

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. заведующего кафедрой разработчика

 /Челтыбашев А.А./
« 01 » 02 20 21 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

при изучении дисциплины (модуля)
Б1.О.33 Техника высокий напряжений

Направление

подготовки/специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность/специализация

Электроснабжение

наименование направленности (профиля) /специализации
образовательной программы

Разработчик(и)

Малышев В.С., доцент

ФИО, должность, ученая степень, (звание)

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

➤ Характеристика результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции (части компетенции)	Этапы (индикаторы) освоения компетенций	Уровень освоения компетенции			
		<i>Ниже порогового</i>	<i>Пороговый</i>	<i>Продвинутый</i>	<i>Высокий</i>
Компетенция ОПК-2	ОПК-2.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Фрагментарные знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	Общие, но не структурированные знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	Сформированные систематические знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках
	ОПК-2.4. Применяет математический аппарат численных методов	Частично освоенное умение выбирать изоляционные расстояния	В целом успешно, но не систематические и осуществляемые умения выбирать изоляционные расстояния	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения выбирать изоляционные расстояния	Сформированное умение выбирать изоляционные расстояния
	ОПК-2.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	Фрагментарное применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений
Компетенция ПК-2	ИПК-2.1 Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта ИПК-2.2 Рассчитывает режимы работы системы	Фрагментарные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации	Общие, но не структурированные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования	Сформированные систематические знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и

	электроснабжения объекта ИПК-2.3 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта	перенапряжений и способах защиты от них	и перенапряжений и способах защиты от них	оборудования и классификации и перенапряжений и способах защиты от них	классификации и перенапряжений и способах защиты от них
		Частично освоенное умение рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	В целом успешно, но не систематические умения рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	Сформированное умение рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений
		Фрагментарное применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений

2. Перечень оценочных средств для контроля сформированности компетенций в рамках дисциплины

2.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

- комплект заданий для выполнения лабораторных практических работ;
- комплект заданий для практических занятий;
- типовые задания по вариантам для выполнения расчетно-графической работы.

2.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), в том числе курсовым работам (проектам)/ НИР в форме:

- экзамена.

Перечень компетенций (части компетенции)	Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
Компетенция ОПК-2	ОПК-2.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Расчетно-графическая работа	Экзаменационные билеты
	ОПК-2.4. Применяет математический аппарат численных методов	Задания ПР, Задания ЛР	
	ОПК-2.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	Задания ПР, Расчетно-графическая работа	
Компетенция ПК-2	ИПК-2.1 Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта	Расчетно-графическая работа, Задания ПР, Задания ЛР	Экзаменационные билеты

	ИПК-2.2 Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта	Расчетно-графическая, Задания ПР,	
	ИПК-2.3 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта	Задания ПР, Расчетно-графическая работа	

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля знаний, умений, навыков

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

С целью развития умений и навыков в рамках формируемых компетенций по дисциплине предполагается выполнение практических работ, что позволяет расширить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требований к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлен в методических указаниях по дисциплине.

Компетенция Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, формируемая и оцениваемая на практических работах			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
-	Сформированное умение выбирать изоляционные расстояния	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
-	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения выбирать изоляционные расстояния	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.

-	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения выбирать изоляционные расстояния	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
-	Частично освоенное умение выбирать изоляционные расстояния	Фрагментарное применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание не выполнено
Компетенция Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов, формируемая и оцениваемая на практических работах			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	Сформированное умение рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
Общие, но не структурированы	В целом успешно, но не	В целом успешное, но не	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний

ные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	систематически осуществляемые умения рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Фрагментарные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	Частично освоенное умение рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	Фрагментарное применение навыков решения задач техники высоких напряжений	Задание не выполнено

3.2 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

С целью развития умений и навыков в рамках формируемых компетенций по дисциплине предполагается выполнение лабораторных работ, что позволяет расширить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требований к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлен в методических указаниях по дисциплине.

Компетенция Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, формируемая и оцениваемая на практических работах			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
-	Сформированное умение выбирать изоляционные расстояния	-	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями.

			Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
-	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения выбирать изоляционные расстояния	-	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
-	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения выбирать изоляционные расстояния	-	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
-	Частично освоенное умение выбирать изоляционные расстояния	-	Задание не выполнено
Компетенция Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов, формируемая и оцениваемая на практических работах			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	-	-	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации	-	-	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.

перенапряжений и способах защиты от них			
Общие, но не структурированные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	-	-	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Фрагментарные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	-	-	Задание не выполнено

3.3 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа предназначена для формирования и проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических указаниях.

В ФОС включен типовый вариант контрольного задания.

РГР №1:

Задание 1. Рассчитать число электронов n в лавине, развивающейся в воздухе при различных атмосферных условиях под действием однородного электрического поля с напряжённостью E , после прохождения лавиной пути x .

Задание 2. Определить пробивное напряжение воздушного промежутка между электродами различной конфигурации при подаче на промежуток переменного (промышленной частоты), импульсного (стандартного) напряжений обеих полярностей.

Задание 3. Для линии электропередачи напряжением U и протяженностью равной l , выполненной из проводов радиусом r , расположенных равносторонним треугольником с расстоянием D между ними при температуре воздуха t °С, давлении P мм рт.ст. , считая коэффициент негладкости провода равным m_1 .

Требуется:

1. Определить потери активной мощности на корону для данной линии при ясной погоде ($m_2 = 1$).
2. Определить во сколько раз изменятся потери на корону при неясной погоде, считать коэффициент ненастной погоды m_2 равным 0,8.

