

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Техника высоких напряжений**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кошелев М.А.
	Идентификатор	R98637263-KoshelevMA-6c225577

М.А.
Кошелев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н.
Кузнецов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н.
Тулский

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 участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
- ИД-1 Применяет типовые проектные решения
- ИД-2 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи (Расчетно-графическая работа)
2. Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
4. Тест №1 (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа)
2. ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа)
3. ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта" (Лабораторная работа)
4. ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика" (Лабораторная работа)
5. ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. ЛР "Испытательные установки высокого напряжения" (Экскурсия)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	10	12	13	13

Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок						
Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок	+	+	+	+	+	+
Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи						
Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи			+		+	+
Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок						
Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок	+	+		+	+	+
Вес КМ:	10	20	10	20	10	30

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
	Срок КМ:	4	8	11	12	14	16
Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях							
Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях	+	+	+	+	+	+	+
Внутренние перенапряжения в электрических сетях							
Внутренние перенапряжения в электрических сетях		+			+	+	+
Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением							
Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением		+			+	+	+
Вес КМ:	10	10	30	10	10	30	

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-1 _{ПК-1} Применяет типовые проектные решения	Знать: основные методы определения зон защиты молниеотводов Уметь: рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций	Тест №1 (Тестирование) ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа) Контрольная работа №3 (Контрольная работа) Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	Знать: электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внутренней изоляции источники, механизмы развития и способы	ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа) Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции" (Контрольная работа) ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа) Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков" (Контрольная работа) ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика" (Лабораторная работа) Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на

		ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции методы контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации Уметь: расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики	воздушных линиях электропередачи (Расчетно-графическая работа) ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа) ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта" (Лабораторная работа) ЛР "Испытательные установки высокого напряжения" (Экскурсия) Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции (Расчетно-графическая работа)
--	--	--	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

6 семестр

КМ-1. ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов"

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

1. Измерить и построить зависимость от времени возвратного напряжения для бакелитового конденсатора.
2. Измерить зависимость напряжения саморазряда для бакелитового конденсатора.
3. Измерить с помощью мегаомметра параметры изоляции обмотки ВН относительно земли. Сравнить и объяснить полученные результаты.
4. Измерить с помощью мегаомметра параметры изоляции обмотки НН относительно земли. Сравнить и объяснить полученные результаты.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации	1. Какие дефекты в изоляции могут быть обнаружены с помощью методов испытаний, изучаемых в данной работе?
Знать: электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внутренней изоляции	1. Почему при определении кривых возвратного напряжения м самозаряда необходимо использовать электростатический вольтметр (киловольтметр)? 2. Почему ёмкость изоляции зависит от частоты?
Уметь: расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции	1. Какого знака будет заряд абсорбции, если слои изоляции имеют равные ёмкости $C_1 = C_2$, $R_1 > R_2$, а источник постоянного напряжения присоединён плюсом к верхнему электроду?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на основные вопросы по теме лабораторной работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

КМ-2. Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в течение 2 академических часов решает задачи по теме расчёта электрических полей во внешней изоляции

Краткое содержание задания:

Решить 4 задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции	1.Определить шаг расщепления одиночного расщеплённого провода (расстояние между соседними проводниками), если известно, что: - высота его подвеса над землёй составляет 20 метров; - ёмкость одиночного провода над землёй составляет 11,184 пФ/м; - расщеплённый провод состоит из 5 проводов с радиусом 1 см. 2.При какой температуре и нормальном атмосферном давлении в промежутке «плоскость-плоскость» с однородным полем шириной 2,7 мм начальная напряжённость будет равна 39,26 кВ/см?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если 3 задачи из 4 решены верно (включая численные значения)

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если 2 задачи из 4 решены верно (включая численные значения)

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если 1 задача из 4 решены верно (включая численные значения) или не выполнено верно ни одной задачи

КМ-3. ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе"

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

1. Измерить зависимость начального и пробивного напряжений от расстояния между электродами для промежутков стержень-стержень и стержень-плоскость.
2. Измерить зависимость пробивного напряжения от расстояния между стержнем и барьером при различных полярностях напряжения.
3. Измерить зависимость начального и пробивного напряжений для цилиндрического конденсатора от радиуса внутреннего цилиндра при переменном напряжении.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции	1.Какой разряд называется самостоятельным? 2.Что такое начальное напряжение? 3.Что такое лавина? 4.Что такое стример?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на основные вопросы по теме лабораторной работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

КМ-4. Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в течение 2 академических часов решает задачи по темам "Регулирование электрических полей во внутренней изоляции" и "Коронный разряд на линии электропередачи".

