

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 17.06.2026 08:24:54  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### Техника высоких напряжений

#### 5 курс

Код, направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетические системы и сети
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Радиоэлектроники и электроэнергетики
Выпускающая кафедра	Радиоэлектроники и электроэнергетики

Типовые задания для контрольной работы № 1:

#### Задание №1.

Воздушный промежуток изоляционной конструкции, работающей на переменном напряжении промышленной частоты, с межэлектродным расстоянием  $L$  имеет разрядное напряжение  $U_0$  при нормальных атмосферных условиях.

Определить разрядное напряжение воздушного промежутка при атмосферном давлении  $p$ , температуре  $t$  и абсолютной влажности воздуха  $\gamma$ .

1. Построить графики зависимостей показателей степени для поправочных коэффициентов на давление, температуру и влажность воздуха от межэлектродного расстояния и вспомогательного коэффициента для поправочного коэффициента на влажность от абсолютной влажности воздуха.
2. Определить показатели степени для поправочных коэффициентов на давление и температуру воздуха.

#### Задание №2.

Плоский конденсатор с воздушной изоляцией с дисковыми электродами с закругленными краями имеет расстояние между электродами 2 см. Определить напряженность электрического поля в изоляции, если приложенное напряжение равно 40 кВ. Расчет повторить для случая, когда между электродами при том же расстоянии введена стеклянная пластина толщиной 1 см с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 6.

#### Задание №3.

Для измерения напряжения 110 кВ применена схема емкостного двигателя, состоящая из двух последовательно соединенных конденсаторов С1 и электростатического вольтметра на напряжение 10 кВ, шунтированного конденсатором емкостью С2=100 пФ. Определить емкость каждого из конденсаторов С1, если емкость вольтметра Св=20 пФ.

Задание №4.

Определить максимальную напряженность электрического поля в слое изоляции трехжильного кабеля на напряжение 35 кВ, имеющего равные толщины поясной и фазной изоляции. Сечение алюминиевой жилы равно 185 мм<sup>2</sup>, расчетный радиус жилы 8,7 мм, толщина 12 мм.

Задание №5.

Цилиндрический двуслойный конденсатор имеет радиус внутреннего электрода 1,4 см, а наружного- 4,6 см. Относительная диэлектрическая проницаемость внутреннего слоя изоляции 6, наружного 2. Определить необходимые толщины слоев изоляции. С учетом равенства максимальных напряженностей электрических полей. Величина приложенного к конденсатору напряжения равна 130 кВ. При условии равенства напряженностей слоев.

Задание №6.

Сферический конденсатор залит трансформаторным маслом с пробивной прочностью 100 кВ/см. Радиус наружного электрода 10 см. Определить радиус внутреннего электрода и максимальное напряжение, которое можно приложить к данному конденсатору.

Задание №7.

Определить пробивное напряжение проходного цилиндрического изолятора, работающего в установке с напряжением 110 кВ. Изолятор имеет три слоя изоляции: бакелизированная бумага, масло и фарфор с пробивными напряженностями электрического поля 110 кВ/см, 63,7 кВ/см и 65 кВ/см, при диэлектрических проницаемостях соответственно 4,3; 2,5 и 5,5.

Токоведущий стержень имеет радиус 2 см, а внешние радиусы слоев изоляции равны 3см, 14 см и 16,5 см. Под пробоем изолятора в данном случае подразумеваем последовательный пробой всех слоев. Следует иметь ввиду, что после пробоя одного из слоев изолятор нужно рассматривать как двухслойный.

Типовые вопросы к зачёту с оценкой:

1. Виды изоляции линий.
2. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки.
3. Классификация изоляционных конструкций.
4. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения.
5. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств.
6. Конструктивное выполнение распределительных устройств.
7. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ.

8. Применение изоляции в основных типах ЭМ.
9. Электроизоляционные материалы ЭМ.
10. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды,
11. коронный разряд.
12. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
13. Испытательное напряжение.
14. Внешняя и внутренняя изоляция.
15. Частичные разряды.
16. Электрическая прочность маслбарьерной изоляции.
17. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
18. Изоляция силовых конденсаторов.
19. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
20. Элегазовые выключатели.
21. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).
22. Вакуумная изоляция.
23. Разрядные напряжения.
24. Особенности работы внешней изоляции.
25. Регулирование электрических полей во внешней изоляции.
26. Начальные напряжения для неоднородных полей. Закон подобия разрядов.
27. Статические свойства разряда. Вольт-секундные характеристики.
28. Коронное напряжение на проводах при постоянном напряжении.
29. Коронное напряжение на проводах при переменном напряжении
30. Потери энергии на корону при переменном напряжении.
31. Общие понятия при разряде в воздухе по поверхности твердого диэлектрика.

## Типовые задания для контрольной работы № 2:

### Задание №1.

Расчет грозовых перенапряжений на высоковольтных линиях электропередач

Условие задачи и исходные данные Высоковольтная линия электропередач (ВЛ) с номинальным напряжением  $U$  и волновым сопротивлением  $Z_{\text{лр}} = 300$  Ом расположена в зоне грозовой деятельности.

