

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

декан электроэнергетического
факультета, к.т.н.

Мастепаненко М.А. _____


« 20 » мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.11 Техника высоких напряжений

Шифр и наименование дисциплины по учебному плану

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Код и наименование направления подготовки/специальности

**Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского
хозяйства, и их объектов**

Наименование профиля подготовки/специализации/магистерской программы

Бакалавр

Квалификация выпускника

Очная, заочная

Форма обучения

2022

год набора на ОП

Ставрополь, 2022

1. Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Техника высоких напряжений» является формирование знаний об электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, о методах проектировании изоляции, а также о методах оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты и о выборе защитных устройств при выполнении эксплуатационной и организационно-управленческой деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код(ы) и наименование (-ия) индикатора(ов) достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту объектов ПД	ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	Знание: Нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования, пусконаладке
		Умение: Проводить техническое освидетельствование оборудования
		Навыки: работы с приборами для измерения параметров изоляции
	ПК-3.2 Обоснование планов и программ технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД	Знание: Принципов устройства изоляции электрооборудования напряжением выше 1000 В
		Умение: собирать схемы измерения параметров изоляции электрооборудования
		Навыки: Формирование объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту на основании данных о состоянии оборудования подстанций, сведений об отказах оборудования
ПК-3.3 разработка нормативно-технической документации по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования объектов ПД	Знание: Требования нормативной, конструкторской, производственно-технологической и технической документации	
	Умение: Вести техническую и отчетную документацию	
	Навыки: Применения и испытания индивидуальных электротехнических средств	
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК 2.1 - Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Знание: Процессов эксплуатации и старения изоляции электрооборудования
		Умение: Определять условия работы изоляции высоковольтного электрооборудования
		Навыки: Прогнозирования технического состояния электрооборудования

	ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	Знание: Основные нормативно-технические документы по техническому состоянию изоляции электрооборудования
		Умение: составлять программы испытаний состояния электрооборудования систем электроснабжения
		Навыки: разработки технических требований для проверки состояния изоляции электрооборудования
	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	Знание: Причин возникновения перенапряжений в электроустановках и методов их ограничений
		Умение: составлять схемы расположения оборудования для защиты электроустановок от перенапряжений
		Навыки: Проверки состояния схем и оборудования для защиты электроустановок от перенапряжений
	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	Знание: Основных методик выполнения работ по проверке состояния изоляции электрооборудования
		Умение: руководить работами по подготовке к испытаниям изоляции электрооборудования и устройств защиты от перенапряжений
		Навыки: организации технологических процессов при диагностике состояния электрооборудования систем электроснабжения

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.11 «Техника высоких напряжений» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.

Изучение дисциплины осуществляется:

- для студентов очной формы обучения – в 7 семестре;
- для студентов заочной формы обучения – на 4 курсе.

Для освоения дисциплины «Техника высоких напряжений» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин бакалавриата «Электротехническое материаловедение», «Теоретические основы электротехники», «Физика», «Электрические и электронные аппараты», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электроэнергетические системы и сети».

Освоение дисциплины «Техника высоких напряжений» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

- Организация и управление электросетевыми предприятиями;
- Надежность электроснабжения;
- Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения
- И т.д.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Техника высоких напряжений» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Очная форма обучения

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
7	108/3	18	-	36	54	-	Зачет с оценкой
<i>в т.ч. часов в интерактивной форме</i>		4	-	4	-	-	-
<i>Практической подготовки</i>		18		36			

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации и перед экзаменом	Экзамен
7	108/3	-	-	0,12	-	-	-

Заочная форма обучения

Курс	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
4	108/3	4	-	8	88	4	Зачет с оценкой
<i>в т.ч. часов в интерактивной форме</i>		-	-	2	-	-	-
<i>Практической подготовки</i>		4		8			

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел						
		Контрольная работа	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
4	108/3	0,2	-	-	0,12	-	-	-

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Очная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
Раздел 1. Изоляция электроэнергетического оборудования									
1.	Тема 1. Электрическая прочность газовых промежутков	8	1	0	4	3	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
2	Тема 2. Корона на проводах линий электропередач	6	1	0	0	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
3	Тема 3. Разряд по поверхности твердого диэлектрика	8	1	0	4	3	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
4	Тема 4. Электрофизические процессы во внутренней изоляции	9	1	0	4	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
5	Тема 5. Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий	10	1	0	4	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
6	Тема 6. Станционно-аппаратные изоляторы	5	1	0	0	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
7	Тема 7. Контроль изоляции	14	2	0	8	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
8	Тема 8. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения	6	2	0	0	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
9	Тема 9. Электрический и тепловой расчет силовых кабелей	5	1	0	0	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
10	Тема 10. Изоляция электрических аппаратов и распределительных устройств.	9	1	0	4	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
Раздел 2. Перенапряжения и методы их ограничений									
11	Тема 11. Грозозащита линий электропередач и подстанций	9	1	0	4	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
12	Тема 12. Методы защиты от перенапряжений	10	2	0	4	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
13	Тема 13. Внутренние перенапряжения	6	2	0	0	4	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
14	Тема 14. Особенности изоляции силовых трансформаторов	5	1	0	0	4	Устный опрос, решение практико- ориентир ованных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико- ориентир ованных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-	-	Зачет		
	Итого	108	18	-	36	54			

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Оценочное средство	Код индикаторов достижения компетенций	
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
Раздел 1. Изоляция электроэнергетического оборудования									
1.	Тема 1. Электрическая прочность газовых промежутков	8	1	0	2	5	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
2	Тема 2. Корона на проводах линий электропередач	5	0	0	0	5	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
3	Тема 3. Разряд по поверхности твердого диэлектрика	6	1	0	0	5	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
4	Тема 4. Электрофизические процессы во внутренней изоляции	5	0	0	0	5	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочные средства	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
5	Тема 5. Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий	5	0	0	0	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
6	Тема 6. Станционно-аппаратные изоляторы	5	0	0	0	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
7	Тема 7. Контроль изоляции	8	1	0	2	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
8	Тема 8. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения	5	0	0	0	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
9	Тема 9. Электрический и тепловой расчет силовых кабелей	6	0	0	0	6	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочные средства	Код индикаторов достижений компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
10	Тема 10. Изоляция электрических аппаратов и распределительных устройств.	7	0	0	2	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
Раздел 2. Перенапряжения и методы их ограничений									
11	Тема 11. Грозозащита линий электропередач и подстанций	6	1	0	1	4	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
12	Тема 12. Методы защиты от перенапряжений	6	0	0	1	5	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
13	Тема 13. Внутренние перенапряжения	4	0	0	0	4	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
14	Тема 14. Особенности изоляции силовых трансформаторов	4	0	0	0	4	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочные средства проверки результатов достижения индикаторов	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
	Контрольная работа	20	0	0	0	20	тестирование	Тесты	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	4	зачет	-	
	Итого	108	4	-	8	88	-	-	-

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий*

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий / практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
Тема 1. Электрическая прочность газовых промежутков.	прочность газовых промежутков при различных формах электродов, механизмы пробоя газов, условие самостоятельности разряда в газе, образование стримера, зависимость пробивного напряжения от расстояния между электродами, закон Пашена, влияние внешних условий на прочность газового промежутка.	1/-/1	1/1
Тема 2. Корона на проводах линий электропередач	Коронные токи на проводах при переменном напряжении. начальная напряженность поля коронного разряда. Общая и местная корона, расчет потерь на местную корону, радиопомехи при коронировании. Практика выбора проводов на линиях электропередачи по условиям коронирования, корона на проводах при постоянном напряжении, потери и радиопомехи при коронировании на постоянном напряжении, общая корона и ее характеристики, импульсная корона на проводах.	2/2/2	0
Тема 3. Разряд по поверхности твердого диэлектрика. (лекция-дискуссия)	Разряд по сухой поверхности изолятора, сухоразрядное напряжение, мокроразрядное напряжение, разряд по поверхности изолятора при воздействии коммутационных импульсов, разряд по поверхности изолятора при воздействии атмосферных перенапряжения, влияние атмосферных условий на разрядные напряжения по поверхности изоляторов, разряд по загрязненной поверхности изоляторов	1/-/1	1/1
Тема 4. Электрофизические процессы во внутренней	Электрическая прочность твердой, жидкой и комбинированной изоляции. Электрический пробой твердых диэлектриков, тепловой пробой твердых диэлектриков, пробой жидких диэлектриков, масляно-барьерная изоляция, бумажно-масляная	1/-/1	0

