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: Управление высоковольтными электроэнергетическими объектам и комплексами

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Специальные вопросы электроэнергетики

Москва
2023

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Жуликов С.С. Идентификатор: R80c76a64-ZhulikovSS-42c2a72f	С.С. Жуликов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Аграпонова Н.Л. Идентификатор: R5cb2904d-DemchenkoNL-737fe09	Н.Л. Аграпонова
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Темников А.Г. Идентификатор: Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00	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 (высоковольтных энергетических объектов и комплексов)

ИД-3 Демонстрирует понимание научных проблем в области функционирования высоковольтных энергетических объектов

2. ПК-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать управленческие, проектные и технические решения при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности (высоковольтных энергетических объектов и комплексов)

ИД-3 Демонстрирует знания в области управления проектами, технико-экономического обоснования проектных решений и управления персоналом на высоковольтных энергетических объектах

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторная работа "Имитационное моделирование систем молниезащиты зданий и сооружений и её исследование" (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа "Исследование электрических разрядов по поверхности твёрдого диэлектрика, как источника повреждений изоляции вторичных цепей объектов энергетики" (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа "Расчёт и анализ средствами Scilab электромагнитной обстановки вблизи воздушных линий электропередачи высокого напряжения" (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа "Решение задач безусловной оптимизации средствами Microsoft Office Excel при регулировании электрических полей установок высокого напряжения" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Оптимизационные математические модели в электроэнергетике, их классификация и роль в выработке инженерных и управленческих решений" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Специальные системы объектов энергетики: оперативного постоянного тока, собственных нужд" (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-

	КМ:	1	2	3	4	5	6
	Срок КМ:	4	8	10	12	14	15
Системы оперативного постоянного тока и собственных нужд 0,4 кВ							
Системы оперативного постоянного тока и собственных нужд 0,4 кВ		+		+			
Системы заземления и молниезащиты объектов электроэнергетики							
Системы заземления и молниезащиты объектов электроэнергетики					+		
Электромагнитные обстановка и совместимость на объектах электроэнергетики							
Электромагнитные обстановка и совместимость на объектах электроэнергетики						+	
Применение методов математической оптимизации к решению инженерных задач электроэнергетики							
Применение методов математической оптимизации к решению инженерных задач электроэнергетики			+				+
	Вес КМ:	20	20	15	15	15	15

$Общая часть/Для промежуточной аттестации$

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-З$_{ПК-1}$ Демонстрирует понимание научных проблем в области функционирования высоковольтных энергетических объектов	Знать: технические средства и методики диагностики специальных систем объектов энергетики, установленные НТД нормируемые параметры структуру и состав специальных систем объектов энергетики, выполняемые ими функции, требования, предъявляемые нормативно-технической документацией (НТД) Уметь: определять параметры специальных систем объектов энергетики с учётом требований НТД и проводить анализ причин их ухудшения	Контрольная работа "Оптимизационные математические модели в электроэнергетике, их классификация и роль в выработке инженерных и управленческих решений" (Контрольная работа) Лабораторная работа "Исследование электрических разрядов по поверхности твёрдого диэлектрика, как источника повреждений изоляции вторичных цепей объектов энергетики" (Лабораторная работа) Лабораторная работа "Расчёт и анализ средствами Scilab электромагнитной обстановки вблизи воздушных линий электропередачи высокого напряжения" (Лабораторная работа)
ПК-2	ИД-З$_{ПК-2}$ Демонстрирует знания в области управления проектами,	Знать: наиболее характерные источники	Контрольная работа "Специальные системы объектов энергетики: оперативного постоянного тока, собственных нужд" (Контрольная работа)

	технико-экономического обоснования проектных решений и управления персоналом на высоковольтных энергетических объектах	электромагнитных помех и рецепторы на объектах электроэнергетики, мероприятия по снижению их уровней до допустимых значений, методики их расчёта методы решения нелинейных задач математической оптимизации и базирующихся на них характерных оптимизационных математических моделей, применяемых при решении инженерных задач электроэнергетик Уметь: решать с применением современного программного обеспечения нелинейные задачи математической оптимизации и базирующиеся на них характерные оптимизационные математические модели, применяемые при решении инженерных задач электроэнергетики	Лабораторная работа "Имитационное моделирование систем молниезащиты зданий и сооружений и её исследование" (Лабораторная работа) Лабораторная работа "Решение задач безусловной оптимизации средствами Microsoft Office Excel при регулировании электрических полей установок высокого напряжения" (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа "Специальные системы объектов энергетики: оперативного постоянного тока, собственных нужд"

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать на проверку преподавателю (при дистанционном формате обучения ответы высылаются в виде фото-отчета или отсканированного решения почтой ОСЭП)

Краткое содержание задания:
Проверка знаний студентов по теме “Специальные системы объектов энергетики: оперативного постоянного тока, собственных нужд” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы решения нелинейных задач математической оптимизации и базирующихся на них характерных оптимизационных математических моделей, применяемых при решении инженерных задач электроэнергетик	1.Основные функции системы оперативного постоянного тока энергообъекта. Состав оборудования и типовая структурная схема. 2.Методика проверки зарядно-подзарядный устройств и стабилизаторов напряжения. Контролируемые параметры. 3.Характерные нарушения в работе СОПТ при эксплуатации. Причины их возникновения и последствия, к которым они приводят. 4.Перечень параметров, необходимых для определения технического состояния аккумуляторной батареи. Визуальный осмотр АБ, характерные дефекты. 5.Классификация параметров, контролируемых при диагностике СОПТ. Виды работ при диагностике СОПТ. 6.Методы определение емкости аккумуляторной батареи по внутреннему сопротивлению. Двухимпульсный метод, его преимущества. 7.Перечень оборудования и его параметры, которые необходимо контролировать при диагностике СОПТ. 8.Корректировка и анализ исполнительной схемы СОПТ. Характерные недостатки исполнительных схем СОПТ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