РГР №2:

Задание 1. Высоковольтная линия электропередач (ВЛ) с номинальным напряжением U и волновым сопротивлением $Z_{\text{пр}} = 300$ Ом расположена в зоне грозовой деятельности.

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

Требуется определить величину перенапряжения на ВЛ, кратность перенапряжения и вероятность перекрытия изоляции во время разряда молнии с амплитудой I_m и длительностью нарастания (фронта) косоугольной волны тока равной $\tau_{\phi} = 10^{-6}$ с:

- при ударе молнии в опору;
- при ударе молнии в провод;

при ударе молнии на расстоянии «а» от ВЛ.

Задание 2. Для защиты здания подстанции (шириной a , длиной b и высотой h) от прямых ударов молнии установлен одиночный стержневой молниеотвод. Задана глубина нижнего конца фундамента молниеотвода от поверхности земли $h_{\phi} = 3,2$ м; ширина фундамента $a_{\phi} = 0,8$ м; коэффициент, учитывающий сопротивление бетона $k_6 = 1,7$; удельное сопротивление грунта ρ и ток молнии I , кА.

Требуется:

1. Определить импульсное сопротивление заземления естественного заземлителя (фундамента молниеотвода).
2. Рассчитать сложный контур заземления, состоящий из вертикальных и горизонтальных электродов.
3. Определить импульсное сопротивление контура заземления молниеотвода $R_{\text{и}}$.
4. Начертить эскиз рассчитанного контура заземления.
5. Определить минимально допустимое расстояние от молниеотвода до защищаемого объекта $l_{\text{мин}}$, радиус зоны защиты r на высоте h , высоту молниеотвода H .
6. Определить шаговое напряжение $U_{\text{ш}}$ между точками на поверхности земли, удаленными на расстояние x и $(x + a_{\text{ш}})$ от молниеотвода, где $a_{\text{ш}}$ – ширина шага, равная 0,8 м.

Задание 3.

Волна перенапряжения $U_{\text{пад}}$ приходит с линии с волновым сопротивлением Z_1 на высоковольтное оборудование подстанции с волновым сопротивлением Z_2 и минимальным разрядным напряжением $U_{\text{мин}}$. Аналитически волна грозового перенапряжения описывается уравнением:

$$U_{\text{пад}}(t) = U [\exp(-t / T_1) - \exp(-t / T_2)].$$

Для защиты высоковольтного оборудования подстанции установлен вентильный разрядник с заданной вольтамперной характеристикой. Импульсное пробивное напряжение разрядника $U_{\text{пр}} = 100$ кВ.

Требуется:

1. Определить максимальное напряжение на защищаемом объекте ($U_{\text{макс.}}$).

2. Дать заключение об эффективности применения данного разрядника для защиты высоковольтного оборудования с минимальным разрядным напряжением $U_{\text{мин}}$.

Компетенция Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, формируемая и оцениваемая с помощью расчетно-графического задания			
Уровень сформированности			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	-	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	РГР выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	РГР выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
Общие, но не структурированные знания о механизмах ионизационных процессов в диэлектриках	-	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В РГР допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочета, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
Знания не сформированы	-	Навыки отсутствуют	РГР не выполнена.
Компетенция Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов, формируемая и оцениваемая с помощью расчетно-графического задания			
Уровень сформированности			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	Сформированное умение рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от	Успешное и систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	РГР выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).

	перенапряжений		
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач техники высоких напряжений	РГР выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
Общие, но не структурированные знания об основных характеристиках изоляции высоковольтного оборудования и классификации перенапряжений и способах защиты от них	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения рассчитывать молниезащиту открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры аппаратов защиты от перенапряжений	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач техники высоких напряжений	В РГР допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочета, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
Знания не сформированы	Умения не сформированы	Навыки отсутствуют	РГР не выполнена.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине при проведении промежуточной аттестации

4.1 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины с экзаменом

Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

Вопросы для проверки сформированности знаний и (или) умений компетенции ОПК-2

1. Конфигурация электрических полей. Дайте классификацию форм электрических полей.
2. Ионизационные процессы в газе.

3. Виды ионизации. Дайте краткую характеристику, приведите схему и условие каждого вида ионизации.
4. Лавина электронов. Образование стримера. Критерий перехода лавинного разряда в стримерный.
5. Условие самостоятельности разряда. Закон Пашена.
6. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд в лавинной и стримерной формах.
7. Эффект полярности. Механизм образования анодного и катодного стримеров.
8. Барьерный эффект при положительной и отрицательной полярности стержня.
9. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции (ВСХ). Составляющие времени разряда.
10. Коронный заряд. Механизм образования коронного разряда на переменном напряжении.
11. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов.
12. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора.
13. Пробой жидких диэлектриков. Основные факторы влияющие на изменение пробивного напряжения жидких диэлектриков.
14. Влияние влаги и микропримесей.
15. Влияние давления на электрическую прочность жидких диэлектриков.
16. Влияние температуры на электрическую прочность жидких диэлектриков
17. Влияние времени воздействия напряжения, геометрии электродов и полярности на пробивное напряжение жидких диэлектриков
18. Влияние барьеров на пробивное напряжение жидких диэлектриков
19. Пробой твердой изоляции. Характеристики твердой изоляции. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность твердой изоляции (ВВХ-воль-временная характеристика).
20. Влияние температуры на пробивное напряжение твердых диэлектриков. Развитие теплового пробоя.

Частичные разряды (ЧР). Механизм возникновения ЧР. Чем опасны ЧР?