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий / практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
изоляция. (лекция-дискуссия)	изоляция. ионизационный пробой изоляции, расчетная зависимость срока службы изоляции от температуры. регулирование электрических полей во внутренней изоляции.		
Тема 5. Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий электропередач. (лекция-дискуссия)	Общая характеристика изоляции линии, материал и конструкция линейных изоляторов. Разрядные характеристики линейной изоляции, разрядные характеристики линейной изоляции при грозовых импульсах, выбор изоляции на линиях с металлическими опорами. координация изоляции по рабочему напряжению	2/1/2	0
Тема 6. Стационарно-аппаратные изоляторы. (лекция-дискуссия)	Опорные и проходные изоляторы, особенности их конструкции. Изоляция на подстанциях и в распределительных устройствах	1/-/1	0
Тема 7. Контроль изоляции.	задачи и цели контроля изоляции, измерение сопротивления изоляции, измерение тангенса угла диэлектрических потерь, испытание повышенным напряжением, источники высокого напряжения	2/-/2	1/1
Тема 8. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения	основные принципы устройства кабельной изоляции, кабели с вязкой пропиткой, маслонаполненные кабели, газонаполненные кабели, кабели с пластмассовой изоляцией, маркировка силовых кабелей, общие сведения и классификация кабельной арматуры. соединительная кабельная арматура, температурный режим кабеля и его влияние на кабельную изоляцию, электрическая прочность изоляции кабелей и испытания кабелей	2/-/2	0
Тема 9. Электрический и тепловой расчет силовых кабелей (лекция-дискуссия)	. общие уравнения электрического и теплового полей в кабелях. градиентирование изоляции, электрическое поле в кабеле постоянного тока, выбор расчетных напряжений, особенности расчета изоляции кабелей различных конструкций, общие понятия о тепловом расчете кабеля, расчет теплового сопротивления одножильного кабеля с учетом диэлектрических потерь, тепловое сопротивление кабелей в трубопроводе с маслом под давлением, расчет допустимого тока нагрузки	1/1/2	0
Тема 10. Изоляция электрических аппаратов	Изоляция трансформаторов тока, изоляция конденсаторов, изоляция распределительных устройств, изоляция трансформаторов, главная изоляция статорных обмоток турбогенераторов, воздействие импульсов на генераторы и волновые процессы в обмотках	1/-/2	0
Тема 11. Грозозащита линий электропередач и подстанций	общие сведения о молнии. Тепловые и механические воздействия молнии. Защита от прямых ударов молнии, общие сведения, конструктивное выполнение молниеотводов, грозозащита линий электропередач, грозозащита подстанций и станций. принципы защиты подстанции от набегающих волн, напряжение на изоляции в простейших схемах, выбор длины защищенного подхода, сравнительная оценка надежности грозозащиты подстанций, грозозащита вращающихся машин.	1/-/2	1/1
Тема 12. Методы защиты от	Типы разрядников, защит линейной изоляции, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений.	1/-/1	0

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий / практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
перенапряжений			
Тема 13. Внутренние перенапряжения	Влияние способа заземления нейтрали на выбор разрядников и уровни изоляции. Внутренние перенапряжения: емкостной эффект; феррорезонансные явления при включениях и отключениях линий, при АПВ.	1/-/1	0
Тема 14. Особенности изоляции силовых трансформаторов.	Переходные процессы в обмотках, схемы соединения и конструкции обмоток, классификация изоляции трансформаторов, развитие колебаний в обмотках при воздействии грозových волн, градиентные перенапряжения в обмотках трансформаторов.	1/-/1	0
Итого		18/4/18	4/-/4

5.2. Семинарские (практические, лабораторные) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме*

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий*) / практическая подготовка	Всего часов / часов интерактивных занятий	
		очная форма	заочная форма
		лаб	лаб
Раздел 1. Изоляция электроэнергетического оборудования	Лабораторная работа «Пробой газового промежутка в однородных и неоднородных полях»	4/-/4	2/-/2
	Лабораторная работа «Исследование электрической прочности твердых диэлектриков»	4/-/4	2/-/2
	Лабораторная работа «Испытание изоляции повышенным напряжением, контроль линейной изоляции» (мастер-класс)	4/4/4	2/2/2
	Лабораторная работа «Исследование тангенса угла диэлектрических потерь электроэнергетического оборудования»	4/-/4	0
	Лабораторная работа «Проведения испытаний диэлектрических средств защиты (резиновые боты, перчатки, галоши, изолирующие штанги, ручной инструмент)»	4/-/4	0
	Лабораторная работа «Исследование потерь на коронный разряд воздушной линии электропередач»	4/-/4	0

	Лабораторная работа «Исследование распределения полей в изоляции высоковольтного кабеля»	4/-/4	0
Раздел 2. Перенапряжения и методы их ограничений	Лабораторная работа «Исследование распространения волны перенапряжений по линии электропередач»	4/-/4	2/2
	Лабораторная работа «Исследование характеристик устройств защиты от перенапряжений»	4/-/4	0
	Контрольная работа (аудиторная)	Не предусмотрено	Не предусмотрено
Итого		36/4/36	8/2/8

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Виды самостоятельной работы	Очная форма, часов		Заочная форма, часов	
	к текущему контролю	к промежуточ ной аттестации	к текущему контролю	к промежуточ ной аттестации
Изучение материала по теме: Электрическая прочность газовых промежутков	3	0	5	1
Изучение материала по теме: Корона на проводах линий электропередач	4	0	5	
Изучение материала по теме: Разряд по поверхности твердого диэлектрика	3	0	5	
Изучение материала по теме: Электрофизические процессы во внутренней изоляции	4	0	5	1
Изучение материала по теме: Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий	4	0	5	
Изучение материала по теме: Станционно-аппаратные изоляторы	4	0	5	
Изучение материала по теме: Контроль изоляции	4	0	5	
Изучение материала по теме: Изоляция силовых кабелей высокого напряжения	4	0	5	1
Изучение материала по теме: Электрический и тепловой расчет силовых кабелей	4	0	6	
Изучение материала по теме: Изоляция электрических аппаратов и распределительных устройств.	4	0	6	
Изучение материала по теме: Грозозащита линий электропередач и подстанций	4	0	4	
Изучение материала по теме: Методы защиты от перенапряжений	4	0	3	
Изучение материала по теме: Внутренние перенапряжения	4	0	3	1
Изучение материала по теме: Особенности изоляции силовых трансформаторо	4	0	5	

Контрольная работа	0	0	20	4
ИТОГО	54	0	92	4

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Техника высоких напряжений» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Техника высоких напряжений»
2. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Техника высоких напряжений»
3. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «техника высоких напряжений»
4. Методические рекомендации по выполнению реферата
5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	интернет-ресурсы (из п.9 РПД)
1	Электрическая прочность газовых промежутков	1,2	1-6	1-3
2	Корона на проводах линий электропередач	1,2	1-6	1-3
3	Разряд по поверхности твердого диэлектрика	1,2	1-6	1-3
4	Электрофизические процессы во внутренней изоляции	1,2	1-6	1-3
5	Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий	1,2	1-6	1-3
6	Станционно-аппаратные изоляторы	1,2	1-6	1-3
7	Контроль изоляции	1,2	1-6	1-3
8	Изоляция силовых кабелей высокого напряжения	1,2	1-6	1-3
9	Электрический и тепловой расчет силовых кабелей	1,2	1-6	1-3
10	Изоляция электрических аппаратов и распределительных устройств.	1,2	1-6	1-3
11	Грозозащита линий электропередач и подстанций	1,2	1-6	1-3
12	Методы защиты от перенапряжений	1,2	1-6	1-3
13	Внутренние перенапряжения	1,2	1-6	1-3
14	Особенности изоляции силовых трансформаторов	1,2	1-6	1-3

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной

аттестации обучающихся по дисциплине «Техника высоких напряжений»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Очная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					■	■		
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■		
	Электроснабжение					■			
	Переходные процессы в электроэнергетических системах						■		
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■	
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения							■	
	Техника высоких напряжений							■	
	Автономные системы электроснабжения							■	
	Автоматика					■			
	Надежность электроснабжения								■
	Преддипломная практика								■
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								■
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								■	
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства для которого предназначена система электроснабжения	Экономика электроэнергетики								
	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					■	■		
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■		
	Электроснабжение					■			
	Электрическая часть станций и подстанций						■	■	
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■	
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения							■	
	Техника высоких напряжений							■	
	Автономные системы электроснабжения							■	
	Автоматика					■			
	Надежность электроснабжения								■
	Преддипломная практика								■
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								■	
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								■	
ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения	Экономика электроэнергетики		■						
	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					■	■		
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■		
	Электроснабжение					■			
Энергосбережение						■			

Индикатор компетенции и (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры											
		1	2	3	4	5	6	7	8				
ремонт электрооборудования объектов ПД	Наладка электроустановок												
	Ремонт электрооборудования												
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях												
	Эксплуатационная практика												
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена												
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы												
	Подготовка и ведение нормативно-технической документации												

Заочная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства для которого предназначена система электроснабжения	Экономика электроэнергетики				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения	Экономика электроэнергетики				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				

Индикатор компетенции (код и содержание) объекта ПД	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Электрическая часть станций и подстанций				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	Экономика электроэнергетики			
Электроэнергетические системы и сети					
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
Электроснабжение					
Переходные процессы в электроэнергетических системах					
Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
Технологическая часть ТЭС и АЭС					
Автономные системы электроснабжения					
Автоматика					
Надежность электроснабжения					
Преддипломная практика					
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	Введение в специальность				
	Электробезопасность				
	Электрическая часть электростанций и подстанций				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения				
	Техника высоких напряжений				
	Монтаж электрооборудования				
	Организация и управление электросетевыми предприятиями				
	Диагностика электроэнергетического оборудования				
	Наладка электроустановок				
	Ремонт электрооборудования				
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях				
	Эксплуатационная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
ПК-3.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
	Энергетическое обследование объектов электроэнергетики				

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
Обоснование планов и программ технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем			■	
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения				■
	Техника высоких напряжений				■
	Монтаж электрооборудования			■	
	Организация и управление электросетевыми предприятиями				■
	Диагностика электроэнергетического оборудования				■
	Наладка электроустановок				■
	Ремонт электрооборудования				■
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях				■
	Эксплуатационная практика			■	
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				■
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				■
	ПК-3.3 Разработка нормативно-технической документации по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования объектов ПД	Электробезопасность		■	
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				■	
Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения					■
Техника высоких напряжений					■
Монтаж электрооборудования				■	
Организация и управление электросетевыми предприятиями					■
Диагностика электроэнергетического оборудования					■
Наладка электроустановок					■
Ремонт электрооборудования					■
Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях					■
Эксплуатационная практика				■	
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					■
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					■
Подготовка и ведение нормативно-технической документации				■	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Техника высоких напряжений» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Техника высоких напряжений» проводится в виде зачета.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов **очной формы обучения** знания по осваиваемым компетенциям формируются **на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.**

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
1.	Устный опрос	10
	Решение практикоориентированных задач	20
2	Устный опрос	10
	Решение практикоориентированных задач	20
Сумма баллов по итогам текущего контроля		60
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на лабораторных занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, докладов и т.д.)		15
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

Знания по осваиваемым компетенциям формируются **на лекционных занятиях** при условии активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам устных опросов, активности участия в занятиях, проводимых в интерактивной форме, и качеству выполнения заданий в рабочей тетради по дисциплине:

1 балл – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «хорошо» и «отлично»; 0,5 балла – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «удовлетворительно» (максимум – 5 баллов);

1 балл – за оцененное на «отлично» выполнение лабораторной работы (максимум – 10 баллов в семестр);

1 балл – за активное участие в занятиях, проводимых в интерактивной форме (максимум – 5 баллов).

Рейтинговая оценка знаний при проведении текущего контроля успеваемости **на контрольных точках** позволяет обучающемуся набрать до 60 баллов. Знания, умения и навыки по формируемым компетенциям оцениваются по результатам следующих форм контроля.

Контрольные точки проводятся в виде защиты отчетов о выполненных лабораторных работах, на котором студенты в устной форме отвечают на два теоретических вопроса и решают практико-ориентированную задачу.

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос:

Критерии оценки ответа на каждый теоретический вопрос

10 баллов - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений.

6 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений.

3 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности

20 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

15 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы

7 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы.

0 баллов. Задача не решена.

Если за ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить **поощрительные баллы за подготовку докладов, сопровождаемых презентациями (не более 15 баллов)**.

Доклад – средство, позволяющее оценить умение обучающегося устно излагать суть поставленной проблемы, сопровождая ее презентацией, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием знаний и умений, приобретаемых в рамках изучения предыдущих и данной дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Критерии оценки

15 баллов. Выступление демонстрирует умения умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения, активно использовать самостоятельно подготовленную презентацию.

10 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

8 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи, обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели, допущены ошибки в самостоятельно подготовленной презентации.

2 балла. Выступление демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов заочной формы обучения

Результат текущего контроля для студентов **заочной формы обучения** складывается из оценки результатов обучения по всем разделам дисциплины и включает контрольные точки №1 и №2, контрольную точку в виде контрольной работы (аудиторной) по всем разделам дисциплины (**маx 30 баллов**), посещение лекций (**маx 10 баллов**), результативность работы на практических занятиях (**маx 15 баллов**), поощрительные баллы (**маx 15 баллов**).

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций***	Максимальное количество ТВО
1.	Устный опрос	5
	Решение практикоориентированных задач	10
2.	Устный опрос	5
	Решение практикоориентированных задач	10
	Контрольная точка по всем темам дисциплины	30
Сумма баллов по итогам текущего контроля		60
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на практических занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях и т.д.)		15
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

Знания по осваиваемым компетенциям формируются **на лекционных занятиях** при условии активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам устных опросов, активности участия в занятиях, проводимых в интерактивной форме, и качеству выполнения заданий в рабочей тетради по дисциплине:

1 балл – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «хорошо» и «отлично»; 0,5 балла – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «удовлетворительно» (маx – 5 балла);

1 балл – за оцененное на «отлично» выполнение лабораторной работы (маx – 6 баллов в семестр);

1 балл – за активное участие в занятиях, проводимых в интерактивной форме (маx – 4 балла).

Рейтинговая оценка знаний при проведении текущего контроля успеваемости **на контрольных точках** позволяет обучающемуся набрать до 60 баллов. Знания, умения и навыки по формируемым компетенциям оцениваются по результатам следующих форм контроля.

Контрольные точки проводятся в виде защиты отчетов о выполненных лабораторных работах, на котором студенты в устной форме отвечают на два теоретических вопроса и решают практико-ориентированную задачу.

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос:

Критерии оценки ответа на каждый теоретический вопрос

5 балла - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений.

4 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений.

2 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности

10 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

8 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы

5 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы.

0 баллов. Задача не решена.

Если за ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить **поощрительные баллы** за подготовку докладов, сопровождаемых презентациями (не более 15 баллов).

Доклад – средство, позволяющее оценить умение обучающегося устно излагать суть поставленной проблемы, сопровождая ее презентацией, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием знаний и умений, приобретаемых в рамках изучения предыдущих и данной дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Критерии оценки

15 баллов. Выступление демонстрирует умения умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения, активно использовать самостоятельно подготовленную презентацию.

10 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

8 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи, обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели, допущены ошибки в самостоятельно подготовленной презентации.

2 балла. Выступление демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Студенты заочной формы обучения сдают контрольную работу, выполненную в виде тестовых заданий (20 заданий, по вариантам)

Критерии оценки

30 баллов. При ответах допущено не более 1 ошибки.

20 баллов. При ответах на тесты допущено не более 2 ошибок.

10 баллов. При ответах на тесты допущено не более 5 ошибок

0 баллов. Допущено более 5 ошибок.

При проведении итоговой аттестации «зачет» («*дифференцированный зачет*», «*экзамен*») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (*дифференцированный зачет, экзамен*) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (*зачет, дифференцированный зачет, экзамен*) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (*зачета, дифференцированного зачета, экзамена*) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (*зачете, дифференцированном зачете, экзамене*) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Техник высоких напряжений» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и наличие по текущей успеваемости более 45 баллов. Студентам, набравшим более 55 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, набравшие от 45 до 54 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Техника высоких напряжений»

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки по темам 1-10

- 1 Зависимость электрической прочности газа от расстояния между электродами.
- 2 Зависимость электрической прочности газа от формы электродов.
- 3 Зависимость электрической прочности газа от температуры.
- 4 Зависимость электрической прочности газа от давления.
- 5 Развитие пробоя в газах.
- 6 Лавина электронов.
- 7 Развитие стримера.
- 8 Однородные и неоднородные поля, коэффициент неоднородности.
- 9 Коронный разряд.
- 10 Ударная ионизация.
- 11 Закон Пашена.
- 12 Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газа.
- 13 Особенности разряда по поверхности твердого диэлектрика.
- 14 Различие в моделях проходного и опорного изолятора.
- 15 Симметричные и несимметричные системы электродов.
- 16 Зависимость электрической прочности трансформаторного масла от его электропроводности.
- 17 Зависимость электрической прочности трансформаторного масла от наличия нерастворимых примесей.
- 18 Зависимость электрической прочности трансформаторного масла от растворимых примесей.
- 19 Влияние эмульгированной влаги на электрическую прочность трансформаторного масла.

- 20 Зависимость пробивного напряжения трансформаторного масла от температуры.
- 21 Импульсный (электрический пробой) твердых диэлектриков.
- 22 Электротепловой пробой твердых диэлектриков.
- 23 Ионизационный (электрохимический) твердых пробой диэлектриков.
- 24 Влияние строения диэлектриков на их электрическую прочность.
- 25 Влияние полярности молекул диэлектрика на его электрическую
- 26 прочность.
- 27 Влияние температуры диэлектрика на его электрическую прочность.
- 28 Зависимость электрической прочности твердых диэлектриков от времени приложения напряжения.
- 29 Зависимость электрической прочности твердых диэлектриков от их толщины.
- 30 Системы электродов для испытания электрической прочности диэлектриков.
- 31 Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков.
- 32 Устройство ячейки для испытания электрической прочности жидких диэлектриков.
- 33 Для какой цели проводится несколько пробоев на одном и том же образце жидкого диэлектрика.
- 34 Зачем необходимо рассчитывать среднеквадратичную ошибку пробивного напряжения трансформаторного масла.
- 35 Основные факторы, влияющие на электрическую прочность трансформаторного масла.
- 36 В оборудовании какого класса напряжения может быть применено трансформаторное масло, исследованное в лабораторной работе.
- 37 Изоляция воздушных линий электропередач, основные составляющие и принципы построения.
- 38 Виды внешних воздействий на изоляцию линий электропередач.
- 39 Устройство подвесного изолятора. Виды подвесных изоляторов.
- 40 Основные параметры и маркировка подвесных изоляторов.
- 41 Гирлянды подвесных изоляторов и распределение напряжения по изоляторам.
- 42 Схема замещения гирлянды подвесных изоляторов.
- 43 Пути развития разряда вдоль гирлянды подвесных изоляторов.
- 44 Методы улучшения распределения напряжения по гирлянде подвесных изоляторов.
- 45 Методы контроля изоляторов в гирлянде.
- 46 Расчет числа изоляторов в гирлянде на основе допустимой длины пути утечки.
- 47 Распределение напряжения по гирлянде изоляторов при постоянном напряжении.
- 48 Особенности работы изоляции на постоянном напряжении.
- 49 Допустимые испытательные постоянные напряжения для оборудования переменного тока.
- 50 Контроль изоляции с применением повышенного постоянного напряжения.
- 51 Методы контроля изоляции электроэнергетического оборудования
- 52 Тангенс угла диэлектрических потерь и методы его измерения
- 53 Прямая и инверсная схема измерения тангенса угла диэлектрических потерь. Области применения, особенности.
- 54 Методика проведения профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
- 55 Допустимые значения тангенса угла диэлектрических потерь электроэнергетического оборудования.
- 56 Схемы подключения оборудования при изменении тангенса угла диэлектрических потерь электрооборудования на примере однофазного трансформатора напряжения.
- 57 Особенности работы изоляции на постоянном напряжении.
- 58 Допустимые испытательные постоянные напряжения для оборудования переменного тока.
- 59 Контроль изоляции с применением повышенного постоянного напряжения.
- 60 Маркировка силовых кабелей.
- 61 Кабели на напряжение до 1 кВ.
- 62 Кабели с полиэтиленовой изоляцией.

- 63 Кабели с бумажно-масляной изоляцией.
- 64 Особенности конструкции кабелей на напряжение 35 кВ и выше.
- 65 Электрический расчет кабеля.
- 66 Последовательность теплового расчета кабеля.

Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки по темам 1-10

1. Трансформатор на 220 кВ установлен в непосредственной близости от разъединителя (заземленная плоскость). Определить минимально допустимое расстояние между трансформатором и разъединителем, если по условиям возможных перенапряжений выбран четырехкратный запас прочности этого промежутка при нормальных атмосферных условиях.

2. Из изоляторов типа ИШД-35 и СО-35 составлена опорная колонка. Определить напряжение перекрытия по воздуху колонки, если известно, что изолятор ИШД-35 имеет емкость 50 пФ и перекрывается при нормальных условиях напряжением 140 кВ, а изолятор СО-35, имея емкость 6 пФ, перекрывается напряжением 130 кВ.

3. Рассчитать пробивное напряжение воздушного промежутка с однородным полем при следующих условиях: давление 3 кгс/см², межэлектродное расстояние 10 см, температура +35°С.

4. Устройство по очистке дымовых газов котельной состоит из системы цилиндрических труб с внутренним диаметром 16 см. По оси каждой из этих труб натянут цилиндрический провод с диаметром 4 мм. Определить критическую напряженность электрического поля и критическое напряжение, при которых появится общая корона, если температура отходящих газов составляет величину 150°С, давление 101 кПа.

5. Определить критическое напряжение и максимальную напряженность электрического поля на поверхности провода линии передачи с номинальным напряжением 220 кВ. Провода марки АС-300 расположены в горизонтальной плоскости с расстоянием между ними 7 м. Погода ясная, атмосферные условия нормальные, диаметр провода 24,2 мм.

6. Определить среднегодовые потери мощности на корону для одноцепной линии на высоте 1000 м над уровнем моря с проводами 4хАСО-300 при напряжении 500 кВ. Линия имеет горизонтально расположенные провода с расстоянием между ними 7,5 м и два троса. Средняя высота подвеса провода над землей 9 м, радиус провода 2,42 см, шаг расщепления 45 см. Длительность хорошей погоды = 4000 ч, длительность тумана $h_t=760$ ч, дождя $h_D=2000$, снега $h_{сн}=1500$, измороси $h_i=500$, средние температуры при хорошей погоде, тумане, дожде, снеге и измороси +10°С, +1°С, +5°С, -10°С, 0°С соответственно. Количество осадков: дождя $h_D=1500$ мм, снега $h_{сн}=500$ мм.

7. Рассчитать количество изоляторов в гирлянде для линии напряжением в 110 кВ на железобетонных опорах, степень загрязнения атмосферы – 4.

8. Определить необходимое количество изоляторов гибкой ошиновки ОРУ 330 кВ, степень загрязнения атмосферы – 3.

9. Провести расчет допустимого тока группы из трех кабелей на напряжение 330 кВ, проложенных по вершинам треугольника, глубина прокладки кабелей в земле 1,2 м. Кабели выполненными бронированными, толщина брони 3 мм, толщина свинцовой оболочки 3 мм, толщина защитных покровов 6 мм. Изоляция – бумажно-масляная под высоким давлением.

10. Провести электрический расчет кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 35 кВ, сечением 400 мм².

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки по темам 11-14

- 1 Перечислите основные элементы схем ГИН и ГИТ, их назначение и принципиальные особенности.
- 2 На какие элементы ГИН следует воздействовать для изменения длительности интервалов между импульсами?
- 3 Какими параметрами разрядной схемы ГИН определяется продолжительность волны и ее фронта?

- 4 В каких случаях желателен получение импульсов стандартной формы?
- 5 Что дополнительно предусматривается в схеме ГИН, работающей по принципу управляемого разряда?
- 6 Какова область применения установки ГИН и ГИТ?
- 7 Что определяет собой коэффициент использования ГИН?
- 8 Принцип действия трубчатого разрядника.
- 9 Устройство и принцип действия вентильного разрядника.
- 10 Основные характеристики вентильных разрядников.
- 11 Схемы расположения вентильных разрядников при защите электроэнергетического оборудования.
- 12 Маркировка вентильных разрядников.
- 13 Ограничители перенапряжений, их устройство и характеристики.
- 14 Опишите качественно прохождение прямоугольной волны по линии электропередач.
- 15 Качественно охарактеризуйте процессы отражения и преломления волн перенапряжения на узлах энергосистемы.
- 16 Какое сопротивление должен иметь заземлитель молниеотвода подстанции.
- 17 Каковы причины возникновения перенапряжений при коммутациях линий, конденсаторов, реакторов и трансформаторов?
- 18 Что называют координацией изоляции?
- 19 Каковы принципы защиты изоляции искровыми промежутками и роговыми разрядниками?
- 20 Каковы принципы защиты изоляции трубчатыми и вентильными разрядниками и ОПН?
- 21 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции линий электропередачи?
- 22 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции контактной сети?
- 23 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции оборудования подстанций?
- 24 Что означают понятия «длинная линия», «цепь с распределенными параметрами»?
- 25 Выведите телеграфные уравнения двухпроводной линии и покажите их решение для линии без потерь.
- 26 Покажите, как происходит падение волны перенапряжения на резистивную, емкостную и индуктивную нагрузки.
- 27 Представьте анализ процессов, происходящих в обмотке трансформатора при воздействии волны грозового перенапряжения.
- 28 Объясните причины емкостного эффекта, приводящего к повышению напряжения на конце ненагруженной линии электропередачи.
- 29 В чем причины смещения нейтрали в сети с компенсированной нейтралью?
- 30 Почему гашение электрической дуги приводит к перенапряжениям?
- 31 Каковы причины возникновения перенапряжений при коммутациях линий, конденсаторов, реакторов и трансформаторов?
- 32 Что называют координацией изоляции?
- 33 Каковы принципы защиты изоляции искровыми промежутками и роговыми разрядниками?
- 34 Каковы принципы защиты изоляции трубчатыми и вентильными разрядниками и ОПН?
- 35 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции линий электропередачи?
- 36 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции контактной сети?
- 37 Как выполняется защита от перенапряжений изоляции оборудования подстанций?