КМ-2. Контрольная работа "Оптимизационные математические модели в электроэнергетике, их классификация и роль в выработке инженерных и управленческих решений"

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать на проверку преподавателю (при дистанционном формате обучения ответы высылаются в виде фото-отчета или отсканированного решения почтой ОСЭП)

Краткое содержание задания:
Проверка знаний студентов по теме “Оптимизационные математические модели в электроэнергетике, их классификация и роль в выработке инженерных и управленческих решений” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технические средства и методики диагностики специальных систем объектов энергетики, установленные НТД нормируемые параметры	1.Что такое электрическое поле? Что является источником ЭП при постоянном и переменном напряжении? 2.Какая физическая характеристика ЭП определяет его воздействие на живые организмы? Каков физический смысл этой характеристики? 3.Каков порядок величин напряжённости ЭП под фазными проводами ВЛ? 4.В чём состоит математическая модель, используемая для расчёта ЭП ПЧ под фазными проводами ВЛ? 5.Перечислите и поясните основные способы защиты от воздействия ЭП ПЧ. 6.В чём состоит принцип действия электростатического экрана?

	7.Поясните, как ЭП ПЧ наводит токи в находящемся в нём живом организме? 8.Какие нормы по допустимым значениям ЭП ПЧ и времени пребывания в нём Вам известны? 9.Что такое магнитное поле? Что является источником МП при постоянном и переменном напряжении? 10.Какой физический параметр МП определяет его воздействие на живые организмы? 11.Каким образом МП ПЧ наводит токи в тканях помещённого в поле живого организма? 12.Каков порядок величин напряжённости МП под фазными проводами ВЛ? 13.В чём состоит математическая модель, используемая для расчёта МП ПЧ под фазными проводами ВЛ? 14.Назовите и поясните основные способы защиты от воздействия МП ПЧ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

КМ-3. Лабораторная работа "Исследование электрических разрядов по поверхности твёрдого диэлектрика, как источника повреждений изоляции вторичных цепей объектов энергетики"

Формы реализации: Защита задания
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания электрических разрядов, протекающих по поверхности твердого диэлектрика

Краткое содержание задания:

Многообразие изоляционных конструкций с твердым диэлектриком может быть сведено к трем характерным случаям. На рис. 1,а показано размещение диэлектриков в однородном поле. Поверхность раздела диэлектрика и воздуха расположена вдоль силовых
линий электрического поля. На рис. 1,б, в показано положение диэлектрика в конструкциях
с неоднородным полем. В первом случае (рис. 1,б) во всех точках поверхности диэлектрика,
за исключением очень малых ее участков вблизи электродов, тангенциальная составляющая напряженности ноля Et преобладает над нормальной составляющей En. В другом случае (рис. 1,в), .наоборот, нормальная составляющая много больше тангенциальной составляющей напряженности поля.

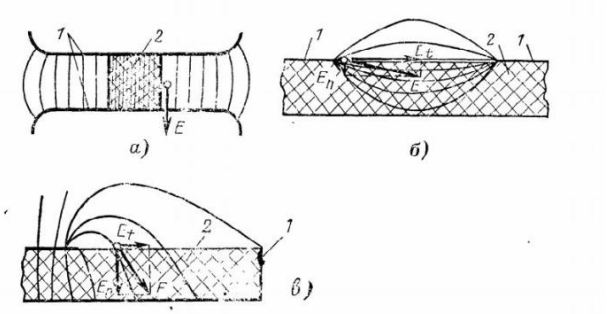

Figure 1 Рис. 1. Характерные расположения твердого диэлектрика в электрическом поле.
1 – электроды; 2 – диэлектрик.

В зависимости от формы электрического поля главное влияние на характер развития разряда и на значение разрядного напряжения оказывают различные факторы.

1. Диэлектрик, помещенный в однородном поле (рис. 1,а), казалось бы, не нарушает
постоянства напряженности поля, и поэтому естественно было бы предположить, что пробой такого промежутка может произойти в любом месте и разрядное .напряжение окажется таким же, как и для чисто воздушного промежутка. Однако в действительности
разряд происходит всегда по поверхности диэлектрика и при напряжении, более низком, чем в воздушном промежутке.

Значительную роль в снижении разрядных напряжений играет адсорбированная диэлектриком влага, в которой содержатся дислоцированные ионы. В электрическом поле
сравнительно медленно из-за малой проводимости увлажненного слоя происходит перераспределение зарядов на поверхности диэлектрика. Поле вблизи электродов усиливается, а в середине промежутка ослабляется. В результате этого значение разрядного
напряжения уменьшается. Материалы, обладающие большой поверхностной гигроскопичностью (стекло, бакелизированная бумага), дают большее снижение разрядных
напряжений, чем малогигроскопичные материалы (парафин, винипласт). При импульсном
напряжении электрическое поле в промежутке не успевает существенно исказиться, и поэтому разрядное напряжение снижается в меньшей мере, чем при постоянном и переменном напряжениях.

Помимо увлажнения поверхности диэлектрика большое влияние на значение разрядного напряжения могут оказывать воздушные прослойки между диэлектриком и

электродами. В этих микрозазорах из-за разницы в диэлектрических проницаемостях воздуха и диэлектрика создается местное увеличение напряженности поля и возникает ионизационный процесс. Продукты ионизации, выходя на поверхность диэлектрика, создают местное усиление электрического поля, что приводит к значительному (иногда вдвое и больше) снижению разрядного напряжения.

В реальных изоляционных конструкциях твердый диэлектрик редко располагается в однородном поле. Чаще конструкция, показанная на рис. 1,а, используется для исследования характеристик разряда по поверхности диэлектрика.