Вопросы для проверки сформированности знаний и (или) умений компетенции ПК-2

21. Потери энергии при коронировании.
22. Высоковольтные изоляторы. Классификация по назначению и конструктивному исполнению
23. Устройство высоковольтных конденсаторов. Чем характеризуются? Изоляция высоковольтных конденсаторов
24. Изоляция трансформаторов. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин.
25. Измерение высоких напряжений. Шаровые разрядники. Какие еще устройства и приборы для измерения высоких напряжений вы знаете?
26. Классификация перенапряжений.
27. Внутренние перенапряжения. Стадии внутреннего перенапряжения.
28. Защитные разрядники. Дайте краткую характеристику трубчатых разрядников, вентильных разрядников и ОПН.
29. Грозозащита воздушных линий электропередачи и подстанций. Зона защиты стержневого и тросового молниеотвода.

Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по критериям и шкале, представленным в таблице:

Оценка	Баллы	Критерии оценки ответа на экзамене
Отлично	20	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
Хорошо	15	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Удовлетворительно	10	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
Неудовлетворительно	Менее 10	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» – 20 баллов, «4» – 15 баллов, «3» – 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля:

Уровень сформированности компетенций ОПК-2, ПК-2	Итоговая оценка по дисциплине	Суммарные баллы по дисциплине, в том числе	Критерии оценивания
Высокий	Отлично	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
Продвинутый	Хорошо	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
Пороговый	Удовлетворительно	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
Ниже порогового	Неудовлетворительно	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Задания для внутренней оценки уровня сформированности компетенций

Оценочные материалы содержат задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующие уровень сформированности компетенций.

Контрольные задания соответствуют принципам валидности, однозначности, надежности и позволяют объективно оценить результаты обучения и уровни сформированности компетенций (части компетенций).

Код и наименование компетенции (части компетенции)	Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Задание для оценки сформированности компетенции
Компетенция ОПК-2	ОПК-2.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Тестовые вопросы
	ОПК-2.4. Применяет математический аппарат численных методов	Тестовое задание
	ОПК-2.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	Тестовое задание
Компетенция ПК-2	ИПК-2.1 Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта	Тестовое задание
	ИПК-2.2 Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта	Тестовое задание
	ИПК-2.3 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта	Тестовое задание

5.1. Комплекс заданий сформирован таким образом, чтобы осуществить процедуру проверки одной компетенции у обучающегося в течение 5-10 минут в письменной или устной формах.

Содержание комплекса заданий по вариантам (не менее 5):

Вариант 1

1. *Определить количество электронов в лавине, при условиях, что путь пройденный лавиной равен 3 см, эффективный коэффициент ионизации $\alpha_{эф}$ равен 3,2.*

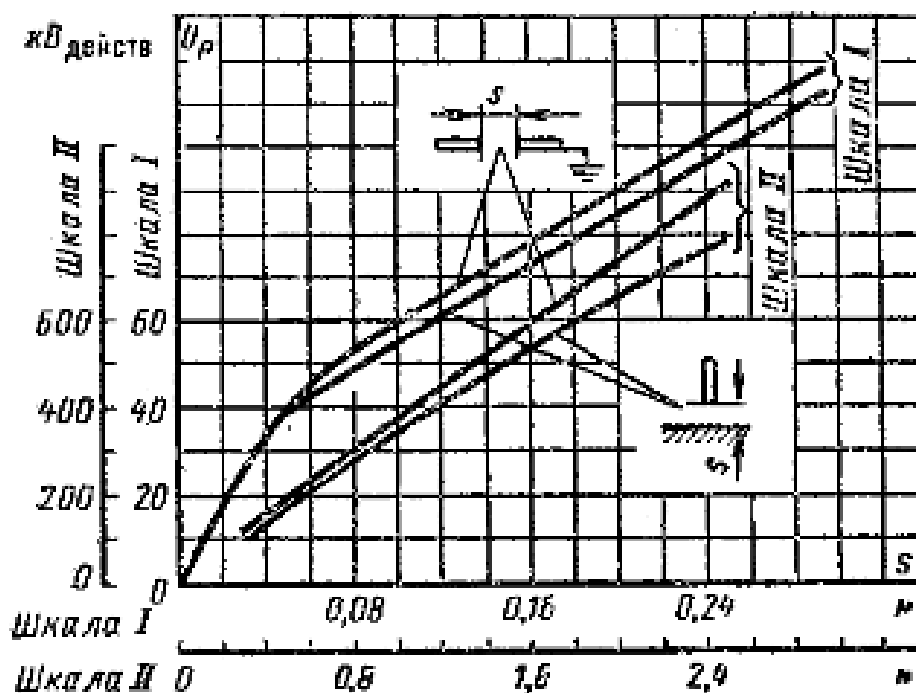
а) 15 000

b) 14 764

c) 800

d) 200

2. По графику разрядных напряжений воздушных промежутков определить разрядное напряжение для промежутка стержень-стержень, при расстоянии между электродами 2 м.



a) 800

b) 720

c) 70

d) 72

3. Переход одного или нескольких электронов с нормальных орбит на более удаленные от ядра называется.....

a) Ионизация

b) Рекомбинация

c) Возбуждение атома

d) стример

4. Рассчитать минимальное расстояние $l_{\min} = 0,3Ru + 0,1h$ от молниеотвода до защищаемого объекта высотой 15 м и импульсным сопротивлением сложного заземлителя 37 Ом

a) 12 м

b) 11,25 м

c) 11 м

d) 10 м

5. Выбрать высоту подвеса проводов для обеспечения средней высоты подвеса проводов $h_{ср} = h - 2/3 \cdot f = 9$ м, при условии, что стрела подвеса проводов составляет 4,5 м.