Импульсная прочность изоляции ВЛ равна  $U_i$ , высота металлической опоры и высота подвеса провода равна  $h$ , стрела провеса провода равна  $f$ , индуктивность единицы длины опоры  $L_0 = 0,5 \cdot 10^{-6}$  Гн/м, импульсное сопротивление заземления опоры  $R_3 = 10$  Ом.

Требуется определить величину перенапряжения на ВЛ, кратность перенапряжения и вероятность перекрытия изоляции ввремя разряда молнии с амплитудой  $I_m$  и длительностью нарастания (фронта) косоугольной волны тока равной  $\tau_f = 10^{-6}$  с: — при ударе молнии в опору;

— при ударе молнии в провод;

— при ударе молнии на расстоянии  $a$  от ВЛ.

Защита объекта от прямых ударов молнии с помощью стержневого молниеотвода

Условие задачи и исходные данные Для защиты объекта с шириной  $a$ , длиной  $b$  и высотой  $h$  от прямых ударов молнии с амплитудой  $I_m$  и временем нарастания фронта  $\tau_f = 10^{-6}$  с установлен одиночный молниеотвод. Глубина нижнего конца фундамента молниеотвода от поверхности земли  $h_f = 3,2$  м, ширина фундамента  $a_f = 0,8$  м, удельное сопротивление земли  $\rho$ , Ом·м. Схема расположения молниеотвода и защищаемого объекта приведена на рисунке 3.1.

Требуется: 1. Рассчитать устройство заземления молниеотвода, состоящее из естественного заземлителя (фундамента молниеотвода) и искусственного заземлителя из условий, что допустимое импульсное сопротивление устройства заземления  $R_3$  не должно превышать 10 Ом. Начертить эскиз контура заземления совместно с защищаемым объектом.

### Задание №2.

Рассчитать зону защиты четырех молниеотводов 1, 2, 3 и 4, защищающих оборудование ОРУ-110 кВ (рис. 4.4). Расстояния между молниеотводами  $L$ , высоты молниеотводов  $h$ , высота защищаемого объекта  $h_x$  и коэффициент надежности защиты, указанные в табл. 4.3, принять по двум последним цифрам шифра.

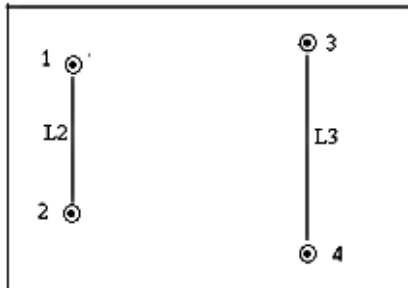
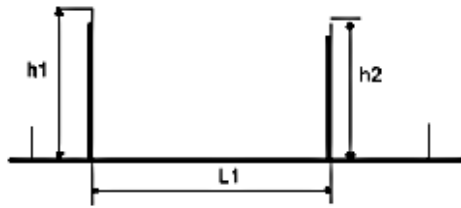


Рис. 4.4. Стержневые молниеотводы ОРУ-110 кВ

Исходные данные

Параметры молниеотвода		Номер варианта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер молниеотвода		Высота молниеотводов $h_m$ , м, принимаемая по последней цифре шифра студента									
1		22	23	24	25	26	25	24	23	22	21
2		22	23	24	25	26	25	24	23	22	21
		Высота молниеотводов $h_m$ , м, и другие параметры, принимаемые по предпоследняя цифра шифра студента									
3		17	18	19	19	19	18	17	16	15	14
4		17	18	19	19	19	18	17	16	15	14
Расстояния, м	L1	31	30	29	30	31	30	31	30	31	29
	L2	16	15	14	15	16	15	16	15	16	14
	L3	26	25	24	25	26	25	26	25	26	24
Высота объекта $h_x$ , м		7,5	8	9	10	10	9	8	7,5	6	5
Надежность защиты, $P_3$		0,999	0,99	0,9	0,99	0,999	0,99	0,9	0,99	0,9	0,999

Задание №3.

Рассчитать ток через первый изолятор у провода двумя способами в гирлянде из двух изоляторов, если напряжение на проводе  $U_n = 35$  кВ (110, 220), собственная емкость изолятора  $C = 70$  пФ (75, 80), емкость относительно провода  $C_{п} = 0,5$  пФ (1,0; 1,5), емкость относительно земли  $C_3 = 1,5$  пФ (2,5; 5,0).

Типовые вопросы к экзамену:

1. Контроль сопротивления изоляции.
2. Контроль емкости изоляции.
3. Хроматографический анализ масла.

4. Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta$ . Измерения  $\operatorname{tg} \delta$ .
5. Частичные разряды.
6. Контроль изоляции по параметрам частичных разрядов.
7. Измерения параметров частичных разрядов.
8. Методы испытания электрической прочности изоляции.
9. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
10. Испытания изоляции грозowymi импульсами.
11. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
12. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий.
13. Перенапряжения при включении длинных линий.
14. Перенапряжения при рассогласовании фаз.
15. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов.
16. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей.
17. Перенапряжения при отключении емкостных токов.
18. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.
19. Феррорезонансные перенапряжения.
20. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.
21. Коммутационный разрядник.
22. Нелинейные ограничители перенапряжений.
23. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.
24. Защита от прямых ударов молнии.
25. Защита от обратных перекрытий.
26. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
27. Защита подходов линии к подстанции.
28. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.
29. Молниезащита воздушных линий.
30. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.