2. Расположение диэлектрика по рис. 1,б характерно для опорных изоляторов. Электрическое поле в этой конструкции неоднородно, поэтому разрядные напряжения ниже, чем в случае, показанном на рис. 1,а.

Гигроскопические свойства диэлектрика мало влияют на разрядные напряжения опорных изоляторов, поскольку процессы па их увлажненной поверхности могут лишь несколько увеличить и без того значительную неоднородность поля. Неплотное прилегание
диэлектрика к электродам в реальных конструкциях устраняется с помощью цементирующих замазок или эластичных прокладок.

Нижний электрод (фланец) опорного изолятора обычно бывает соединен с заземленными конструкциями, имеющими значительные размеры. Вследствие этого напряженность поля у фланца уменьшается и разряд начинается с другого электрода (шапки), находящегося под высоким потенциалом. Уменьшение напряженности поля вблизи шапки посредством создания внутреннего или внешнего экрана позволяет существенно увеличить разрядное напряжение изолятора.

3. В конструкции по рис. 1,в, характерной для проходных изоляторов, у короткого
электрода при относительно небольшом напряжении возникает коронный разряд в виде полоски ровного и неяркого свечения. При увеличении напряжения область коронирования
расширяется и на поверхности диэлектрика появляются многочисленные слабосветящиеся
каналы (стримеры), направленные в сторону противоположного электрода.

В рассматриваемой конструкции в отличие от других устройств стримерные каналы имеют значительно большую емкость по отношению к противоположному электроду. Вследствие этого через них проходит сравнительно большой ток. При определенном значении напряжения ток возрастает настолько, что температура стримерных каналов существенно увеличивается и с них становится возможной термическая ионизация. В результате этого каналы разряда преобразуются: сопротивление их резко падает, интенсивность свечения возрастает. Термически ионизированные каналы, развивающиеся
по поверхности диэлектрика, называются скользящими разрядами.

Падение напряжения на каналах «скользящих разрядов невелико, поэтому почти все напряжение оказывается приложенным к неперекрытой части промежутка. Длина скользящих разрядов очень быстро увеличивается с повышением напряжения, и процесс завершается полным перекрытием промежутка между электродами.

Чем больше значение тока в канале скользящего разряда, тем выше проводимость канала и выше напряжение на оставшейся неперекрытой части промежутка, тем быстрее растет длина скользящего разряда и ниже оказывается напряжение перекрытия.

При переменном напряжении ток определяется емкостью канала разряда по отношению к противоположному электроду. Очевидно, чем больше емкость, тем ниже должно быть разрядное напряжение, конечно, при постоянстве расстояния между электродами по поверхности диэлектрика.

В качестве величины, характеризующей емкость канала, принимается удельная

поверхностная емкость, т. е. емкость единицы поверхности, по которой развивается разряд,
по отношению к противоположному электроду. Поскольку удельная поверхностная емкость обратно пропорциональна толщине диэлектрика □, разрядное напряжение может
быть выражено как

$$U_p' = k_l \cdot d^m \quad (1)$$

При неизменных толщине и материале диэлектрика разрядное напряжение зависит от расстояния □ между электродами по поверхности диэлектрика

$$U_p'' = k_d \cdot l^n \quad (2)$$

в общем случае

$$U_p = k \cdot d^m \cdot l^n \quad (3)$$

k_l, k_d, □, □, □ — постоянные для рассматриваемой конструкции величины.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ И ОБЪЕКТОВ ИСПЫТАНИЯ

Принципиальная электрическая схема установки представлена на рис. 2. Источником напряжения промышленной частоты служит испытательный трансформатор Тр на 140 кВ
(действующее значение) типа ТВО-140/50, имеющий номинальный коэффициент трансформации □т=525. Напряжение его регулируется с помощью автотрансформатора АТр
и измеряется на стороне низшего напряжения вольтметром V (действующее значение). Резистор R служит для защиты трансформатора от больших токов и большой крутизны среза напряжения при перекрытии объекта испытаний Объект.
Выключатель В1 служит для коммутации напряжения испытательной установки.

Выключатель (автоматический) В2 предназначен для дистанционного отключения и включения трансформатора высокого напряжения Тр, а рубильник Р – для создания видимого разрыва в цепи его питания.

Часть, установки, работающая при высоком напряжении (обведена пунктиром на рис. 2), расположена па испытательном поле, которое оборудовано устройством для заземления
выводов высокого напряжения. Двери ограждения испытательного поля снабжены блокировкой, контакты которой включены в цепи управления выключателем В2.

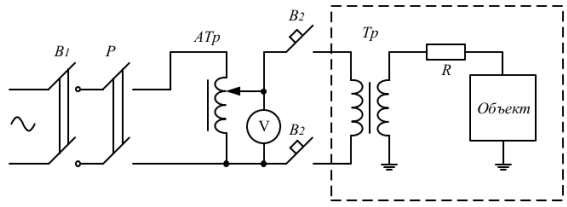

Figure 2 Рис. 2. Принципиальная схема установки.

Для изучения разрядных напряжений в однородном поле используется промежуток между двумя дисками с закругленными краями (рис. 1,а). В промежуток помещаются диэлектрические цилиндры разной высоты, сделанные из гигроскопичного и малогигроскопичного материалов.

Разрядные напряжения по поверхности диэлектрика в неоднородном поле с преобладающей тангенциальной составляющей напряженности изучаются на конструкции,
показанной на рис. 3. Электроды представляют собой металлические кольца 1. В качестве

твердого диэлектрика используется стеклянная трубка 2. Оба кольца могут перемещаться
по поверхности трубки, при этом изменяется расстояние между электродами (высота макетного опорного изолятора).