- a) 12 м
- b) 10 м
- c) 20 м
- d) 15 м

6. Выбрать из представленных формул формулу Пика для расчета потерь энергии на коронирование для одиночного провода

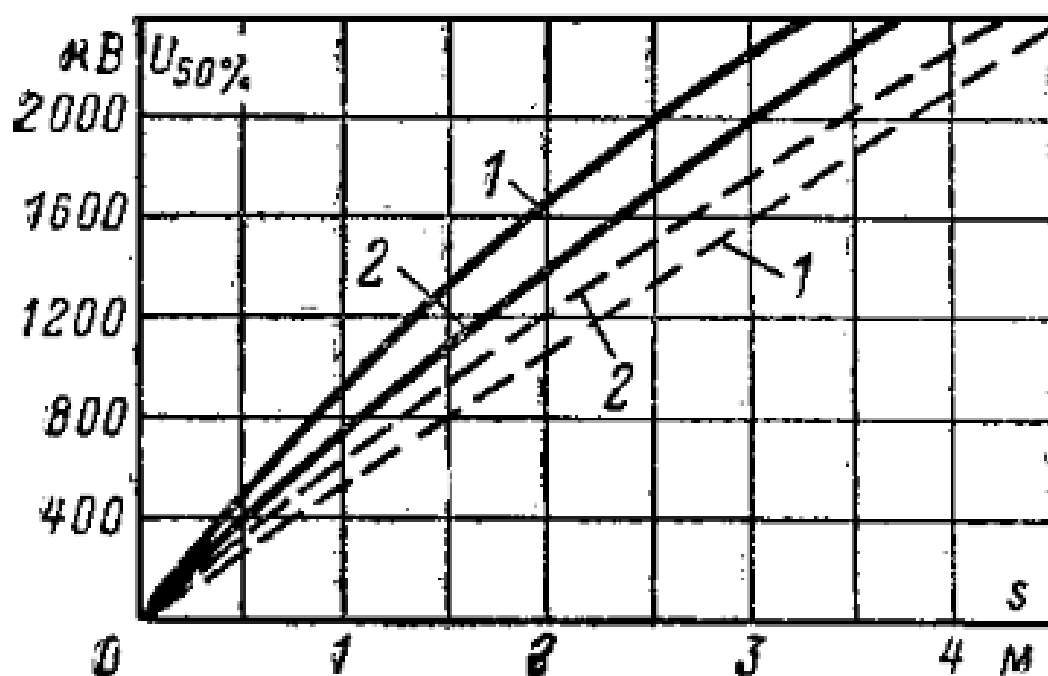
- a) $\Delta P = \frac{24.1}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r_0}{S}} \cdot (U_{\phi} - U_k)^2 \cdot 10^{-5}$ кВт/км · фаза
- b) $\Delta P = R \cdot I^2$
- c) $\Delta Q = X \cdot I^2$
- d) $\Delta P = \frac{S^2}{U^2} \cdot R + \Delta P_{xx}$

Вариант 2

1. Определить степень ионизации газа, при условии, что концентрация ионизированных частиц равна 50, а общая концентрация частиц - 120.

- a) 0,42
- b) 2,4
- c) 0,4
- d) 70

2. По графику разрядных напряжений воздушных промежутков определить разрядное напряжение для промежутка стержень-стержень при отрицательной полярности, при расстоянии между электродами 2 м. (сплошные линии - отрицательная полярность; пунктир - положительная полярность; 1 - промежутки стержень-плоскость и провод-плоскость; 2 - промежуток стержень-стержень)



a) 1200

b) 1600

c) 1000

d) 1400

3. Энергия, поглощенная атомом, называется

a) Энергия ионизации

b) Энергия выхода

c) Энергия возбуждения

d) Энергия фотона

4. Выбрать формулу, по которой рассчитывают удельную запасаемую энергию конденсатора