Краткое содержание задания:

Решить 2 задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции	1. Определить, при каком значении E_{ps} напряжённость на внешнем слое градирированной двухслойной изоляции в кабеле 1 кВ с жилой диаметром 3,40 мм не превышала бы значения 38 кВ/см, если известно, что значение максимальной напряжённости на внутреннем слое изоляции толщиной 0,10 мм с диэлектрической проницаемостью 4,30 равно 39 кВ/см. Определить радиус внешней оболочки кабеля в этом случае. 2. Определить, являются ли потери мощности на коронный разряд для линии электропередачи экономически приемлемыми в рабочем режиме, если известно, что: ☐ ВЛ 330 кВ проходит в равнинной местности; ☐ расщеплённая фаза состоит из 2-х проводов; ☐ провода в расщеплённой фазе имеют радиус 12 мм, а шаг расщепления составляет 40 см; ☐ коэффициент гладкости провода в расщеплённой фазе имеет значение 0,92; ☐ фазные провода расположены на опоре горизонтально, а расстояние между ними равно 8,2 м. Все расчёты проводить для нормальных атмосферных условий.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если решена верно (включая численные значения) 1 задача из двух и во второй задаче намечен правильный путь решения, но допущены незначительные вычислительные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если решена верно (включая численные значения) 1 задача из двух, а при решении второй

задачи намечен правильный путь решения, но допущены значительные вычислительные ошибки, которые привели к неверному ответу

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если ни одна из задач не решена верно (включая численные значения) или нет решения в обеих задачах

КМ-5. ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика"

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

1. Определить действительный коэффициент трансформации испытательного трансформатора при ёмкостной нагрузке.
2. Определить разрядные напряжения воздушных промежутков различной длины.
3. Измерить разрядные напряжения опорных изоляторов с внутренним экраном и без него.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации	1.Объясните, почему коэффициент трансформации испытательного трансформатора при ёмкостной нагрузке отличается от номинального?
Знать: электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции	1.Какие применяются меры для увеличения напряжения перекрытия проходных изоляторов?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на основные вопросы по теме лабораторной работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

КМ-6. Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита расчетно-графической работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

1. Определить параметры изолирующих подвесок для промежуточных опор воздушных линий электропередачи (ВЛ). Расчеты выполнить для обоих указанных в исходных данных классов напряжения. Определить импульсные разрядные напряжения для каждого расчётного случая.
2. Для каждого класса напряжения выбрать опору, фазный провод и молниезащитный трос ВЛ, определить минимально допустимую длину разрядного промежутка «фазный провод - земля». Рассчитать стрелу провеса и среднюю высоту провода в пролёте.
3. Построить для обоих заданных классов напряжения распределения значений напряжённости электрических полей вдоль земли под проводами ВЛ в серединах их пролётов в плоскостях, перпендикулярных проводам линий. Определить ширину санитарно-защитных зон ВЛ.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции	1. Исходя из каких условий работы гирлянды ВЛ, выбирается число стеклянных изоляторов в ней?
Уметь: расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции	1. Определить разрядное напряжение промежутка “провод-земля” в середине пролёта. 2. Определить минимальное расстояние промежутка “провод-земля” в середине пролёта.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и ответы на основные вопросы по теме расчетно-графической работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент плохо ориентируется в своей работе или если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

7 семестр

КМ-7. Тест №1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в течение 20 минут проходит тестирование по материалам практических и лекционных занятий

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы определения зон защиты молниевыводов	1. Что такое зона защиты молниевывода?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если дан ответ на все вопросы верно или допущен не совсем точный ответ не более чем в одном вопросе

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если не более двух вопросов остались без правильного ответа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент ответил верно на половину вопросов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент ответил верно на менее чем половину вопросов

КМ-8. ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн"

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

Изучить влияние параметров схемы (взаиморасположения оборудования и защитного аппарата и расстояния между ними, количества и места включения отходящих линий) на максимальные напряжения на оборудовании.