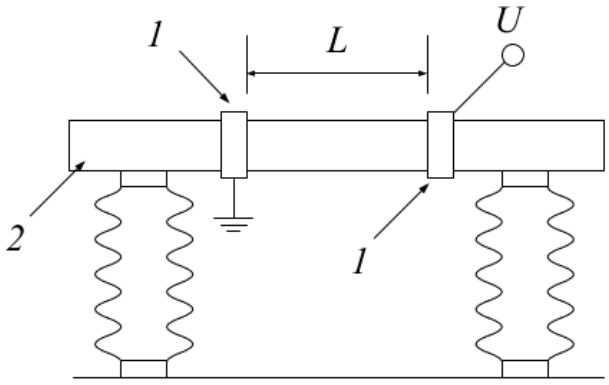

Figure 3 Рис. 3. Макет опорного изолятора

Для изучения поверхностного разряда в неоднородном поле с большой нормальной составляющей напряженности внутрь стеклянной трубки 2 помещается металлическая трубка 3 (рис. 4) таким образом, чтобы внутренний конец ее находился примерно посредине
стеклянной трубки. Напряжение подается между кольцом 1 и металлической трубкой. Перемещая кольцо по поверхности стекла, можно изменять расстояние между электродами.
Удельная поверхностная емкость в этом устройстве не изменяется.

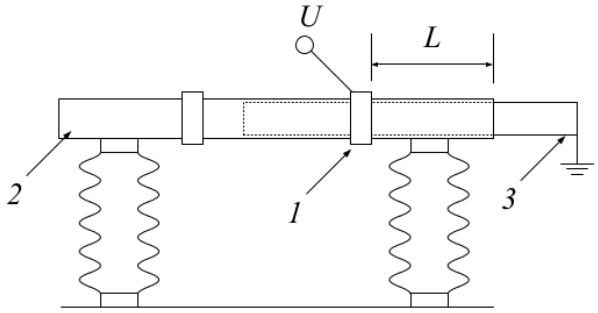

Figure 4 Рис. 4. Макет проходного изолятора

Влияние внутреннего экрана на разрядное напряжение изучается на реальных опорных изоляторах, один из которых имеет такой экран (рис. 5).

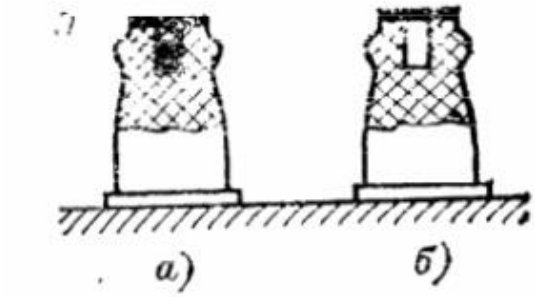

Figure 5 Рис. 5. Опорные изоляторы
а – с внутренним экраном Э;
б – без него.

Влияние удельной поверхностной емкости на развитие разряда изучается с помощью устройства, показанного на рис. 6. Электродами разрядами промежутка в этом устройстве
служат полусфера ПС, на которую подается напряжение, и заземленная металлическая пла-
стина с круглым вырезом П1. Электроды прижаты к тонкому листу диэлектрика Д (оргстекло). Разрядное расстояние между электродами l = 20 см. Вторая заземленная металлическая пластина П2 может устанавливаться на разных расстояниях от поверхности
диэлектрика, указываемых специальной шкалой Ш, и служит для изменения удельной поверхностной емкости.

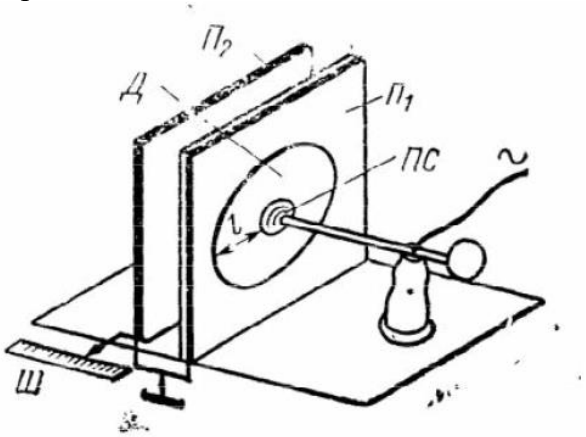

Figure 6 Рис. 6. Устройство для изучения влияния удельной поверхностной емкости на развитие разряда

ЗАДАНИЕ НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ

1. Рассчитать разрядные напряжения промежутков с однородным полем, длиной 1, 2, 3 и 4 см (см. ЛР №1 по курсу ТВН).
2. Показать примерный ход зависимостей, подлежащих экспериментальному изучению. При этом сравнить ожидаемые зависимости пп. 2.1 и 2.2; 3.1 и 3.2 «Задания на
измерения».
3. Показать, какой вид должны иметь зависимости пп. 3.1 и 5 в логарифмической системе координат и как по этим зависимостям определить постоянные kl, и, kd, п формул
(1) и (2).

ЗАДАНИЕ НА ИЗМЕРЕНИЯ

1. Перед началом работы ознакомиться со схемой установки, расположением ее элементов и объектов испытания, с порядком проведения измерений и правилами безопасной работы на установке.

2.1. Определить разрядные напряжения воздушных промежутков длиной l, равной 1, 2, 3 и 4 см между дисками с закругленными краями см. рис. 1,а. (Длина промежутков устанавливается по шаблонам.)
2.2. Определить разрядные напряжения промежутков с помещенным между электродами твердым диэлектриком. Для этой цели используются цилиндры высотой l,

равной 1, 2, 3 и 4 см (сначала из гигроскопичного, а затем из малогигроскопичного диэлектрика).
По результатам опытов построить графики Up = f(l). Определить средние разрядные градиенты напряжения Eср = Up /l и построить графики Eср = f(l).