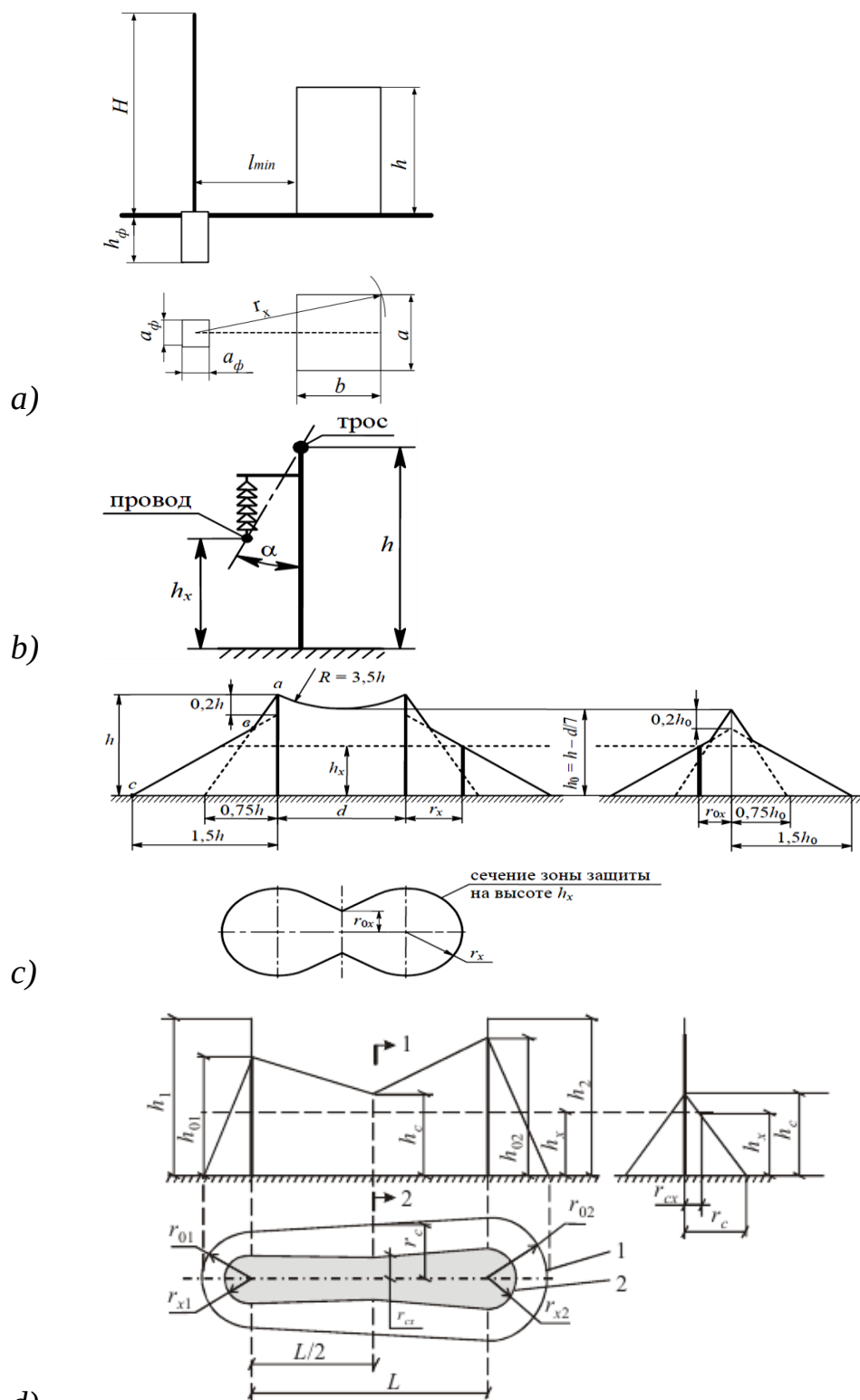
a) $W_{уд} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E_p^2}{2}$

b) $W = \frac{C \cdot U^2}{2}$

c) $W = \frac{q^2}{2 \cdot C}$

d) $W = \frac{q \cdot U}{2 \cdot C}$

5. Выберете чертеж для расчета зоны защиты строжневого одиночного молниеотвода.



6. Что предусмотрено в устройстве трубчатых разрядников для обеспечения необходимой интенсивности газообразования

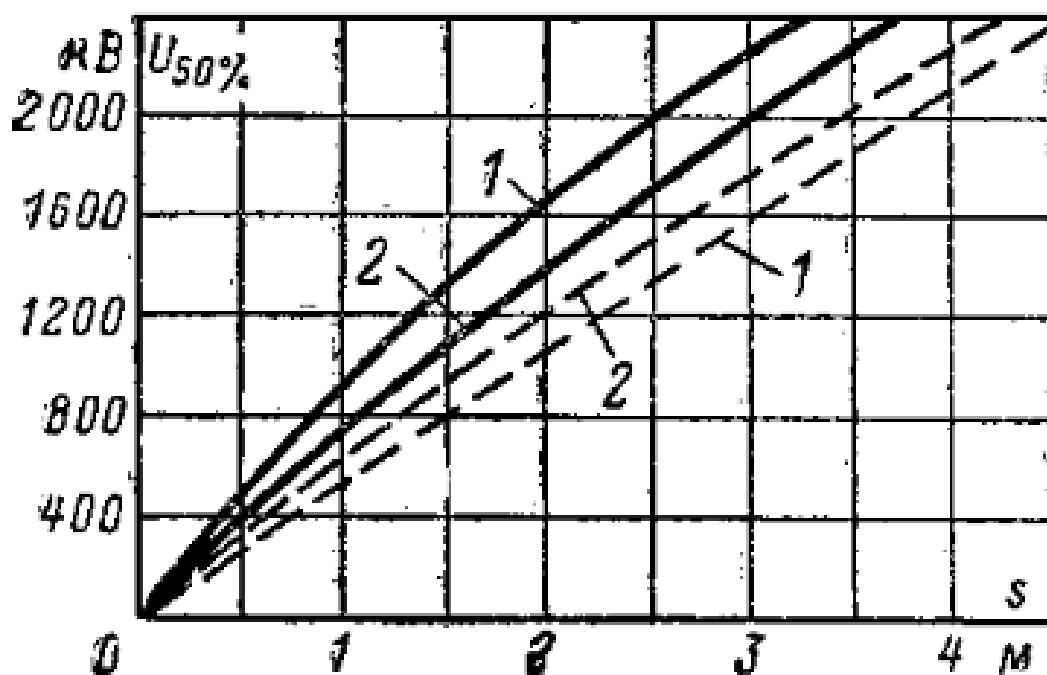
- a) Нижний и верхний предел отключаемых токов
- b) Внешний искровой промежуток
- c) Заземление
- d) Внутренний искровой промежуток

Вариант 3

1. Определить среднюю длину свободного пробега частицы λ , если она испытала на единицы длины 50 столкновений.

