

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)
Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ /Т.Р. Змызгова/
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Техника высоких напряжений

(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Электроснабжение

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение), утвержденными:

- для очной формы обучения «28» июня 2024 года;
- для заочной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «06» сентября 2024 года, протокол № 1

Рабочую программу составил
доцент

С.В. Титов

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления образовательной
деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	32	32
в том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа, всего часов	76	76
в том числе:		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		9
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	6	6
в том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	2	2
Самостоятельная работа, всего часов	102	102
в том числе:		
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.(Б1.В.16)

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;

Теоретические основы электротехники.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» «Электроснабжение».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Техника высоких напряжений» является: формирование знаний об электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, о механизмах развития грозовых и внутренних перенапряжениях, о координации изоляции и её проектировании, о методах испытаний и контроля состояния изоляции.

Задачами дисциплины являются:

- освоение учащимися методов оценки электрической прочности изоляции,
- определение зон защиты и надёжности молниезащиты,
- определения уровня перенапряжений в сетях высокого и сверхвысокого напряжения, выбора защитных устройств.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины: ПК-8). способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Техника высоких напряжений», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Техника высоких напряжений», индикаторы достижения компетенций ПК-8, перечень оценочных средств

№	Код индикатора достижения	Наименование индикатора достижения	Код планируемого результата	Планируемые ре-	Наименование оценочных
---	---------------------------	------------------------------------	-----------------------------	-----------------	------------------------

п/п	компетенции	компетенции	обучения	результаты обучения	средств
1.	ИД-1 _{ПК-8}	Знать: требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений	З (ИД-1 _{ПК-8})	Знает: Правила устройства электроустановок и применяет для выбора изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений	Тестовые вопросы
2.	ИД-2 _{ПК-8}	Уметь: выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты ОРУ и ВЛ электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	У (ИД-2 _{ПК-8})	Умеет: выбрать изоляционные расстояния, оценить надёжность молниезащиты ОРУ и ВЛ электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	Комплект задач для практических занятий
3.	ИД-3 _{ПК-8}	Владеть: навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования	В (ИД-3 _{ПК-8})	Владеет: методами измерения параметров изоляции высоковольтного оборудования.	Вопросы для сдачи зачета

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения (7 семестр)

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение	1	-	-
	2	Разряды в газах	2	-	-
	3	Внешняя изоляция	2	2	-
	4	Внутренняя изоляция	3	2	-
		Рубежный контроль №1	-	2	-
Рубеж 2	5	Внешние перенапряжения	5	6	-
	6	Внутренние перенапряжения	3	2	-

	Рубежный контроль №2	-	2	-
Всего:		16	16	-

Заочная форма обучения (9 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение	0,5	-	-
2	Разряды в газах	0,5	-	-
3	Внешняя изоляция	0,5	-	-
4	Внутренняя изоляция	0,5	1	-
5	Внешние перенапряжения	1	1	-
6	Внутренние перенапряжения	1	-	-
Всего:		4	2	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение.

Цель, задачи и значение дисциплины «Техника высоких напряжений». Основные понятия и определения.

Тема 2. Разряды в газах.

Разряды в газах. Влияние параметров и явлений на пробой в газах. Виды разрядов в газах.

Тема 3. Внешняя изоляция.

Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Внешняя изоляция. Разряд в воздухе по поверхности изолятора. Параметры и свойства внешней изоляции.

Тема 4. Внутренняя изоляция.

Внутренняя изоляция. Назначение жидкой изоляции. Назначение твердой изоляции. Пробой жидких и твердых диэлектриков. Типы изоляторов, их свойства и конструкции.

Тема 5. Внешние перенапряжения.

Атмосферные перенапряжения. Причины появления внешних перенапряжений. Грозозащита воздушных электрических линий, подстанций и зданий.

Тема 6. Внутренние перенапряжения.