3.1. Пользуясь устройством, показанным на рис. 3, определить разрядные напряжения по поверхности диэлектрика в зависимости от расстояния между электродами L. Размер L
устанавливать в пределах от 4 до 12 см.
По результатам опытов построить графики Up = f(l) и Eср = f(l).
3.2. Пользуясь устройством, показанным на рис. 4, определить разрядные напряжения по поверхности диэлектрика в зависимости от расстояния между электродами L. Размер L
устанавливать в пределах от 4 до 12 см.
По результатам опытов построить кривые Up = f(l) и Eср = f(l). Построение выполнять на одних графиках с данными опытом по п.3.1.

Зависимость Up = f(l) построить также в логарифмических координатах, пользуясь этим построением, определить значения коэффициентов k1 и n в уравнении (2).

4. Измерить разрядные напряжения опорных изоляторов с внутренним экраном и без него (рис. 5). Определить средние разрядные градиенты напряжения.

5. Пользуясь устройством, показанным на рис. 6 определить напряжение возникновения короны Uк, напряжение возникновения скользящих разрядов Uск и разрядное напряжение Up при разных значениях удельной поверхностной емкости. Для изменения удельной поверхностной емкости заземленную плоскость П2 устанавливать на
расстоянии d, равном 2, 3, 4, 5 и 6 см от поверхности диэлектрика.
По полученным данным построить графики Uк, Uск и Up = f(d), а также график Eср = Up /l = f(d).
Зависимость Up = f(d) построить в логарифмических координатах и, пользуясь этим построением, определить значения коэффициентов kl и m в уравнении (1)

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять параметры специальных систем объектов энергетики с учётом требований НТД и проводить анализ причин их ухудшения	1.Объясните, почему разрядные напряжения в опытах по п.2.1 не совпадают с результатами расчетов? 2.Объясните каким образом в опытах по п.2.2 можно было бы устранить влияние неплотного прилегания диэлектрических цилиндров к электродам? 3.Объясните какой материал по данным опыта п.2.2 более гигроскопичен и чем это можно аргументировать? 4.Сопоставьте средние разрядные градиенты, полученные в опытах по п.2.2 и 3.1 и объясните результаты сопоставления.

	5.Поясните влияние экрана в опыте п.4. Какие еще применяют меры для повышения разрядного напряжения опорных изоляторов? 6.Сопоставьте результаты опытов в пп.3.1 и 3.2 и объясните полученное различие. 7.Проанализируйте, как изменяются Uк, Uск и Uр в опытах п.5 при увеличении d. Объясните ход этих зависимостей. 8.Объясните какие применяются меры для увеличения напряжения перекрытия проходных изоляторов?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено неверно или не выполнено

КМ-4. Лабораторная работа "Имитационное моделирование систем молниезащиты зданий и сооружений и её исследование"

Формы реализации: Защита задания
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания иммитационного моделирования систем молниезащиты зданий и сооружений

Краткое содержание задания:
Изучение моделирования систем молниезащиты зданий и сооружений

Контрольные вопросы/задания:

Знать: наиболее характерные источники электромагнитных помех и рецепторы на объектах	1.Дайте определение естественного заземлителя системы молниезащиты? 2.Дайте определение внутренней и внешней

электроэнергетики, мероприятия по снижению их уровней до допустимых значений, методики их расчёта	молниезащиты? 3.Назовите виды молниеприемников. 4.Дайте определение прямого удара молнии. 5.Перечислите средства защиты от вторичных воздействий молнии.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено неверно или не выполнено

КМ-5. Лабораторная работа "Расчёт и анализ средствами Scilab электромагнитной обстановки вблизи воздушных линий электропередачи высокого напряжения"

Формы реализации: Защита задания
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания электромагнитной обстановки вблизи воздушных линий электропередачи высокого напряжения

Краткое содержание задания:

1. Содержание задания

Рассчитайте максимальные значения напряжённостей электрического поля (ЭП) и магнитного поля (МП) на высоте h0=1,8 м над землёй под фазными проводами трёхфазной
одноцепной воздушной линии электропередачи (ВЛ) промышленной частоты (ПЧ) с номинальным напряжением Uном, номинальной силой тока в фазах Iф и горизонтальным
расположением фазных проводов. Они находятся на высоте h и на расстоянии D друг от друга.
Фазные провода ВЛ высших классов напряжения могут быть расщеплены и состоять из n
проводников радиусом r0, разделённых расстоянием d. Удельное сопротивление грунта

равно ρ.
Сколько времени в таком поле может работать персонал, проводящий работы под проводами ВЛ?
Если необходимо, сформулируйте и обоснуйте мероприятия по увеличению допустимого времени
пребывания персонала в поле. Определите ширину санитарно-защитной зоны ВЛ.
Необходимые вычисления производятся в среде программы для научных и инженерных расчётов Scilab (www.scilab.org) при помощи разработанных для неё программ «Расчёт МП
ВЛ.sce» (в части магнитного поля) и «Расчёт ЭП ВЛ.sce» (в части электрического поля).
Задание выполняется в соответствии с материалами, приведёнными в учебных пособиях [1]
(главы 3, 4 и приложение П.1.8), [2] (главы 1 и 3). О программе Scilab и правилах её использования рассказано в книге [3].

2. Индивидуальные варианты задания
Индивидуальные варианты значений параметров решаемой задачи содержатся в таблице 1.
Номер варианта соответствует номеру бригады.