Типовые задачи для сдачи контрольной точки по темам 11-14

1. Рассчитать значения резисторов в схеме моста переменного тока, если эквивалентное активное сопротивление в параллельной схеме замещения исследуемого конденсатора 100 кОм, емкость 0,5 мкФ, емкость образцового конденсатора 50 пФ.

2. Генератор импульсных напряжений собран из конденсаторов с номинальным напряжением 150 кВ и емкостью 0,7 мкФ каждый. Определить расчетные параметры ГИН, если он должен создавать импульсную волну с напряжением 3 МВ, падающую на трансформатор,

входная емкость которого 2000 пф. Разрядная емкость, обычно включаемая параллельно объекту, в данной схеме не используется.

3. Определить максимальное напряжение на изоляции электрооборудования, если длина защищенного подхода по линии 110 кВ равна 2 км, линия выполнена тросами АСО 240, расстояние от разрядника до защищаемого трансформатора на подстанции 5 м, ошиновка выполнена проводами АСО 300, расстояние между проводами ошиновки 3 м, защита изоляции трансформатора осуществляется разрядником вентильным на напряжение 110 кВ.

4. Определить длину необходимого защищенного подхода на линии 110 кВ, линия выполнена проводами АСО 240, расстояние от разрядника до защищаемого трансформатора на подстанции 15 м, ошиновка выполнена проводами АСО 300, расстояние между проводами ошиновки 5 м, защита изоляции трансформатора осуществляется разрядником вентильным на напряжение 110 кВ, максимальная кратность перенапряжений на изоляции трансформатора – 3,5.

Вопросы к зачету

1. Зависимость электрической прочности газа от расстояния между электродами.
2. Зависимость электрической прочности газа от формы электродов.
3. Зависимость электрической прочности газа от температуры.
4. Зависимость электрической прочности газа от давления.
5. Развитие пробоя в газах.
6. Лавина электронов.
7. Развитие стримера.
8. Коронный разряд.
9. Ударная ионизация.
10. Закон Пашена.
11. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газа.
12. Особенности разряда по поверхности твердого диэлектрика.
13. Различие в моделях проходного и опорного изолятора.
14. Симметричные и несимметричные системы электродов.
15. Изоляция воздушных линий электропередач, основные составляющие и принципы построения.
16. Виды внешних воздействий на изоляцию линий электропередач.
17. Устройство подвесного изолятора. Виды подвесных изоляторов.
18. Основные параметры и маркировка подвесных изоляторов.
19. Гирлянды подвесных изоляторов и распределение напряжения по изоляторам.
20. Схема замещения гирлянды подвесных изоляторов.
21. Пути развития разряда вдоль гирлянды подвесных изоляторов.
22. Методы улучшения распределения напряжения по гирлянде подвесных изоляторов.
23. Методы контроля изоляторов в гирлянде.
24. Расчет числа изоляторов в гирлянде на основе допустимой длины пути утечки.
25. Распределение напряжения по гирлянде изоляторов при постоянном напряжении.
26. Изоляция высоковольтных вводов и их виды, области применения.
27. Изоляция высоковольтных выключателей и их типы.
28. Изоляция трансформаторов напряжения и трансформаторов тока.
29. Изоляция конденсаторов.
30. Изоляция вращающихся машин.
31. Изоляция силовых трансформаторов и особенности ее работы.
32. Методы контроля изоляции электроэнергетического оборудования
33. Тангенс угла диэлектрических потерь и методы его измерения
34. Работа с мостом СА7100-3 при измерении тангенса угла диэлектрических потерь
35. Прямая и инверсная схема измерения тангенса угла диэлектрических потерь. Области применения, особенности.
36. Оборудование рабочего места при проведении профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.

37. Техника безопасности при проведении профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
38. Методика проведения профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
39. Допустимые значения тангенса угла диэлектрических потерь электроэнергетического оборудования.
40. Схемы подключения оборудования при изменении тангенса угла диэлектрических потерь электрооборудования на примере однофазного трансформатора напряжения
41. Особенности работы изоляции на постоянном напряжении.
42. Допустимые испытательные постоянные напряжения для оборудования переменного тока.
43. Контроль изоляции с применением повышенного постоянного напряжения.
44. Измерение токов абсорбции и коэффициента абсорбции.
45. Работа с мостом СА7100-3 при измерении сопротивления изоляции
46. Схемы подключения оборудования при измерении сопротивления изоляции на примере однофазного трансформатора напряжения
47. Маркировка силовых кабелей.
48. Кабели на напряжение до 1 кВ.
49. Кабели с полиэтиленовой изоляцией.
50. Кабели с бумажно-масляной изоляцией.
51. Особенности конструкции кабелей на напряжение 35 кВ и выше.
52. Электрический расчет кабеля.
53. Градирование изоляции. Принцип регулирования электрических полей в изоляции.
54. Выбор расчетных напряжений при электрическом расчете кабеля.
55. Особенности работы кабельной изоляции при постоянном напряжении.
56. Координация изоляции.

Раздел 2. Перенапряжения и методы их ограничений

57. Молния и ее основные характеристики.
58. Принципы построения молниезащиты воздушных линий электропередач.
59. Принципы молниезащиты электростанций и подстанций.
60. Защитные промежутки, их конструкция, преимущества и недостатки.
61. Трубочатые разрядники, принцип их устройства, преимущества и недостатки.
62. Вентильные разрядники, основные характеристики.
63. Ограничители перенапряжений.
64. Источники внутренних перенапряжений в электроэнергетических системах.
65. Схемы замещения электроэнергетической системы при оценке внутренних перенапряжений.
66. Перенапряжения при включении и отключении ненагруженных линий электропередач.
67. Перенапряжения при отключении нагруженных линий электропередач.
68. Феррорезонансные перенапряжения, причины возникновения и методы ограничения.
69. Методы борьбы с внутренними перенапряжениями.

Тестовые задания для контрольной работы

Выберите правильный ответ:

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. Трекингостойкость твердых диэлектриков проявляется в стойкости к разрушающему воздействию:

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

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

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

8. 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.

9. 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;

10. 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.

11. 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.

12. Закон Пашена описывается формулой:

а) $U_p = f(pL)$;

б) $U_p = f(pC)$;

в) $U_p = f(pQ)$.

13. Вольт-секундная характеристика определяет прочность:

а) маслонаполненной изоляции;

б) газовой изоляции;

в) бумажно-масляной изоляции;

г) твердой изоляции.

14. 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.

15. Испытания изоляционных конструкций стандартными грозовыми импульсами производятся:

а) в процессе эксплуатации;

б) при послеремонтных испытаниях;

в) на стадии типовых и заводских испытаний.

16. Статистическое время запаздывания разряда – это:

а) среднестатистическое время разряда;

б) время ожидания эффективного электрона;

в) время подъема напряжения до значения разрядного напряжения.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. По сравнению с глазурированным фарфором электротехническое стекло является:

- а) более гигроскопичным материалом;
- б) менее трекингоустойким материалом;
- в) более упругим материалом.

22. Для увеличения разрядного напряжения воздушного промежутка с твердым диэлектриком стремятся использовать диэлектрики:

- а) трекингоустойкие;
- б) механически прочные;
- в) малогигроскопичные;
- г) облегченные.

23. Наибольшую опасность коронный разряд стримерной формы представляет для изоляции:

- а) стеклянной;
- б) фарфоровой;
- в) полимерной.

24. При соприкосновении канала стримера с поверхностью полимерного диэлектрика может образоваться:

- а) подсушенный участок изоляции;
- б) обугленный след с повышенной проводимостью;
- в). окисленный озоном канал;
- г) микроразор.

25. Степень загрязнения атмосферного воздуха учитывается при выборе изоляции для:

- а) закрытых распределителей (ЗРУ);
- б) открытых распределителей (ОРУ);
- в) любых типов распределителей (РУ).

26. При выборе изоляции применяется характеристика «удельная эффективная длина пути утечки» используется:

- а) для закрытых распределителей (ЗРУ);
- б) для открытых распределителей (ОРУ);
- в) для всех типов распределителей (РУ).

27. Перекрытие изолятора под дождем связано с образованием на его поверхности проводящей пленки воды и:

- а) подсушиванием отдельных участков поверхности токами утечки;
- б) обугленного следа с большой проводимостью;
- в) увеличением длины скользящего разряда.

28. Число тарельчатых изоляторов в гирлянде ЛЭП определяется по формуле:

$$\text{а) } n \geq \frac{K\lambda_{\text{эфф}}U_{\text{наиб.раб.}}}{L_{y1}}; \quad \text{б) } n \geq \frac{KL_u U_{\text{наиб.раб.}}}{\lambda_{y1}}; \quad \text{в) } n \geq \frac{K\lambda_{y1}U_{\text{ном.фаз}}}{L_{\text{эфф}}}$$

29. Проверка выбранного количества изоляторов для ЛЭП по условиям работы гирлянд под дождем при воздействии внутренних перенапряжений производится по формуле:

$$\text{а) } n \geq \frac{k_p \lambda_{\text{эфф}} U_{\text{наиб.раб.}}}{L_{y1}}; \quad \text{б) } n \geq \frac{k_p U_{\text{наиб.раб.фаз.}}}{E_{MP} H}; \quad \text{в) } n \geq \frac{k_p U_{\text{наиб.раб.фаз.}}}{\lambda_{\text{эфф}} H};$$

30. Для организации автоматического повторного включения (АПВ) на воздушных линиях электропередачи используется следующее свойство атмосферного воздуха:

- а) простота конструкции и малая по сравнению с другими способами передачи электроэнергии стоимость линии;
- б) отсутствие старения внешней изоляции;
- в) способность восстанавливать свои изолирующие свойства после погасания разряда.

31. Целесообразность использования воздуха в качестве изоляции воздушных ЛЭП (наряду с простотой конструкции, малой по сравнению с другими способами передачи электроэнергии стоимостью линии и отсутствием старения) определяется:

- а) способностью восстанавливать свои изолирующие свойства после погасания дуги электрического разряда;
- б) условиями механической прочности опор;
- в) электроотрицательными свойствами молекул воздуха.

32. Применение полимерных изоляторов на ОРУ позволит:

- а) повысить влагоразрядные напряжения внешней изоляции ОРУ;
- б) улучшить условия эксплуатации электрооборудования ОРУ;
- в) снизить диэлектрические потери в изоляции.

33. Бумажно-масляная изоляция по сравнению с маслонаполненной имеет:

- а) большую электрическую прочность;
- б) большие габариты;
- в) большие диэлектрические потери;
- г) больший срок жизни.

34. Одно из преимуществ изоляции на основе слюды заключается в том, что:

- а) изоляция на основе слюды более технологичная, чем другие;
- б) изоляция на основе слюды обладает высокой нагревостойкостью;
- в) в изоляции на основе слюды не возникают частичные разряды;
- г) изоляция на основе слюды более дешевая, чем другие.

35. Можно считать самовосстанавливающимися следующие виды внутренней изоляции:

- а) бумажно-масляную и маслонаполненную;

- б) жидкую, газовую и вакуумную;
- в) композиционную и полимерную;
- г) полимерную и бумажно-масляную.

36. Барьеры, устанавливаемые в маслобарьерной (маслонаполненной) изоляции изготавливают из:

- а) электрокартона;
- б) латунных пластин;
- в) фторопласта;
- г) оргстекла.

37. Твердая (композиционная) изоляция на основе слюды является:

- а) самовосстанавливающейся;
- б) несамовосстанавливающейся;
- в) частично восстанавливающейся.

38. Недостатками бумажно-масляной изоляции являются:

- а) заполнение всех зазоров и микропор маслом;
- б) сложная структура и пропитка маслом;
- в) невысокая допустимая рабочая температура и горючесть;

39. Кратковременная электрическая прочность изоляции это:

- а) продолжительность срока эксплуатации;
- б) способность изоляции сохранять работоспособность в короткое время;
- в) способность изоляции выдерживать воздействие грозных и коммутационных перенапряжений;
- г) пробивное напряжение изоляции.

40. Кратковременная электрическая прочность внутренней изоляции характеризуется:

- а) пробивным напряжением изоляции;
- б) вольт-секундной характеристикой изоляции;
- в) временем работы изоляции;
- г) рабочим напряжением изоляции;

41. Длительная электрическая прочность изоляции определяется:

- а) длительностью срока эксплуатации изоляционной конструкции;
- б) длительной работоспособностью изоляционной конструкции;
- в) способностью изоляции выдерживать рабочее напряжение в течение определенного срока службы;
- г) способностью изоляции длительно выдерживать перенапряжения.

42. Длительную электрическую прочность изоляции характеризует:

- а) «срок жизни» изоляции;
- б) пробивное напряжение изоляции;
- в) электрическая мощность электроустановки;
- г) испытательное напряжение изоляционной конструкции.

43. Частичные разряды в маслонаполненной изоляции опасны:

- а) снижением электрической прочности изоляции;
- б) электромагнитным излучением от разрядов;
- в) влиянием частичных разрядов на точность действия релейной защиты.

44. Главная изоляция силовых трансформаторов общего назначения отечественного производства:

- а) маслобарьерная;
- б) бумажно-масляная;
- в) элегазовая;
- г) композиционная.

45. Главная изоляция силовых трансформаторов общего назначения отечественного производства состоит из:

- а) изолирующей подложки, связующего вещества и синтетического наполнителя;
- б) чередующихся барьеров из электрокартона и масляных каналов;
- в) изолирующей подложки, связующего вещества и слюдяного наполнителя.

46. Длительное повышение рабочего напряжения силового трансформатора не должно превышать номинальное напряжение:

- а) на 10%; б) на 5 %; в) на 3%; г) на 7%.

47. Для обеспечения требуемой электрической прочности изоляции трансформаторов тока необходима установка экранных колец при напряжении:

- а) не более 6-10 кВ;
- б) не более 35 кВ;
- в) 110 кВ и выше.

48. Элегазовая изоляция по сравнению с маслonaполненной имеет

- а) большие диэлектрические потери.
- б) большие габариты;
- в) большую электрическую прочность;

49. Стабильность горения дуги в элегазе до минимальных значений тока при относительно низких температурах приводит:

- а) к большим значениям тока среза в выключателе;
- б) к отсутствию срезов тока и больших перенапряжений при гашении дуги;
- в) к возникновению больших дуговых перенапряжений.

50. Диагностика изоляции элегазовых комплектных распределительных устройств (КРУЭ) на наличие частичных разрядов (ЧР) во время эксплуатации КРУЭ производится под рабочим напряжением:

- а) измерением тангенса угла диэлектрических потерь;
- б) вибрационным методом;
- в) акустическим методом;
- г) с помощью тепловизора.

51. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода при вероятности прорыва молнии в зону 0,005 описывается формулами:

$$h_0 = 0,92h; \quad h_0 = 0,85h; \quad h_0 = 0,85h;$$

а) $r_x = 1,5 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right);$ б) $r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right);$ в) $r_x = (1,35 - 0,0025h) \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right).$

52. Для устройства заземлений применяются:

- а) вертикальные и горизонтальные электроды;
- б) металлические полосы, стержни, трубы и уголки;

- в) горизонтальные полосы, объединяющие вертикальные электроды;
- г) бетонные сваи и балки.

53. Чаше отключаются из-за ударов молнии линии электропередачи без тросов:

- а) на железобетонных опорах в сети 35 кВ;
- б) на деревянных опорах в сети 110 кВ;
- в) на металлических опорах в сети 110 кВ;
- г) на деревянных опорах в сети 35 кВ..

54. Сопротивление заземления опор на подходе линий электропередачи к подстанции уменьшают для:

- а) снижения коронирования на подходе к подстанции;
- б) избежания обратных перекрытий с опоры на провод.
- в) увеличения коронирования на подходе к подстанции;

55. С ростом номинальных напряжений грозоупорность воздушных ЛЭП растет в основном потому, что:

- а) возрастает импульсная электрическая прочность изоляции ЛЭП;
- б) снижается сопротивление опор ЛЭП;
- в) уменьшается угол защиты троса.