Определить опытным путём по схеме замещения подстанции длину опасной зоны.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ	1.Что такое опасная зона? 2.Что такое защищённый подход? 3.Какие мероприятия по повышению грозоупорности подстанции от набегающих волн Вы знаете?
Уметь: рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций	1.Построить осциллограмму напряжения на изоляции оборудования в упрощённой схеме замещения. 2.Рассчитать вероятность обратного перекрытия при ударе молнии в опору при заданных параметрах.
Уметь: применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики	1.Определить длину опасной зоны при заданных условиях.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на основные вопросы по теме лабораторной работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

КМ-9. Контрольная работа №3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в течение 2 академических часов решает задачи по теме грозовых перенапряжений и молниезащиты линии электропередачи.

Краткое содержание задания:

Решить задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозových перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций	1. По фазному проводу воздушной линии электропередачи движется грозовой импульс с некоторой амплитудой тока I_m . Волновое сопротивление фазного провода линии составляет 300 Ом. Импульсная электрическая прочность гирлянды изоляторов воздушной линии равна $U_{50\%}=800$ кВ. Какова вероятность перекрытия гирлянды изоляторов под действием грозowego импульса?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если получены правильные числовые значения во всех задачах и ответы сформулированы верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если получены правильные числовые значения, но ответы сформулированы неверно (неточно) или допущены незначительные вычислительные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если получены правильные числовые значения и ответы сформулированы верно не менее чем в половине задач

Оценка: 2

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

КМ-10. ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта"

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

Исследовать влияние длины линии на распределение напряжения вдоль длинной линии. Компенсировать напряжение в длинной линии путём установки шунтирующих реакторов в различных местах линии.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений	1. Что является причиной повышения напряжения вдоль разомкнутой на конце или малонагруженной линии?
---	---

электрических сетях 6-750 кВ	
Уметь: применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики	1.Какой вид имеют распределения напряжения вдоль линии электропередачи с двусторонним питанием в режимах передачи натуральной мощности и холостого хода? 2.Определить значение мощности шунтирующего реактора, необходимой для полной компенсации емкостного тока в начале линии при включении реактора в начале, конце и середине линии.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется, если ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на основные вопросы по теме лабораторной работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

КМ-11. ЛР "Испытательные установки высокого напряжения"

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Экскурсия

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на вопросы по результатам

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ	1.Какими временными параметрами характеризуются грозовые импульсы?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "зачтено" выставляется, если студент посетил экскурсию и ответил на основные вопросы по материалам экскурсии

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется, если студент не посетил экскурсию или не ответил на основные вопросы по материалам экскурсии

КМ-12. Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита расчётно-графической работы проводится путём письменных и/или устных ответов на вопросы преподавателя

Краткое содержание задания:

1. Выбрать промежуточные опоры воздушных линий электропередачи (ВЛ), подходящих к открытому распределительному устройству (ОРУ) подстанции, и определить параметры изолирующих подвесок для опор ВЛ и для порталов ОРУ. Расчеты выполнить для обоих указанных в исходных данных классов напряжения. Определить импульсные разрядные напряжения для каждого расчётного случая.
2. Определить длину опасной зоны и защищенного подхода и рассчитать ожидаемое число повреждений изоляции оборудования на подстанции от ударов молнии в ВЛ в пределах защищенного подхода.
3. Определить необходимое число и высоту стержневых молниеотводов для защиты электрооборудования от прямых ударов молнии и расставить молниеотводы на территории ОРУ, обеспечив требуемую надёжность.
4. Определить параметры контура заземления подстанции (длину и число вертикальных электродов, шаг сетки), обеспечивающие допустимую величину его стационарного сопротивления заземления. Построить зависимость импульсного сопротивления контура заземления подстанции от тока молнии. Определить число повреждений в год изоляции электрооборудования ОРУ от прямых ударов молнии.
5. Определить показатель грозоупорности подстанции.
6. Предложить методы повышения грозоупорности подстанции.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы определения зон защиты молниеотводов	1.Что такое зона защиты молниеотвода? 2.Принцип действия молниеотвода.
Знать: источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ	1.Принцип работы ОПН.
Уметь: рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций	1.Определить вероятность обратного перекрытия при ударе молнии в молниеотвод, расположенный на портале подстанции. 2.Предложить мероприятия по увеличению показателя грозоупорности подстанции 3.Оценить влияние коронного разряда на показатель грозоупорности подстанции