Табл. 1
Индивидуальные варианты значений параметров воздушных линий электропередачи
высокого напряжения

Вариант	Uном, кВ	Iф, А	h, м	D, м	n	r0, м	d, м	ρ, Ом·м
1	110	200	6	7	1	0,010	0,4	140
2	220	350	7	8	1	0,015	0,4	120
3	330	600	8	10	2	0,020	0,4	100
4	500	1000	9	12	3	0,025	0,4	80
5	750	1750	12	14	4	0,030	0,4	60
6	1150	2500	14	16	8	0,030	0,4	40

3. Указания по подготовке отчёта о выполнении лабораторной работы
Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие материалы:
1) задание, включая индивидуальный набор значений параметров ВЛ ВН;
2) описание математических моделей, принятых для расчёта электрических и магнитных полей ВЛ ВН с необходимыми пояснениями к ним;
3) результаты расчёта напряжённости Е ЭП под проводами ВЛ при номинальном значении
линейного напряжения ВЛ, а также при его наибольшем рабочем значении (соотношение между
номинальным и наибольшим рабочим напряжением электрических систем указано в 15-й главе
учебника [4]), в виде соответствующих графиков распределений $E(x)^2$ и значений максимальной
напряжённости Emax=max[E(x)];
4) расчётные значения Тдоп допустимого времени пребывания персонала в ЭП поле с напряжённостью Emax;
5) предложения мероприятий по увеличению допустимого времени пребывания персонала
в поле, если Тдоп<8 ч;

6) расчётную ширину S санитарно-защитной зоны ВЛ, определённую при наибольшем рабочем напряжении ВЛ;
7) результаты расчёта напряжённости Н МП под проводами ВЛ при заданном в табл. 1 значении силы тока Iф в фазных проводах ВЛ в виде соответствующих графиков распределений
H(x) и значений максимальной напряжённости поля Hmax=max[H(x)];
8) выводы по результатам проделанной работы, включающие полученные расчётные значения Emax, S, Тдоп, Hmax, а также предложения по увеличению значения Тдоп.

4. Библиографический список

1) Колечицкий Е.С., Романов В.А., Карташев В.Г. Защита биосферы от влияния электромагнитных полей: – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2) Белогловский А.А., Пашинин И.В. Методы расчёта электрических полей в примерах и
задачах: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
3) Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко О.А. Scilab: Решение инженерных и математических задач. – М.: ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
4) Базуткин В.В., Ларионов В.П, Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и
перенапряжения в электрических системах: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:
Энергоатомиздат, 1986.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: структуру и состав специальных систем объектов энергетики, выполняемые ими функции, требования, предъявляемые нормативно-технической документацией (НТД)	1.Что такое электрическое поле? Что является источником ЭП при постоянном и переменном напряжении? 2.Какая физическая характеристика ЭП определяет его воздействие на живые организмы? Каков физический смысл этой характеристики? 3.Каков порядок величин напряжённости ЭП под фазными проводами ВЛ? 4.В чём состоит математическая модель, используемая для расчёта ЭП ПЧ под фазными проводами ВЛ? 5.Перечислите и поясните основные способы защиты от воздействия ЭП ПЧ. 6.В чём состоит принцип действия электростатического экрана? 7.Поясните, как ЭП ПЧ наводит токи в находящемся в нём живом организме? 8.Какие нормы по допустимым значениям ЭП ПЧ и времени пребывания в нём Вам известны? 9.Что такое магнитное поле? Что является источником МП при постоянном и переменном напряжении? 10.Какой физический параметр МП определяет его воздействие на живые организмы? 11.Каким образом МП ПЧ наводит токи в тканях

	помещённого в поле живого организма? 12.Каков порядок величин напряжённости МП под фазными проводами ВЛ? 13.В чём состоит математическая модель, используемая для расчёта МП ПЧ под фазными проводами ВЛ? 14.Назовите и поясните основные способы защиты от воздействия МП ПЧ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено неверно или не выполнено

КМ-6. Лабораторная работа "Решение задач безусловной оптимизации средствами Microsoft Office Excel при регулировании электрических полей установок высокого напряжения"

Формы реализации: Защита задания
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания методов математической оптимизации при решении инженерных задач электроэнергетики

Краткое содержание задания:

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Реализуйте разработанный в рамках предварительной подготовки алгоритм решения поставленной оптимизационной задачи на компьютере.
2. Выполните необходимые расчёты в соответствии с выбранными вариантами заданий.
3. Подготовьте отчёт о проделанной работе. Отчет должен содержать: задание, описание математической модели, принятой для решения задачи, вывод целевой функции и обоснование ограничений, алгоритмы отыскания оптимума целевой функции методами Ньютона и сопряжённых градиентов, результаты расчёта.

Указания.

1. Предельное расхождение последовательных приближений к решению задачи безусловной оптимизации в условиях сходимости итераций принимается равным $\varepsilon=10^{-6}$.
2. Каждый студент выполняет и представляет к защите индивидуальный отчёт, выполненный в соответствии с заданием. Отчёт представляется в печатной форме; выполнять отчёты лишь в электронной форме недопустимо.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: решать с применением современного программного обеспечения нелинейные задачи математической оптимизации и базирующиеся на них характерные оптимизационные математические модели, применяемые при решении инженерных задач электроэнергетики	1.Объясните в чем заключается метод изображений в проводящем цилиндре и как его можно использовать для расчета электрического поля расщепленного фазного провода воздушной линии электропередачи? 2.Расскажите что такое эквивалентный радиус расщепленного фазного провода? 3.Объясните каким образом рассчитывается электрическое поле, созданное системой бесконечных тонких проводников круглого сечения, параллельных друг другу и поверхности земли? Какие допущения принимаются в ходе этого расчета? 4.Сформулируйте постановку задачи безусловной оптимизации. Как задачи расчета электрических полей сводятся к задаче безусловной оптимизации? 5.Сформулируйте общий подход к численному решению задачи безусловной оптимизации. 6.Объясните как выполняется численное решение задачи безусловной оптимизации методом Ньютона второго порядка точности? 7.Расскажите в чем заключаются особенности сходимости итераций при использовании этого метода? Укажите пути ее улучшения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

Теоретическая часть
1. Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) объектов энергетики и их состав. Основные функции, выполняемые СОПТ и предъявляемые к ним требования. Характерные нарушения функционирование оборудования СОПТ при эксплуатации, последствия аварийных режимов работы.
2. Требования к эксплуатационно-технической документации и контролируемые параметры молниезащиты.