56. Защита открытых распределительных устройств подстанций осуществляется с помощью:

- а) молниеприемников, установленных на порталах ОРУ, отдельно стоящих стержневых молниеотводов, устройства заземления;
- б) отдельно стоящих стержневых молниеотводов, тросовых молниеотводов, заземляющего устройства;
- в) тросовых молниеотводов, молниеприемников, установленных на порталах ОРУ, устройства заземления.

57. Длина защитного подхода ЛЭП к подстанции определяется на основании такого параметра набегающей импульсной волны, как:

- а) длина набегающей волны;
- б) крутизна набегающей волны;
- в) амплитуда набегающей волны.

58. Основной недостаток вентильных разрядников с резисторами на основе карборунда заключается в том, что:

- а) резисторы имеют невысокую термическую стойкость;
- б) резисторы обладают сравнительно невысокой нелинейностью;
- в) резисторы имеют большие габариты.

59. Наиболее существенные достоинства нелинейных ограничителей перенапряжений по сравнению с вентильными разрядниками заключаются в следующем:

- а) отсутствие искрового промежутка, малые габариты;
- б) высокая нелинейность варисторов, отсутствие искрового промежутка;

60. Вероятность перекрытия изоляции ОРУ подстанции вследствие прорывов молнии в зону защиты молниеотводов зависит от:

- а) числа грозových часов в году, импульсного сопротивления заземляющего устройства подстанции, числа молниеотводов;

б) импульсной электрической прочности внешней изоляции, волнового сопротивления проводов ошиновки подстанции;

в) высоты молниеотводов, импульсного сопротивления заземляющего устройства подстанции.

61. Вероятность перекрытия изоляции ОРУ подстанции при ударе в молниеотвод зависит от:

а) высоты молниеотводов, импульсного сопротивления заземляющего устройства подстанции, площади подстанции;

б) площади подстанции, импульсной электрической прочности внешней изоляции, высоты молниеотводов;

в) высоты точки крепления гирлянды изоляторов на портале, импульсной электрической прочности внешней изоляции, импульсного сопротивления заземляющего устройства подстанции.

62. По сравнению с длительностью коммутационных перенапряжений длительность феррорезонансных перенапряжений:

а) значительно меньше;

б) значительно больше;

в) незначительно меньше;

г) незначительно больше.

63. Более высокий уровень в сетях напряжением 500 кВ и более имеют:

а) грозовые перенапряжения;

б) внутренние перенапряжения;

в) дуговые перенапряжения.

64. По сравнению с длительностью коммутационных перенапряжений длительность грозовых перенапряжений:

а) значительно меньше;

б) значительно больше;

в) незначительно больше.

65. Одним из условий возникновения дуговых перенапряжений в сети с изолированной нейтралью является:

а) несимметрия в электрической сети;

б) перемежающаяся дуга в месте замыкания на землю;

в) короткое замыкание в электрической сети.

66. По сравнению с длительностью коммутационных перенапряжений длительность феррорезонансных перенапряжений:

а) значительно меньше;

б) значительно больше;

в) незначительно меньше.

67. Перенапряжения при отключении ненагруженного трансформатора можно ограничить до безопасной величины:

а) шунтирующим реактором;

б) дугогасящим реактором;

в) ограничителем перенапряжений.

68. Перенапряжения при включении ненагруженной линии 110 кВ можно ограничить до безопасной величины:

а) шунтирующим реактором;

- б) дугогасящим реактором;
- в) ограничителем перенапряжений.

69. Перенапряжения при отключении ненагруженной линии 110 кВ можно ограничить до безопасной величины:

- а) шунтирующим реактором;
- б) дугогасящим реактором;
- в) ограничителем перенапряжений.

70. Для ограничения коммутационных перенапряжений, возникающих в цикле АПВ, применяют:

- а) ОПН и выключатели двухступенчатого действия;
- б) трубчатые разрядники и шунтирующие реакторы;
- в) шунтирующие реакторы и резисторы в нейтрали.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1 Вазов Владислав Федорович Техника высоких напряжений : учебник ; ВО - Бакалавриат/Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Москва:ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 262 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=1086750>.

2 Привалов, Е. Е. Электробезопасность : учеб. пособие/Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под ред. Е. Е. Привалова ; СтГАУ. - Ставрополь:Параграф, 2018. - 3,27 МБ

дополнительная литература:

1 Гринченко, В. А. Методические указания по дисциплине ""Техника высоких напряжений"" : для бакалавров направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника/В. А. Гринченко ; СтГАУ. - Ставрополь, 2017. - 229 КБ

2 Дайнеко Владимир Александрович Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики : Учебное пособие; ВО - Бакалавриат. - Москва:ООО Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 333 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=483146>.

3 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок: ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 : Правила введены в действие с 1 июля 2001 г.. - Москва:ООО Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2014. - 158 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=371446>.

4 Привалов, Е. Е. Электробезопасность : учеб. пособие в 3-х ч. [для студентов вузов по специальностям: 110800.62 Агроинженерия, 140400.62 Электроэнергетика и электротехника : Ч. 3/Е. Е. Привалов; СтГАУ. - Ставрополь:АГРУС, 2013. - 156 с."

5 Титков В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие ; ВО - Магистратура/Титков В. В., Халилов Ф. Х.. - Санкт-Петербург:Лань, 2016. - 224 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75522. - Издательство Лань.

6 Хорольский, В. Я. Организация и управление деятельностью электросетевых предприятий : учеб. пособие для студентов вузов по направлению 140400 ""Электроэнергетика и электротехника""/В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Г. Жданов. - Ставрополь:АГРУС, 2012. - 128 с."

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2022, 150 с.

Методические указания к самостоятельной работы по дисциплине «Техника высоких напряжений» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2022, 25 с.

Методические указания по изучению дисциплины «Техника высоких напряжений» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2022, 15 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VAZHNOV/education/HS/Tab/TVN_lek.pdf Лекции по ТВН

http://window.edu.ru/resource/234/75234/files/TVN_bac.pdf Курс лекций по ТВН

<https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/tehnika-vysokih-napryazheniy/>

Долгинов А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Техника высоких напряжений» необходимо обратить внимание на последовательность изучения тем.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется: - после прослушивания лекции прочитать её в тот же день; - выделить маркерами основные положения лекции; - структурировать лекционный материал с помощью помет на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

Рекомендуется использовать методические указания по курсу, текст лекций преподавателя.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий: 1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить. 2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение. 3. Прочитать рекомендованную

обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки). 4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы. Особое внимание следует обратить на примеры, факты, которыми Вы будете оперировать при рассмотрении отдельных теоретических положений. 5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практическое задание рекомендуется выполнять письменно.

При подготовке к лабораторным занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течении лабораторного занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям, представленным в рабочей программе.

При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Подготовка к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, коллоквиумов. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос. При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Лекции, практические занятия, написание курсовой работы и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к экзамену, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к экзамену первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи, написать курсовую работу.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

Microsoft Windows, Office (Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 30.11.2018 по 30.11.2020. Лицензия № V5910852.)

Kaspersky Total Security (Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 19.11.2018 по 17.12.2019, Лицензия №1B081811190812098801663)

КонсультантПлюс-СК сетевая версия (правовая база) Договор № 370/18 от 09.06.2018 ООО «КонсультантПлюс-СК» срок действия с 01.07.2018 по 30.06.2019 Лицензия № 370/18 от 09.06.2018

АСКОН КОМПАС-3D (Лицензионное соглашение № К-08-1880 ЗАО «АСКОН от 22.11.2007 срок действия с 22.11.2007, бессрочно, Лицензия №К-08-1880»

PTC Mathcad 14.0 Лицензионное соглашение № 400625 от 07.12.2007 Service Contract срок действия с 07.12.2007, бессрочно Лицензия #7A1355536 Axoft

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (Ауд. № 414, площадь - 58 кв .м.)</p>	<p>Оснащение: Специализированная мебель на 16 посадочных мест. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, Комплект типового лабораторного оборудования "Электрические аппараты" ЭА2-С-Р, Комплект типового лабораторного оборудования "Релейная защита электроэнергетических систем" РЗА2-С-К, Измеритель параметров реле цифровой Ф291 Прибор ВАФ-85 Реле РТ-85 Аппарат испытания диэлектриков АИД-70М Ячейка высоковольтная с принадлежностями. Мегаомметр Е6-24 Доска аудиторная, Стол 1 тумбовый, Огнетушитель ОП-3, Стул РИСС-1, Вешалка.</p>
2	<p>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. №100, площадь –108 м²)</p>	<p>Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1шт., телевизор телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт. Подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета</p>
3	<p>Учебные аудитории для самостоятельной работы студентов:</p>	
	<p>1. Читальный зал научной библиотеки (площадь 177 м²)</p>	<p>1. Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.</p>
	<p>Учебная аудитория (ауд. № 203, площадь – 57,9 м²)</p>	<p>Оснащение: специализированная мебель на 24 посадочных мест. Измерит. Комплект К-505. Коврик диэлектрический. Кресло – 1шт. Огнетушитель оу-2(3). Прибор РНО - 16ш. Стол 1тумбовый. Доска - 1шт. Фазорегулятор - 7шт. Шкаф - сейф 2ШМ. Стенды - 8 шт. Устройство КРЗА-С. Натурные образцы; ячейка КРУ типа К59ХЛ1; наглядный стенд «Выключатели и разъединители»: - выключатель нагрузки ВН-16; - выключатель нагрузки ВМП-10; - разъединитель РВЗ-10; - выключатель нагрузки ВМГ-10; - выключатель вакуумный ВК-10; - разрядник трубчатый велитовый РТВ. изолятор опорный ОФ-20-4250; изолятор штыревой ИШД- 35;</p>