Внутренние перенапряжения. Классификация перенапряжений. Средства и аппараты защиты электрооборудование от перенапряжений. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. Методы и приборы измерения высокого напряжения.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Введение	-	-	-
2	Разряды в газах	-	-	-
3	Внешняя изоляция	Расчетное определение сопротивления гирлянды изоляторов-	2	-
4	Внутренняя изоляция	Расчетное определение сопротивления рядного контура заземления	2	1
	Рубежный контроль №1		2	-
5	Внешние перенапряжения	Расчетное определение зон молниезащиты одностержневого молниеприемника	2	1
		Расчетное определение зон молниезащиты однотроссового молниеприемника	2	-
		Расчетное определение зон молниезащиты многостержневого молниеприемника	2	-
6	Внутренние перенапряжения	Расчет и выбор высоковольтного выключателя	2	-
	Рубежный контроль №2		2	-
Всего:			16	2

4.4. Лабораторные занятия отсутствуют

4.5. Контрольная работа (для обучающихся заочной формы обучения)

В контрольной работе обучающиеся выполняют два задания:

1. Расчет заземляющего устройства электроустановок.
2. Расчет молниезащиты.

Номер варианта при расчете заземления выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки, если номер зачетной книжки превышает 25, то необходимо от номера зачетной книжки отнять число, кратное 25. Номер варианта при расчете молниезащиты выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки, если номер зачетной книжки превышает 30, то необходимо от номера зачетной книжки отнять число, кратное 30;

Требования к оформлению контрольной работы.

Контрольная работа оформляется аккуратно, компьютерный набор шрифт - Times New Roman кегль 14 или 12. Она должна содержать: титуль-

ный лист установленного образца, содержание, текст задания, решенные задания и список источников. Чертежи заземляющего устройства и зоны молниезащиты выполняются с соблюдением выбранного масштаба на отдельных листах формата А4 или А3 и располагаются в приложении к контрольной работе.

В задании №1 на плане расчетного заземляющего устройства привести разрез вертикального электрода, расположенного в грунте в соответствующем масштабе.

В задании №2 рассчитать зоны молниезащиты надо только для своей зоны (А или Б).

Индивидуальные варианты для задания №1

Вариант	ЛЭП, км		ТП — $\frac{V_1}{V_2}$; кВ	Грунт,	А × В, м	t, м	Вид ЗУ	Клим. зона	Искусственные заземлители, размер, мм	
	L _{вл}	L _{кл}							В	Г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	15	5	$\frac{35}{0,4}$	Песок	18 × 8	0,5	К	IV	Стальной уголок 50×50 × 5 L = 2,5 м	Полоса 40 × 4
2	20	—	$\frac{20}{0,4}$	Супесь	15 × 10	0,6	Р	III		
3	—	3	$\frac{10}{0,4}$	Щебень	10 × 8	0,7	К	II		
4	5	1	$\frac{6}{0,4}$	Суглинок	12 × 10	0,7	Р	I		
5	3	—	$\frac{3}{0,4}$	Чернозем	10 × 10	0,6	К	II	Круглая сталь d=12 L = 5 м	Пруток d = 12
6	—	5	$\frac{35,}{0,65}$	Глина	18 × 10	0,5	Р	III		
7	15	1	$\frac{20}{0,65}$	Торф	16 × 8	0,5	К	IV		
8	8	2	$\frac{10}{0,65}$	Песок	15 × 8	0,6	Р	IV	Стальной уголок 60×60 × 6 L = 3 м	Пруток d = 12
9	6	—	$\frac{6}{0,65}$	Супесь 300	12 × 8	0,7	К	III		
10	—	2	$\frac{3}{0,65}$	Щебень	10 × 9	0,7	Р	II		
11	25	1	$\frac{35,}{0,23}$	Суглинок	20 × 10	0,6	К	I	Стальной уголок 60 × 60 × 6 l = 3м	Пруток d = 12
12	10	5	$\frac{20}{0,23}$	Чернозем	15 × 12	0,5	Р	I	Труба стальная d = 60 L = 2,5 м	Полоса 40 × 4
13	10	—	$\frac{10}{0,23}$	Глина	15 × 8	0,5	К	II		