Задача:
Рассчитайте действующее значение напряжённости электрического поля (ЭП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте $h0$=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и проводящей земли. Провод подвешен на высоте h=8 м, имеет радиус R=0,015 м, к нему приложено действующее напряжение U=127 кВ. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники ЭП ПЧ?

Процедура проведения

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

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ПК-1}$ Демонстрирует понимание научных проблем в области функционирования высоковольтных энергетических объектов

Вопросы, задания
1.**Билет 1**

Теоретическая часть
1. Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) объектов энергетики и их состав. Основные функции, выполняемые СОПТ и предъявляемые к ним требования. Характерные нарушения функционирование оборудования СОПТ при эксплуатации, последствия аварийных режимов работы.
2. Требования к эксплуатационно-технической документации и контролируемые параметры молниезащиты.

Задача:
Рассчитайте действующее значение напряжённости электрического поля (ЭП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте $h0$=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и проводящей земли. Провод подвешен на высоте h=8 м, имеет радиус R=0,015 м, к нему приложено действующее напряжение

U=127 кВ. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники ЭП ПЧ?

2.**Билет 2**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) объектов энергетики: перечень работ по диагностике СОПТ, контролируемые параметры, периодичность проведения, характерные дефекты, обнаруживаемые при визуальном осмотре оборудования СОПТ, недостатки исполнительной схемы.

2. Перечень параметров и периодичность проведения диагностики системы молниезащиты.

Задача:

Рассчитайте действующее значение напряжённости магнитного поля (МП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте *h*0=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и непроводящей земли. Провод подвешен на высоте *h*=8 м, в нём протекает электрический ток с действующим значением силы тока *I*=350 А. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники МП ПЧ?

3.**Билет 3**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока объектов энергетики: методы определения ёмкости аккумуляторных батарей, определение технического состояния зарядно-подзарядных устройств и стабилизаторов напряжения, устройств контроля изоляции и поиска «земли», коммутационно-защитной аппаратуры, устройств защиты от импульсных перенапряжений.

2. Методика измерения импульсного сопротивления заземляющих устройств системы молниезащиты.

Задача:

Рассчитайте действующее значение напряжённости электрического поля (ЭП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте *h*0=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и проводящей земли. Провод подвешен на высоте *h*=10 м, имеет радиус *R*=0,025 м, к нему приложено действующее напряжение *U*=127 кВ. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники ЭП ПЧ?

4.**Билет 4**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) объектов энергетики: методика измерений и расчетов токов короткого замыкания в сети СОПТ.

2. Измерительные комплексы для диагностики систем молниезащиты.

Задача:

Рассчитайте действующее значение напряжённости магнитного поля (МП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте *h*0=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и непроводящей земли. Провод подвешен на высоте *h*=12 м, в нём протекает электрический ток с действующим значением силы тока *I*=600 А. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники МП ПЧ?

5.**Билет 5**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока объектов энергетики: определение состояния контактных соединений, проверка отключающей способности, чувствительности и селективности защитных аппаратов; проверка термической стойкости и невозгораемости электропроводки и кабельных линий.

2. Методика проведения имитационных измерений на объектах энергетики.

Задача:

Рассчитайте действующее значение напряжённости электрического поля (ЭП) промышленной частоты (ПЧ) под одиночным длинным фазным проводом на высоте $h0$=1,8 м над поверхностью идеальной гладкой и проводящей земли. Провод подвешен на высоте h=7 м, имеет радиус R=0,01 м, к нему приложено действующее напряжение U=64 кВ. Сколько времени может работать в таком поле персонал, обслуживающий источники ЭП ПЧ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какое значение тока КЗ должно использоваться при проверке термической стойкости кабельной линии?

Ответы:

а). значение металлического тока КЗ в начале линии

б). металлического тока КЗ в конце линии

в). дугового тока КЗ в конце линии

г). дугового тока КЗ в начале линии

д). выбирается наибольшее значение температуры из значений, рассчитанных для металлического тока КЗ в конце линии и дугового тока в начале линии.

Верный ответ: д)

2.Какие значения токов КЗ должны использоваться при проверке селективности аппаратов 1 и 2 ступеней защиты?

Ответы:

а). значение металлического тока КЗ в начале линии

б). металлического тока КЗ в конце линии

в). металлического тока КЗ в начале линии и дугового тока КЗ в конце линии

г). дугового тока КЗ в конце линии

д). дугового тока КЗ в начале линии;

Верный ответ: в)

3.В каких случаях проверяется невозгораемость кабельной линии?

Ответы:

а). аппаратами защиты основной и резервной защит являются автоматические выключатели

б). аппаратами защиты основной и резервной защит являются плавкие предохранители

в). аппаратом основной защиты является автоматический выключатель, аппаратом резервной защиты – плавкий предохранитель

г). аппаратом основной защиты является плавкий предохранитель, аппаратом резервной защиты – автоматический выключатель.

Верный ответ: а) и в)

4.Как изменяется внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи в процессе её длительного разряда?

Ответы:

а). уменьшается

б). увеличивается

в). остаётся неизменным.

Верный ответ: б)

5.Какой параметр аккумуляторной батареи (АБ) является определяющим для процесса включения электромагнитного привода высоковольтного выключателя?

Ответы:

а). внутреннее сопротивление АБ

б). напряжение на выводах (количество элементов)

в). 10-ти часовая ёмкость АБ

г). температура и плотность электролита.