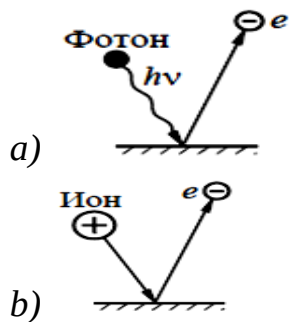
- a) 0,02
- b) 50
- c) 49
- d) 51

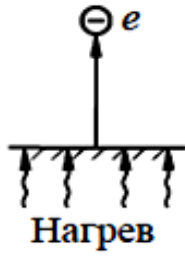
2. По графику разрядных напряжений воздушных промежутков определить разрядное напряжение для промежутка стержень-плоскость при положительной полярности, при расстоянии между электродами 2 м. (сплошные линии - отрицательная полярность; пунктир - положительная полярность; 1 - промежутки стержень-плоскость и провод-плоскость; 2 - промежуток стержень-стержень)



- a) 1200
- b) 1600
- c) 1000
- d) 1400

3. Выберите схему фотоэмиссии





c)



d)

4. Выбрать формулу для расчета емкостного тока между проводом и землей

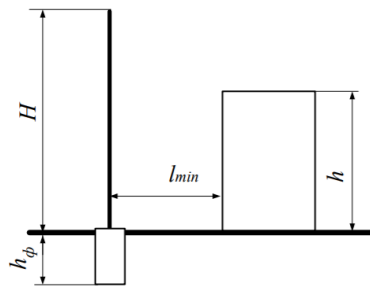
a) $i = \frac{U}{R}$

b) $i = C \frac{du}{dt}$

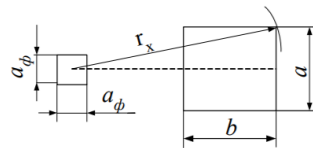
c) $i = \frac{q}{t}$

d) $i = \frac{P}{U}$

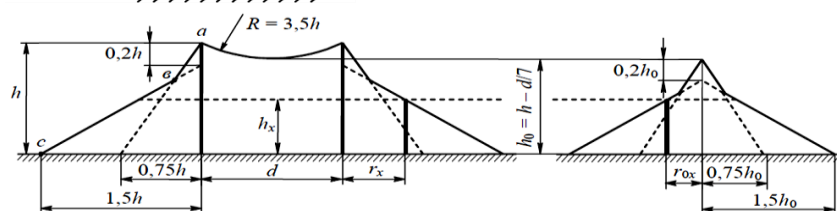
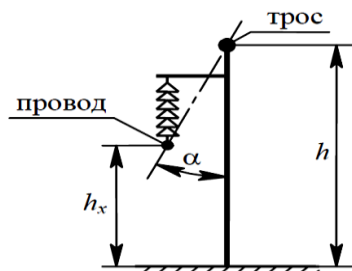
5. Выберите чертеж для расчета зоны защиты двойного стрелевого молниеотвода одинаковой высоты.



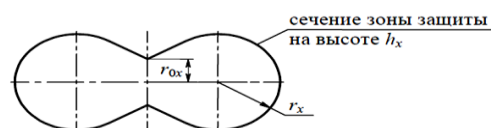
a)

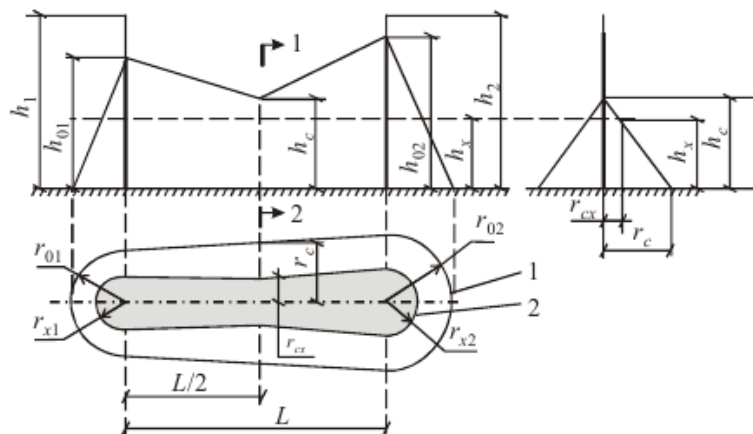


b)



c)





d)

6. Каким образом барьер в межэлектродном промежутке обеспечивает увеличение прочности разрядного промежутка?

a) Барьер затрудняет образование сплошных проводящих мостиков из волокнистых веществ, находящихся в масле и барьер непроницаем для ионов жидкости, поэтому ионы, двигаясь от одного электрода к другому, оседают на барьере

b) Барьер непроницаем для ионов жидкости, поэтому ионы, двигаясь от одного электрода к другому, оседают на барьере

c) Барьер затрудняет образование сплошных проводящих мостиков из волокнистых веществ, находящихся в масле

d) Барьер не влияет на прочность разрядного промежутка.

Вариант 4

1. Определить количество электронов в лавине, при условиях, что путь пройденный лавиной равен 7 см, эффективный коэффициент ионизации $\alpha_{эф}$ равен 1,2.