14	—	6	$\frac{6}{0,23}$	Торф	12 × 6	0,6	Р	III	Стальной уголок 75×75 × 8 L = 3 м	Полоса 40 × 4
15	2	—	$\frac{3}{0,23}$	Песок	10 × 10	0,7	К	IV		
16	—	10	$\frac{20}{0,4}$	Супесь	15 × 12	0,7	Р	IV		
17	4	5	$\frac{10}{0,4}$	Щебень	16 × 10	0,6	К	III		
18	5	—	$\frac{6}{0,4}$	Суглинок	10 × 8	0,5	Р	II		
19	—	2,5	$\frac{3}{0,4}$	Чернозем	12 × 10	0,5	К	I	Круглая сталь D = 15 L = 6м	Пруток d = 12
20	15	4	$\frac{20}{0,65}$	Глина	18 × 10	0,6	Р	I		
21	9	1	$\frac{10}{0,65}$	Торф	18 × 8	0,7	К	IV		
22	4	2	$\frac{6}{0,65}$	Песок	16 × 10	0,7	Р	III		
23	1	2	$\frac{3}{0,65}$	Супесь	12 × 8	0,6	К	II		
24	5	5	$\frac{10}{0,23}$	Щебень	15 × 12	0,5	Р	I	Круглая сталь d = 16 L = 5м	Полоса 40 × 4
25	3	3	$\frac{6}{0,23}$	Суглинок	12 × 10	0,5	К	I		

Примечание. К — контурное, Р — рядное.

Индивидуальные варианты для задания №2

Вариант	Тип м/з	Зона	h _x , м	B, м	h ₁ , м	h ₂ , м	L, м	a, м	t _{ср} , ч/год
1	2	3	4	5	6	1	8	9	10
1	1С	А	20	15	40	—	—	—	110
2	2С	Б	20	20	50	50	50	60	100
3	2С	А	20	20	30	50	40	—	20
4	1Т	Б	15	—	32	—	40	—	30
5	2Т	А	15	—	32	32	20	40	40
6	2Т	Б	15	—	32	22	25	30	90
7	1С	Б	20	15	40	—	—	—	80
8	2С	А	10	12	45	25	50	—	50
9	2С	А	10	12	30	30	45	—	60
10	1Т	А	8	—	22	—	30	—	70
11	2Т	Б	8	—	22	27	30	45	110
12	2Т	Б	8	—	17	17	30	35	70
13	1С	А	12	10	35	—	—	—	100
14	2С	Б	15	15	50	50	35	—	60
15	2С	Б	15	15	50	40	40	—	20
16	1Т	А	16	—	27	—	40	—	50
17	2Т	А	12	—	22	27	35	20	30

18	2Т	Б	12	—	27	27	35	25	80
19	1С	А	25	30	60	—	—	—	40
20	2С	Б	16	20	50	40	50	—	90
21	2С	А	16	20	50	50	40	—	90
22	1Т	А	12	—	27	—	30	—	40
23	2Т	Б	8	—	17	22	25	30	80
24	2Т	Б	8	—	27	27	25	20	30
25	1С	А	15	20	50	—	—	—	50
26	2С	Б	16	12	40	40	50	—	20
27	2С	Б	12	16	40	30	50	—	60
28	1Т	А	16	—	27	—	60	—	100
29	1С	Б	20	20	50	—	—	—	80
30	2Т	А	10	—	22	22	25	40	90

Примечание.

L — расстояние между двумя строжневыми молниеотводами (для типа м/з 2С) или расстояние между опорами тросового молниеотвода (для м/з типа Т);

a — длина пролета между опорами троса (для м/з типа 2Т);

h_1, h_2 — высота опор (для м/з типа Т);

1С — одиночная стержневая м/з;

2С — двойная стержневая м/з;

1Т — одиночная тросовая м/з;

2Т — двойная тросовая м/з;

В каждом варианте требуется:

- определить параметры зоны м/з и изобразить ее;
- определить наибольшие габаритные размеры защищаемого объекта;
- определить возможную отражаемость объекта.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практической работы является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практической работ.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, Акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обу- чения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	46	65
Конструкция подвесного изолятора;	6	11
Конструкция изоляции кабеля на напряжение свыше 110 кВ	6	8
Устройство изоляции силового трансформатора	6	5
Молниезащита, конструкция, зоны защиты	4	5
Конструкция изоляции турбогенераторов	6	10
Физические процессы в многослойном диэлектрике	6	10
Высоковольтные вводы. Особенности конструкции и области применения	6	8
Феррорезонансные перенапряжения. Причины возникновения и способы защиты	6	8
Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	-	
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	8	1
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4	-
Выполнение контрольной работы	-	18
Подготовка к зачету	18	18
Всего:	76	102

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Банк задач для практических занятий.
4. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
5. Перечень вопросов к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы (<i>доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии</i>), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	<i>Распределение баллов за 7 семестр (для очной формы обучения)</i>					
		Вид УР:	Посещение лекций	Работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	<i>До 16</i>	<i>До 24</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>30</i>
	Примечания:	<i>8 лекций по 2 балла</i>	<i>бзанятий по 4 балла</i>	<i>На 3 практическом занятии</i>	<i>На последнем практическом занятии</i>		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачтено; 61 баллов и более - зачтено					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p>					

		<p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины , участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1, 2 состоят из 15 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится по билетам. Билет состоит из 5 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос обучающийся максимально может получить 6 баллов. Время, отводимое обучающемуся на билет для зачета, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета.