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и ответы на большинство вопросов даны правильно и в полном объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент хорошо ориентируется в своей работе и ответы на основные вопросы по теме расчётно-графической работы даны верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент плохо ориентируется в своей работе или если больше половины вопросов остались без ответа или при ответе на вопросы были допущены грубые ошибки

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Понятие внешней и внутренней изоляции. Номинальное и рабочее напряжение в трехфазной системе. Пробой и перекрытие изоляции. Изоляция самовосстанавливающаяся и не самовосстанавливающаяся. Факторы, действующие на изоляцию. Конфигурация электрических полей, коэффициент неоднородности электрического поля. Связь толщины изоляции и коэффициента неоднородности электрического поля. Особенность системы электродов «коаксиальные цилиндры».
2. Диэлектрические потери в изоляции. Тангенс угла диэлектрических потерь и мощность диэлектрических потерь. Особенность тангенса угла диэлектрических потерь как диагностического параметра. Принцип измерения тангенса угла диэлектрических потерь цифровым прибором. Прямая и перевернутая схема измерений.
3. Диэлектрик прямоугольной формы (длина $a=300$ мм, ширина $b=200$ мм, высота $h=4$ мм) находится между пластинами плоского конденсатора. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно высоте диэлектрика. Удельное объемное сопротивление диэлектрика равно $\rho_v=5 \cdot 10^{10}$ Ом*м. Определить удельное поверхностное сопротивление диэлектрика ρ_s , при котором сопротивление диэлектрика протекающему по его объему току, будет равно сопротивлению диэлектрика, протекающему по его поверхности току.

Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Применяет типовые проектные решения

Вопросы, задания

1. Общая характеристика внешней изоляции. Назначение и типы изоляторов.
2. Регулирование электрических полей во внешней изоляции. Электростатические экраны. Внутренний экран в опорном изоляторе. Регулирование распределения напряжения по гирлянде изоляторов, емкостной экран. Принудительное распределение напряжения в изоляционной конструкции. Применение барьеров.
3. Коронный разряд на проводах воздушной линии электропередачи. Общая и местная корона. Расщепленные провода. Расчет потерь энергии при местной короне по обобщённым характеристикам потерь.
4. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции – скругление краев электродов, градирование изоляции, применение конденсаторных обкладок, применение полупроводящих покрытий.
5. Сопротивление изоляции. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром, блок – схема цифрового мегаомметра. Участки изоляции в однофазном силовом трансформаторе. Измерение сопротивления участков изоляции в однофазном силовом трансформаторе, контроль достоверности результатов измерений.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какая изоляция является самовосстанавливающейся?

Ответы:

- А) Газовая
- Б) Жидкая
- В) Твердая

Верный ответ: А), Б)

2.Что означают цифры, характеризующие импульс высокого напряжения: 1,2/50 ?

Ответы:

- А) 1,2 - напряжение в кВ, 50 – напряженность электрического поля в В/м.
- Б) 1,2 – длительность импульса в миллисекундах, 50 – длительность фронта импульса в мкс.
- В) 1,2 – длительность фронта импульса в мкс, 50 – длительность импульса в мкс.
- Г) 1,2 – длительность фронта импульса в мкс, 50 – максимальное напряжение в кВ.

Верный ответ: В)

3.При какой форме испытательного напряжения происходит измерение сопротивления изоляции?

Ответы:

- А) При постоянном напряжении.
- Б) При напряжении промышленной частоты.
- В) При импульсном напряжении.

Верный ответ: А)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

Вопросы, задания

1.Развитие разряда вдоль загрязненной и увлажненной поверхности изолятора, частичный дуговой разряд.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какой параметр лежит в основе классификации электрических полей?