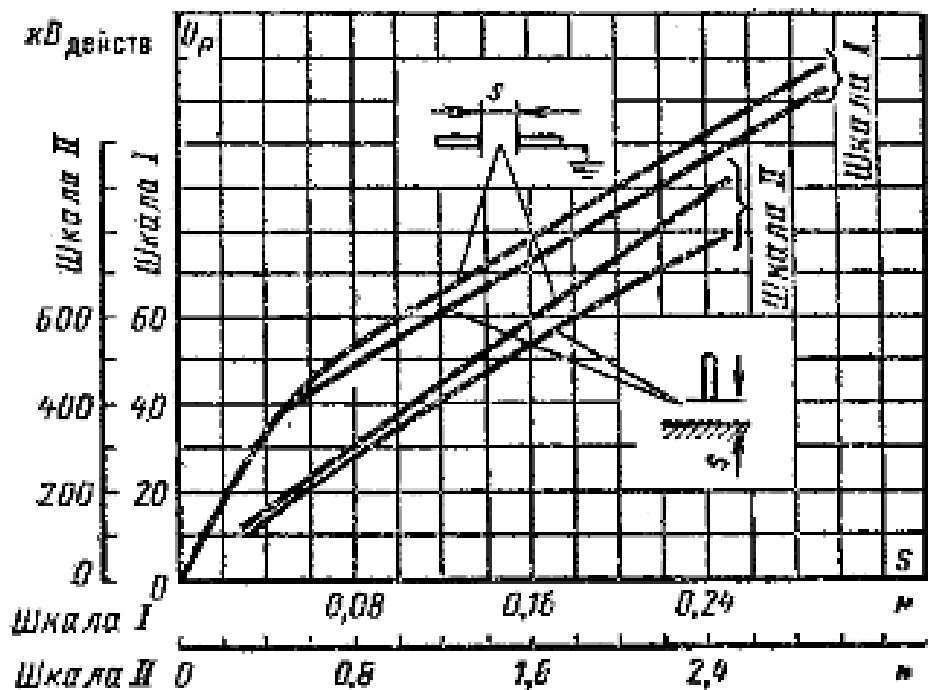
a) 5000

b) 4447

c) 4000

d) 2000

2. По графику разрядных напряжений воздушных промежутков определить разрядное напряжение для промежутка стержень-плоскость, при расстоянии между электродами 0,2 м.



- a) 85
- b) 850
- c) 70
- d) 700

3. Автоэлектронная эмиссия это эмиссия происходящая за счет.....

- a) Нагрева
- b) Соударения
- c) Бомбардировки положительными ионами
- d) Энергии внешнего электрического поля

4. Емкость поверхности диэлектрика, по которой развивается разряд относительно противоположного электрода можно рассчитать по формуле

- a) $C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$
- b) $C = \frac{q}{U}$
- c) $C = \frac{q}{\Delta \phi}$
- d) $C = \frac{\Delta q}{\phi}$

5. Выбрать стрелу подвеса проводов для обеспечения средней высоты подвеса проводов $h_{ср} = h - 2/3 \cdot f = 13$ м, при условии, что высота подвеса проводов составляет 15 м.

- a) 3 м
- b) 4 м
- c) 2 м
- d) 3,5 м

6. Каким образом можно обеспечить возникновение холодной эмиссии с поверхности катода?

- a) Нагрев поверхность катода
- b) За счет лучистой энергии, облучающей катод
- c) Бомбардировкой поверхности катода положительными ионами
- d) Приложением внешнего электрического поля с напряженностью более

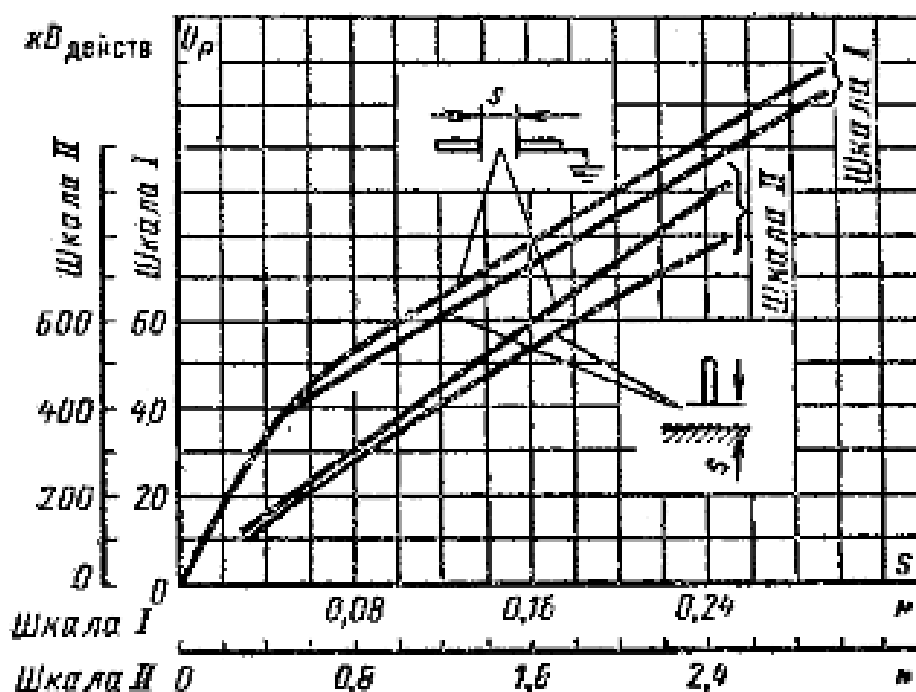
300 кВ/см

Вариант 5

1. Определить количество электронов в лавине, при условиях, что путь пройденный лавиной равен 5 см, эффективный коэффициент ионизации $\alpha_{эф}$ равен 3,2.

- a) 8 886 110
- b) 14 764
- c) 10 005
- d) 200

2. По графику разрядных напряжений воздушных промежутков определить разрядное напряжение для промежутка стержень-плоскость, при расстоянии между электродами 2 м.



- a) 800
- b) 720
- c) 650
- d) 72

3. Фотоэмиссия это ионизация.....

- a) Происходящая в объеме газа за счет внешнего электрического поля
- b) Происходящая за счет столкновения с фотоном в объеме газа
- c) Происходящая за счет облучения фотоном поверхности электрода

d) Происходящая на поверхности электрода за счет внешнего электрического поля.

4. Выбрать формулу, по которой рассчитывают удельную запасаемую энергию конденсатора

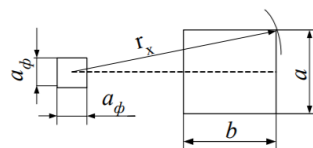
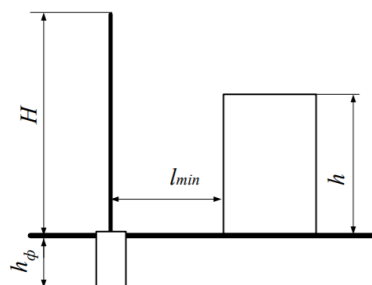
a) $W_{уд} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E_p^2}{2}$

b) $W = \frac{C \cdot U^2}{2}$

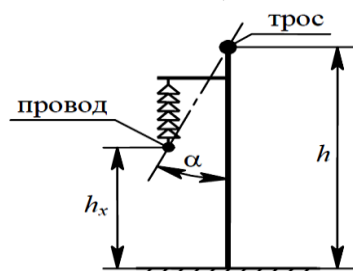
c) $W = \frac{q^2}{2 \cdot C}$

d) $W = \frac{q \cdot U}{2 \cdot C}$

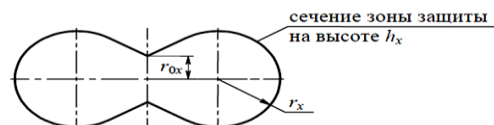
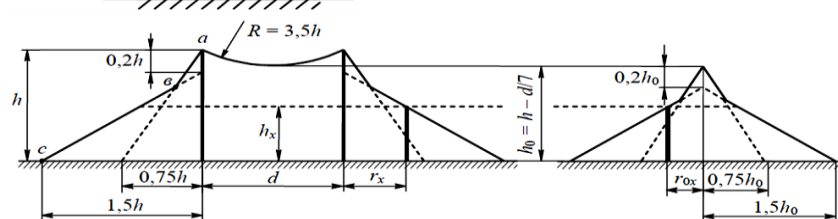
5. Выберите чертеж для расчета зоны защиты двойного тросового молниеотвода.



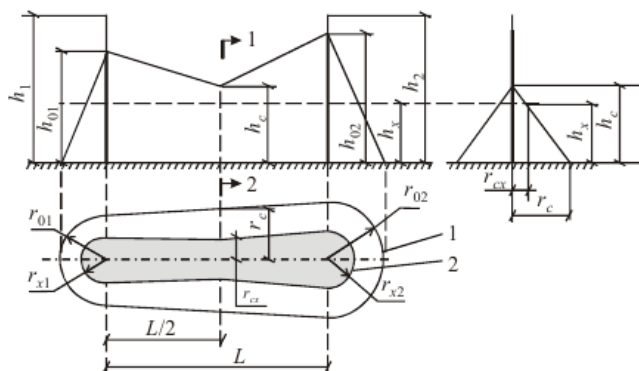
e)



f)



g)



h)

6. Что предусмотрено в устройстве трубчатых разрядников для обеспечения необходимой интенсивности газообразования

- a) Нижний и верхний предел отключаемых токов
- b) Внешний искровой промежуток
- c) Заземление
- d) Внутренний искровой промежуток

Шкала оценивания комплексного задания

Оценка (баллы)	Критерии оценки
5 «отлично»	90-100 % правильных ответов
4 «хорошо»	70-89 % правильных ответов
3 «удовлетворительно»	50-69 % правильных ответов
2 «неудовлетворительно»	49% и меньше правильных ответов

Сформированность компетенций (этапов) у обучающихся проводится в соответствии с оценочной шкалой.

5.2 Алгоритм, критерии и шкала оценивания сформированности компетенции

Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Оценочное средство	Результаты оценивания задания	Результат оценивания этапа формирования компетенции	Результат оценивания сформированности компетенции (части компетенций)
Компетенция ОПК-2				
ОПК-2.1.	Тестовые вопросы	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов
ОПК-2.4.	Тестовые вопросы	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов	
ОПК-2.5.	Тестовые вопросы	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов	
Компетенция ПК-2				
ИПК-2.1	Тестовые вопросы	От 2 до 5	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов

		баллов		
ИПК-2.2	Тестовые вопросы	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов	
ИПК-2.3	Тестовые вопросы	От 2 до 5 баллов	От 2 до 5 баллов	

Уровень сформированности компетенции в целом или ее части оценивается по шкале от 2 до 5 баллов:

менее 2,5 баллов – уровень сформированности компетенции ниже порогового;

2,5-3,4 балла – пороговый уровень сформированности компетенции;

3,5-4,4 балла – продвинутый уровень, компетенция сформирована в полном объеме;

4,5-5 баллов – высокий уровень сформированности компетенции.

Уровень сформированности компетенций (части компетенции)	Характеристика уровня
Высокий (отлично)	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено полностью.
Продвинутый (хорошо)	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено на 75%.
Пороговый (удовлетворительно)	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено на 50%.
Ниже порогового (неудовлетворительно)	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции не выполнено.