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля № 1

1. Основным преимуществом атмосферного воздуха является его способность ...

а) выполнять изолирующую функцию для воздушных ЛЭП и открытых распределительных устройств;

б) увеличивать электрическую прочность после пробоя воздушного промежутка;

в) к самоочищению;

г) полностью восстанавливать электрическую прочность после пробоя воздушного промежутка.

2. Наибольшую опасность коронный разряд у поверхности твердого диэлектрика во внешней изоляции представляет для:

а) фарфора;

б) электротехнического стекла;

в) полимерного материала;

г) древесины.

3. Применение электроустановок с использованием атмосферного воздуха в качестве внешней изоляции объясняется тем, что воздух бесплатен и:

а) имеет высокую электрическую прочность;

б) способен полностью восстанавливать электрическую прочность после пробоя;

в) способен к самоочищению;

г) может заменить жидкие диэлектрики.

4. Основное назначение изоляторов....

а) поддерживать токоведущие элементы электроустановок;

б) разделять между собой токоведущие и заземленные части электроустановок;

в) обеспечивать бесперебойную подачу электроэнергии потребителям;

5. Электрическая прочность воздушных промежутков (при межэлектродных расстояниях более 1 см)

а) с однородным электрическим полем - ≤ 30 кВ/см

б) со слабонеоднородным электрическим полем $\sim 10-15$ кВ/см

в) с резконеоднородным полем при расстояниях 1-2 м ~ 5 кВ/см

6. Изолируемые электроды (шины распределительных устройств, провода линий электропередачи, наружные токоведущие части электрических аппаратов) укрепляются на определенных расстояниях друг от друга и от земли с помощью :

а) изоляторов;

б) порталов;

в) скользящих контактов;

г) расположения электродов на разных рамах.

7. Трекингостойкость твердых диэлектриков проявляется в стойкости к разрушающему воздействию

а) солнечного излучения;

- б) осадков;
- в) частичных дуговых разрядов;
- г) коронного разряда.

8. Гигроскопичность твердых диэлектриков, применяемых для внешней изоляции, должна быть как можно

- а) больше;
- б) меньше;
- в) лучше;
- г) слабее.

9. Для увеличения разрядного напряжения промежутка с твердым диэлектриком стремятся использовать:

- а) цементные заделки между изолятором и металлической арматурой;
- б) малогигроскопичные материалы;
- в) материалы повышенной гигроскопичности.

10. Разрядные напряжения изоляторов будут тем выше, чем ток утечки будет

- а) больше;
- б) меньше;
- в) зависит от формы тока утечки.

11. Разрядное напряжение изолятора будет возрастать :

- а) с увеличением длины пути утечки и уменьшением диаметра изолятора;
- б) с увеличением длины пути утечки и увеличением диаметра изолятора;
- в) с уменьшением диаметра изолятора и уменьшением сопротивления слоя загрязнения;
- г) с увеличением диаметра изолятора и уменьшением сопротивления слоя загрязнения;

12. Электрическая прочность воздушного промежутка с резконеоднородным полем ...

- а) зависит от полярности электродов;
- б) не зависит от полярности электродов;
- в) зависит от радиуса кривизны электродов;
- г) не зависит от радиуса кривизны электродов.

13. Причиной неравномерного распределения напряжения по длине гирлянды (колонки) изоляторов являются:

- а) различные значения величины тока утечки по поверхности изоляторов;
- б) различные значения поверхностных сопротивлений изоляторов;
- в) экраны, установленные для снижения интенсивности «короны» на проводах;
- г) емкости каждого изолятора по отношению к заземленным конструкциям и к проводу.

14. Закон Пашена описывается формулой

- а) $U_p = f(pL)$;
- б) $U_p = f(pC)$;
- в) $U_p = f(pQ)$.

15. С ростом напряжения, приложенного к разрядному промежутку с неоднородным электрическим полем, емкость между стримером и противоположным электродом

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля № 2

1. В длинных воздушных промежутках вследствие нагрева воздуха в зоне развития стримеров появляется канал
2. Вольт-секундная характеристика определяет прочность:
 - а) маслонаполненной изоляции;
 - б) газовой изоляции;
 - в) бумажно-масляной изоляции;
 - г) твердой изоляции.
3. Стандартный грозовой импульс применяется ...
 - а) для исследования процессов коронирования на проводах ЛЭП;
 - б) для испытания изоляционных конструкций в заводских условиях;
 - в) для испытания изоляционных конструкций в условиях эксплуатации.
4. Испытания изоляционных конструкций стандартными грозовыми импульсами производятся
 - а) в процессе эксплуатации;
 - б) при послеремонтных испытаниях;
 - в) на стадии типовых и заводских испытаний.
5. При коммутационных импульсах электрическая прочность загрязненных и увлажненных изоляторов может быть существенно, чем при дожде и чистой поверхности изоляторов.

6. Если к разрядному промежутку приложено импульсное напряжение, достаточное для пробоя, то для развития и завершения разряда необходимо время, называемое временем

7. Статистическое время запаздывания разряда – это

- а) среднестатистическое время разряда;
- б) время ожидания эффективного электрона;
- в) время подъема напряжения до значения разрядного напряжения.

8. Если длительность приложенного к разрядному промежутку импульса меньше времени, то пробоя в воздухе не произойдет.

9. Увеличение давления, по сравнению с нормальным атмосферным давлением, в газовом разрядном промежутке при приложении к нему напряжения промышленной частоты:

- а) снижает электрическую прочность;
- б) увеличивает электрическую прочность;
- в) практически не влияет на электрическую прочность.

10. Длина скользящего разряда вдоль поверхности изоляционной конструкции с превышением нормальной составляющей напряженности поля над тангенциальной зависит от его

11. Проводимость канала скользящего разряда значительно проводимости канала стримера.

12. Импульсная электрическая прочность внешней изоляции:

- а) в большой степени зависит от интенсивности осадков;
- б) практически не зависит от интенсивности осадков;
- в) в большой степени зависит от свойств твердого диэлектрика;
- г) зависит от загрязненности атмосферного воздуха.

13. При коммутационных импульсах мокроразрядные напряжения могут быть значительно, чем при напряжении частотой 50 Гц.

14. Влагоразрядное напряжение изолятора в наибольшей мере зависит от:

- а) количества и состава слоя загрязнения, интенсивности и вида увлажнения;
- б) количества и состава слоя загрязнения, влажности воздуха;
- в) интенсивности и вида увлажнения, давления в воздушном промежутке.

15. Выбор расстояния провод – опора определяется не только электрической прочностью изоляции, но и:

- а) надежностью работы ЛЭП при увлажненном загрязнении поверхности изоляторов;
- б) устройствами автоматического повторного включения;
- в) условиями безопасности при проведении работ на опоре без отключения ЛЭП;
- г) габаритами проезжающего под ЛЭП транспорта.

Примерный список вопросов для зачета

1. Причины возникновения перенапряжения в системах электроснабжения.
2. Основные виды изоляции, применяемые в данном курсе.
3. Виды разрядов существующие в газах. Закон Пашена.
4. Теория стримерного разряда.
5. Виды перенапряжений.
5. Причины возникновения внешних перенапряжений.
6. Причины возникновения внутренних перенапряжений.
7. Пробой в газах.
8. Понятие внешней и внутренней изоляции.
9. Типы внешней изоляции.
10. Типы внутренней изоляции.
11. Основные свойства внешней изоляции.
12. Основные свойства внутренней изоляции.
13. Способы ограничения внутренних перенапряжений.
14. Способы ограничения внешних перенапряжений.
15. Молниезащита, ее конструкция и основные требования к ней.
- 16 Принцип работы и устройство молниезащиты.
17. Защита воздушных линий от воздействия молнии.
18. Защита зданий и сооружений от воздействия молнии.
19. Защита подстанций от набегающих по воздушным линиям внешних перенапряжений.
20. Аппараты ограничения перенапряжений в электрических сетях.
21. Искровой промежуток. Трубочатый разрядник. Конструкция и основные характеристики.
22. Вентильный разрядник. Конструкция и основные характеристики.
23. Ограничители перенапряжений нелинейный. Конструкция и основные характеристики.
24. Типы изоляторов. Конструкции изоляторов, назначение.
25. Причины возникновения коронного разряда. Пути уменьшения влияния коронного разряда.
26. Назначение заземлителей, их конструкции и основные требования .
27. Виды молниеприемников, их конструкция и требования к ним.
28. Виды пробоев в газообразной изоляции.
29. Виды пробоев в жидкой изоляции.
30. Виды пробоев в твердой изоляции

31. Назначения трансформаторного масла, основные требования, предъявляемые к нему и характеристики.
32. Причины и факторы влияющие на пробой трансформаторного масла.
33. Профилактика испытания изоляции
34. Высоковольтное испытательное оборудование.

Примерные темы рефератов для неуспевающих

1. Дуговой разряд как причина аварийных режимов в электроэнергетике.
2. Дуговой разряд в технологических процессах. Конструкции плазмотронов и области применения.
3. Теории пробоя жидких диэлектриков. Газохроматографический анализ трансформаторного масла.
4. Физический механизм теплового пробоя твердых диэлектриков.
5. Современные средства защиты от перенапряжений.
6. Молниезащита подстанций и ЛЭП различных классов напряжения.
7. Диагностика мощных трансформаторов. Виды дефектов и современные методы их определения.
8. Диагностика мощных трансформаторов. Непрерывный контроль состояния.
9. Диагностика мощных трансформаторов. Газохроматографический анализ масла и тепловизионный контроль.
10. Типы и конструкции силовых конденсаторов. Косинусные конденсаторы.
11. Высоковольтные вводы. Типы конструкций и современные методы диагностики.
12. Высоковольтные кабели. Конструкция изоляции и методы контроля состояния.
13. Измерение высокого импульсного напряжения и больших импульсных токов.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Бажов, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник / В.Ф. Важов, В.А. Лавринович. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 262 с. + Доп. материалы

[Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/8530. - ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1939082> (дата обращения: 12.12.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Техника высоких напряжений (изоляция и перенапряжения): курс лекций: в 2 ч. / А.С. Красько, Е.Г.Пономаренко. – Минск: БНТУ, 2011. –Ч.1: Электрические разряды в газах. Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. Внутренняя изоляция. –119 с.

3. Электрофизические основы техники высоких напряжений [Электронный ресурс] : учеб. для вузов / И.М. Бортник и др.; под общ. ред. И.П. Верещагина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 102 с.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учебник для ВУЗов / Под общей ред. В.П. Ларионова - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.

2. Техника высоких напряжений: Учебное пособие для вузов / И.М. Богатенко, Г.М. Иманов, В.Е. Кизеветтер и др. / Под ред. Г.С. Кучинского. – СПб: изд. ПЭИПК, 1998. – 700 с.

Электрофизические основы техники высоких напряжений: Учебное пособие для вузов / И.М.Бортник, И.П.Верещагин, Ю.Н. Вершинин, В.П.Ларионов. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 543 с.

3. Техника высоких напряжений: теоретические и практические основы применения: Пер. с нем. / М. Бейер, В. Бёк, К. Мёллер, В. Цаенгль. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 555 с.

4. Лавров, Ю. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 204 с. - ISBN 978-5-7782-4196-1. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1868894> (дата обращения: 12.12.2022). – Режим доступа: по подписке.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы для обучающихся заочной формы обучения / Титов С.В. - Курган, 2016. – 8 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ.
2. <http://electricalschool.info/material/> - Школа для электрика (статьи и схемы).
3. <http://electrichelp.ru/elektrotexnicheskie-materialy/> - Информационный проект для специалистов энергетических служб и студентов.
4. ЭБС КГУ: <http://dspace.kgsu.ru>
5. ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «znanium.com»: <http://znanium.com>

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniy.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Техника высоких напряжений»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Электроснабжение

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)
Семестр: 7 (очная форма обучения), 9 (заочная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: зачет.

Содержание дисциплины

Внешняя изоляция. Внутренняя изоляция. Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения. Молниезащита и грозовые перенапряжения. Внутренние перенапряжения. Координация изоляции. Методы испытания и диагностики изоляции.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Техника высоких напряжений»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.

