1 \cdot C} = \frac{2 \cdot 115}{3 \cdot 10^{-9} \cdot 0,4 \cdot 3000} = 6,4 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 64 \text{ кВ/м}$$

$$U_{\max} = U_n \alpha \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}}) = 115 \cdot (1 - e^{-\frac{2}{10^{-9}}}) = 115 \cdot 0,736 = 84,64 \text{ кВ}$$

Ответ: U_{max}=84,64 кВ

- В процессе экспериментального исследования электрической прочности газового промежутка в десяти опытах были измерены следующие значения разрядных напряжений: 40; 40,5; 37; 40; 42; 41; 43; 40; 39; 39,5 кВ. Оценить 50 %-ное значение разрядного напряжения и его среднее квадрати-ческое отклонение.
- Определить расчетное напряжение промышленной частоты при нормальных атмосферных условиях для воздушного промежутка игла - заземленная плоскость с расстоянием между электродами 27 см.
- Определить расчетное напряжение полного грозового импульса отрицательной полярности при нормальных атмосферных условиях для воздушного промежутка стержень - заземленная плоскость. Длина изоляци-онного промежутка равна 70 см.
- Между пластинами плоскопараллельного конденсатора находится диэлектрик с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. Расстояние между пластинами конденсатора $s = 0,5$ см. К конденсатору приложено напряжение 1000 В. Найти величину электрического смещения D в диэлектрике. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).
- Оценить величину $\text{tg}\delta$ для промышленного трансформаторного масла на частоте переменного электрического поля 50 Гц при температуре 40 °С. Удельное сопротивление масла в нормальных условиях равно 10^{13} Ом·см; действительная относительная диэлектрическая проницаемость - 2,2; температурный коэффициент для проводимости - 0,02; электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).
- Оценить мощность диэлектрических потерь переменного электрического поля частотой 50 Гц с напряженностью 100 кВ/см в 1 см³ промышленного трансформаторного масла. Для масла $\text{tg}\delta = 1,6 \cdot 10^{-3}$, относительная диэлектрическая проницаемость - 2,2.
- Определить расчетное напряжение частотой 50 Гц для промежутка между двумя коаксиальными цилиндрами с наружным и внутренним радиусами, равными соответственно 10 и 1 см.
- Определить расчетное напряжение полного грозового импульса отрицательной полярности для масляного промежутка игла - плоскость. Длина изоляционного промежутка равна 33 см.
- В твердом диэлектрике с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_d = 4$, расположенном между электродами плоского конденсатора, имеются газовые включения. Расстояние между электродами $s=0,5$ см. Относительная диэлектрическая проницаемость газа включения $\epsilon_1=1$. Известно, что самостоятельные разряды в данных включениях возникают при достижении напряженности электрического поля величины $E_\delta=27$ кВ/см. Определить напряжение между электродами, при котором в конденсаторе начнут возникать частичные разряды.
- Между плоскопараллельными металлическими пластинами конденсатора помещен диэлектрик толщиной 4 мм с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_d = 4$. Оставшаяся часть межэлектродного пространства толщиной 6 мм заполнена при нормальных условиях воздухом. Определить величину постоянного напряжения между пластинами конденсатора, при котором в его воздушном слое начнет возникать самостоятельный разряд.
- К конденсатору, между пластинами которого находится твердый диэлектрик, приложено напряжение 5 кВ. Определить величину энергии, рассеиваемой в газовом включении твердого диэлектрика при частичном разряде с кажущимся зарядом 10^{-15} Кл.
- Между пластинами плоского конденсатора площадью 100 см² расположена двухслойная изоляция толщиной по 1 мм каждый слой. Относительные диэлектрические проницаемости изоляции каждого слоя равны $\epsilon_1= 2,5$; $\epsilon_2= 4,5$, а их проводимости - соответственно $\sigma_1 = 10^{-16}$ См/см; $\sigma_2 = 10^{-17}$ См/см. К конденсатору приложили постоянное напряжение 1 кВ. Определить величину заряда на пластинах конденсатора и величину заряда абсорбции на границе слоев изоляции через 30 мин после приложения напряжения.

Внутренним сопротивлением источника напряжения пренебречь. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н}\cdot\text{м}^2)$.