Ответы:

- А) Расстояние между электродами
- Б) Радиус кривизны электрода
- В) Коэффициент неоднородности электрического поля
- Г) Средняя напряженность электрического поля
- Д) Разность потенциалов между электродами

Верный ответ: В)

2.Напряженность под воздушной линией электропередачи на высоте 1,8 метра над землей составляет 0,1 кВ/см. Человек высотой 1,8 м встал под линией электропередачи таким образом, чтобы макушка его головы находилась в месте с указанной выше напряженностью электрического поля. Определить напряжённость на макушке человека в этом случае.

Выберите вариант ответа, который в принципе не может быть правильным.

Ответы:

- А) 0,1 кВ/см
- Б) 0,5 кВ/см
- В) 0,05 кВ/см
- Г) 0,01 кВ/см

Верный ответ: А) , В), Г)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

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

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

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 неё; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Понятие перенапряжения. Классификация перенапряжений.
2. Испытания и координация изоляции электрооборудования по уровню внутренних перенапряжений.
3. Задача. В зоне защиты одиночного стержневого молниеотвода расположен объект высотой 4,5 метра. Молниеотвод и защищаемый объект имеют общее заземление. Расстояние между молниеотводом и защищаемым объектом равно 5 метров, погонная индуктивность молниеотвода 2 мкГн/м, средняя разрядная напряженность электрического поля в воздухе равна 5 кВ/м. Определить вероятность перекрытия с молниеотвода на защищаемый объект при ударе молнии в вершину молниеотвода.

Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Применяет типовые проектные решения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие виды перенапряжений наиболее опасны для ОПН?

Ответы:

- А) Грозовые.
- Б) Коммутационные.
- В) Режимные (квазистационарные).

Верный ответ: В)

2. Какие токи короткого замыкания характерны для сети 10 кВ с изолированной нейтралью?

Ответы:

- А) 10-25 А
- Б) 1-3 кА
- В) 5-20 кА

Верный ответ: А)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

Вопросы, задания

1. Пути повышения эффективности молниезащиты воздушных линий электропередачи.
2. Координация изоляции электрооборудования по уровню грозовых перенапряжений. Испытательные напряжения грозовых импульсов.
3. Кратность внутренних перенапряжений, допустимая кратность внутренних перенапряжений. Однофазное короткое замыкание в сетях с изолированной нейтралью. Влияние длины линии. Гашение дуги короткого замыкания с помощью катушки Петерсона.
4. Испытания и координация изоляции электрооборудования по уровню внутренних перенапряжений.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. За счет чего повышается эффективность молниезащиты воздушной линии электропередачи при уменьшении сопротивления заземления опоры?

Ответы:

- А) За счет снижения вероятности перехода искрового разряда в дуговой разряд.
- Б) За счет снижения вероятности обратного перекрытия.
- В) При уменьшении сопротивления заземления опоры эффективность молниезащиты воздушной линии электропередачи не изменяется.

Верный ответ: Б)

2. При каком угле защиты фазный провод воздушной линии электропередачи защищен от ударов молнии наилучшим образом.

Ответы:

- А) 5 градусов.
- Б) 10 градусов.
- В) 20 градусов.

Г) 0 градусов.

Верный ответ: Г)

3. Имеются ли отличия защитного аппарата и защитного промежутка?

Ответы:

А) Защитный аппарат и защитный промежуток ограничивают амплитуду импульсов перенапряжений и различий между ними нет.

Б) Защитный аппарат в отличие от защитного промежутка обеспечивает отключение сопровождающего тока.

В) Защитный аппарат и защитный промежуток обеспечивают отключение сопровождающего тока.

Верный ответ: Б)

4. Как стримерная корона влияет на параметры грозового импульса, который движется по фазному проводу воздушной линии?

Ответы:

А) Стримерная корона приводит к увеличению амплитуды импульса.

Б) Стримерная корона приводит к уменьшению амплитуды импульса.

В) Стримерная корона приводит к уменьшению длительности фронта импульса.

Г) Стримерная корона приводит к увеличению длительности фронта импульса.

Верный ответ: Г)

5. Может ли импульсный коэффициент заземлителя быть меньше единицы?

Ответы:

А) Да, из-за искрообразования вблизи заземлителя.

Б) Нет, из-за искрообразования вблизи заземлителя.

В) Да, из-за влияния индуктивности заземлителя.

Г) Нет, из-за влияния индуктивности заземлителя.

Верный ответ: А)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

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

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 неё; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу