

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Дарьенков А.Б.

подпись

ФИО

“ 30 ” _____ июня _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.6 Техника высоких напряжений

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроэнергетические системы и сети

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Выпускающая кафедра: ЭССЭ

Кафедра-разработчик: ЭССЭ

Объем дисциплины: 180/5

часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Фитасов А.Н., старший преподаватель

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от _____ № _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 20.01.2023 № 3
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 23.06.2023 № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № _____
Начальник МО _____

1. Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	13
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.	16
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	17
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	17
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	20
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	21
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	21
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	21
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Является формирование у студентов знаний по технике высоких напряжений, оценки возможных перенапряжений с учетом их статистического характера, выбор защитных устройств и изоляционных конструкций. Взаимное согласование значений воздействующих напряжений, характеристик защитной аппаратуры и электрических характеристик изоляции, обеспечивающее надежную работу и высокую экономичность электроустановки, представляет главную технико-экономическую задачу ТВН и называется координацией изоляции.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Выбирать методы обработки результатов экспериментов в технике высоких напряжений;
- Интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию в технике высоких напряжений;
- Выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов с учетом изоляции;
- Разработка технических решений изоляции электроустановок с учетом техники высоких напряжений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Техника высоких напряжений включена в перечень вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОПБ1.В.ОД.6. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Техника высоких напряжений» являются: Электрические и электронные аппараты, Элементы автоматических устройств, Электроэнергетические системы и сети, Ознакомительная практика.

Дисциплина Техника высоких напряжений является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Электромагнитная совместимость в энергетике, Электроэнергетика, Энергетические ресурсы и установки, Автоматизация и информатизация ЭЭС, Электрическое освещение, Проектирование систем освещения промышленных предприятий, Проектная практика, Преддипломная практика, Подготовка и защита ВКР, Электрический привод.

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Электрические станции и подстанции (ПКС-3,4)</i>					X			
<i>Электрические и электронные аппараты (ПКС-3,4)</i>					X			
<i>Электроэнергетические системы и сети (ПКС-3,4)</i>								X
<i>Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (ПКС-3)</i>								X
<i>Техника высоких напряжений (ПКС-3,4)</i>							X	
<i>Электроснабжение (ПКС-3)</i>							X	X
<i>Электромагнитная совместимость в энергетике (ПКС-4)</i>						X		
<i>Энергетические ресурсы и установки (ПКС-3,4)</i>					X			
<i>Электроэнергетика (ПКС-3)</i>							X	
<i>Воздушные и кабельные ЛЭП(ПКС-3,4)</i>					X			
<i>Теория автоматического управления (ПКС-3)</i>						X		
<i>Электрическое освещение (ПКС-3,4)</i>						X		
<i>Проектирование систем освещения промышленных предприятий (ПКС-3,4)</i>						X		
<i>Ознакомительная практика (ПКС-3)</i>				X				
<i>Проектная практика (ПКС-3,4)</i>						X		
<i>Преддипломная практика (ПКС-3,4)</i>								X
<i>Подготовка и защита ВКР (ПКС-3,4)</i>								X
<i>Электрический привод (ПКС-3)</i>						X		

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Знать: данные для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Уметь: выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Владеть: способностью выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Лабораторные работы, практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	Знать: типовую техническую документацию	Уметь: составлять и оформлять типовую техническую документацию	Владеть: способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию	Лабораторные работы, практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	Знать: выбор оборудования	Уметь: осуществлять выбор оборудования	Владеть: способностью осуществлять выбор оборудования	Лабораторные работы, практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знать: варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Уметь: разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Владеть: способностью разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ИПКС-4.1)	Лабораторные работы, практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.

			бования			
	ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности	Уметь: рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Владеть: способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Лабораторные работы, практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.

Трудовая функция (ПКС-3): Код J/01.6 Планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций
Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Обеспечение формирования и утверждение планов и графиков работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций
- Организация проведения аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций

Трудовые умения:

- Планировать производственную деятельность
- Организовывать деятельность по ремонту оборудования и проводимым отключениям
- Анализировать направления развития отечественной и зарубежной практики в области передачи данных
- Вести техническую и отчетную документацию
- Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами

Трудовые знания:

- Передовой отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности подразделения
- Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленных за подразделением

Трудовая функция (ПКС-4): Код J/01.6 Планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций.
Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Обеспечение формирования и утверждение планов и графиков работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций
- Организация проведения аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций

Трудовые умения:

- Планировать производственную деятельность
- Организовывать деятельность по ремонту оборудования и проводимым отключениям
- Анализировать направления развития отечественной и зарубежной практики в области передачи данных
- Вести техническую и отчетную документацию

- Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами

Трудовые знания:

Передовой отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности подразделения

- Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленных за подразделением

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3 и 4.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№ сем 7	
Формат изучения дисциплины	Очный		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180	
1. Контактная работа:	72	72	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68	
занятия лекционного типа (Л)	34	34	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	17	17	
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-	
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2	
2. Самостоятельная работа (СРС)	108	108	
реферат/эссе (подготовка)	-	-	
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-	
контрольная работа	-	-	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	108	108	
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	-	-	

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная рабо- та студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
7 семестр									
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 1. Введение.Стадии разви- тия разряда при повышении напря- жения	4	2	2	15	подготовка к лекциям прак- тическим и ла- бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация	1	
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 2. Разряд в длинных воз- душных промежутках. Развитие разряда по увлажненной и загряз- ненной поверхности изоляторов.	5	2	2	15	подготовка к лекциям прак- тическим и ла- бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация	1	
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	Раздел 3. Основные виды и элек- трические характеристики внутрен- ней изоляции электроустановок.	5	2	2	15	подготовка к лекциям прак- тическим и ла-	Презентация	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная рабо- та студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Определение понятия внутренней изоляции. Влияние на внутреннюю изоляцию тепловых, механических и других воздействий. Зависимость электрической прочности внутрен-ней изоляции от длительностиКом-бинирование диэлектрических ма-териалов во внутренней изоляции. воздействия напряжения. Газовая и вакуумная изоляция.					бораторным занятиям [6.1.1.]			
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 4. Длительная электриче-ская прочность. Виды и общие за-кономерности старения внутренней изоляции. Частичные разряды в газовых включениях.	5	2	2	15	подготовка к лекциям прак-тическим и ла-бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация	1	
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 5. Профилактический кон-троль изоляции.Значение и виды профилактических испытаний изо-ляции.Физические основы профи-лактического контроля изоля-ции.Контроль изоляции по емкост-ным характеристикам.Измерение тока утечки и сопротивления изо-ляции.Контроль качества изоляции по тангенсу угла диэлектрических	5	3	3	16	подготовка к лекциям прак-тическим и ла-бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная рабо- та студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	потерь.Контроль изоляции по ин- тенсивности частичных разря- дов.Контроль изоляции повышен- ным напряжением.								
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 6. Молния как источник грозовых перенапряжений. Общая характеристика молний. Развитие молнии.Электрические характери- стики молнии.Характеристики гро- зовой деятельности.Заземление молниеотводов. Условие безопасно- го прохождения тока по молниеот- воду.	5	3	3	16	подготовка к лекциям прак- тическим и ла- бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация	1	
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Раздел 7. Молниезащита воздуш- ных линий электропереда- чи.Грозоупорность линий без тро- совГрозоупорность линий с троса- ми. Применение трубчатых разряд- ников для защиты ВЛ.	5	3	3	16	подготовка к лекциям прак- тическим и ла- бораторным занятиям [6.1.1.]	Презентация		
	РГР	-	-	-	-				
	Контрольная	-	-	-	-				
	Курсовой проект / работа	-	-	-	-				
	ИТОГО по дисциплине	34	17	17	108				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. При текущем контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Задания для текущего контроля приведены в [6.1.1]

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Вопросы для промежуточного контроля сформированы разд. 11.1.2.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Непонимание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования объектов связанных с техникой высоких напряжений	Фрагментарное знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования объектов связанных с техникой высоких напряжений	Достаточно хорошее знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования объектов связанных с техникой высоких напряжений	Глубокое знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования объектов связанных с техникой высоких напряжений
	ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	Не знает правил оформления технической документации	Поверхностное знание правил оформления технической документации	Достаточно хорошее знание правил оформления технической документации	Глубокое знание правил оформления технической документации
	ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	Непонимание принципов выбора оборудования с учетом техник высоких напряжений	Частичное знание принципов выбора оборудования с учетом техник высоких напряжений	Достаточно хорошее знание принципов выбора оборудования с учетом техник высоких напряжений	Глубокое знание принципов выбора оборудования с учетом техник высоких напряжений
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Непонимание принципов разработки вариантов технических техники высоких напряжений	Поверхностное знание принципов разработки вариантов технических решений техники высоких напряжений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	Достаточно хорошее знание принципов разработки вариантов технических решений техники высоких напряжений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	Глубокое знание принципов разработки вариантов технических решений техники высоких напряжений в соответствии с техническим заданием, нормативно-технической документацией, с учетом различных технических, энергоэффективных и экологических требований

	ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Не знает правил и методов расчета режимов работы объектов с учетом техники высоких напряжений	Частичное знание правил и методов расчета режимов работы объектов с учетом техники высоких напряжений	Хорошее знание правил и методов расчета режимов работы объектов с учетом техники высоких напряжений	Глубокое знание правил и методов расчета режимов работы объектов с учетом техники высоких напряжений
--	--	---	---	---	--

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Вьюнов В.С., Фитасов А.Н. Курс Лекций Техника высоких напряжений. Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: **Техника высоких напряжений**
- 6.1.2. Куффель Е. Техника и электрофизика высоких напряжений : Учебно-справ.руководство:Пер.с англ. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Куффель Дж. - Долгопрудный : Изд.дом "Интеллект", 2011. - 520 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-91559-053-2; 978-0-7506-3634-6 : 1100-00.
- 6.1.3. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические основы : В 3-х т. Т.2 : Электрические подстанции переменного тока. Средства и интеллектуальные системы управления / А.Ф. Дьяков [и др.]; Под общ.ред.А.Ф.Дьякова; Ред.совет:А.Ф.Дьяков (пред.). - М. : НТФ "Энергопрогресс"; Корпорации "ЕЭЭК", 2012. - 668 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-905918-02-5(т.2); 978-5-905918-04-9 : 400-00.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

- 6.2.1. Базуткин В.В.Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для вузов / В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь; Под ред.В.П.Ларионова. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 463 с. : ил. - Библиогр.:с.448-450. - 1-20.
- 6.2.2. Техника высоких напряжений : Учебник / Л.Ф. Дмоховская [и др.]; Под общ.ред.Д.В.Разевига. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергия, 1976. - 488 с. : ил. - Авт.указаны на обороте тит.л. - 1-42.Авторы: Дмоховская Л.Ф., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С., Разевиг Д.В., Рябкова Е.Я.

- 6.2.3. Федченко И.К. Техника высоких напряжений. Испытательные установки и методы испытания выключающих аппаратов высокого напряжения : Учеб. пособие / И.К. Федченко. - Киев : Вища шк., 1969. - 323 с. : ил. - Библиогр.: с.315-319. - 1-05.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический журнал "Интеллектуальная электротехника"
 6.3.2. Научно-технический журнал "Электроэнергия: Передача и распределение"
 6.3.3. Научно-технический журнал "Энергобезопасность и энергосбережение"

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «NTехника высоких напряжений» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject_id/1591

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	eLIBRARY	https://elibrary.ru/
5	Электронная библиотека НГТУ	https://library.nntu.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMath Studio
	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 8207 Учебная мультимедийная аудитория (для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая. 2. Мультимедийный проектор. 3. Компьютер PC, IntelCoreI3-2770/2 GbRAM/HDD 500.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
2	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	1. Компьютер PC, IntelCoreI3-2770/2 GbRAM/HDD 500 с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ. 2. Библиотека научно-технической литературы и журналов	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной и лабораторной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;

При преподавании дисциплины "Техники высоких напряжений", используются со-

временные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках

каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия способствуют лучшему освоению обучающимися учебного материала, формируют практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствуют формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности. Для текущего контроля предусмотрены практические задания, выполняемые по индивидуальному варианту. Методическое обеспечение практических занятий представлено в разделе 6.1.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов и промежуточной аттестации по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение практических и лабораторных заданий;
- устное собеседование по различным разделам курса;
- зачет с оценкой.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для практических и лабораторных работ приведены в [6.1.1]

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

1. Что понимается под термином ДЭП и КЭП?
2. Что понимается под термином ПН?
3. Поясните смысл координации изоляции.
4. Какие факторы определяют понятие координации изоляции?
5. Объясните отличие начальных и разрядных напряжений в межэлектродных промежутках с несимметричной системой электродов при различной полярности электрода с малым радиусом кривизны?
6. Назовите стадии развития разряда при повышении напряжения в межэлектродном промежутке?
7. Какие различия между стримером, лидером, обратным или главным разрядом?
8. Какие особенности разряда в длинных промежутках?
9. Объясните ход зависимости разрядного напряжения от частоты приложенного напряжения? Какие факторы оказывают влияние на развитие разряда по поверхности при неблагоприятных погодных условиях?
10. Какой механизм развития разряда по увлажненной и загрязненной поверхности изолятора?
11. Какие особенности разряда в длинных промежутках?
12. Объясните ход зависимости разрядного напряжения от частоты приложенного напряжения?
13. Приведите определение внутренней изоляции электроустановок и поясните его смысл.
14. Какие общие свойства характеризуют различные виды внутренней изоляции?
15. Поясните физическую природу зависимости электрической прочности внутренней изоляции от длительности воздействия напряжения.
16. Какие требования предъявляются к диэлектрическим материалам, используемым для внутренней изоляции?
17. В чем заключается смысл комбинирования диэлектрических материалов во внутренней изоляции?
18. Что означает требование к диэлектрикам высокой кратковременной и длительной электрической прочности?
20. Что определяют тепловые свойства диэлектрических материалов и в чем заключается требование тепловых свойств?
21. Каковы особенности требований механической прочности диэлектрических материалов?
22. Что представляет собой самовосстанавливающаяся и несамовосстанавливающаяся изоляция?
23. Почему отсутствует возможность определения фактической электрической прочности электроустановок с внутренней изоляцией?
24. Какие воздействия испытывает внутренняя изоляция в процессе эксплуатации и в чем они проявляются?
25. Какие требования предъявляются к материалам, используемым для внутренней изоляции?
26. Что означает требование к диэлектрикам высокой кратковременной и длительной электрической прочности?
27. Что определяют тепловые свойства диэлектрических материалов и в чем заключается требование тепловых свойств?
28. Каковы особенности требований механической прочности диэлектрических материалов?
29. Поясните особенности требований к газам, используемым для внутренней изоляции электроустановок.
30. Какие преимущества применения газовой изоляции в электроустановках?