– Рассчитать сопротивление и импульсный коэффициент заземлителя подстанции в виде сетки из горизонтальных полос, по периметру которой в узлах сетки установлены вертикальные электроды длиной 10 м. Размер подстанции – 25×25 м, размер ячейки сетки – 5×5 м; удельное сопротивление грунта 100 Ом·м; ток молнии 50 кА.

– Рассчитать и построить зону защиты двухстержневого молниеотвода. Высота каждого молниеотвода – 30 м, расстояние между молниеотводами – 100 м.

– Рассчитать вероятность прорыва молнии через тросовую защиту линии электропередачи 220 кВ. Высота стальной опоры П220-3 – 36 м; высота расположения троса относительно верхней траверсы – 4 м; длина верхней траверсы – 3,5 м; длина поддерживающей гирлянды – 2,4 м.

5.3 Контрольные вопросы по всему курсу

1. Историческая справка развития техники высокого напряжения.
2. Что изучает наука ТВН?
3. Что относится к внутренней изоляции электроустановок?
4. Что относится к внешней изоляции электроустановок?
5. Какие виды перенапряжений в электроустановках Вы знаете?
6. Возможно ли ограничение перенапряжений?
7. Дайте определение свободным и связанным зарядам. Какие реально существующие частицы могут быть свободными заряженными частицами, а какие считаются связанными?
8. Какое действие производит электрическое поле на свободный заряд и на связанный?
9. Дайте определение понятий – качественная и количественная характеристики свойств материалов.
10. Что такое поляризация диэлектриков?
11. Что такое электропроводность материалов?
12. Что такое диэлектрические потери?
13. Что такое электрический пробой диэлектрика?
14. Объясните зависимость количественных характеристик свойств материалов от внешних условий (температуры, давления, влажности и т.д.)
15. Дайте общую характеристику внешней изоляции электроустановок и ЛЭП.
16. Какую роль играет атмосферный воздух во внешней изоляции?
17. Назначение и типы изоляторов.
18. Какие виды и условия испытаний элементов внешней изоляции?
19. Объясните условия и технологию испытаний внешней изоляции переменным напряжением.
20. Объясните условия и технологию испытаний внешней изоляции грозовыми импульсами.
21. Что такое электрический пробой диэлектрика?
22. Какие виды ионизации Вы знаете при пробое воздушного промежутка?
23. Электрические разряды по поверхности твердых диэлектриков.
24. Распределение напряжения по длине гирлянды изоляторов.
25. Что включает в себя внутренняя изоляция?
26. Какие требования предъявляются к внутренней изоляции электроустановок?
27. Что такое старение внутренней изоляции? Какие разновидности старения Вы знаете?
28. Как зависит электрическая прочность внутренней изоляции от времени приложения напряжения?
29. Вольт-секундные характеристики внутренней изоляции.

30. Объясните устройство масло – барьерной изоляции.
31. Свойства твердой изоляции.
32. Объясните технологию изготовления бумажно-масляной изоляции.
33. Газовая и вакуумная изоляции.
34. Что такое градирование изоляции?
35. Применение конденсаторных обкладок для выравнивания однородности электрического поля во внутренней изоляции.
36. Применение полупроводниковых покрытий для выравнивания однородности электрического поля во внутренней изоляции.
37. Какие рабочие напряжения приняты в электрических системах России?
38. Коронный разряд на линиях электропередач. Виды и характеристики коронного разряда на проводах линий электропередач.
39. Потери энергии на корону. Экологическое влияние коронного разряда.
40. Как выбираются изоляторы в зависимости от загрязнённости атмосферы?
41. Какие разновидности старения внутренней изоляции Вы знаете?
42. Частичные разряды во внутренней изоляции. Как они влияют на интенсивность старения изоляции?
43. Влияние механических и тепловых нагрузок на скорость старения изоляции.
44. Какие способы контроля существуют для контроля качества внутренней изоляции?
45. Молния как источник грозовых перенапряжений.
46. Электрические характеристики молнии.
47. Расскажите о принципе действия молниеотводов.
48. Как определяется зона защиты молниеотвода?
49. Заземление молниеотводов.
50. Конструкция молниеотводов.
51. Какие основные способы защиты от грозовых перенапряжений Вы знаете?
52. Объясните принцип работы вентильных ограничителей перенапряжений.
53. Как осуществляется молниезащита воздушных линий электропередач? подстанций?