Верный ответ: а) и б).

6.Каковы основные функции, выполняемые АБ на объекте энергетики?

Ответы:

а). электропитание постоянного нагрузки

б). электропитание кратковременной нагрузки

в). электропитание постоянной, кратковременной и временной нагрузок при потере собственных нужд.

Верный ответ: б) и в)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ПК-2}$ Демонстрирует знания в области управления проектами, технико-экономического обоснования проектных решений и управления персоналом на высоковольтных энергетических объектах

Вопросы, задания

1.**Билет 6**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока объектов энергетики: проверка отстройки защитных аппаратов от пусковых токов и термической стойкости электромагнитов включения высоковольтных выключателей.

2. Понятия электромагнитной совместимости и электромагнитной обстановки. Характерные источники электромагнитных воздействий и наиболее чувствительные рецепторы на объектах энергетики.

Задача:

Найдите точку x^*, в которой достигается максимальное значение целевой функции $f(x)$ и значение $f(x^*)$ в заданном диапазоне значений переменной x:

$f(x) = e^x/x \rightarrow max$, $x>0$.

Задачу следует решить численно методом Ньютона 2-го порядка, полагая, что предельная невязка значений x и $f(x)$ на двух последовательных шагах метода не может превышать 0,01 в относительных единицах.

2.**Билет 7**

Теоретическая часть

1. Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) объектов энергетики: требования к новому оборудованию СОПТ при его реконструкции или замене.

2. Что является источниками постоянных и переменных электрических и магнитных полей?

Задача:

Найдите точку x^*, в которой достигается максимальное значение целевой функции $f(x)$ и значение $f(x^*)$ в заданном диапазоне значений переменной x:

$f(x) = \ln(x-1)/(x-1) \rightarrow max$, $x>1$.

Задачу следует решить численно методом Ньютона 2-го порядка, полагая, что предельная невязка значений x и $f(x)$ на двух последовательных шагах метода не может превышать 0,01 в относительных единицах.

3.**Билет 8**

Теоретическая часть

1. Понятие автоматического ввод резерва (АВР). Типовые схемы АВР. Методика определения технического состояния АВР собственных нужд 0,4 кВ.

2. Какая физическая характеристика электрического поля и почему определяет его воздействие на живые организмы?

Задача:

Найдите точку x^*, в которой достигается максимальное значение целевой функции $f(x)$ и значение $f(x^*)$ в заданном диапазоне значений переменной x:

$f(x) = x^2 e^{-x} \rightarrow max$, $x>0$.

Задачу следует решить численно методом Ньютона 2-го порядка, полагая, что предельная невязка значений x и $f(x)$ на двух последовательных шагах метода не может превышать 0,01 в относительных единицах.

4.**Билет 9**

Теоретическая часть

1. Системы собственных нужд (СН) объектов энергетики и их состав, основные функции, выполняемые СН и предъявляемые к ним требования.

2. Каков порядок величин напряжённостей электрического и магнитного поля под фазными проводами воздушных линий электропередачи?

Задача:

Найдите точку x^*, в которой достигается максимальное значение целевой функции $f(x)$ и значение $f(x^*)$ в заданном диапазоне значений переменной x:

$f(x) = 0{,}5e^{2x}/x \rightarrow max$, $x>0$.

Задачу следует решить численно методом Ньютона 2-го порядка, полагая, что предельная невязка значений x и $f(x)$ на двух последовательных шагах метода не может превышать 0,01 в относительных единицах.

5.**Билет 10**

Теоретическая часть

1. Системы собственных нужд (СН) объектов энергетики: недостатки исполнительных схем СН объектов энергетики.

2. Перечислите и поясните основные способы защиты от воздействия электрического поля промышленной частоты.

Задача:

Найдите точку x^*, в которой достигается максимальное значение целевой функции $f(x)$ и значение $f(x^*)$ в заданном диапазоне значений переменной x:

$f(x) = \ln(x-2)/(x-2) \rightarrow max$, $x>2$.

Задачу следует решить численно методом Ньютона 2-го порядка, полагая, что предельная невязка значений x и $f(x)$ на двух последовательных шагах метода не может превышать 0,01 в относительных единицах.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Каким измерительным комплексом проводится диагностика заземляющих устройств электроустановок?

Ответы:
а). ИК-1
б). ИКП-1
в). КДЗ-1
г). УИН-3
д). ДСОПТ.
Верный ответ: в)
2.Каким измерительным комплексом проводится диагностика системы молниезащиты здания?
Ответы:
а). ИК-1
б). ИКП-1
в). КДЗ-1
г). УИН-3
д). ДСОПТ.
Верный ответ: а)
3.С помощью какого измерительного комплекса проводятся имитационные измерения при проверке выполнения требований ЭМС?
Ответы:
а). ИК-1
б). ИКП-1
в). КДЗ-1
г). УИН-3
д). ДСОПТ
Верный ответ: б)
4.Каким измерительным комплексом проводится диагностика системы электропитания постоянного тока
Ответы:
а). ИК-1
б). ИКП-1
в). КДЗ-1
г). УИН-3
д). ДСОПТ
Верный ответ: г) и д)
5.Какое значение тока тестирования должно применяться для корректного определения тока КЗ на шинах вводного распределительного устройства (ВРУ-0,4 кВ) здания?
Ответы:
а). 1-2А
б). 3-5А
в). 10-20А
г). более 50А.
Верный ответ: г)
6.Какое значение тока КЗ должно использоваться при проверке чувствительности защитного аппарата?
Ответы:
а). значение металлического тока КЗ в начале линии
б). металлического тока КЗ в конце линии
в). дугового тока КЗ в конце линии
г). дугового тока КЗ в начале линии.
Верный ответ: в)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
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
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
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 непринципиальные ошибки.

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
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 нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.