31. От каких факторов зависит электрическая прочность элегазовой изоляции и в чем состоят проблемы применения элегазовой изоляции?
32. Какая отличительная черта применения вакуумной изоляции? Что представляет собой тренировка межэлектродных промежутков с вакуумной изоляцией?
33. Какие виды старения изоляции имеют место в процессе эксплуатации электроустановок?
34. Поясните ход зависимости среднего срока службы внутренней изоляции от воздействующего напряжения.
35. Что представляют из себя частичные разряды и где они возникают?
36. От каких физических величин зависит напряжение возникновения частичных разрядов? Какова эффективность различных способов увеличения напряжения частичных разрядов?
37. Какова интенсивность частичных разрядов при приложении к изоляции постоянного напряжения?
38. Поясните динамику пробоя изоляции при воздействии частичных разрядов.
39. Поясните механизм теплового пробоя внутренней изоляции, состоящей из твердых диэлектриков.
40. Какие задачи стоят перед профилактическим контролем состояния изоляции?
41. От каких факторов зависит эффективность ПКИ? На какие виды разделяются методы ПКИ?
42. Какие физические процессы в изоляции определяют основы ПКИ?
43. В чем заключается суть миграционной поляризации? Что представляют собой заряды абсорбции?
44. Какие дефекты можно выявить измерением сопротивления изоляции электроустановки?
45. Почему при измерении тангенса угла диэлектрических потерь в изоляции используется прямая и перевернутая схемы. Наличие каких дефектов в изоляции позволяют выявить измерение $\tan \delta$?
46. Что представляет собой кривая ионизации?
47. Как можно оценить состояние изоляции по емкостным характеристикам: «емкость – частота», «емкость – время», «емкость – температура»?
48. Для каких целей применяют испытание изоляции повышенным напряжением? Какие преимущества и недостатки испытания изоляции электроустановок повышенным выпрямленным напряжением?
49. Какие дефекты в изоляции выявляются с помощью неэлектрических методов испытания: тепловизионный контроль, химический анализ масла, хроматографический анализ газов, содержащихся в изоляции?
50. Что представляет собой линейная молния?
51. Какие характеристики тока молнии оказывают влияние на установки высокого напряжения с точки зрения электромагнитного воздействия?
52. Чем характеризуется интенсивность грозовой деятельности?
53. Что определяет импульс квадрата тока (интеграл действия) тока молнии?
54. Что представляет собой форма тока молнии? Как определяется длительность фронта и длительность импульса тока молнии?
55. Какими параметрами определяются стационарное и импульсное сопротивление заземления?
56. С какой целью заземление крупных подстанций выполняются, как правило, в виде сетки?
57. Чем определяются условия безопасного прохождения тока по молниеотводу?
58. Какие требования предъявляются к конструкции молниеотводов?
59. Какие существуют варианты уменьшения грозовых отключений воздушных линий и как они реализуются на практике?
60. По каким критериям выбирается длина промежутка «трос – провод» в пролете ВЛ? От каких факторов зависит напряжение между тросом и проводом?

61. Как образуется на воздушной линии электрическая и магнитная составляющие индуктированных напряжений?
62. Какие составляющие определяют напряжение на линейной изоляции при ударе молнии в вершину опоры?
63. Что означает кривая опасных параметров и по каким параметрам строится эта зависимость?
64. Почему увеличение импульсного сопротивления заземления и высоты опор увеличивают вероятность перекрытия линейной изоляции?
65. Какими факторами определяется вероятность прорыва молнии сквозь тросовую защиту?