		<p>привод электромагнитный постоянного тока ПЭ-113; изолятор опорный ОФ-10375-ПУЗ; изолятор опорный ОФ-425-ОУЗ; конденсаторная батарея; разрядник вентильный ОВП-10; трансформатор тока ТПОЛ-10; трансформатор тока измерительный И515М/1 ТПОЛ-10; реле тока: - РТ-40; - РТ-80; - РТМ; - РТ-81/2УХЛ4; - РТЗ-50; РТ-85/2. реле напряжения: РН-50. реле мощности: РБМ-17. реле дифференциальное: РНТ-565. реле повторного включения: РПВ-58; АПВ-2. реле промежуточные: РП-25; РП-252; РП-34 РП-321. - реле времени: РВМ-12; ЭВ-243. реле указательное: РУ-21. реле частоты: РЧ-2. Плакаты: 1. Однолинейная схема КТП 10кВ. 2. Конфигурация сети 35кВ. Конфигурация сети 0,38кВ. Диаграмма отклонения напряжения. Карта селективности. Схема замещения сети. Электрическая схема релейной защиты. коК Комплект учебно-методической документации</p>
4	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. № 308, площадь – 54,0 м ²).	<p>Оснащение: стол-парта 5-ти местная – 6 шт, стол преподавателя – 1 шт, трибуна – 1 шт, проектор Epson LSD – 1шт, доска магнито-маркерная - 1 шт, интерактивная доска SMARTBord – 1 шт, персональный компьютер ARM IRU City – 4 шт, вольтметр универсальный GOODWILL – 8 шт., генератор сигналов специальной формы GOODWILL – 5 шт., измеритель полного сопротивления линии и тока METREL – 8 шт, измеритель сопротивления изоляции Metrel MA2060 - 4 шт., осциллограф цифровой GOODWILL GRS – 5 шт, лабораторный блок питания MASTECH HY3005 - 6 шт., частотомер электронно-счетный- 5 шт.,</p>
5	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (Ауд. № 414, площадь - 58 кв .м.).	<p>Оснащение: Специализированная мебель на 16 посадочных мест. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, Комплект типового лабораторного оборудования "Электрические аппараты" ЭА2-С-Р, Комплект типового лабораторного оборудования "Релейная защита электроэнергетических систем " РЗА2-С-К, Измеритель параметров реле цифровой Ф291 Прибор ВАФ-85 Реле РТ-85 Аппарат испытания диэлектриков АИД-70М Ячейка высоковольтная с принадлежностями. Мегаомметр Е6-24 Доска аудиторная, Стол 1 тумбовый, Огнетушитель ОП-3, Стул РИСС-1, Вешалка.</p>

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника),

оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлсурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на зачете зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента зачет может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана по профилю «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Автор



Доцент кафедры ЭиЭЭО,
кандидат физико-математических
наук, доцент, Ястребов С. С.

Рецензенты

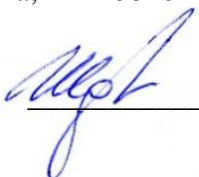


Доцент кафедры ПЭЭСХ
канд. техн. наук, доцент Антонов С.Н.

Доцент кафедры ПЭЭСХ
канд. техн. наук, доцент Коноплев Е.В.

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» рассмотрена на заседании кафедры Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол № 10 от «12» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Зав. кафедрой ЭиЭЭО, к.т.н., доцент



Шарипов И.К.

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии электроэнергетического факультета, протокол № 5 от «20» мая 2021 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Руководитель ОП



Зав. кафедрой ЭиЭЭО, к.т.н., доцент Шарипов И.К.

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Техника высоких напряжений»**

по подготовке обучающегося по программе бакалавриата/магистратуры/специалитета
по направлению подготовки

13.03.02	Электроэнергетика и электротехника
код	Наименование направления подготовки/специальности
	Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов
	Профиль/магистерская программа/специализация
Форма обучения – очная, заочная.	
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 час.	
Программой дисциплины предусмотрены следующие виды занятий	<u>Очная форма обучения:</u> лекции – 18 ч. в том числе практическая подготовка 18 ч., лабораторные занятия – 36 ч. в том числе практическая подготовка 36 ч., самостоятельная работа – 54 ч. <u>Заочная форма обучения:</u> лекции – 4 ч. в том числе практическая подготовка 4 ч., лабораторные занятия – 8 ч. в том числе практическая подготовка 8 ч., самостоятельная работа – 92 ч, контроль – 4 ч.
Цель изучения дисциплины	формирование знаний об электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, о методах проектировании изоляции, а также о методах оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты и о выборе защитных устройств при выполнении эксплуатационной и организационно-управленческой деятельности.
Место дисциплины в структуре ОП ВО	Дисциплина Б1.В.11 «Техника высоких напряжений» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата
Компетенции и индикатор (ы) достижения компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины	Профессиональные компетенции(ПК): ПК-3.1 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД ПК-3.2 Демонстрирует знания по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД ПК-3.3 Обладает знаниями по методам безопасного проведения работ при ремонте, испытаниях и диагностике объектов ПД и их элементов ПК 2.1 - Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительстватехническому обслуживанию и ремонту объектов ПД ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД
Знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения дисциплины	Знание: Нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования, пусконаладке Принципов устройства изоляции электрооборудования напряжением выше 1000 В Требования нормативной, конструкторской, производственно-

	<p>технологической и технической документации Процессы эксплуатации и старения изоляции электрооборудования Основные нормативно-технические документы по техническому состоянию изоляции электрооборудования Причины возникновения перенапряжений в электроустановках и методов их ограничений Основных методик выполнения работ по проверке состояния изоляции электрооборудования Умение: Проводить техническое освидетельствование оборудования собирать схемы измерения параметров изоляции электрооборудования Вести техническую и отчетную документацию Определять условия работы изоляции высоковольтного электрооборудования составлять программы испытаний состояния электрооборудования систем электроснабжения составлять схемы расположения оборудования для защиты электроустановок от перенапряжений руководить работами по подготовке к испытаниям изоляции электрооборудования и устройств защиты от перенапряжений Навыки: работы с приборами для измерения параметров изоляции Формирование объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту на основании данных о состоянии оборудования подстанций, сведений об отказах оборудования Применения и испытания индивидуальных электротехнических средств Прогнозирования технического состояния электрооборудования разработки технических требований для проверки состояния изоляции электрооборудования Проверки состояния схем и оборудования для защиты электроустановок от перенапряжений организации технологических процессов при диагностике состояния электрооборудования систем электроснабжения</p>
<p>Краткая характеристика учебной дисциплины (основные разделы и темы)</p>	<p>Раздел 1. Изоляция электроэнергетического оборудования Тема 1. Электрическая прочность газовых промежутков Тема 2. Корона на проводах линий электропередач Тема 3. Разряд по поверхности твердого диэлектрика Тема 4. Электрофизические процессы во внутренней изоляции Тема 5. Изоляционные конструкции и характеристики воздушных линий Тема 6. Станционно-аппаратные изоляторы Тема 7. Контроль изоляции Тема 8. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения Тема 9. Электрический и тепловой расчет силовых кабелей Тема 10. Изоляция электрических аппаратов и распределительных устройств. Радел 2. Перенапряжения и методы их ограничений Тема 11. Грозозащита линий электропередач и подстанций Тема 12. Методы защиты от перенапряжений Тема 13. Внутренние перенапряжения Тема 14. Особенности изоляции силовых трансформаторов</p>
<p>Форма контроля</p>	<p><u>Очная форма обучения:</u> семестр 7 – зачет <u>Заочная форма обучения:</u> курс 4 – зачет, контрольная работа,</p>

Автор(ы):	Доцент кафедры ЭиЭЭО, кандидат физико-математических наук, доцент, Ястребов С. С. 